ИНСТИТУТ
НАСЛЕДИЯ

ЗАПИСКИ
ИМПЕРАТОРСКАГО
РУССКАГО ГЕОГРАФИЧЕСКАГО ОБЩЕСТВА.

Библиотека Геогр. Центр. Музея Народоведения
Инв. № 17666

ИНСТИТУТ НАСЛЕДИЯ

962 г.

ЗАПИСКИ

ИМПЕРАТОРСКАГО

РУССКАГО ГЕОГРАФИЧЕСКАГО ОБЩЕСТВА

ПО ОБЩЕЙ ГЕОГРАФІИ

(ОТДѢЛЕНІЯМЪ ГЕОГРАФІИ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ И ФИЗИЧЕСКОЙ).

ТОМЪ СЕДЬМОЙ,

П-2722/4

58 БИБЛИОТЕКА НИИ Музееведения

ИЗДАННЫЙ ПОДЪ РЕДАКЦІЕЮ

А. КРОПОТКИНА и ИВ. ПОЛЯКОВА.

СЪ КАРТАМИ, РАЗРѢЗАМИ И РИСУНКАМИ ВЪ ОСОБОЙ БРОШЮРѢ.

Выпускъ первый.

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.
1876.

ИНСТИТУТ НАСЛЕДИЯ

ИЗСЛѢДОВАНІЯ
О
ЛЕДНИКОВОМЪ
ПЕРІОДѢ.

П. КРОПОТКИНА.

I. О ледниковыхъ наносахъ въ Финляндіи (Отчетъ о поѣздкѣ въ Финляндію и Швецію, сдѣланной въ 1871 году, по порученію Имп. Русскаго Географическаго Общества).

II. Объ основаніяхъ гипотезы ледниковаго періода.

СЪ КАРТАМИ, РАЗРѢЗАМИ И РИСУНКАМИ ВЪ ОСОБОЙ БРОШЮРѢ.

Выпускъ первый.

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.
Типографія М. Стасюлевича, Вас. Остр., 2 л., 7.
1876.

ИНСТИТУТ НАСЛЕДИЯ

ИЗСЛѢДОВАНІЯ

О

ЛЕДНИКОВОМЪ

ПЕРІОДѢ.



ИНСТИТУТ НАСЛЕДИЯ

ПРЕДИСЛОВІЕ

КЪ ПЕРВОМУ ВЫПУСКУ.

Такъ какъ авторъ не имѣетъ возможности теперь-же окончательно приготовить къ печати послѣднія главы своего сочиненія, то оно выйдетъ двумя выпусками. Въ появляющійся теперь, первый выпускъ вошли: первая часть книги: „Отчетъ о поѣздкѣ въ Финляндію“, главы I — XIII, и первыя три главы второй части, посвященной разбору физико-геологическихъ основаній гипотезы ледниковаго періода (глава XIV: „Гипотезы ледниковаго періода“, глава XV: „Изборожденіе скалъ“ и глава XVI: „Формы горъ и скалъ“). Остальныя четыре главы (XVII — „Валуны“, XVIII — „О классификаціи постъ-пліоценовыхъ наносовъ“, XIX—„Морены и озы“ и XX—„Заключенія“), составятъ второй выпускъ. Такое подраздѣленіе могло быть сдѣлано тѣмъ удобнѣе, что каждая изъ главъ второй части составляетъ отдѣльный, независимый очеркъ. Но, такъ какъ основанія классификаціи наносовъ, принятой при описаніи наносовъ Финляндіи, а также всѣ общіе выводы, касающіеся моренъ и озовъ, описываемыхъ въ первой части книги, разсматриваются только въ XVIII-й и XIX-й главахъ, то въ концѣ выпуска, въ „Приложеніи“, помѣщается краткое изложеніе содержанія этихъ двухъ главъ. XVII-я глава, „О валунахъ“, гдѣ разбираются законы разноса валуновъ плавающими льдинами и ледниками, не могла быть также срезюмирована: вслѣдствіе разнообразія содержанія и большаго объема, ея изложеніе заняло бы слишкомъ много мѣста.

ИНСТИТУТ НАСЛЕДИЯ

СОДЕРЖАНІЕ.

ПЕРВАГО ВЫПУСКА.

Стр.

Оглавленіе . . . . . VII—XX

Предисловіе. . . . . XXI—XXIX

ЧАСТЬ ПЕРВАЯ.

О ледниковыхъ наносахъ въ Финляндіи.

Введеніе. Нѣсколько общихъ замѣчаній о рельефѣ южной Финляндіи.

(См. карту № I).

Полуостровъ южной Финляндіи (с. 3).—Южная окраинная гряда озёрной Финляндіи (с. 5).—Западная окраинная гряда (с. 6).—Каянскій кряжъ (с. 7).—Озёрная Финляндія; ея подраздѣленія (с. 8).—Юго-западный бассейнъ (с. 8).—Собственно страна озеръ. Ея меридіональныя гряды и долины (с. 9).—Характеръ страны озеръ (с. 11).

Глава I. Отъ Выборга до Пунгахарью.

Выборгъ и его окрестности. 13

Округленныя вершины, бараньи лбы (с. 14). —Отчего зависитъ куполовидная форма гранитныхъ холмовъ въ Выборгѣ? (с. 14). —Скорлупчатое дѣленіе бараньихъ лбовъ (с. 17).

Валуны.—Выборгскіе валуны принесены льдомъ (с. 21).

Скалы, полируемыя прибоемъ. — Отличіе водной полировки отъ ледниковой (с. 22).

Наносы (с. 23)—Холмы наноса по берегу залива (с. 23).

Иматра 24

Слабое дѣйствіе водопада (с. 25).—Глина и иматровскіе камни (с. 27).

Переѣздъ до Пунгахарью. 30

ИНСТИТУТ НАСЛЕДИЯ

Глава II. Пунгахарью.

(См. карты № II и № III и разрѣзы № IV).

стр.

Общія замѣчанія 33

Преобладаніе сѣверо-западно—юго-восточнаго направленія въ очертаніяхъ береговъ въ средней части Сайминской системы озеръ (с. 32).—Пунгахарью (с. 34). — Неточность прежнихъ описаній (с. 35). — Прилагаемыя карты и разрѣзы (с. 36).

Топографическое описаніе оза Пунгахарью. 37

Сложность этой системы (с. 37).—Островъ Ляуканъ и собственно озъ (с. 38).—Сѣверная оконечность; споры о ея происхожденіи (с. 39). — Параллельныя гряды въ сѣверной части оза (с. 41).—Средняя, типичная часть (с. 42).—Такахарью (с. 42). — Сосѣдніе островки (с. 44). — Перерывъ въ озѣ (с. 44).—Придатки оза (с. 45).—Вторая типичная часть (с. 45).—Южная часть оза (с. 45).

Преобразованія, нынѣ совершающіяся въ озѣ Пунгахарью . 46

Повышается или понижается уровень Пурувеси? (с. 46).—Работа волнъ Пурувеси стремится теперь укрѣпить новыми присыпками плотину, представляемую озомъ (с. 47).—Встрѣчное образованіе косъ (с. 48).—Обращеніе проливовъ въ заливы и потомъ—въ озерки.—Соединеніе оза съ сопровождающими его островками (с. 49).

Внутреннее строеніе Пунгахарью 51

Отсутствіе обнаженій (с. 51).—Обнаженьице у бельведера; оно обнаруживаетъ лишь самые поверхностные слои (с. 52). — Осыпи (с. 52).—Обнаженіе новѣйшихъ песковъ у Силуонньеми (с. 54). — Выходы гнейса на Такахарью и южныхъ придаткахъ (с. 54).—Озъ у дома лѣсничаго; булыжники и большой валунъ на вершинѣ (с. 55).—Скопленія валуновъ на южной оконечности (с. 56). — Передвиженіе валуновъ современнымъ льдомъ (с. 56).—Холмикъ на южной оконечности оза: прежняя батарея? (с. 57).

Гипотезы о происхожденіи Пунгахарью 58

Краткій обзоръ того, что извѣстно объ озѣ (с. 59).

Гипотеза Куторги и Хольмберга (с. 60). — Авторъ не позаботился ни объ ея разработкѣ, ни о доказательствахъ (с. 60). — Главной предполагаемой причины, — сильнаго прибоя,—не существуетъ и не могло существовать (с. 61). —Чѣмъ сильнѣе возможный прибой, тѣмъ *ниже* озъ, и наоборотъ (с. 63). — Озъ проходитъ въ нѣкоторомъ разстояніи отъ возможной береговой линіи и не есть береговой валъ (с. 65). — „Встрѣчный прибой“—слова безъ конкретнаго представленія (с. 66).

Гипотеза ак. Шмидта. Озы и рифы. Ихъ различія (с. 67).

Высота, форма оза и валуны на его вершинѣ не объяснимы никакими видами прибоя (с. 70).

Гипотеза ак. Гельмерсена (с. 73).—Существовали ли въ Финляндіи толщи дилувія, необходимыя по гипотезѣ? (с. 76).—Форма озовъ не можетъ быть продуктомъ размыванія (с. 81).

стр.

Гипотеза г. Тёрнебома: озы въ долинахъ (с. 85). — Форма озовъ не можетъ быть продуктомъ рѣчнаго размыванія (с. 85).—Существовали-ли въ долинахъ Швеціи нужныя толщи наноса? (с. 87).

Пунгахарью есть продольная морена той части ледянаго покрова, которая спускалась по средней долинѣ озёрной Финляндіи (с. 87).—Мѣстами она размыта, всюду—покрыта слоемъ озёрнаго наноса (с. 90).

Глава III. Отъ Пунгахарью черезъ Нишлотъ до Іоенсу

Тунансари; поля валуновъ (с. 92).—Долина, идущая на сѣверо-западъ (с. 93).—Ледниковый щебень (с. 93).—Бугры изъ ледниковаго щебня вдоль края долины (с. 94).—Гнейсы у Нишлота; ихъ куполовидныя формы и скорлупчатое дѣленіе (с. 95).—Переѣздъ до Іоенсу (с. 96).

Глава IV. Прорывъ озера Хэйтіэйнъ.

(См. карты № V и № VI и разрѣзъ № VII).

Характеръ страны въ окрестностяхъ Іоенсу (с. 97). — Толщи аллувія (с. 98).—Обнаженіе въ прорывѣ озера Хэйтіэйна (с. 100).—Прилагаемыя карты и разрѣзы (с. 100).

Прорывъ озера Хэйтіэйнъ 101

Главныя и побочныя озера; пониженіе ихъ уровней (с. 101). — Участіе человѣка (с. 102).—Предположенное пониженіе уровня Хэйтіэйна; ходъ работъ (с. 103).—Прорывъ плотинъ и образованіе долины (с. 105).—Измѣненія, совершившіяся въ очертаніяхъ Хэйтіэйна и Пюхесельгэ (с. 110).—Слабое дѣйствіе воды на твердыя породы и на большіе валуны (с. 111).

Строеніе наноса, прорѣзаннаго каналомъ 112

Озъ, проходящій по берегу Хэйтіэйна (с. 112).—Изслѣдованіе г. Торельда; его разрѣзы (с. 113).—Слои торфа съ пнями деревьевъ, погребенные подъ наносами (с. 116).—Строеніе наноса по г. Торельду (с. 117).—Озъ и его внѣшній покровъ. Подраздѣленіе наносовъ (с. 117).—Мои наблюденія (с. 120):—новѣйшіе пески (с. 120);—глина съ валунами; ея ледниковое происхожденіе (с. 121);—ледниковый щебень (с. 123); — сѣрые пески (с. 123). — Собственно озъ: мы не знаемъ его состава; раскопки г. Торельда не доходятъ до внутреннихъ слоевъ (с. 126).—Валуны, ихъ составъ и степень округленія (с. 130).—Паскопохья (с. 131). —Удлиненные бугры гнейса, зарытые прежде подъ наносомъ; ихъ изборожденіе (с. 132).—Мостовыя (с. 133).—Гряды валуновъ въ долинѣ (с. 134).

Происхожденіе наносовъ, обнаженныхъ въ долинѣ 134

Озъ есть подземный, зарытый озъ (с. 135).—Ядро его составляетъ ледниковая глина съ большими валунами (с. 137).—Происхожденіе покрывающихъ ее наносовъ (с. 138).—Высшее стояніе озеръ (с. 139).—Низшее стояніе озеръ въ началѣ озернаго періода (с. 139). — Древность погребенныхъ

стр.

лѣсовъ (с. 140).—Двоякое возможное происхожденіе сѣрыхъ песковъ (с. 142).—Сѣрые пески суть дельтовый нанось Пьелисъйоки (стр. 143).—Общая картина преобразованій, совершившихся въ озерный періодъ (с. 145).

Глава V. Гельсингфорсъ и поѣздка въ Швецію.

Гельсингфорсъ 147

Изборожденіе на Скансландѣ (с. 148).—Гигантскіе котлы (с. 151).

Поѣздка въ Швецію 152

Музеи: коллекціи наносовъ (с. 152).—Значеніе такихъ коллекцій (с. 153).—Нѣкоторыя желательныя усовершенствованія: коллекціи изъ странъ, нынѣ покрытыхъ ледниками (с. 156); — необходимость, рядомъ съ коллекціями наносовъ, подробныхъ разрѣзовъ (с. 157);—химическіе и другіе анализы (с. 158).—Промышленный геологическій музей (с. 160).

Упсальскій озъ 161

Топографія (с. 161).

Топографическое описаніе оза по Эрдману (с. 162).—Абсолютная высота мѣстностей, по которымъ проходитъ озъ (с. 163).—Параллелизмъ его съ изборожденіемъ (с. 164).—Побочные озы (с. 165).—Положеніе въ долинахъ рѣкъ (с. 165).

Общій очеркъ рельефа южной Швеціи и положеніе шведскихъ озовъ (с. 165).—Озы изслѣдованы только въ низменности (с. 168).—Они выходятъ изъ поперечныхъ долинъ нагорья (с. 168). — Положеніе Упсальскаго оза относительно долины Ботническаго залива (с. 169). — Меларская впадина (с. 169).

Внутреннее строеніе оза (с. 171).

Наружный покровъ и ядро (с. 171).—Ядро и покровъ суть разновременныя образованія (с. 176). —Водное происхожденіе покрова (с. 177).—Невозможность воднаго происхожденія ядра (с. 179).—Противорѣчія, встрѣчаемыя гипотезою воднаго происхожденія ядра (с. 181).—Непромытость и неслоистость его щебня (с. 183).

Происхожденіе оза (с. 185).

Моренное происхожденіе остова Упсальскаго оза (с. 185). —Морены въ равнинахъ (с. 186). — Могли-ли существовать условія, нужныя для возникновенія поверхностныхъ моренъ? (с. 187).—Гряды поддонной морены и внутреннія морены (с. 189). — Упсальскій озъ есть западная боковая, по всей вѣроятности поддонная, морена Ботнической вѣтви ледянаго покрова (с. 192).

Глава VI. Отъ Або до Таммерфорса.

Аландскіе острова. 197

Общій характеръ страны между Або и Таммерфорсомъ 198

стр.

Береговая полоса; ея строеніе (с. 199).

Окраинная гряда озерной Финляндіи (с. 201).

Долина р. Лоимъ (с. 203):—Хвиттисъ; каменныя орудія (с. 204).

Озъ у Хвиттиса (с. 205). — Его положеніе и строеніе (с. 206). — Слоистость въ верхнихъ частяхъ ледниковаго щебня (с. 207): — осыпи (с. 208);—подледниковые ручьи (с. 210). — Аллувіальные покровы оза (с. 211).—Его происхожденіе (с. 211).

Долина Раутавеси (с. 213).—Озы у Пави (с. 214).—Прежніе уровни озеръ (с. 217).—Наносы на окружающихъ долину возвышенностяхъ (с. 217).

Глава VII. Отъ Таммерфорса до Ювескюле.

Строеніе юго-западной части озерной Финляндіи (с. 219). — Система озовъ, развитыхъ въ долинѣ рѣкъ Кумо и Лоима и въ параллельной ей, Таммерфорсъ-Тавастхусской долинѣ (с. 221).

Кангасальскій озъ. 224

Его простираніе (с. 224). — Изслѣдованная часть на В. отъ Таммерфорса (с. 226).—Обнаженія въ озѣ: у Биркkаля (с. 226);—у Таммерфорса; недостаточность послѣднихъ (с. 227); — у Мэндю (с. 229). — Ледниковый щебень въ озѣ, между Мэндю и Пэлькенэ (с. 230). — Происхожденіе оза (с. 231).

Пересѣченная мѣстность за Хутиерви (с. 234). — Поля валуновъ (с. 234).—Періоды, пережитые этою мѣстностью (с. 235).—Отдѣльныя обнаженія (с. 236).

Возвышенность за Халлинпенки; каменный озъ (с. 239).—Морена у Лохикоски (с. 240).—Озъ и морена у Корпилякса (с. 241).—Озъ на берегу Мурамэна (с. 243).—Морены по западному берегу долины (с. 245).

Глава VIII. Отъ Ювескюле до Куопіо.

Ювескюльскій озъ 247

Его простираніе (с. 247).—Отдѣльныя обнаженія (с. 248).—Массы валуновъ на вершинѣ и ледниковый щебень (с. 251). — Высота песковъ на склонахъ (с. 251).—Невозможность воднаго происхожденія (с. 252).

Его продолженіе на с.-з. отъ города (с. 252).—Озы и рифы (с. 253).

Переѣздъ до Саркиля; поля валуновъ (с. 255). — Пересѣченная мѣстность до Керккаса (с. 255).

Отыскиваніе ископаемыхъ раковинъ, упоминаемыхъ Хольмбергомъ (с. 257).—„Бѣлый слой“ (с. 259).

Переѣздъ между Керккасъ и Хютоле; ледниковый щебень и морены (с. 259). — Гора Кильпимяки; опредѣленіе высоты анероидомъ (с. 263).—С. Раутавеси (с. 264).—Прежнія озера лежали тоже террасовидно (с. 264).

Коса у Суоненъойки; ея сходство съ озами и происхожденіе (с. 265).

Переѣздъ черезъ меридіональную гряду озерной Финляндіи (с. 267).

ИНСТИТУТ НАСЛЕДИЯ

стр.

Куопіо: известнякъ на дорогѣ къ перевозу; озъ тутъ же (с. 268).—Известнякъ у Хенриксэса (с. 270).

Глава IX. Отъ Куопіо до Каяны.

Каянскій кряжъ. 271

Развитіе аллувіальныхъ наносовъ (с. 273).—Вышележащія части страны озеръ переживаютъ фазисъ, котораго еще не достигли нижележащія части (с. 274).—Развитіе фьердовъ (с. 276). — Величина пониженія уровней озеръ въ верхнихъ и нижнихъ частяхъ озерной Финляндіи (с. 277).

Переѣздъ до Каяны 278

Мѣстность до Казуриля (с. 278).—Озъ у Казуриля; впадины въ озахъ, åsgropar (с. 279).

Долина цѣпи озеръ до Иденсальми (с. 281).—Озъ у Нэркотъерви; скопленіе валуновъ (с. 282).—Городокъ Иденсальми (с. 283).

Переѣздъ до Палойсенвирты (с. 284).

Каянскій кряжъ (с. 285).—Со вступленіемъ въ эту мѣстность, признаки ледниковъ исчезаютъ (с. 286). — Необходимость въ большомъ размываніи для ихъ обнаруженія (с. 288).—Ледниковый щебень и борозды (с. 289).

Долина города Каяны 290

Топографія (с. 290). — Рядъ параллельныхъ моренъ и ихъ строеніе (с. 291).

Берегъ озера Улео. 296

Изогнутые слои глинисто-песчанаго наноса (с. 297).—Толщина аллувія; продолжительность озернаго періода (с. 298).

Глава X. Отъ Куопіо до С.-Михеля.

(См. планъ № VIII).

Общій характеръ мѣстности. Телескопическое изборожденіе (с. 300).

Пересѣченная мѣстность до Люттиля (с. 303).—Развитіе ледниковаго щебня (с. 306).—Валуны (с. 306). — Желтый и сѣрый ледниковый щебень: поверхностная и поддонная морена? (с. 307). — Отличіе моренъ отъ собственно озовъ (с. 310).

Береговая полоса до Тураккаля (с. 310).—Развитіе озовъ (с. 311).—Озъ у Ляхналакса (с. 311). — Известковые валуны въ озѣ, служащіе для обжиганія извести (с. 312). — Слоистые ледниковые наносы у Ляхналакса (с. 314).—Гористый переѣздъ до С.-Михеля (с. 319).

Озъ у С.-Михеля (с. 321). —Обнаженія (с. 321). — Его вѣроятное происхожденіе (с. 324).

Глава XI. Отъ С.-Михеля до Тавастхуса.

Общій характеръ мѣстности (с. 326).

стр.

Переѣздъ черезъ меридіональную гряду: морены (с. 327).—Озъ на гнейсовыхъ буграхъ у Лахнаерви (с. 328).

Переѣздъ въ озерной полосѣ: озы (с. 328).—Озъ у Пэртувеси (с. 329).—Слоеватость осыпей (с. 330).

Сѣверный склонъ южной окраинной гряды, отъ Хэйнола до Лахтиса; интересъ этой мѣстности (с. 331). — Озъ близъ Вьерусмяки; его моренное происхожденіе (с. 332).—Морена у Сэста (с. 333).

Глава XII. Отъ Тавастхуса до Гельсингфорса, по линіи желѣзной дороги.

(См. разрѣзъ № IX).

Изслѣдованія по линіи желѣзной дороги (с. 334);—Гельсингфорсъ-Тавастхусская линія, ея интересъ (с. 335).

Общій характеръ мѣстности; три различныхъ типа (с. 336).

Страна озеръ 340

Морены у города (с. 340). — Гранитные бугры (с. 341). — Морена; округленность ея камней (с. 342).—Галечникъ по берегу озера Воно и переходъ ледниковаго щебня въ галечникъ (с. 343).

Озъ у Туренги (с. 344). — Долина рѣки и уровень прежняго озера, достигавшаго 300 ф. (с. 345). — Уровень слѣдующаго озера, на высотѣ 330 ф.; его граница на лѣвомъ берегу Пуйоки (с. 347). — Первоначально оно сообщалось съ озеромъ, доходившимъ до окраинной гряды и достигавшимъ высоты 350 ф. (с. 348). — Теперешніе остатки этихъ озеръ (с. 349).—Пуйоки (с. 351).

Озъ у Рюттиля (с. 352).

Окраинная гряда озерной Финляндіи 353

Ея отрогъ (с. 354). — Рихимякская впадина и заполнявшее ее озеро, на высотѣ 364 ф. (с. 354).—Высота наносовъ у Хювинге; объясняется-ли она безъ покрытія страны моремъ до высоты 423 ф.? (с. 356). — Прорывы Вуоксена и Кюмменэ черезъ окраинную гряду (с. 357). — Высокое озерко къ югу отъ Хювинге (с. 359).—Характеръ наноса въ Хювинге (с. 360).

Пространство между Рихимяки и Хювинге (с. 360).—Морена на равнинѣ (с. 363).—Гнейсъ (с. 365).

Спускъ къ Финскому заливу. 366

Террасовидный рядъ прежнихъ озеръ до Черво: — заливъ прежняго озерка, на высотѣ 390 ф. (с. 366);— озеро въ вершинѣ Палойоки, 338 ф. (с. 367);—заливы слѣдующаго Палойокскаго озера, 282 ф. (с. 367);—узкое озеро Палойоки, 265 ф., и теперешнее русло рѣки (с. 367);—прежнее озеро Тусбю, 200 ф. (с. 368).

Гнейсы и глины между Хювинге и Черво (с. 369).

Рѣзкое измѣненіе въ характерѣ наноса: непрерывный покровъ глины,

ИНСТИТУТ НАСЛЕДИЯ

стр.

размытость ледниковаго щебня (с. 373).—Отсутствіе указаній на существованіе здѣсь отдѣльныхъ озеръ (с. 373).—Уровень моря доходилъ до 124 ф. (с. 374).

Наносы и озъ близь Дикурсбю (с. 375).

Балтійскія раковины у Харакалинны (с. 375). — Наносы и пески передъ Гельсингфорсомъ (с. 381).

Глава XIII. Островъ Большой Тюттерсъ.

Строеніе острова (с. 383). — Современныя образованія въ береговой полосѣ (с. 384).—Валуны, выдвинутые льдомъ во время бури (с. 385).—Образуемая такими валунами формація (с. 387).—Поднятіе острова (с. 388).—Отсутствіе изборожденія на берегу (с. 388). — Пески восточнаго берега (с. 389).

Гранитная куполовидная возвышенность въ с.-з. части острова. Ея ледниковыя формы и изборожденіе (с. 391).

ЧАСТЬ ВТОРАЯ.

Объ основаніяхъ гипотезы ледниковаго періода.

Глава XIV. Гипотезы ледниковаго періода.

Разногласія между изслѣдователями ледниковаго періода и причины этихъ разногласій (с. 395). — Неподготовленность многихъ, пишущихъ объ этомъ предметѣ (с. 397):—отсутствіе предварительной разработки физико-географическихъ основаній (с. 398); — особенности изслѣдованій (с. 403).

Вліяніе историческаго хода развитія этого вопроса (с. 404). — Гипотеза наводненій (с. 406).—Гипотеза плавающихъ льдинъ (с. 409). — Легковѣріе, съ которымъ она была принята (с. 410). — Ея борьба съ гипотезою ледяныхъ покрововъ и признаніе послѣднихъ (с. 412).—Регрессивное вліяніе гипотезы плавающихъ льдинъ.—Ея теперешнее вліяніе въ частныхъ вопросахъ (с. 427).

Глава XV. Изборожденіе скалъ.

Изборожденіе и его возможныя причины 431

Полировка и изборожденіе (с. 432). — Они тождественны съ ледниковыми (с. 433).—Могутъ быть воспроизведены искусственно (с. 433). — Борозды не появляются, но исчезаютъ въ проточной водѣ (с. 433). — Изборожденіе въ сдвигахъ, обвалахъ и т. п. (с. 434).

стр.

Могутъ-ли плавающія льдины производить какое бы то ни было изборожденіе? 434

Морскія льдины (с. 436).—Слабое давленіе плавающей льдины, садящейся на мель (с. 436).—Надвиганіе льдины на отлогую скалу (с. 436).—Чтобы изборожденіе было возможно въ этомъ случаѣ, необходимо такое сочетаніе условій, какого обыкновенно не бываетъ въ природѣ (с. 438).

Наблюденія (с. 440). — Изборожденіе льдинами, выдвигаемыми на берегъ бурями (с. 440).—Изборожденіе рѣчнымъ льдомъ:—рѣка св. Лаврентія (с. 443);—Енисей (с. 443).—По берегамъ морей, вышедшимъ изъ воды, ни разу еще не было замѣчено изборожденія, которое съ какою-нибудь вѣроятностью могло бы быть признано морскимъ (с. 445).

Изборожденіе, наблюдаемое въ природѣ 446

На отдѣльныхъ буграхъ (с. 446).—Полированныя льдомъ поверхности (с. 447).—Формы бороздъ (с. 449). — Ихъ расположеніе на отдѣльныхъ буграхъ (с. 451).—Крупныя и мелкія борозды (с. 451).—Нормальныя и боковыя (с. 451). — Зависимость направленій отъ мелкихъ неровностей (с. 453).—Подъемы бороздъ въ гору (с. 453). — Перекрестное изборожденіе (с. 454).

Изборожденіе, разсматриваемое въ цѣлой странѣ (с. 456).—Зависимость и независимость направленій бороздъ отъ рельефа страны (с. 456).

Плавающія льдины ни въ какомъ случаѣ не могли бы произвести системы бороздъ, подчиненныхъ тѣмъ законамъ, которые обыкновенно замѣчаются въ ихъ расположеніи (с. 461):—расхожденіе бороздъ изъ центровъ (с. 461);—изборожденіе, встрѣчаемое на тысячи метровъ ниже того уровня, до котораго доводятся ледники защитниками морской гипотезы (с. 462);—изборожденіе подъ прикрытіемъ горныхъ цѣпей и сплошныхъ поднятій (с. (464);—другія несообразности морской гипотезы (с. 466). — Факты, представляемые изборожденіемъ,—вездѣ, гдѣ оно было наблюдаемо,—объясняются только расползаніемъ большихъ ледяныхъ массъ (с. 467).

Что должно произойти съ массою снѣга, накопляющеюся на какомъ-нибудь материкѣ? 468

Расползаніе массы полужидкаго тѣла (с. 469) — Движенія ея частицъ (с. 470).—Расползаніе металлической массы подъ достаточнымъ давленіемъ (с. 474).—„Истеченіе твердыхъ тѣлъ“ въ опытахъ г. Треска (с. 477). — Состояніе жидкостности, пріобрѣтаемое металломъ подъ давленіемъ (с. 481).—Тоже—въ хрупкихъ тѣлахъ (с. 485).

Приложимость выводовъ, слѣдующихъ изъ этихъ опытовъ, ко льду (с. 488).—Пластичность ледниковъ (с. 488).

Возможныя возраженія (с. 490).

Раздробленіе льда подъ давленіемъ (с. 490).—Различіе условій въ малыхъ образцахъ и въ большой массѣ тѣла (с. 494).

ИНСТИТУТ НАСЛЕДИЯ

стр.

Неспособность льда выдерживать „растяженія“ (с. 496). — Сущность вопроса (с. 498).—Двоякій смыслъ слова „растяженіе“ (с. 501).—Измѣненія формы въ предѣлахъ упругости и внѣ ихъ (с. 501).—Численныя опредѣленія Тиндалля, сдѣланныя съ цѣлью доказать „нерастяжимость“ льда, не выдерживаютъ критики (с. 508).—Выводы изъ измѣреній Форбза и Рельи (с. 516).—Изгибаніе ледяныхъ досокъ (с. 517).—Скорость, съ которою происходятъ измѣненія формы въ этихъ опытахъ, совершенно достаточна для объясненія пластичнаго движенія ледниковъ (с. 520).

Слабая способность льда выдерживать *упругое* растяженіе, и трещины (с. 521). —Условія, способствующія возникновенію трещинъ (с. 523).—Образованіе трещинъ не находится въ противорѣчіи съ жидкостнымъ движеніемъ частицъ: опыты гг. Треска и Хельмхольца (с. 525).—Заживленіе трещинъ сцѣпленіемъ и смерзаніемъ (с. 527).

Величина давленія, потребнаго для жидкостнаго движенія частицъ льда (с. 531). — Обыденныя наблюденія; опыты гг Треска и Мозли (с. 531).

Возможно-ли изборожденіе при жидкостномъ движеніи частицъ льда? (с. 535).—Степень пластичности льда, проявляющаяся въ изборожденіи (с. 536). — Изборожденіе отнюдь не есть слѣдствіе массоваго скольженія льда, какъ полагали Хопкинсъ и Тиндалль (с. 538).

Наблюденія въ природѣ надъ величиною уклона почвы, достаточною для расползанія льда. — Рельефъ Гренландіи (с. 538).

Образованіе ледяной толщи; ея расползаніе и распространеніе. Движеніе ея частей при различныхъ рельефахъ, и изборожденіе (с. 538).

Заключенія (с. 546).

Замѣтка о гипотезахъ, предложенныхъ для объясненія движенія ледниковъ 548

Положеніе вопроса (с. 548).

Гипотеза Соссюра (с. 550).

Поддержка ея Хопкинсомъ (с. 551).—Его опыты (с. 551).—Трудности, встрѣченныя имъ, и постепенное видоизмѣненіе его воззрѣній (с. 552).—Его вычисленія для объясненія механическихъ законовъ движенія ледниковъ (с. 555). — Они не приложимы къ ледниковому льду (с. 556).

Часть гипотезы скольженія, удерживаемая Тиндаллемъ (с. 561).

Гипотеза Хюги и Шарпантье (с. 562).

Гипотеза г. Мозли (с. 563).

Гипотеза г. Джемса Томсона (с. 563).

Гипотеза Форбза (с. 565). — „Вязкость“ льда, какъ причина движенія ледниковъ (с. 565).—Пропитываніе ледниковъ водою, какъ объясненіе зависимости между ихъ скоростью и температурою воз-

стр.

духа (с. 567).—Возраженія Тиндалля (с. 569).—Волосныя скважины во льдѣ (с. 574). — Возраженія, встрѣченныя гипотезою вязкости льда (с. 575).—Что такое „вязкость льда“ (с. 576).—Подтвержденіе гипотезы опытами гг. Треска, Хельмхольца и Метьюза (с. 578).

Гипотеза г. Тиндалля (с. 579). — Неясность ея изложенія (с. 581).—Вліяніе колеблющихся воззрѣній Хопкинса (с. 583).—Неопредѣленность гипотезы: предполагается ли, что раздробленіе льда необходимо для тѣхъ медленныхъ измѣненій формы, которыя совершаются въ ледникахъ? (с. 585).—Чѣмъ доказывается такое раздробленіе? (с. 587).—Образованіе трещинъ, сопутствующее пластичнымъ измѣненіямъ формы самыхъ пластичныхъ тѣлъ (с. 587).—Опыты, доказывающіе раздробленіе при быстрыхъ измѣненіяхъ формы, неприложимы къ медленнымъ измѣненіямъ (с. 588).—Находится ли ледъ ледниковъ въ состояніи раздробленія? (с. 590).—Количественное преобладаніе раздробленія надъ пластичнымъ движеніемъ частицъ доказано ли какими-нибудь численными измѣреніями? (с. 591). — Смерзаніе въ ледникахъ, имѣющихъ температуру ниже нуля (с. 592).—Зависимость скорости ледника отъ температуры воздуха (с. 593).

Вычисленія г. Мозли, съ цѣлью доказать, что одной силы тяжести недостаточно для движенія ледниковъ, и его опредѣленіе коэфиціента сдвига (cisaillement, shearing) (с. 594).

Возраженія г. Болля и г. Метьюза (с. 595).

Возраженія г. Кролля и его гипотеза (с. 597). — Возраженія г. Болля на эту гипотезу и встрѣчаемыя ею трудности: всякая гипотеза, которая задается цѣлью объяснить пластичность одного льда, не принимая въ разсчетъ, что это свойство присуще въ бо́льшей или меньшей степени всѣмъ вообще твердымъ тѣламъ, не достигаетъ своей цѣли (с. 598).

Гипотеза г. Болля (с. 601). — Скорость ледниковъ и температура воздуха (с. 603).

Соображенія о вѣроятной температурѣ льда въ ледяныхъ покровахъ большихъ широтъ (с. 603). — Неприложимость аналогій, почерпнутыхъ изъ альпійскихъ ледниковъ, и аналогія, почерпнутая изъ вѣчно-мёрзлыхъ наносныхъ почвъ сѣверной Сибири (с. 605).—Ледяной покровъ долженъ имѣть на нѣкоторой небольшой глубинѣ температуру, равную средней годовой воздуха; послѣ чего температура возрастаетъ, по мѣрѣ дальнѣйшаго углубленія (с. 606).—Годичное таяніе льда съ поверхности ледника и прогрѣваніе ледяной толщи водою, получающееся при таяніи (с. 608).—Возможная численная величина этого прогрѣванія (с. 609). — Вода не пропитываетъ ледяныхъ покрововъ, а обращается только по крупнымъ венамъ, въ видѣ ручьевъ и рѣкъ (с. 609).—Температура главной массы льда должна быть замѣтна ниже нуля (с. 611).

Заключенія (с. 612).—Изъ всѣхъ свойствъ льда, одна присущая ему малая пластичность совершенно достаточна для объясненія медленнаго пластичнаго движенія ледниковъ (с. 613).

стр.

Причины самой пластичности льда до сихъ поръ не объяснены. Онѣ тѣ же, что́ и причины пластичности, присущей всѣмъ безъ исключенія твердымъ тѣламъ (въ томъ числѣ и самымъ хрупкимъ). Отвѣта на этотъ вопросъ надо ждать отъ молекулярной физики, и только тотъ отвѣтъ будетъ удовлетворителенъ, который обниметъ всѣ твердыя тѣла, при всякой температурѣ (с. 614).

Степень распространенности изборожденія 616

Хотя изборожденіе — самый безспорный и очевидный признакъ прежняго распространенія ледниковъ, но оно есть признакъ, съ чрезвычайно ограниченнымъ распространеніемъ (с. 616).—Ледникъ оставляетъ по себѣ борозды только тамъ, гдѣ встрѣчаетъ значительное сопротивленіе движенію (с. 617).—Примѣры (с. 618).—Послѣдующее исчезновеніе бороздъ (с. 620).—Старыя и молодыя долины (с. 621). — Атмосферное разрушеніе породъ (с. 622).

Рѣдкость изборожденія въ странахъ, несомнѣнно покрывавшихся льдомъ: въ высокихъ частяхъ Финляндіи (с. 624); — въ Грёнландіи (с. 626);—на фьельдахъ Норвегіи и въ нѣкоторыхъ частяхъ Швеціи (с. 627).—Альпы (с. 629).—Нагорья средней Германіи (с. 629). — Сѣверо-восточная Азія (с. 630). — Сѣверная Америка (с. 632).—Заключенія (с. 634).

Примѣчаніе къ стр. 436: Г-нъ Кролль объ изборожденіи льдинами (с. 636).

Глава XVI. Формы горъ и скалъ.

Формы горъ и скалъ, какъ признакъ распространенія ледниковъ (с. 640). — Необходимость и возможность прочной установки этого признака (с. 642).

Формы, въ которыхъ дѣятельность льда проявляется главнымъ образомъ въ вытачиваніи горныхъ породъ 645

Цирки (с. 645).

Они необъяснимы однимъ атмосфернымъ и воднымъ размываніемъ (с. 646).—Кратеры вулкановъ (с. 646).—Типичныя особенности, которыми цирки отличаются отъ прочихъ верховьевъ долинъ, не объясняются безъ содѣйствія льда (с. 649).—Способъ дѣйствія льда, заполнявшаго цирки (с. 652).

Формы нѣкоторыхъ перевaловъ, на которые поднимались части ледянаго покрова (с. 653).

Фьорды и каньоны (с. 655).

Атмосферное и рѣчное размываніе — главная причина образованія долинъ (с. 655).—Рѣчное происхожденіе каньоновъ, и причины, обусловливающія образованіе этой формы долинъ (с. 656). — Особенности, которыми

стр.

фьорды отличаются отъ прочихъ долинъ, не объясняются рѣчнымъ и морскимъ размываніемъ (с. 658).—Дѣйствіе ледниковъ на свои долины (с. 665).

Загибаніе выходовъ пластовъ въ направленіи движенія льда (с. 667).

Недостаточность объясненія „вѣсомъ горы“ (с. 668). — Пластичность горныхъ породъ и загибаніе пластовъ подъ продолжительнымъ давленіемъ большой массы льда (с. 671).

Округлыя выпуклыя формы скалъ и горъ 671

Курчавыя скалы, roches moutonnées (с. 671).

Двоякая форма скалъ въ горныхъ долинахъ (с. 672).—Тоже, на окраинахъ плоскогорій (с. 673).—Значеніе этого послѣдняго типа (с. 674).

Куполовидная форма горъ и холмовъ въ массивныхъ нагорьяхъ и на плоскихъ возвышенностяхъ, сплошь покрывавшихся льдомъ (с. 675).

Ледниковый ландшафтъ въ геологіи (с. 678). — Возможныя причины этого типа горъ (с. 680).

Очертаніе отроговъ и ложбинъ у куполовидныхъ горъ (с. 688).

Куполовидныя вершины, dômes arrondis (с. 689).

Бараньи лбы, crag and tail (с. 691).

Замѣчанія Чьерульфа о передней и задней сторонѣ бараньихъ лбовъ (с. 692).—Степень ихъ распространенія (с. 694).

Телескопическое изборожденіе или параллельная испаханность породъ (с. 697).

Замѣчанія объ образованіи вмѣстилищъ озеръ, rock-basins (с. 701).

Мелкія выбоины 706

Воронки (с. 706).

Котлы великановъ (с. 707).—Ихъ водное происхожденіе и смыслъ (с. 708).

Заключенія (с. 709).—Связь между различными типами скалъ и горъ, находящимися въ связи съ дѣятельностью льда. — Проявленія одного постояннаго типа въ самыхъ различныхъ масштабахъ (с. 713).

Приложенія.

стр.

I.—**Краткое изложеніе главъ о классификаціи наносовъ и объ озахъ** (приложеніе къ первому выпуску) 1

XVIII-я глава: „О классификаціи (литологической) постъ-пліоценовыхъ наносовъ“ . . . . . —

Необходимость классификаціи (с. 1).—Шведская классификація, и ея недостатокъ въ разграниченіи сухопутныхъ и морскихъ наносовъ ледянаго періода (с. 2).—Ледниковый щебень (с. 4):—Ледниковая пыль; цвѣтъ его и степень измельченія (с. 4). — Двѣ разновидности ледниковаго щебня: собственно щебень и ледниковая глина (с. 7).—Плотность щебня, форма камней и слоистость въ немъ (с. 9).—Ледниковый хрящъ или промытый щебень; (с. 11).—Ледниковый песокъ (с. 11). — Ледниковая грязь и илы ледниковыхъ озёръ (с. 12).—Арктическая глина (с. 13):—Прослойки въ ней промытаго наноса съ ископаемыми; ихъ происхожденіе (с 14).—Раздробленныя раковины въ ней (с. 16).—Морскія, послѣ-ледниковыя глины (с. 18).—Озёрныя, послѣ-ледниковыя глины (с. 19). — Дельтовые наносы (с. 19).—Лёсъ (с. 20).—Схемы классификаціи: литологической (с. 23);—геологической (с. 24).

XIX-я глава: „Морены и озы“ 25

Наносныя гряды вообще (с. 25).—Формы и расположеніе наносныхъ грядъ или озовъ (с. 27).—Внутреннее строеніе озовъ (с. 29).—a) Гряды съ болванкою изъ твердой горно-каменной породы (с. 30).—b) Наносныя гряды или озы, состоящіе изъ ледниковаго щебня, не покрытаго слоистыми наносами: озы 2-го типа (с. 30). — Ихъ параллелизмъ изборожденію, составъ, распространеніе (с. 31). — Ихъ происхожденіе (с. 33). — c) Озы изъ ледниковаго щебня, покрытаго слоистыми наносами: озы 3-го типа (с. 34).—Ядро и наружный покровъ (с. 35).—Связь съ озами 2-го типа (с. 38).—Зарытые или погребенные озы (с. 39).— Ра, эскеры и кемы (с. 40). — Возраженія противъ мореннаго происхожденія озовъ (с. 42).—Гипотезы, предложенныя для объясненія озовъ (с. 43): — Береговые валы, встрѣчный прибой, встрѣча приливныхъ волнъ, озы и рифы, размываніе (с. 43—48). — Воронки озовъ (с. 48).—Классификація озовъ (с. 49).

II.—**Примѣчанія.** 50

Примѣчаніе A.—Пластичность льда. . . . . —

Новые опыты г. Пфаффа (с. 50).—Опыты г. Бьянкони (с. 53).—Опыты г. Тиндалля (с. 56). — Выводы относительно пластичности льда (с. 56).—Замѣтка по поводу одного сравненія, встрѣчающагося у г. Кролля и г. Джейки (с. 63).

Примѣчаніе B.—Годичное таяніе льда съ поверхности ледяныхъ покрововъ въ большихъ широтахъ. 69

ПРЕДИСЛОВІЕ.

Книга, лежащая передъ читателемъ, состоитъ изъ двухъ частей, совершенно разнородныхъ. Первая часть есть изложеніе наблюденій, сдѣланныхъ мною въ Финляндіи, во время поѣздки, предпринятой для ознакомленія съ ледниковыми наносами этой страны; она содержитъ факты, весьма немного обобщеній и почти вовсе не касается общихъ вопросовъ. Вторая часть, напротивъ, посвящена общему разбору главныхъ физико-геологическихъ основаній ледниковой гипотезы; она основана на фактахъ, наблюдавшихся физико-географами и геологами въ очень разнообразныхъ мѣстностяхъ — особенно въ арктическихъ странахъ, — и съ моими наблюденіями въ Финляндіи имѣетъ уже очень мало общаго: эти послѣднія составляютъ лишь ничтожную часть матеріала, послужившаго мнѣ для общихъ выводовъ. Обѣ части, особенно вторая, почти независимы. Первая часть, сама по себѣ, еще не составляетъ, правда, вполнѣ законченнаго цѣлаго, такъ какъ основанія принятой въ ней классификаціи наносовъ, болѣе общія соображенія объ озахъ и т. п. доказываются только въ дальнѣйшихъ главахъ, вторая же часть составляетъ совершенно независимый очеркъ, который могъ бы быть изданъ отдѣльно, особенно если нѣсколько дополнить фактами, взятыми изъ первой части, тѣ немногія мѣста, гдѣ я основываюсь главнымъ образомъ на моихъ наблюденіяхъ, но не вдаюсь во вторичное ихъ изложеніе.

Выпуская такимъ образомъ подъ общимъ заглавіемъ два разнородныхъ изслѣдованія, я считаю необходимымъ оговориться передъ читателемъ.

Лѣтомъ 1871 года я ѣздилъ по порученію и на средства Географическаго Общества въ Финляндію и Швецію, для ознакомленія со слѣдами ледниковаго періода. Причины, побудившія Общество принять участіе въ этихъ изслѣдованіяхъ,—такъ тѣсно связанныхъ, впрочемъ, съ физическою географіею настоящаго,—были высказаны въ свое время въ „Извѣстіяхъ“ [1]); тамъ же изложены и первоначальная программа поѣздки, и ходъ моихъ занятій въ теченіе лѣта [2]). Возвращаться къ этому нѣтъ, слѣдовательно, надобности. Достаточно сказать, что, не связывая меня категорическими инструкціями, Общество главнымъ образомъ поручало мнѣ: во 1) изслѣдуя финскіе наносы, содѣйствовать установленію связи между постъ-пліоценовыми образованіями Европейской Россіи и Швеціи; во 2) обратить вниманіе на происхожденіе озовъ, вызвавшихъ зимою 1870—71 года оживленные споры среди нашихъ геологовъ [3]), и наконецъ въ 3) вообще имѣть въ виду тѣ физико-географическія явленія, которыя служатъ основаніемъ ледниковой гипотезы.

Сообразно съ этимъ, посѣтивши сперва озъ Пунгахарью и прорывъ Хэйтіэйна, вмѣстѣ съ академиками Гельмерсеномъ и Шмидтомъ, а затѣмъ на короткое время побывавши въ Швеціи, я расположилъ свою поѣздку по Финляндіи такъ, чтобы получить общее понятіе о наносахъ, покрывающихъ страну въ береговой полосѣ, въ среднихъ ея частяхъ (странѣ озеръ) и, отчасти, въ отрогахъ нагорья; а для болѣе подробнаго, частнаго ознакомленія съ наносами какой-нибудь одной мѣстности, я избралъ Тавастхусъ-Гельсингфорскую линію желѣзной дороги [4]). При этомъ, главное вниманіе я обращалъ на строеніе и расположеніе поддонной морены, существованіе которой предугадывалось раньше нѣ-

---

[1]) Извѣстія Имп. Русск. Геогр. Общества, т. VII, 1871, Отд. I, стр. 200.

[2]) Тоже, т. VII, 1871, Отд. II, стр. 261, 282 — 311 и 354 — 360 и Отчетъ Геогр. Общ. за 1871 годъ.

[3]) *Озъ* (ås, во множ. числѣ åsar) — шведское названіе длинныхъ, узкихъ, преимущественно наносныхъ, грядъ=*esker* и *kame* или *kaim* въ Великобританіи.

[4]) Первоначально я предполагалъ изслѣдовать также и Гельсингфорсъ-Выборгскую линію, но не успѣлъ этого сдѣлать; см. XII главу.

которыми нашими геологами, но не было еще подтверждено прямыми наблюденіями, и на тѣсно-связанные съ нею озы, порученные моему вниманію инструкціею Общества. Многихъ же другихъ, весьма любопытныхъ вопросовъ, я уже вовсе не касался. Въ различныхъ главахъ первой части читатель увидитъ, какъ важно было, чтобы изслѣдовать вопросъ о происхожденіи озовъ, ознакомиться съ ними не только въ низменностяхъ, но и на болѣе высокихъ уровняхъ, и насколько вообще разъясняется истинный смыслъ слѣдовъ ледниковаго періода, если прослѣдить ихъ, начиная съ низкихъ уровней, гдѣ они видоизмѣнены дѣятельностью моря, до болѣе высокихъ частей страны. Распространить изслѣдованія въ самое нагорье, или же заняться подробными, мѣстными топо-геологическими изысканіями,—какъ бы ни были они важны для рѣшенія частныхъ вопросовъ,—нечего было, конечно, и думать, при кратковременности нашего сѣвернаго лѣта.

Изслѣдуя наносы Финляндіи, я долженъ былъ придти къ заключенію, что страна покрывалась въ ледниковый періодъ громадною ледяною толщею, составлявшею одно неразрывное цѣлое съ Скандинавскимъ ледянымъ покровомъ. Дѣйствительно, мы видимъ, что скалы, холмы и горы Финляндіи, всюду, — отъ Манселькн до Финскаго залива и до Ледовитаго океана, — имѣютъ тѣ выглаженныя, эллипсоидальныя формы, которыми такъ превосходно характеризуются горы, обточенныя ледниками; что эти горы и скалы, — вездѣ, гдѣ изборожденіе могло имѣть мѣсто и впослѣдствіи сохраниться, — покрыты шрамами, свидѣтельствующими о полной пластичности бороздившаго тѣла; что борозды, придерживаясь общаго направленія съ С.-С.-З. или С.-З. на Ю.-Ю.-В. или Ю.-В., поднимаются изъ Ботническаго залива на полуостровъ, образуемый Финляндіею, пересѣкаютъ эту плоскую возвышенность и спускаются съ нея въ Финскій заливъ, чтобы затѣмъ, пересѣкши острова залива (напр. Большой Тюттерсъ), снова подняться на плоскую возвышенность Эстляндіи; что, наконецъ, въ своемъ пути по странѣ, борозды принимаютъ такія направленія, обусловленныя рельефомъ поверхности, и безпрестанно за-

нимаютъ такія положенія, что ни въ какомъ случаѣ онѣ не могутъ быть продуктами какихъ бы то ни было плавающихъ тѣлъ. Далѣе — мы видимъ, что вся страна равномѣрно выстлана небольшою толщею наноса, непромытаго, неразсортированнаго, не утолщающагося въ мульдахъ, — какъ это бываетъ съ водными отложеніями, — и буквально тождественнаго по всѣмъ своимъ признакамъ съ поддонными моренами современныхъ ледниковъ; что составныя части этого наноса постепенно измельчаются по мѣрѣ удаленія отъ своихъ коренныхъ мѣсторожденій, и постоянно слѣдуютъ извѣстнымъ линіямъ, совпадающимъ съ направленіями бороздъ; что этотъ наносъ повсемѣстно стремится располагаться длинными, узкими грядами, направленія которыхъ находятся въ такой же зависимости отъ рельефа страны, какъ и направленія бороздъ, съ которыми онѣ бо́льшею частію совершенно параллельны, и что эти гряды (совершенно такъ же, какъ и борозды) безпрестанно имѣютъ такія положенія и такія направленія, которыя безусловно несогласимы съ дѣятельностью водныхъ силъ; что на болѣе высокихъ уровняхъ эти гряды сохранили свои первоначальныя формы и составъ, въ низменностяхъ же и въ бассейнахъ прежнихъ озеръ онѣ весьма часто разрушены, размыты и покрываются, вполнѣ или отчасти, слоистыми наносами, а нерѣдко — и вполнѣ погребены въ толщахъ озёрныхъ или морскихъ отложеній. Наконецъ, мы видимъ, что на поддонной моренѣ залегаютъ слоистыя глины, отложенныя въ водѣ и имѣющія, повидимому, двоякій характеръ; что ниже уровней въ 30—35 метровъ, онѣ стелятся обширными неразрывными покровами (причемъ ниже-лежащій, неслоистый наносъ значительно уже размытъ), и что только въ этихъ послѣднихъ глинахъ попадаются раковины моллюсковъ (нынѣ живущихъ въ Балтійскомъ морѣ), тогда какъ на болѣе высокихъ уровняхъ плоской возвышенности, глины представляютъ только разрозненныя отложенія, которыя, располагаясь террасовидно, заполняютъ отдѣльныя мульды и свидѣтельствуютъ такимъ образомъ о чрезвычайно продолжительномъ послѣледниковомъ озёрномъ періодѣ.

Мы видимъ, говорю я, эти факты; и, сопоставляя ихъ съ тѣмъ, что̀ извѣстно намъ о дѣятельности ледниковъ и морей, я долженъ былъ придти къ заключенію, что въ исторіи ледниковаго періода необходимо былъ такой фазисъ, когда мощная ледяная толща окутывала однимъ неразрывнымъ покровомъ всю Скандинавію, Финляндію и Эстляндію; что если въ одинъ изъ слѣдующихъ фазисовъ, нѣкоторыя части страны и покрывались, можетъ быть, арктическимъ моремъ (въ Финляндіи слѣдовъ этого моря, впрочемъ, еще не найдено), то во всякомъ случаѣ, не этому морю и не его плавающимъ льдинамъ, а толщѣ материковаго льда, Финляндія обязана своимъ изборожденіемъ, формами поверхности и неслоистыми наносами. Придя къ этому выводу, мнѣ оставалось, слѣдовательно, только подтвердить новою группою доказательствъ предположеніе, высказанное уже раньше: г. Гельмерсеномъ — на основаніи изборожденія, и гг. Гревингкомъ и Шмидтомъ—на основаніи изученія наносовъ Эстляндіи. Затѣмъ, я могъ бы уже перейти къ различнымъ частностямъ изслѣдуемаго предмета.

Но здѣсь являлось одно затрудненіе.

Если бы въ геологической литературѣ установилось уже полное согласіе относительно того, какіе факты слѣдуетъ считать доказательствомъ распространенія ледяныхъ покрововъ, и какіе —доказательствомъ дѣятельности плавающихъ льдинъ, то моя задача дѣйствительно могла бы ограничиться вышесказаннымъ. Имѣя прочный критерій для распознаванія тѣхъ и другихъ, геологъ дѣйствительно имѣлъ бы право, изложивши свои наблюденія, сказать, что изъ нихъ само собою слѣдуетъ: или существованіе ледянаго покрова, или покрытіе страны арктическимъ моремъ, или такая-то послѣдовательность того и другого. Провѣрять всякій разъ цѣпь умозаключеній, связывающихъ наблюденіе съ выводомъ, уже не было бы надобности: оставалось бы только ближе изслѣдовать частныя осложненія фактовъ, ихъ частныя уклоненія отъ типичныхъ формъ, и по нимъ судить уже о част-

ностяхъ физико-географической картины, которую представляла страна въ данную эпоху.

Но этого согласія не существуетъ. Правда, что въ глазахъ большинства геологовъ, такая совокупность фактовъ, какъ перечисленная сейчасъ, считается совершенно достаточнымъ основаніемъ, чтобы признать, напримѣръ, ледяное покрытіе Скандинавіи: сколько ни оспаривалось оно прежде, но теперь оно стало наконецъ считаться твердо-установленнымъ научнымъ выводомъ. Но, въ глазахъ тѣхъ же геологовъ, *безусловно тѣ же* совокупности фактовъ, встрѣчаясь въ странахъ, имѣющихъ малую абсолютную высоту, или значительно удаленныхъ отъ высокихъ нагорій, — какъ, напримѣръ, въ Даніи, Ирландіи, Канадѣ и т. д.,—теряютъ уже всякую убѣдительность. Не только крайніе противники ледниковой гипотезы, но и большинство ея сторонниковъ, полагаютъ, что приписывать ледниковое происхожденіе изборожденію, неслоистымъ наносамъ и валунамъ въ названныхъ странахъ и во многихъ другихъ, подобныхъ имъ, — есть не болѣе, какъ одно изъ тѣхъ крайнихъ увлеченій новою гипотезою, которыми всегда такъ богата бываетъ исторія науки.

Такъ, уже со временъ Форхгаммера извѣстно, что Данія и Шлезвигъ-Гольштейнъ,—совершенно точно такъ же, какъ и Скандинавія, — покрыты шрамами, располагающимися согласно извѣстнымъ законамъ, которые въ Скандинавіи признаются несовмѣстимыми съ дѣятельностью плавающихъ льдинъ; что наносъ, облегающій скалы Даніи, имѣетъ безусловно тѣ же признаки, какъ и на скандинавскихъ фьельдахъ: что это есть та же ледниковая глина, которая, выстилая всю Швецію, признаётся тамъ за нижнюю разновидность *мореннаго* щебня; что валуны, залегающіе въ этомъ наносѣ, также разбросаны не на удачу, но слѣдуютъ опредѣленнымъ линіямъ, параллельнымъ изборожденію; что къ скандинавскимъ валунамъ, по мѣрѣ удаленія къ югу, все болѣе и болѣе примѣшиваются мѣстные, и что тѣ и другіе постепенно измельчаются, удаляясь отъ своихъ коренныхъ мѣсторожденій; наконецъ,—что, *кромѣ этого наноса*, въ Даніи существуютъ еще

другія образованія, налегающія на предыдущемъ и *не смѣшивающіяся съ нимъ*, которыя не имѣютъ уже ни одного изъ упомянутыхъ сейчасъ признаковъ, но за то носятъ явные слѣды дѣятельности моря; что Данія представляетъ, слѣдовательно, буквально то же, что́ и фьельды Скандинавіи, *плюсъ* нѣчто, не встрѣчаемое на этихъ фьельдахъ, но обычное въ низкихъ частяхъ полуострова. Затѣмъ, относительно Ирландіи, Канады, прибрежныхъ восточныхъ штатовъ Сѣверной Америки и т. д., мы знаемъ изъ ряда превосходныхъ, подробныхъ изслѣдованій, что, если бы пришлось описывать новѣйшія образованія въ этихъ странахъ, то надо было бы повторить слово въ слово то, что́ сказано сейчасъ относительно Даніи, или Финляндіи, или что́ многократно говорилось относительно Скандинавіи.—Казалось бы, слѣдовательно, что существованіе ледяныхъ покрововъ въ Даніи, Ирландіи или Канадѣ будетъ считаться столь же несомнѣннымъ, какъ и на скандинавскихъ фьельдахъ, — съ тѣмъ только различіемъ, что *послѣ* этого фазиса здѣсь слѣдовалъ еще другой, когда названныя страны погружались до нѣкоторой высоты въ море, которое и отложило упомянутые сейчасъ позднѣйшіе наносы.

Но на дѣлѣ этого нѣтъ. Ледяное покрытіе Даніи, Ирландіи или Канады вовсе не составляетъ общепризнаннаго факта; и наоборотъ, громадное большинство геологовъ утверждаетъ, что изборожденіе, разносъ валуновъ и отложеніе неслоистыхъ наносовъ въ этихъ странахъ суть несомнѣнные продукты дѣятельности моря, съ его плавающими льдинами. И если мы спрашиваемъ ихъ, какія же различія замѣчаютъ они въ изборожденіи и т. д., представляемомъ Скандинавіею и названными странами, то они не указываютъ намъ такихъ различій, а ссылаются только на то, что ледяной покровъ,—которому пришлось бы придать, говорятъ они, слишкомъ значительные размѣры,—не могъ бы двигаться по странѣ, столь удаленной отъ норвежскихъ фьельдовъ, какъ Данія, или не имѣющей къ сѣверу отъ себя высокихъ горныхъ массивовъ, какъ Канада или Ирландія. Такимъ образомъ (не говоря уже о томъ, насколько справедливо сужденіе, требующее

извѣстнаго уклона почвы для расползанія ледяной толщи) мы видимъ, что для значительнаго большинства геологовъ, геологическіе факты, представляемые изборожденіемъ, рельефомъ горъ, строеніемъ и составомъ наносовъ и т. п., не имѣютъ ровно никакой цѣны въ данномъ вопросѣ. Тѣ самыя явленія, которыя на плоскогоріи Скандинавіи считаются неоспоримымъ доказательствомъ существованія ледянаго покрова, — на плоскихъ возвышенностяхъ Ирландіи или Канады и на низменностяхъ Даніи перестаютъ быть въ ихъ глазахъ такимъ доказательствомъ, или становятся, по ихъ мнѣнію, столь же неоспоримымъ доказательствомъ дѣятельности моря. И, слѣдуя ученію большинства геологовъ, мы должны, стало-быть признать, что геологическимъ фактамъ можетъ быть придано два діаметрально противоположныхъ истолкованія, смотря по тому, какой рельефъ мы найдемъ болѣе вѣроятнымъ для данной мѣстности въ ледниковый періодъ, — что критеріумомъ для рѣшенія вопроса о ледяныхъ покровахъ въ данной странѣ должны служить отнюдь не геологическіе факты, а наши гипотетическія представленія о прежнемъ ея рельефѣ. А такъ какъ, слѣдуя ученію тѣхъ же геологовъ (которые охотно допускаютъ на небольшихъ протяженіяхъ относительныя измѣненія уровней до шестисотъ метровъ, когда этого требуетъ морская гипотеза), прежній рельефъ страны могъ не имѣть никакого сходства съ современнымъ, то общепринятое въ геологіи, хотя и не высказываемое открыто, мнѣніе есть, слѣдовательно, то, что въ настоящее время еще не установлено никакихъ научныхъ основаній, чтобы разграничивать между собою слѣды ледниковъ и плавающихъ льдинъ, и что, слѣдовательно, утвержденіе о ледяномъ покрытіи какой бы то ни было мѣстности (въ томъ числѣ, стало-быть, и Скандинавіи) во всякомъ случаѣ преждевременно.

При такой постановкѣ вопроса въ наукѣ и при распространенности такихъ воззрѣній, — ихъ держится большинство геологовъ, если и не наиболѣе трудившихся по ледниковому періоду, то, во всякомъ случаѣ, наиболѣе пользующихся авторитетомъ, — я уже не считалъ себя вправѣ ограничиться за-

явленіемъ, что „по моему мнѣнію“ такіе-то факты служатъ достаточнымъ основаніемъ, чтобы признать доказаннымъ ледниковое покрытіе Финляндіи. Я полагалъ, что геологъ не имѣетъ права игнорировать сомнѣній, столь прочно укоренившихся въ наукѣ, и что прежде, чѣмъ утверждать, что такая-то мѣстность покрывалась материковымъ льдомъ, онъ обязанъ разсмотрѣть и показать, насколько та или другая совокупность фактовъ дѣйствительно можетъ считаться доказательствомъ ледянаго покрова, или моря съ его льдинами,—независимо отъ всякихъ посторонніхъ гипотетическихъ соображеній; что онъ обязанъ стать сперва на почву физической географіи, и показать, при какихъ физико-географическихъ условіяхъ можетъ, или не можетъ возникнуть та или другая совокупность явленій, подлежащихъ его объясненію; и что только послѣ такого изслѣдованія имѣетъ онъ право высказать,—но тогда уже съ научною достовѣрностью,—тѣ выводы, къ которымъ онъ будетъ вынужденъ придти. Такому изслѣдованію, по возможности краткому, относительно фактовъ, наблюдавшихся мною, я и думалъ посвятить заключительную главу моего отчета.

Приступивши къ работѣ, я скоро убѣдился однако, что сжатый разборъ того, какъ могутъ быть истолкованы одни наблюдавшіяся въ Финляндіи явленія, не достигнетъ своей цѣли. Всякая гипотеза всего лучше доказывается тогда, когда она провѣряется на множествѣ частныхъ фактовъ; и избѣгать этихъ частныхъ фактовъ — значило бы заранѣе лишать свою аргументацію всякой убѣдительности. Кромѣ того, различные слѣды ледяныхъ покрововъ такъ тѣсно связаны между собою, каждый изъ нихъ такъ превосходно разъясняетъ смыслъ другихъ и, въ свою очередь, самъ разъясняется ими, что о многихъ фактахъ невозможно заговорить безъ того, чтобы не коснуться вмѣстѣ съ тѣмъ цѣлаго ряда другихъ. Поэтому я скоро былъ вынужденъ значительно расширить первоначальную программу, и гораздо подробнѣе и полнѣе разсматривать различные вопросы, чѣмъ это предполагалось сначала. Такимъ образомъ изслѣдованіе постепенно

разросталось, и скоро оно далеко вышло за возможные предѣлы заключительной главы. Составляя независимое цѣлое, оно, конечно, всего лучше могло бы быть издано отдѣльно; но тогда потребовалась бы существенная передѣлка первыхъ, описательныхъ главъ, такъ какъ, писавши ихъ, я постоянно откладывалъ до заключительнаго очерка разсмотрѣніе тѣхъ болѣе общихъ вопросовъ, которые не рѣшались на основаніи однихъ моихъ наблюденій. Вслѣдствіе этого (а также по нѣкоторымъ другимъ причинамъ, о которыхъ здѣсь не мѣсто говорить), я предпочелъ издать подъ однимъ общимъ заглавіемъ оба эти изслѣдованія, составивъ изъ нихъ какъ бы двѣ части—описательную и общую,—отчета Географическому Обществу о моихъ занятіяхъ по ледниковому періоду.

Вмѣстѣ съ тѣмъ, я рѣшилъ уже, въ общей части, не ограничиваться исключительно тѣми группами явленій, которыя наблюдалъ въ Финляндіи, а разсмотрѣть вообще главныя физико-геологическія основанія, на которыхъ зиждется гипотеза ледянаго періода. Въ числѣ этихъ основаній, одно, именно валуны и ихъ разносъ ледниками и льдинами, особенно заслуживало вниманія. Еще прежде, во время занятій по предполагавшемуся Географическимъ Обществомъ снаряженію русской арктической экспедиціи, я былъ пораженъ крайне-рѣдкимъ упоминаніемъ мореплавателей о разносѣ льдинами валуновъ и, еще болѣе, — отсутствіемъ условій, при которыхъ этотъ разносъ могъ бы достигать размѣровъ, приписываемыхъ ему въ геологіи. Теперь, изучая подробнѣе арктическую литературу, съ спеціальною цѣлью, найти въ ней основанія нашимъ геологическимъ выводамъ, я пришелъ къ твердому убѣжденію, что разносъ льдинами валуновъ и грязи, по самой своей сущности долженъ составлять, и составляетъ, совершенно недостаточную причину для объясненія приписываемыхъ ему результатовъ, что если въ геологіи и утвердилось противное мнѣніе, то (помимо другихъ, историческихъ причинъ) произошло это только потому, что защитники морской гипотезы слишкомъ рѣдко обращались и обращаются къ арктической лите-

ратурѣ (исключеніе составляетъ только Дарвинъ, который, впрочемъ, давно пересталъ заниматься этимъ вопросомъ); и, что увѣрясь въ своей гипотезѣ апріорнымъ путемъ, они уже не ищутъ данныхъ, чтобы составить себѣ понятіе объ интенсивности дѣятеля, къ которому обращаются, а довольствуются повтореніемъ изъ года въ годъ двухъ-трехъ мѣстныхъ фактовъ, вовсе не заботясь даже о томъ, чтобы выяснить истинный смыслъ, вѣсъ и распространенность этихъ фактовъ. А такъ какъ вопросъ о переносной силѣ плавающихъ льдинъ и ледниковъ есть основной во всемъ изслѣдованіи ледниковаго періода, то я и занялся болѣе подробною его разработкою, отведя ему главное мѣсто во второй части этой книги.

Затѣмъ, я разсмотрѣлъ нѣсколько подробнѣе: изборожденіе, его причины, формы и степень распространенности; передвиженіе валуновъ береговымъ льдомъ, къ которому снова все чаще и чаще стали обращаться въ послѣднее время; распредѣленіе валуновъ, съ одной стороны—въ зависимости отъ рельефа страны, съ другой—по ихъ величинѣ, формѣ и составу; составъ, строеніе и видоизмѣненія поддонной морены, въ связи съ литологическою классификаціею наносовъ, и, наконецъ, расположеніе и строеніе грядовидныхъ моренъ и озовъ. Во всѣхъ этихъ отдѣлахъ я старался показать, насколько каждый фактъ можетъ быть объясненъ дѣятельностью моря съ плавающими льдинами, или же — ледниковъ и ледяныхъ покрововъ. Впослѣдствіи, случайно представившійся досугъ далъ мнѣ возможность разсмотрѣть нѣсколько подробнѣе причины и способы ползанія большихъ ледяныхъ массъ, покрывающихъ обширные материки,—какъ слѣдствіе основныхъ физическихъ свойствъ льда,—и нѣсколько расширить отдѣлъ о ледниковыхъ формахъ горъ, которыхъ я прежде коснулся только мимоходомъ. Наконецъ, въ XIV главѣ я помѣстилъ нѣсколько замѣчаній объ общемъ характерѣ изслѣдованій ледниковаго періода и о развитіи ледниковой и морской гипотезы; а въ послѣдней главѣ высказалъ тѣ заключенія, къ которымъ приводятъ факты, извѣстные относительно Финляндіи и снѣжныхъ странъ, если истолковывать ихъ на основаніи положеній, установ-

ленныхъ въ различныхъ главахъ второй части. А такъ какъ эти факты приводятъ къ заключенію о покрытіи Финляндіи ледянымъ покровомъ, неразрывнымъ съ Великобританскимъ, Скандинавскимъ, при-Балтійскимъ и Онежскимъ, то я остановился нѣсколько на опредѣленіи вѣроятныхъ границъ этой ледяной пелены, окутывавшей сѣверную и среднюю Европу. Посвящая, впрочемъ, этому предмету всего нѣсколько страницъ, я не могу, конечно, разсчитывать, чтобы мои мнѣнія, существенно разнящіяся отъ мнѣній большинства, скоро стали общепринятыми въ наукѣ; но вдаваться въ полный разборъ доказательствъ — значило бы прибавить къ двумъ, и безъ того обширнымъ, отдѣламъ еще такой же третій. Вопросъ о предѣлахъ сѣверно-европейскаго ледяного покрова долженъ составить предметъ особаго изслѣдованія.

Просматривая главы, посвященныя разбору основаній ледниковой гипотезы, читатель, знакомый съ вопросомъ, встрѣтитъ, конечно, много такого, что́ ему давно было извѣстно. Иначе, впрочемъ, и не могло быть. Главныя основанія ледниковой гипотезы были указаны уже въ сороковыхъ годахъ, а болѣе мелкіе факты, служащіе дальнѣйшимъ ея подтвержденіемъ, постоянно приводятся въ геологическихъ монографіяхъ, по мѣрѣ накопленія нашихъ знаній о постъ-пліоценовыхъ образованіяхъ. И можно быть даже увѣреннымъ, что если пересмотрѣть всю литературу ледниковаго періода, то непремѣнно окажется, что и тѣ изъ разсматриваемыхъ мною явленій, которыя могли бы показаться читателю новыми приращеніями къ ряду доказательствъ ледниковой гипотезы, были уже ранѣе истолкованы въ этомъ смыслѣ, въ какой-нибудь геологической монографіи. То же относится и до доказательствъ отдѣльныхъ положеній. Найти новыя доказательства въ пользу того, что тотъ или другой фактъ служитъ указаніемъ на распространеніе ледниковъ или арктическихъ морей, не всегда возможно, — какъ потому, что прежнія доказательства часто бываютъ уже достаточно полны и убѣдительны, такъ и потому, что физико-географическія изслѣдованія въ арктическихъ странахъ и у подошвы ледниковъ растутъ далеко не пропорціонально накопле-

нію геологическихъ фактовъ. Но, я думаю, читатель найдетъ, что нѣкоторые признаки прежняго распространенія ледниковъ обоснованы мною на болѣе широкихъ основаніяхъ, почерпнутыхъ изъ довольно богатыхъ, арктическихъ и другихъ изслѣдованій послѣднихъ годовъ; другіе — подвергнуты нѣсколько болѣе строгой критикѣ; третьи, наконецъ, являются въ нѣсколько новомъ освѣщеніи. Какъ ни цѣнны сами по себѣ многіе факты, приводящіеся въ геологическихъ монографіяхъ въ подтвержденіе ледниковой гипотезы, но взятые единично, они утрачиваютъ бо́льшую часть своей доказательности. Извѣстныя формы скалъ и горъ, извѣстные типы долинъ, грядовидное расположеніе наноса, или извѣстныя особенности его строенія и т. п., разсматриваемыя отдѣльно отъ прочихъ, сопровождающихъ ихъ явленій, оказываются иногда слабыми, а подъ-часъ — даже сомнительными указаніями на дѣятельность материковаго льда. Но тѣ же факты, разсмотрѣнные въ связи съ прочими, какъ составныя части одного цѣлаго, становятся уже положительными указаніями на дѣятельность какой-то одной, общей имъ всѣмъ силы, проявившейся только въ различныхъ частныхъ условіяхъ; они оказываются, такъ сказать, не болѣе какъ различными воплощеніями двухъ-трехъ общихъ идей, постоянно воспроизводящихся въ различныхъ видоизмѣненіяхъ. Десятки мелкихъ особенностей въ формахъ поверхности или въ строеніи наноса, не важныя сами по себѣ, но постоянно встрѣчаемыя совмѣстно, связанныя между собою общею причинною связью и являющіяся воплощеніями двухъ-трехъ постоянныхъ типовъ,—взаимно поддерживаютъ другъ друга и, сообща, составляютъ уже такую тѣсно-переплетающуюся сѣть, что ни одна ея петля не можетъ быть прорвана, не нарушая цѣлости остальныхъ. Именно въ этой тѣсной взаимной связи разнообразныхъ проявленій дѣятельности льда,—связи, слишкомъ часто упускаемой изъ вида,—и кроется, полагаю я, главная сила доказательствъ ледниковой гипотезы. Эти соображенія я и имѣлъ въ виду, когда, при разборѣ основаній гипотезы, останавливался и на тѣхъ изъ нихъ, о которыхъ, собственно говоря, можно было

бы и не упоминать, такъ какъ они достаточно твердо установлены или достаточно общеизвѣстны. Кромѣ того, вдаваясь въ нѣкоторыя подробности, я имѣлъ также въ виду интересы русскихъ геологовъ, такъ какъ при чрезвычайной бѣдности русской литературы ледниковаго періода и при недоступности заграничныхъ ученыхъ изданій для большинства интересующихся предметомъ, многіе факты и выводы, установившіеся въ послѣдніе годы за границею, остаются въ Россіи почти совершенно еще неизвѣстными. Нужно впрочемъ прибавить, что въ ледниковомъ вопросѣ, и въ западно-европейской литературѣ ничего еще нельзя считать общеизвѣстнымъ и незаслуживающимъ упоминанія, такъ какъ въ сочиненіяхъ самыхъ авторитетныхъ защитниковъ морской гипотезы до сихъ поръ встрѣчаются промахи и ошибочныя утвержденія, касающіеся такихъ основныхъ фактовъ, которые во всякой другой отрасли знанія, давно считались бы элементарными.

Хотя вторая часть этой книги и носитъ заглавіе: „Объ основаніяхъ гипотезы ледниковаго періода“, но, какъ видно уже изъ сказаннаго, она далеко не представляетъ полнаго изложенія предмета. Я ограничился только тѣми разрядами явленій, которыя принадлежатъ къ болѣе знакомой мнѣ области динамической геологіи. Палеонтологическихъ и космическихъ основаній гипотезы, а равно и тѣхъ, которыя даетъ зоологическая и ботаническая географія настоящаго,—я почти вовсе не касаюсь. Но и въ области динамической геологіи я отнюдь не имѣлъ въ виду исчерпать вполнѣ громадную, представляющуюся здѣсь задачу. Такъ, разсматривая подробнѣе изборожденіе, разносъ валуновъ, строеніе поддонной морены и озы, я уже довольствуюсь немногими замѣчаніями, говоря о ледниковыхъ формахъ горъ и вовсе не касаюсь нѣкоторыхъ весьма любопытныхъ частныхъ явленій, какъ напримѣръ ледниковыхъ террасъ. Ограничивая свою программу, я вмѣстѣ съ тѣмъ ограничилъ себя и въ пользованіи источниками, изъ которыхъ заимствовалъ физико-географическіе и геологическіе факты, служащіе основаніемъ выводовъ. Такъ, разсматривая какой-нибудь вопросъ—напримѣръ, о разносѣ валу-

новъ—можно было бы, конечно, подтверждать каждое положеніе фактами, заимствованными съ одной стороны—изъ всей арктической литературы, съ другой—изъ всѣхъ геологическихъ съёмокъ Швеціи, Англіи, Америки и т. д.; но я ограничился, въ первомъ случаѣ — какими-нибудь двумя или тремя десятками арктическихъ плаваній, а во второмъ — основывался главнымъ образомъ на шведской съёмкѣ и на частныхъ работахъ англійскихъ и американскихъ геологовъ. Конечно, выводы могутъ показаться вслѣдствіе этого менѣе доказательными, но, судя по тому, что́ представляетъ прочая литература, есть полное основаніе думать, что они не потерпѣли бы существенныхъ измѣненій, если бы подверглись провѣркѣ всею ея совокупностью. Понятно, что списокъ случаевъ, когда плаватели замѣчали камни на льдинахъ, можно было бы увеличить,—можетъ быть даже вдвое; но процентныя отношенія остались бы тѣ же; точно также оказалось бы, что камни замѣчались на одной ледяной горѣ изъ тысячъ, что въ тѣхъ случаяхъ, когда они покрываютъ льдину въ бо́льшемъ числѣ—они часто бываютъ подняты со дна, тутъ же, при ея перепрокидываніи, и что изъ сотенъ льдинъ, на которыхъ попадаются камни вблизи береговъ и отмелей, едва ли одна встрѣтится въ разстояніи отъ 100 до 200 верстъ отъ этихъ береговъ или мелей. Также и при разборѣ геологическихъ фактовъ, служащихъ основаніемъ выводовъ по тому же вопросу, каковы напримѣръ: рѣдкость валуновъ въ несомнѣнно-морскихъ образованіяхъ (кромѣ слоевъ, отложенныхъ у самой подошвы ледниковъ), всегдашняя слоистость наносовъ, отлагавшихся въ водѣ и т. п.: пересмотръ всѣхъ сдѣланныхъ съёмокъ не опровергъ бы справедливости этихъ положеній; онъ могъ бы навести только на нѣкоторыя (кажущіяся) исключенія—конечно, весьма любопытныя, но объяснимыя въ каждомъ частномъ случаѣ особыми,—мѣстными, а не общими, причинами. Впрочемъ, обильно черпая основанія своимъ выводамъ изъ шведской съёмки, — единственной работы, гдѣ изслѣдованіе наносовъ ледянаго періода произведено въ бо́льшихъ размѣрахъ, по строго выдержанной схемѣ,—я имѣлъ также

въ виду, что гораздо легче уразумѣть истинный смыслъ этихъ образованій, идя отъ болѣе простаго къ болѣе сложному, отъ первоначальнаго къ производному, чѣмъ наоборотъ. Изъ странъ же, въ которыхъ новѣйшіе наносы подвергнуты обстоятельному изслѣдованію, Скандинавія всего болѣе удовлетворяетъ условію возможной простоты явленій.

Во всякомъ случаѣ очевидно, что предлагаемый мною очеркъ: „Основаній гипотезы ледниковаго періода“, есть не болѣе какъ абрисъ такого изслѣдованія, которое дѣйствительно заслуживало бы этого названія. Основываясь на обстоятельномъ знакомствѣ, съ одной стороны — съ дѣятельностью ледниковъ, ледяныхъ покрововъ и подледяныхъ рѣкъ, морей и плавающихъ льдинъ, береговаго льда, рѣкъ, озеръ и т. д., съ другой — съ геологическими явленіями, представляемыми поверхностью и наносами Европы и Сѣверной Америки, такое изслѣдованіе должно представить полную картину современной дѣятельности упомянутыхъ силъ, изучить до частностей разнообразные ихъ продукты, и каждый изъ фактовъ, повторяющихся съ такимъ однообразіемъ поверхностью скалъ и наносами въ обоихъ полушаріяхъ, сопоставить съ процессами, нынѣ совершающимися на земной поверхности. Такой трудъ, конечно, громаденъ; онъ потребуетъ еще многихъ, очень многихъ усилій, но онъ возможенъ и необходимъ. Пока мы не будемъ имѣть такой работы, которая дастъ намъ возможность, каждое изъ извѣстныхъ нынѣ явленій въ геологіи поверхностныхъ образованій (surface geology) отнести *строго научно* къ ближайшей его физико-географической причинѣ, — до тѣхъ поръ всѣ наши попытки рѣшать вопросы о ледниковомъ періодѣ сохранятъ тотъ характеръ случайности и произвола, который онѣ имѣютъ до сихъ поръ.

Именно такое изслѣдованіе и носилось въ моемъ воображеніи, въ недалекомъ будущемъ, когда я набрасывалъ замѣтки, составляющія предметъ второй части этой книги. Моя цѣль будетъ вполнѣ достигнута, если пока, до появленія такой полной работы, мои замѣтки дадутъ хотя нѣсколько точекъ опоры изслѣдовате-

лямъ ледниковаго періода; быть можетъ, онѣ также побудятъ кого-нибудь взяться за полную обработку предмета.

Такъ какъ въ послѣдніе годы арктическая и ледниковая литература постоянно обогащалась весьма цѣнными работами, то считаю нужнымъ оговорить, что я пользовался только тѣми изъ нихъ, которыя появились до 1872 года включительно. Къ позднѣйшимъ работамъ я обращался въ отдѣльныхъ случаяхъ, для нѣкоторыхъ дополненій. Я могу, впрочемъ, прибавить, что новѣйшія изслѣдованія не только не подрываютъ высказанныхъ въ этой книгѣ положеній, но еще подтверждаютъ ихъ массою новыхъ фактовъ; а самая гипотеза ледяныхъ покрововъ, какъ извѣстно, —особенно въ Англіи и въ Швеціи,—въ послѣдніе два-три года находитъ себѣ все новыхъ и новыхъ сторонниковъ, вносящихъ въ вопросъ свое точное и многостороннее знакомство съ современною жизнью арктическихъ странъ и съ геологіею постъ-пліоценоваго періода. На нѣкоторыя возраженія противъ этой гипотезы, высказанныя въ послѣдніе годы, но которыя легко было, однако, предвидѣть заранѣе, читатель найдетъ отчасти отвѣты уже въ этой книгѣ. Таковы, напримѣръ, возраженія герцога Аргайльскаго, которыя хотя и не обнаруживаютъ въ авторѣ глубокаго знакомства съ жизнью арктическихъ странъ, но тѣмъ не менѣе были встрѣчены съ большимъ сочувствіемъ защитниками гипотезы плавающихъ льдинъ; они затрогиваютъ, впрочемъ, вопросъ, дѣйствительно мало изслѣдованный до сихъ поръ, именно —о законахъ движенія большихъ ледяныхъ толщъ по обширному материку; нѣсколько замѣчаній по этому вопросу вошло уже въ составъ XV и XVII главы.

Извиненіемъ въ позднемъ появленіи этого отчета пусть послужитъ то, что до весны 1873 года я былъ занятъ окончаніемъ, начатыхъ ранѣе моей поѣздки въ Финляндію, орографическихъ работъ, касавшихся Восточной Сибири. Къ этому времени я успѣлъ написать только вторую и четвертую главу. Первыя

девятнадцать главъ книги были написаны только къ веснѣ 1874 года. Въ концѣ этого же года были отпечатаны первыя четырнадцать главъ и большая часть пятнадцатой; но затѣмъ, дальнѣйшее печатаніе замедлилось по разнымъ причинамъ—главнымъ образомъ потому, что въ слѣдующихъ главахъ были сдѣланы довольно значительныя дополненія.

При чтеніи первой части книги читатель можетъ пользоваться, кромѣ прилагаемой маленькой гипсометрической карты, которая даетъ общее понятіе о характерѣ страны,—одною изъ прекрасныхъ картъ, изданныхъ въ Финляндіи. Таковы: 1) Karta öfver Storfurstendömet Finland, utgifven år 1872 af Öfverste G. Alfthan, масштабъ 30 верстъ въ дюймѣ (1 : 1 260 000), которая даетъ и довольно вѣрное понятіе о рельефѣ почвы; она издана также съ русскимъ текстомъ; 2) Höjd-karta öfver Finland, upprättad år 1850 af C. W. Gyldén, масштабъ около 26 верстъ въ дюймѣ (около 1 : 1 110 000); 3) Karta öfver Finland i sex sektioner, utgifven af Landtmäteri Öfverstyrelsen, масштабъ 10 фин. верстъ въ одномъ финскомъ дюймѣ (1 : 360 000), которая служила мнѣ большимъ пособіемъ при изслѣдованіяхъ, по своей полнотѣ и подробности, хотя она и не изображаетъ топографіи мѣстности; 4) маленькая Karta öfwer Finland, uppr. å Landtmäteri Öfverstyrelsen, 1872, масштабъ 57 1/2 верстъ въ англ. дюймѣ (1 : 2 400 000), съ которой я заимствовалъ контуры для прилагаемой гипсометрической карты; 5) Karte über die Richtung der Schrammen in Finland, von N. Nordenskjöld, приложенная къ его статьѣ: „Beitr. zur Kenntniss der Schrammen, въ Actae Soc. Scient. Fennicae, vol. VII, 1863; масштабъ около 30 1/2 верстъ въ дюймѣ (1 : 1 277 300), и другія.

Высоты, встрѣчающіяся въ книгѣ, опредѣлялись изъ наблюденій очень хорошаго анероида (системы Гольдшмита въ Цюрихѣ), вывѣреннаго до моего отъѣзда и по возвращеніи — въ Главной Физической Обсерваторіи, а во время поѣздки—свѣрявшагося съ барометрами обсерваторій въ Упсалѣ и Гельсингфорсѣ. Этотъ

инструментъ былъ мнѣ весьма полезенъ, такъ какъ я безпрестанно опредѣлялъ имъ относительныя высоты различныхъ точекъ. Принимая извѣстныя предосторожности при опредѣленіи температуры воздуха и вводя нѣкоторыя поправки: отъ температуры—для около-полуденныхъ наблюденій, и отъ хода барометра — для всѣхъ вообще, я получалъ относительныя высоты надъ опредѣленными изъ нивеллировокъ уровнями озеръ, едва ли уклоняющіяся отъ дѣйствительныхъ болѣе чѣмъ на 1,5—2 метра. Къ такому заключенію приводитъ сравненіе многихъ вычисленныхъ разностей высотъ—съ извѣстными ранѣе изъ нивеллировокъ.

Мѣры въ книгѣ приняты вездѣ метрическія. Ихъ эквиваленты даны также въ русскихъ (или англійскихъ) футахъ, а мѣстами, гдѣ это оговорено, — въ шведскихъ или финскихъ футахъ (1 швед. футъ = 1 фин. ф. = 0,974 анг. ф. = 0,297 метра). Небольшія разстоянія выражены въ русскихъ верстахъ, такъ какъ на малыхъ протяженіяхъ верста можетъ быть принята совершенно равною километру (1 килом. = 0,937 версты). Въ XII главѣ попадаются также финскія версты, почти въ точности равныя русскимъ (1 фин. верста = 0,1 швед. мили = 1,0015 русс. верс. = 1,069 килом.).

Температуры выражены вездѣ по стоградусному термометру.

Азимуты относятся вездѣ, —кромѣ тѣхъ случаевъ, гдѣ это оговорено,—къ магнитному меридіану.

Такъ какъ книга печаталась не подъ надзоромъ автора, то въ нее вкрались мѣстами погрѣшности, искажающія смыслъ; поэтому, читателя просятъ заглянуть въ списокъ опечатокъ.

ИНСТИТУТ НАСЛЕДИЯ

ЧАСТЬ ПЕРВАЯ.

О ЛЕДНИКОВЫХЪ НАНОСАХЪ

ВЪ

ФИНЛЯНДІИ.

ИНСТИТУТ НАСЛЕДИЯ

ИНСТИТУТ
НАСЛЕДИЯ

ВВЕДЕНІЕ.

Нѣсколько общихъ замѣчаній о рельефѣ южной Финляндіи.

Полуостровъ южной Финляндіи. — Южная окраинная гряда озерной Финляндіи. — Западная окраинная гряда. — Калянскій кряжъ. — Озерная Финляндія; ея подраздѣленія. — Юго-западный бассейнъ. — Собственно страна озеръ. — Ея меридіональныя гряды и долины. — Характеръ страны озеръ.

Такъ какъ при описаніи наносовъ Финляндіи, намъ не рѣдко придется говорить о различныхъ частяхъ страны, какъ о мѣстностяхъ, имѣющихъ свой особый характеръ, то не лишнее будетъ заранѣе обрисовать въ общихъ чертахъ эти различныя части и ихъ взаимную зависимость. При чтеніи этихъ замѣчаній читатель можетъ пользоваться гипсометрическою картою Финляндіи, изданною г. Гюльдэномъ [1]), или же картою полковника Альфтана [2]), а также и прилагаемою карточкою [3]),

Южная Финляндія (къ Ю. отъ 66° с. ш.) представляетъ пятиугольный полуостровъ, направляющійся съ С.-В. на Ю.-З.; два бока этого полуострова перпендикулярны его основанію и параллельны его оси; два другіе срѣзаны наискось. Параллельные бока идутъ оба съ Ю.-З. на С.-В.; одинъ изъ нихъ омывается сѣверною половиною Ботническаго залива, другой — низкою долиною, въ которой лежатъ: Выборгскій заливъ, Ладожское озеро и цѣпь озеръ соединяющихъ это озеро съ заливомъ. Скошенные бока пятиугольника идутъ: одинъ съ С. на Ю., омываясь южною половиною

---

[1]) C. W. Gyldén. Höjd-karta öfver Finland. Helsingfors 1853.

[2]) G. Alfthan. Karta öfver Stor Furstendömet Finland, на двухъ листахъ. Ptrsb. 1862. Тоже и на русскомъ языкѣ.

[3]) Черт. I: Гипсометрическая карта южной Финляндіи, составленная по Гюльдэну, съ показаніемъ извѣстныхъ озовъ.

Ботническаго залива, другой — съ З. на В., омываясь западною частью Финскаго залива. Они встрѣчаются у Аландскихъ острововъ, причемъ вершина пяти-угольника слегка срѣзана параллельно его основанію. Какъ и всѣ полуострова, Финскій полуостровъ имѣетъ свое продолженіе въ группѣ острововъ,—Аландскихъ — лежащихъ у его оконечности (немного къ С. отъ его оси). Основаніе пяти-угольника есть воображаемая линія, идущая съ С.-З. на Ю.-В., отъ сѣверной оконечности Ботническаго залива къ Ладожскому озеру или вѣрнѣе къ болотамъ прихода Суоерви (лежащаго между Ладожскимъ и Онежскимъ озеромъ).

Этотъ полуостровъ представляетъ сплошное, массивное поднятіе; онъ не имѣетъ осеваго хребта. Въ поперечномъ разрѣзѣ съ С.-З. на Ю.-В. онъ имѣетъ видъ, изображенный на рис. 1-мъ.

Вдоль южной и юго-восточной стороны полуострова, а также вдоль линіи, по которой срѣзана его вершина, проходитъ, въ разстояніи около 50 верстъ отъ его подошвы, окраинная гряда (*B* на рис. 1), достигающая около 120—135 м. (400—450 ф.) абс. высоты. Она оцѣпляетъ такимъ образомъ съ юга внутреннюю страну озеръ, не давая ея водамъ сливаться въ Финскій заливъ или въ Ладожское озеро. Ширина этой окраинной гряды не велика: большею частію, отъ одной подошвы до другой она менѣе 50 верстъ, рѣдко доходитъ до 70 верстъ. Мѣстами, ея сѣверная подошва, лежащая всего въ нѣсколькихъ верстахъ отъ ея высшихъ точекъ, непосредственно омывается водами озерныхъ бассейновъ, какъ напр. по берегамъ оз. Саймы; мѣстами, особенно въ западныхъ частяхъ Финляндіи, у ея подошвы разстилаются низкія равнины уже высохшихъ озерныхъ бассейновъ (долина р. Лоимъ, притока Ботническаго залива, и р. Пуйоки, притока Тавастхусской цѣпи озеръ). Иногда эта окраинная гряда раздвояется, давая отъ себя отроги почти равной ей высоты, и тогда между главною окраинною грядою и отрогомъ образуются на небольшомъ протяженіи впадины, съ горизонтальнымъ дномъ, лежащимъ на высотѣ отъ 70 до 90 м. (200—300 ф.). Такой характеръ имѣетъ

она напримѣръ на линіи Тавастхусско-Гельсингфорской желѣзной дороги, или близь Вильманстранда, гдѣ впадина занята озеромъ Саймы, а сѣверный отрогъ уже значительно разрушенъ въ нѣкоторыхъ мѣстахъ. Прорывовъ въ окраинной грядѣ, по которымъ воды страны озеръ могли бы стекать въ заливъ, или въ Ладожское озеро, очень немного. Одно пониженіе въ ней мы видимъ въ меридіанѣ Гельсингфорса (немного западнѣе), но имъ не воспользовались воды страны озеръ, такъ какъ онѣ имѣютъ здѣсь болѣе удобный стокъ къ С.-З., въ Ботническій заливъ. Другіе прорывы суть русла рѣкъ Кюмменэ и Вуоксена и отчасти — искусственное русло Сайминскаго канала. По первымъ двумъ, воды страны озеръ порывисто несутся въ Финскій заливъ, въ тѣсныхъ каменныхъ берегахъ, переливаясь черезъ нѣсколько большихъ пороговъ или водопадовъ (Кюмменскій, Иматровскій и др.). Другихъ прорывовъ черезъ эту гряду не существуетъ: рѣки, впадающія въ Ладожское озеро несутъ воды уже не изъ страны озеръ, а съ восточныхъ ея склоновъ [4]).

Имѣя сѣверную свою подошву на высотѣ около 75 м. (ок. 250 ф.), а южную — въ уровнѣ моря, при полной ширинѣ отъ 50 до 70 верстъ, южная окраинная гряда озерной Финляндіи (такъ будемъ мы называть эту дуговидную гряду, идущую почти отъ Бьёрнэборга до Сердоболя) очевидно не можетъ представлять гористой мѣстности въ точномъ смыслѣ слова; но на южномъ склонѣ она имѣетъ поверхность очень пересѣченную и разнообразящуюся множествомъ гранитныхъ возвышенностей, раздѣленныхъ между собою низкими, часто узкими впадинами. Озёра здѣсь очень рѣдки, изрѣдка-попадающіяся очень малы; большею же частью во́ды собираются въ болотистыя долины рѣчекъ, стекающихъ къ морю. Громадныя

---

[4]) Быть можетъ, спускъ отъ Лойтимаерви къ Янисъерви (сливающемуся въ Ладожское озеро близь Сердоболя) слѣдовало бы тоже считать прорывомъ, но здѣсь и окраинная гряда, приближаясь къ подошвѣ Южно-Финскаго полуострова, уже теряетъ свою правильность, да и наши свѣдѣнія здѣсь недостаточны.

толщи наносовъ, — песка и щебня, — покрываютъ эту гряду, особенно въ восточныхъ частяхъ, на сѣверномъ ея склонѣ, отчего почва вездѣ очень камениста, густые лѣса стелятся по ней на значительныя разстоянія.

По западному и сѣверо-западному берегу полуострова тоже идетъ окраинная гряда: по крайней мѣрѣ, страна озеръ и здѣсь отдѣляется отъ моря окраинным поднятіемъ, и это поднятіе мы, для удобства, также назовемъ западною окраинною грядою озерной Финляндіи (*A* на рис. 1-мъ); но это поднятіе уже не имѣетъ того характера узкой гряды, какой мы видѣли въ южной окраинѣ. Оно гораздо шире (до 150 верстъ), массивнѣе, и если мѣстами, среди болѣе массивныхъ поднятій, и выдѣляются хорошо опредѣленныя гряды, какъ Хэмен-, Похьянкангасъ и др., то онѣ идутъ неправильными извилинами и скоро опять сходятся съ болѣе широкими поднятіями. Вмѣстѣ съ тѣмъ, отъ береговой гряды отдѣляются побочныя, какъ напр. гряда идущая съ С. на Ю. между озеромъ Пэйенэ и системою озера Пэлькенэ. Мѣстами, какъ напримѣръ подъ 62° и 62½° с. ш., окраинная гряда расходится въ широкія плоскія поднятія. Высота западной окраинной гряды тоже нѣсколько больше чѣмъ южной; она среднимъ числомъ около 160 м. (ок. 550 ф.), хотя мѣстами понижается и до 130 м. (ок. 450 ф.).

Западная окраинная гряда не соединяется непосредственно съ южною. Между ними прошла широкая долина, открытая къ С.-З., по которой р. Лоимъ, а послѣ — широкая рѣка Кумо (лежащая на продолженіи первой) выносятъ въ Ботническій заливъ воды изъ западныхъ частей озерной Финляндіи. Эта широкая долина есть однако единственный прорывъ черезъ западную окраинную гряду, — если не причислять сюда же прорыва озера Улео; но это озеро, съ его побочными озерами уже принадлежитъ къ другой системѣ озеръ, которую мы уже не будемъ смѣшивать съ озерною Финляндіею; такое отсутствіе прорывовъ естественно объясняется ея значительною шириною. Склонъ, которымъ западная окраинная гряда падаетъ къ Бот-

ническому заливу, гораздо длиннѣе и положе, чѣмъ внѣшній склонъ южной гряды, и онъ обильно орошенъ многими рѣками, достигающими до 100 и болѣе верстъ длины; здѣсь разстилаются обширныя равнины, часто болотистыя, особенно въ Улеоборгской и Вазасской губерніи. Болѣе точныхъ свѣдѣній о характерѣ окраинной гряды я не имѣю, но, судя по обилію въ ея предѣлахъ исключительно-зимнихъ дорогъ, надо думать, что поверхность ея очень болотиста.

Подъ 64° с. ш. западная окраинная гряда сходится съ другими поднятіями, уже достигающими до 200, 250 м., а далѣе — и до 300 м. (до 700, 800 и до 1,000 ф.) абс. высоты, и принадлежащими къ малоизслѣдованной системѣ отроговъ хребта Мàнселькe. Судя по тѣмъ частямъ, куда еще распространяется карта г. Гюльдэна, надо думать, что мы имѣемъ здѣсь рядъ параллельныхъ кряжей, идущихъ съ Ю.-З. на С.-В. и составляющихъ отроги одного сѣвернѣе лежащаго хребта. Такихъ кряжей по крайней мѣрѣ три; ихъ южныя продолженія, сплетаясь между собою, и образуютъ тотъ широкій кряжъ, идущій подъ 64° с. ш. съ З. на В., который служитъ водораздѣломъ между озерною Финляндіею и системою озера Улео; я буду называть его Каянскимъ кряжемъ (отъ г. Каяны, лежащаго у его сѣверной подошвы), хотя и сомнѣваюсь въ его геогенической обособленности [5]).

Такимъ образомъ, между Каянскимъ кряжемъ на С., западною окраинною грядою на С.-З. и З., южною окраинною грядою на Ю.-З., Ю. и Ю.-В., и мало-извѣстными возвышенностями, иду-

---

[5]) Судя по гипсометрической картѣ, можно было бы видѣть въ немъ независимый кряжъ, идущій по 64-й параллели (я такъ и говорилъ въ моихъ путевыхъ письмахъ изъ Финляндіи), но едва ли это было бы вѣрно. Вѣрнѣе, что эта гряда съ западно-восточнымъ простираніемъ, — хотя она и существуетъ несомнѣнно въ рельефѣ страны какъ цѣлое, — есть сложное поднятіе, т. е. мѣсто, гдѣ сплетаются продолженія трехъ грядъ, идущихъ съ с.-в. на ю.-з. и разорванныхъ поперечною долиною озеръ Улео, Нуасъ и Кіянто. Въ продольныхъ долинахъ, выдающихъ въ эту поперечную, лежатъ цѣпи озеръ: Änneti-, Risti- и Wuokki-järvi въ одной и Onto-, Lammas-järvi, Lentua и Lentiira — въ другой. Объ эти цѣпи, особенно первая (съ болѣе крутымъ уклономъ), уже обратились во фьерды.

щими отъ 62 1/2° до 64° с. ш. по границѣ восточной Финляндіи, на С.-В., лежитъ обширная страна озеръ, или озерная Финляндія, занимающая центральную часть полуострова (*C* на рис. 1). Она представляетъ равнину, почти совершенно горизонтальную, имѣющую высоту въ 75 до 100 м. (250—350 ф.), и покрытую всплошь безчисленнымъ количествомъ озеръ всевозможныхъ величинъ.

Озерная Финляндія естественно распадается на двѣ части: на центральную, — которую мы собственно и будемъ называть страною озеръ, — и на отдѣльный, гораздо меньшій бассейнъ, въ окрестностяхъ Таммерфорса, который мы будемъ называть юго-западнымъ бассейномъ Финляндіи (*a* на прилагаемой гипс. картѣ). Этотъ послѣдній бассейнъ отдѣляется отъ страны озеръ не только тѣмъ, что онъ составляетъ независимый водоёмъ, не сообщающійся со страною озеръ, но отчасти еще и своимъ типомъ. Онъ уже опередилъ страну озеръ въ своемъ развитіи. Тогда какъ въ первой еще стелятся на значительныхъ площадяхъ обширные водоемы, въ юго-зап. бассейнѣ мы уже видимъ преимущественно узкія озёра, сложившіяся въ длинныя цѣпи, соединенныя между собою широкими озеровидными протоками (фьердами) и представляющія уже подобія готовящихся рѣкъ. Два направленія, сѣв.-западно—юго-восточное и перпендикулярное ему, преобладаютъ въ направленіяхъ этихъ фьердовъ, которые, соединяясь подъ прямыми углами, образуютъ такимъ образомъ довольно правильную сѣть [6]). Такой характеръ отчасти обусловливается тѣмъ, что воды этого бассейна могутъ

---

[6]) Такъ, поднимаясь отъ Бьернэборга, мы имѣемъ широкую долину, идущую съ с.-з. на ю.-в., по которой течетъ сперва широкая р. Кумо, а выше, въ томъ же направленіи, — р. Лоимъ. Верстахъ въ сорока къ с.-в., совершенно параллельно ей, тянется другая, тоже широкая, выше лежащая долина; по ней идетъ вплоть до Тавастхуса длинная цѣпь озеръ. Обѣ долины соединяются перпендикулярною имъ цѣпью озеръ, въ которую вливаются Тавастхусская цѣпь, пришедшая съ ю.-в. и другая, пришедшая ей на встрѣчу съ с.-з. Наконецъ въ Тавастхусскую цѣпь вливаются три другія перпендикулярныя ей цѣпи озеръ, изъ которыхъ нижняя приходится на продолженіи поперечной соединительной цѣпи обѣихъ большихъ долинъ, — Лоимской и Тавастхусской.

открыто сливаться въ низко-лежащую, широкую долину Кумоэльфа и Лоимъйоки [7]), не встрѣчая такой преграды, какую воды страны озеръ встрѣчаютъ въ южной окраинной грядѣ, отчасти тѣмъ, что весь этотъ бассейнъ размѣстился въ долинахъ, т. е. въ широкой долинѣ у юго-зап. подошвы возвышенностей и въ небольшихъ боковыхъ долинахъ широкой возвышенности западной окраинной гряды, а не на ровныхъ площадяхъ какъ озёра прочей озерной Финляндіи [8]). Общій характеръ мѣстности въ юго-западномъ бассейнѣ озерной Финляндіи такой же какъ и въ остальной странѣ озеръ; можно замѣтить только, что здѣсь встрѣчается болѣе аллувіальныхъ равнинъ, т. е. болѣе остатковъ высохшихъ озеръ; въ этомъ отношеніи юго-западный бассейнъ болѣе похожъ на сѣверныя, выше лежащія части страны озеръ, которыя тоже опередили нижнія въ переживаніи различныхъ фазисовъ жизни озернаго бассейна.

Собственно страна озеръ подраздѣляется двумя, почти меридіональными грядами, выходящими изъ Каянской гряды, на три части, — *A*, *B* и *C* на прилагаемой гипсометрической карточкѣ. Обѣ эти узкія возвышенности [9]), начинаясь на сѣверѣ у Каянскаго кряжа, идутъ очень хорошо опредѣленными грядами съ С.-С.-З. на Ю.-Ю.-В., на 200—300 верстъ. Одна изъ нихъ (между *A* и *B*) доходитъ вплоть до окраинной гряды и такимъ образомъ замыкаетъ одну систему озеръ, — Пэйенэ и Пулавеси, — такъ что эта система и не сообщается съ сосѣднею Сайминскою, а изливается въ Финскій заливъ по своему

[7]) Даже побочный бассейнъ Раутавеси лежитъ на высотѣ всего въ 54 м. (181 ф.), т. е. на высотѣ не встрѣчающейся въ остальной озерной Финляндіи.

[8]) Понятно, что всѣ эти „долины“ едва заслуживаютъ такого названія; дно ихъ лежитъ на высотахъ отъ 50 до 85 м. (170 до 280 ф.), тогда какъ окрестныя возвышенности едва достигаютъ 90 до 130 м. (300—450 ф.). Но, какъ видно, и эти слабыя неровности почвы имѣли свой смыслъ для гидрографіи страны, гдѣ вообще нѣтъ большихъ различій высотъ; онѣ имѣли свое значеніе и для двигавшагося по Финляндіи ледника, какъ это видно по изборожденію, мѣняющему свое направленіе въ зависимости отъ этихъ неровностей.

[9]) Въ Финляндіи ихъ называютъ озами (bergås), но мы не будемъ употреблять этого названія, чтобы не смѣшивать ихъ съ грядами, состоящими предпочтительно изъ наноса, для которыхъ и сохранимъ названіе озовъ.

особому стоку, — р. Кюмменэ [10]). Другая гряда (между долинами *B* и *C*) не доходитъ неразрывно до южной окраинной гряды, почему озёра въ средней впадинѣ, *B*, и въ восточной, *C*, сообщаясь въ двухъ мѣстахъ, составляютъ одинъ гидрографическій бассейнъ и изливаются въ море по одному протоку, Вуоксену (и искуственному — Саймянскому каналу). Собственно говоря эта гряда доходитъ неразрывно только до $62^1/_4^\circ$ с. ш., такъ какъ здѣсь уже устанавливается сообщеніе между Оривеси и Хаукивеси, какъ по широкому соединяющему ихъ фьерду (Enovesi, Pyyvesi), такъ и по цѣлому лабиринту сѣвернѣе и южнѣе лежащихъ мелкихъ озеръ. — Иногда эти гряды пускаютъ отъ себя небольшіе отроги, или же между ними выступаютъ короткіе отроги Каянской гряды, какъ напр. тотъ, который раздѣляетъ въ сѣверныхъ частяхъ долину *B* на двѣ вѣтви. Впадины *A*, *B* и *C* мы будемъ называть западною, среднею и восточною долинами страны озеръ или озерной Финляндіи, а раздѣляющія ихъ гряды — (не совсѣмъ точно) меридіональными грядами озерной Финляндіи.

Вообще, меридіональныя гряды озерной Финляндіи представляются лѣсистыми кряжами верстъ въ 10—15 ширины, подошва которыхъ лежитъ въ уровнѣ озеръ, т. е. отъ 75 до 90 м. (250—300 ф.), а гребень — на высотахъ отъ 130 до 180 м. (450—600 ф.); отдѣльныя вершины доходятъ иногда почти до 240 м. (800 ф.). Во многихъ мѣстахъ на нихъ встрѣчаются болотистыя равнинки, обличающія прежнія озерки

---

[10]) Собственно говоря, часть *A* можетъ быть подраздѣлена на двѣ части, такъ какъ весьма близко отъ возвышенностей западной окраинной гряды проходитъ узкая гряда, въ томъ же с.-с.-з.—ю.-ю.в. направленіи, отдѣляющая систему озеръ Пэйенэ отъ системы озеръ Пулавеси и образующая такимъ образомъ узкую долину, занятую первою изъ этихъ двухъ системъ. Въ этой грядѣ сосредоточиваются даже высшія точки, встрѣчающіяся въ Финляндіи южнѣе $63^1/_2^\circ$ с. ш., т. е. отдѣльныя горы, доходящія, даже въ южныхъ частяхъ гряды, до 220 и 240 м. (ок. 750 и 800 ф.). Но эта гряда не непрерывна и въ нѣсколькихъ мѣстахъ разорвана узкими поперечными долинами, по которымъ озера системы Пэйенэ сообщаются съ озерами системы Пулавеси.

иногда сохранившіяся и донынѣ, большею же частію онѣ покрыты ледниковыми наносами и густо поросли лѣсомъ.

Страна озеръ представляетъ лабиринтъ безчисленныхъ озеръ и озерковъ, заливовъ, бухтъ и проливовъ всевозможныхъ величинъ, переплетенныхъ съ безчисленнымъ же лабиринтомъ острововъ, островковъ, полуострововъ, косъ и т. п. Даже пространства между озерами сохраняютъ тотъ же характеръ сухопутныхъ шхеръ, если можно такъ выразиться, т. е. представляютъ равнины, усѣянныя безчисленными количествами бугровъ твердой горной породы, выступающими среди равнины, то въ видѣ округленныхъ вершинъ и бараньихъ лбовъ (преимущественно вблизи нынѣ существующихъ озеръ), то въ видѣ лѣсистыхъ бугровъ, усѣянныхъ камнями, — ландшафтъ чрезвычайно разнообразный и миловидный и вполнѣ типичный для Финляндіи. Почва большею частію камениста въ южныхъ частяхъ страны. По мѣрѣ же удаленія къ сѣверу, болѣе и болѣе выступаютъ аллувіальныя равнины, покрытыя тонкослоистыми иловатыми песками и глинами,—высохшее дно прежнихъ озеръ; озера вытягиваются здѣсь въ узкія цѣпи, — особенно тамъ гдѣ долины съуживаются, какъ напримѣръ къ С. отъ Куопіо, — а по сторонамъ ихъ тянутся то волнистыя поляны воздѣланныхъ полей, то обширныя моховыя болота, поросшія лѣсомъ, какъ напр. въ приходахъ Нурмисъ и Пьѣлисъ, къ С. отъ Іоенсу́, гдѣ восточная впадина не съуживается въ долину, какъ упомянутая сейчасъ средняя впадина. Наконецъ мы дали бы неполное понятіе объ озерной Финляндіи, если бы не указали на замѣчательный параллелизмъ въ частныхъ очертаніяхъ водоёмовъ въ южныхъ частяхъ страны озеръ, проявляющійся въ безчисленныхъ озерахъ, заливахъ и проливахъ, вытянутыхъ съ С.-З. на Ю.-В., и въ такихъ же очертаніяхъ безчисленнаго множества острововъ, полуострововъ и косъ. Сѣвернѣе, гдѣ аллувіальные покровы достигаютъ большей мощности, этотъ параллелизмъ исчезаетъ.

Къ С. отъ Каянской гряды лежитъ уже особый водный

бассейнъ озера Улео, расположившійся въ долинахъ отроговъ сѣверныхъ горъ. Онъ уже не походитъ на страну озеръ, какъ по отсутствію шхеръ, такъ и по высотѣ горъ, окаймляющихъ озёра въ небольшемъ разстояніи отъ ихъ теперешнихъ береговъ.

Таковъ, въ самыхъ общихъ чертахъ, характеръ поверхности южной Финляндіи. Подробнѣе мы познакомимся съ отдѣльными ея частями въ слѣдующихъ главахъ.

ИНСТИТУТ НАСЛЕДИЯ

I.

ОТЪ ВЫБОРГА ДО ПУНГАХАРЬЮ.

Выборгъ и его окрестности. — **Округленныя вершины, бараньи лбы.** — Отчего зависитъ куполовидная форма гранитныхъ горъ въ Выборгѣ? — Скорлупчатое дѣленіе бараньихъ лбовъ. — **Валуны.** — Выборгскіе валуны принесены льдомъ. — **Скалы, полируемыя морскимъ прибоемъ.** — Отличіе водной полировки отъ ледниковой.—**Наносы.** — Холмы по берегу залива. — **Иматра.** — Слабое дѣйствіе водопада.—Глина и Иматровскіе камни.—Переѣздъ до Пунгахарью.

Въ Выборгѣ, какъ я уже писалъ въ путевыхъ письмахъ, можно, почти не выходя изъ города, ознакомиться въ общихъ чертахъ со всѣмъ арсеналомъ доказательствъ ледниковой гипотезы. Здѣсь есть и множество куполовидныхъ и изборожденныхъ скалъ, и массы валуновъ въ самыхъ прихотливыхъ положеніяхъ, и даже остатки моренъ древнихъ ледниковъ. Поэтому, мы пробыли въ Выборгѣ три дня, чтобы обозрѣть сразу всѣ тѣ явленія, которыя потомъ должны были попадаться намъ на каждомъ шагу. Ак. Гельмерсенъ, издавна знакомый съ Выборгомъ и его окрестностями, взялъ на себя трудъ ознакомить насъ (ак. Шмидта, М. П. Ребиндера и меня) съ тѣмъ, что́ здѣсь наиболѣе заслуживаетъ вниманія геолога. Какъ ни часто посѣщалась эта мѣстность геологами, но нѣтъ однако сомнѣнія, что здѣсь много еще осталось сдѣлать: не начатое до сихъ поръ изслѣдованіе наносовъ въ ближайшихъ окрестностяхъ Выборга (а особенно — въ той долинѣ, которая образуется Выборгскимъ заливомъ и его сѣверо-восточными продолженіями, протокомъ Нэтеле [Nätelä] и разливомъ Вуоксена, съ ихъ боковыми долинами) должно обогатить ледниковую литературу весьма любопытными дан-

ными. Мы ограничились конечно бѣглымъ осмотромъ, обращая вниманіе главнымъ образомъ на тѣ явленія, которыя описаны нашимъ уважаемымъ академикомъ въ его сочиненіи о русскомъ дилувіи. Не вдаваясь въ перечисленіе всего видѣннаго, я остановлюсь только на тѣхъ фактахъ, въ истолкованіи которыхъ не схожусь съ акд. Гельмерсеномъ.

Округленныя вершины, бараньи лбы (dômes arrondis, roches moutonnées). Разсматривая различные способы образованія валуновъ изъ твердыхъ горныхъ породъ, г. Гельмерсенъ приводитъ извѣстное мнѣніе Л. Буха относительно куполовидной формы, принимаемой на поверхности гранитами и гнейсами, и дѣлимости такихъ куполовидныхъ бугровъ на концентрическія скорлупы. Бухъ, какъ извѣстно, приписалъ куполовидную форму, нерѣдко замѣчаемую у гранитовъ и гнейсовъ, тому, что первые были изверженны огненно-жидкими въ видѣ большаго пузыря (eine Art von Blase), а концентрическую дѣлимость такихъ куполовидныхъ скалъ приписалъ сжатіямъ, происходившимъ при охлажденіи массы; присутствіе же большихъ валуновъ на гранитныхъ куполовидныхъ вершинахъ онъ объяснялъ растрескиваніемъ, вслѣдствіе сжатія охлаждавшихся скорлупъ. Примѣры Буха взяты почти всѣ изъ странъ, ледниковое покрытіе которыхъ несомнѣнно, а именно: изъ Финляндіи, Швеціи, Корнваллиса, Швейцаріи и гористыхъ частей средней Германіи (Исполинскія горы, Богемскія, Шварцвальдъ, Оденвальдъ), и такимъ образомъ, благодаря тому, что Бухъ совершенно не обращалъ вниманія на работы Дезора, Агассиса и др., всѣ бараньи лбы Финляндіи и Швеціи (Бухъ особенно останавливается на нихъ) попали въ разрядъ изверженныхъ гранитныхъ пузырей [1]).

[1]) L. v. Buch, Ueber Granit und Gneuss in Hinsicht der Formen, mit denen sie auf der Erdoberfläche erscheinen. Poggendorff's Annalen, Bd. 58, 1843, pp. 289—294. Первоначальное сообщеніе—въ „Запискахъ Берлинской Академіи Наукъ“ 1842 года. — Опровергать теперь эти воззрѣнія было бы конечно напрасною тратою времени; нѣкоторыя замѣчанія см. впрочемъ въ XVI главѣ.

Г. Гельмерсенъ, излагая эти воззрѣнія Буха, не только не возражаетъ противъ нихъ, но еще говоритъ, что „тѣ-же явленія могутъ быть превосходно наблюдаемы на гранитахъ и гнейсахъ Финляндіи и Олонецкой губерніи, преимущественно — на крупнозернистыхъ гранитахъ“ [2]), и какъ примѣръ куполовидной формы принимаемой изверженными гранитами и ихъ скорлупчатаго дѣленія, онъ приводитъ куполовидную вершину въ паркѣ бар. Николаи (Monrepos) въ Выборгѣ; подробное ея описаніе сопровождается рисункомъ. Между тѣмъ, скала въ Monrepos есть самый обыкновенный *бараній лобъ*, даже и не особенно большой, а такой какіе тысячами встрѣчаются во всѣхъ странахъ, прежде покрытыхъ ледниками. Форма ея, приблизительно изображенная въ разрѣзѣ на рис. 2, даже вовсе не куполовидная, а округленная только съ одной стороны, и такимъ образомъ, если бы даже и существовали изверженные гранитные пузыри Буха, то скала въ Monrepos не могла бы быть приводима въ подтвержденіе ихъ существованія.

Наконецъ концентрическаго дѣленія въ *этомъ* бараньемъ лбѣ вовсе не видно, и ак. Гельмерсенъ, повторяя воззрѣнія Буха, основываетъ существованіе такого дѣленія на *предположеніи*, что нѣкогда существовала верхняя скорлупа, которая, вывѣтриваясь, разбилась на большія глыбы, нынѣ лежащія у подножія скалы. Между тѣмъ, глыбы лежащія у подножія скалы вовсе не обличаютъ своего происхожденія изъ обломковъ скорлупы, это самые обыкновенные валуны, тысячами лежащіе въ заливѣ. Вмѣстѣ съ этимъ (p. 5), ак. Гельмерсенъ замѣчаетъ, что этотъ и другіе „правильно-закругленные холмы и горы не суть бараньи лбы (roches moutonnées), потому что поверхность этихъ гранитныхъ эллипсоидовъ не отшлифована и не покрыта бороздами, а шероховата (rauh)“.

---

[2]) G. Helmersen. Studien über die Wanderblöcke und die Diluvialgebilde Russlands, Ptrsb. 1869, p. 4; изъ Mém. de l'Acad. d. Sc. de St-Pétersb., VII Série, t. XIV.

Такое возраженіе, конечно, чрезвычайно странно, ибо если поверхность означенной скалы въ Monrepos и не отшлифована, то она настолько же гладка, насколько бываютъ гладки поверхности девяти десятыхъ или вѣрнѣе $^{99}/_{100}$ всѣхъ бараньихъ лбовъ въ Финляндіи, да и повсемѣстно: въ какую бы страну мы ни отправились, мы вездѣ увидимъ, что блестящія, лоснящіяся поверхности бараньихъ лбовъ составляютъ исключеніе. Даже тамъ, гдѣ есть ясные шрамы, и тамъ поверхность скалы оказывается большею частію шероховатою, — если только она не сохранилась особенно хорошо, въ силу какихъ нибудь особыхъ благопріятныхъ условій. Тоже самое слѣдуетъ замѣтить и относительно шрамовъ, которые вовсе не такъ хорошо сохраняются, какъ это можно было бы думать. Хоть бы въ томъ-же Выборгѣ мы находимъ сохранившіеся шрамы только въ одномъ мѣстѣ [3]), тогда какъ другіе слѣды ледниковаго покрытія видны въ изобиліи. Поэтому, ни шероховатости поверхности скалы въ паркѣ бар. Николаи, ни отсутствію на ней шрамовъ нельзя придавать никакого значенія.

При этомъ, не лишнее будетъ напомнить, что и въ Швейцаріи, округлыя формы, представляемыя поверхностью гранитовъ, долгое время тоже старались объяснить генетическими причинами, тогда какъ впослѣдствіи было доказано, что эти формы обязаны своимъ происхожденіемъ сглаживающей силѣ ледниковъ. Такъ напримѣръ, извѣстно что Хюги (Hugi) даже отличалъ въ Альпахъ *полу-гранитъ* и *брюховидный гранитъ* (Halbgranit и Bauchgranit), называя такъ породу въ верхней части стѣнъ швейцарскихъ долинъ и породу въ нижнихъ частяхъ, и для объясненія различія формы ихъ поверхностей, предполагалъ отличія въ строеніи гранита. Впослѣдствіи же (1841) Дезоръ съ товарищами, доказали, что этотъ Bauchgranit и Halbgranit суть ничто иное какъ *абсолютно одинъ и тотъ же* гранитъ, но только проявляющійся: одинъ, въ пре-

---

[3]) Подробнѣе объ этомъ см. ниже, въ XV главѣ.

дѣлахъ дѣйствія древнихъ ледниковъ, — въ видѣ бараньихъ лбовъ, а другой, внѣ этой области — въ видѣ зубчатыхъ, фантастически разрушенныхъ скалъ [4]).

Гораздо интереснѣе и труднѣе объяснима *скорлупчатая дѣлимость* бараньихъ лбовъ, и такъ какъ она наблюдалась въ очень многихъ мѣстахъ, — почти всюду гдѣ только извѣстны бараньи лбы, — то я остановлюсь нѣсколько на этомъ явленіи.

Проф. Р. Э. Ленцъ, жившій въ то время въ Выборгѣ, показалъ мнѣ впослѣдствіи скорлупчатую дѣлимость гранитныхъ скалъ на сѣверо-восточномъ берегу Выборгскаго залива, вправо отъ дороги въ Еппилле (Jäppillä). Эти скалы дѣйствительно дѣлятся на пласты концентричные съ ихъ округлою поверхностью, причемъ одна скала, особенно типичная, также представляетъ округлость только на одной сторонѣ, какъ большой бараній лобъ. Не перечисляя всѣхъ тѣхъ случаевъ, гдѣ я наблюдалъ впослѣдствіи тоже явленіе, я укажу еще на островъ *Большой Тюттерсъ*, лежащій въ финскомъ заливѣ, гдѣ въ западной части острова возвышается изъ подъ кварцита большой гранитный бугоръ въ 0,7 версты въ діаметрѣ. Онъ также представляетъ превосходно-выраженную скорлупчатую дѣлимость гранита, который дѣйствительно слупливается здѣсь (также какъ и въ Выборгѣ) не совсѣмъ правильными параллелопипедами: четыре почти вертикальныя плоскости дѣленія суть прекрасно-выраженныя плоскости спайности, а двѣ горизонтальныя, или слегка наклонныя плоскости обусловливаются положеніемъ округлой поверхности этого бараньяго лба. При этомъ (см. рис. 3) какъ верхняя округлая поверхность *a*, такъ и нижняя *b*, покрыты параллельными ледниковыми бороздами, изъ чего ясно слѣдуетъ, что мы имѣемъ здѣсь дѣло не съ какою нибудь первичною формою, принятою гранитомъ при ея появленіи на поверхности земной коры,

[4]) E. Desor. Der Gebirgsbau der Alpen, deutsch bearbeitet von Teobald. Wiesbaden, 1865, p. 104.

ИНСТИТУТ НАСЛЕДИЯ

а съ формою позднѣйшею, производною, — обязанною своимъ происхожденіемъ сглаживающему дѣйствію льда. Иначе мы должны были бы допустить, что ледниковый покровъ, о которомъ свидѣтельствуютъ борозды, не имѣлъ никакого дѣйствія на поверхность скалы, — чему противорѣчитъ все то, что мы знаемъ объ округляющемъ дѣйствіи ледниковъ.

Подобную же скорлупчатую дѣлимость гнейсовъ (слѣдовательно породы отнюдь не изверженной) можно видѣть въ большихъ размѣрахъ близъ Нишлота (см. III главу) и во многихъ другихъ мѣстахъ Финляндіи.

Если обратиться къ ледниковой литературѣ, то мы увидимъ, что тоже явленіе наблюдалось повсемѣстно, гдѣ только встрѣчались другіе слѣды ледниковъ. Пользуясь имѣющимися подъ руками источниками, я укажу на слѣдующіе примѣры: у Рорбаха (Rohrbach) и у Чортова моста (въ Швейцаріи) видны лучшіе примѣры такой дѣлимости гранита, говоритъ Рютимейеръ. „Порода дѣлится щелями не только вертикально, но кромѣ того, она имѣетъ еще дѣлимость, — хотя и менѣе замѣтную, — горизонтальную, довольно правильную, повторяющуюся черезъ 3—4 ф.“. Плоскости расположенія слюды не параллельны этимъ плоскостямъ дѣлимости. Вся порода дѣлится такимъ образомъ на большіе ромбоэдры [6]). Описывая С.-Готарскій перевалъ, Рютимейеръ говоритъ далѣе: „Несомнѣнно что кромѣ вышеописанныхъ плоскостей расщеливанія (Klüftungslinien), имѣетъ значеніе еще одна плоскость, *параллельная поверхности* породы и несомнѣнно обязанная своимъ происхожденіемъ вывѣтриванію, а также можетъ быть и дѣйствію льда. Родъ листованія (Abblätterung), которое дѣлитъ породу на концентрическія скорлупы, подобныя годовымъ кольцамъ дерева, замѣтенъ *на всѣхъ баранихъ лбахъ, оставшихся послѣ дѣйствія ледниковъ;* причемъ конечно, эти бараньи лбы иногда бываютъ также прорѣзаны и тѣми тремя,

[6]) L. Rütimeyer. Ueber Thal- und See-Bildung. Beiträge zum Verständniss der Oberfläche der Schweiz. Basel, 1869, p. 30.

ранѣе и интенсивнѣе дѣйствовавшими плоскостями дѣленія, о которыхъ упомянуто было выше (двѣ вертикальныя и одна горизонтальная)". „Можетъ быть даже періодически-различное смачиваніе породы (годовое таяніе снѣговъ) достаточно, чтобы объяснить это стремленіе къ дѣлимости параллельно поверхности", замѣчаетъ Рютимейеръ, — но съ этимъ трудно согласиться [7]).

Тоже замѣчено и въ Америкѣ, гдѣ гора Катахдинъ (Katahdin), носящая несомнѣнные слѣды ледниковаго покрытія, состоитъ изъ гранита, дѣлящагося на слои, повсемѣстно падающіе въ плоскостяхъ, параллельныхъ склонамъ горы, и образующіе такимъ образомъ родъ мантій [8]). То же, замѣчаетъ проф. Ласки, видно и во всѣхъ гранитныхъ холмахъ Мэпа, и это явленіе онъ объясняетъ дѣйствіями прежнихъ ледниковъ [9]).

Такихъ примѣровъ можно было бы привести еще нѣсколько изъ Великобританіи и Норвегіи.

Такъ какъ скорлупчатая дѣлимость гранита замѣчается,

---

[7]) L. c., p. 43, примѣчаніе. — Скорлупчатое дѣленіе породы едвали можетъ обусловливаться періодическою причиною, дѣйствующею съ такими краткими періодами, какъ одинъ годъ; ибо такая періодическая причина могла бы имѣть послѣдствіемъ только такое же періодическое явленіе, съ такимъ же краткимъ періодомъ. Порода должна была бы слущиваться въ такомъ случаѣ каждогодно на одну скорлупу; но этого нѣтъ на самомъ дѣлѣ. Если періодическая смѣняемость временъ года имѣетъ вліяніе на слущиваніе породы, то имъ можетъ обусловливаться только слущиваніе тонкихъ скорлупокъ, въ 5—10 мм. толщиною, — которое мнѣ дѣйствительно и приходилось наблюдать въ Финляндіи и еще чаще въ Сибири.

[8]) J. Laski. Glacial Action on Mount Katahdin, въ Silliman's American Journal, III Series, vol. III, pp. 29, 30. — Кромѣ того, укажу на скорлупчатую дѣлимость въ большихъ размѣрахъ въ гранитныхъ холмахъ по Джунбулаку въ Вост. Сибири (см. рисунокъ, приложенный въ IX—X тому „Записокъ Сибирскаго Отдѣла"), гдѣ разносъ валуновъ несомнѣнно свидѣтельствуетъ о ледниковыхъ дѣйствіяхъ, а также на скорлупчатое дѣленіе *гнейса* на баранъихъ лбахъ на берегу моря у Ilha de Boi въ Бразиліи. Ср. Harth. Geol. and Phys. Geogr. of Brazil, 70.

[9]) При предварительномъ осмотрѣ, Ласки и Хичькокъ (Hitchcock), замѣтивъ эту слоистость на одномъ изъ склоновъ горы, приписали это обыкновенной слоистости гранита. Только впослѣдствіи обнаружилось, что слои падаютъ ко всѣмъ странамъ свѣта, параллельно *склонамъ* горы.

слѣдовательно, на бараньихъ лбахъ и вообще на возвышенностяхъ, округленныхъ дѣйствіями ледниковъ, и такъ какъ поверхности дѣленія бываютъ въ такихъ случаяхъ концентричны съ поверхностями, которыя обязаны своимъ происхожденіемъ ледникамъ, то ясно, что мы имѣемъ здѣсь дѣло не съ первичнымъ явленіемъ, связаннымъ съ происхожденіемъ, или появленіемъ гранита на земной поверхности, а съ явленіемъ позднѣйшимъ, которое совершилось тогда, когда порода получала уже свою форму округленной вершины, или бараньяго лба. А такъ какъ мы повсемѣстно замѣчаемъ такое явленіе (дѣленіе параллельно поверхности) въ породахъ, подвергавшихся дѣйствію ледниковъ, то есть основаніе предполагать, что скорлупчатая дѣлимость бараньихъ лбовъ и куполовидныхъ вершинъ находится въ связи съ ледниковымъ покрытіемъ. Такъ и объясняютъ это явленіе упомянутые сейчасъ Рютимейеръ и Ласки. Правда, что Рютимейеръ указываетъ и на періодичность въ смачиваніи породы, какъ на одну изъ возможныхъ причинъ, а Стерри Хёнтъ (Sterry Hunt) пытался объяснить это явленіе періодическими измѣненіями температуры; но, какъ справедливо замѣтилъ Ласки, такая дѣлимость замѣчается иногда на такую громадную глубину (какъ напримѣръ въ каменоломняхъ Vinalhaven'a, гдѣ порода дѣлится на слои или „платформы“ вездѣ, куда ни проникали каменотёсы), что нѣтъ возможности приписывать ее разностямъ температуръ: она распространяется слишкомъ глубоко въ земную кору. Съ другой стороны, опыты Шарпа, Сорби, Хоутона (Haughton) и Тиндалля теперь несомнѣнно уже доказали, что сланцеватая дѣлимость или спайность въ горныхъ породахъ можетъ быть вызвана сильнымъ *давленіемъ;* она является тогда перпендикулярно направленію давленія. Въ виду этого факта, мы имѣетъ въ давленіи ледниковъ на сглаженную ими поверхность горъ дѣйствительную, *возможную* и, по моему мнѣнію, *весьма вѣроятную* причину скорлупчатой дѣлимости бараньихъ лбовъ и куполовидныхъ вершинъ. — Дальнѣйшія

изслѣдованія должны показать, рядомъ болѣе многочисленныхъ наблюденій, насколько это явленіе распространено въ странахъ несомнѣнно покрывавшихся толстыми ледниками, и не встрѣчается ли оно въ странахъ, которыя несомнѣнно не были подъ ледниковымъ покровомъ въ позднѣйшія геологическія эпохи [10]).

Валуны. Относительно валуновъ, о которыхъ упоминаетъ ак. Гельмерсенъ въ своемъ изслѣдованіи о русскомъ дилувіи, я также долженъ сдѣлать одно замѣчаніе; а именно, я никакъ не могу согласиться съ предположеніемъ, что валуны, подобные „сахарной головѣ“ и другимъ, свалились сверху и суть чисто-мѣстные продукты разрушенія [11]). Уже относительно „сахарной головы“ крайне сомнительно, чтобы этотъ валунъ могъ свалиться сверху и, застрявши нижнею округленною частью между двухъ камней, могъ удержаться въ *вертикальномъ* положеніи: верхняя массивная часть, продолжая движеніе по наклонной линіи, когда нижнія части были задержаны, должна была вывернуть камень, отчего онъ либо легъ бы въ наклонное положеніе, либо упалъ бы далѣе по склону горы. Но если относительно этого валуна еще могутъ быть какіенибудь споры, такъ какъ выше его есть горная порода, отъ которой онъ могъ отдѣлиться, то относительно упоминаемыхъ ак. Гельмерсеномъ трехъ валуновъ, образующихъ ворота, уже не можетъ быть никакихъ сомнѣній. Верхнему камню во 1, и не откуда было свалиться, а во 2, нужно видѣть, какъ нѣжно положенъ этотъ валунъ на свои подпорки: его острыя ребра, которыя конечно поломались бы въ дребезги при паденіи, не потерпѣли ни малѣйшаго поврежденія; небольшіе

[10]) Нѣтъ сомнѣнія, что плотность и слитность породы имѣетъ въ этомъ случаѣ весьма важное значеніе. Напр. у діоритовъ ак. Гельмерсенъ (l. c. p. 6) не наблюдалъ скорлупчатой дѣлимости.

[11]) Рисунокъ „сахарной головы“ напечатанъ въ книгѣ г. Гельмерсена; фотографіи нѣкоторыхъ другихъ валуновъ, въ томъ числѣ и трехъ образующихъ ворота (Wanderblöcke, p. 6), продаются въ Выборгѣ.

камни, попавшіе между верхнимъ и большимъ нижнимъ валуномъ, нисколько не пострадали; а довольно гладкая поверхность нижняго камня нисколько не тронута, не изцарапана, не исколота, не повреждена. Такъ лечь на нижній камень валунъ могъ только при весьма медленномъ опусканіи, и существуетъ только одна естественная причина, способная дать такой результатъ, — таянье льда, на которомъ лежалъ валунъ. Очевидно, что, принесенный изъ сосѣднихъ окрестностей льдомъ, при медленномъ уменьшеніи ледниковъ, онъ опускался мало-по-малу и легъ такимъ образомъ въ это оригинальное положеніе, свойственное вообще всѣмъ *посаженнымъ* валунамъ (blocs perchés швейцарскихъ геологовъ). То же относится и до „сахарной головы“, хотя невозможность паденія сверху въ этомъ случаѣ не такъ очевидна.

Скалы полируемыя прибоемъ. М. П. Ребиндеръ указалъ намъ (близъ кладбища) довольно любопытный случай скалъ, состоящихъ изъ того же гранита, какъ и скалы, отполированныя ледниками, и полируемыхъ въ настоящее время прибоемъ волнъ, при помощи крупнаго песка и хряща. Любопытно было сравнить характеръ этой политуры съ характеромъ ледниковой. Одного наблюденія въ этомъ случаѣ конечно недостаточно, и я заношу его просто какъ указаніе. Эти скалы прежде всего имѣютъ весьма большое сходство со скалами полируемыми Иматровскимъ водопадомъ, и довольно ясно отличаются отъ скалъ съ ледниковою политурою. Въ то время какъ ледникъ стремится образовать на скалѣ *выпуклыя* поверхности, море стремится образовать поверхности *вогнутыя*. Хотя образующіяся такимъ образомъ впадины вообще очень невелики, но онѣ всё-таки очень хорошо замѣтны; всѣ онѣ хорошо выполированы. Если бы дѣйствіе продолжалось съ постоянствомъ, то весьма вѣроятно, что мѣстами образовались бы отлогія ложбинки, или каналики, въ слѣпомъ концѣ которыхъ начали бы образовываться небольшія подобія котловъ. Подоб-

ное явленіе я наблюдалъ въ послѣдствіи въ Гельсингфорсѣ, на островѣ Скансландѣ. Вообще говоря, шлифовка скалъ прибоемъ довольно ровна, хотя уже на пространствахъ въ одинъ квадр. метръ замѣчаются неправильности полировки, не встрѣчающіяся въ полировкѣ ледниковой. Совершенно ровныхъ плоскостей здѣсь не бываетъ. Особенно замѣтна зависимость морской полировки отъ различій въ твердости породы; между тѣмъ извѣстно, что въ скалахъ, отполированныхъ ледниками, твердыя кварцевыя жилы бываютъ срѣзаны въ одинъ уровень съ удоборазрушимымъ гранитомъ. Я полагаю вслѣдствіе этого, что внимательный наблюдатель, хорошо знакомый съ обоими родами полировки, сумѣетъ найти различія, которыя дадутъ возможность отличать, даже и на вывѣтрѣлыхъ поверхностяхъ, которому изъ двухъ дѣятелей скала обязана своею полировкою [12]).

Наносы. Изъ наносовъ мы осматривали въ Выборгѣ только глину у кирпичнаго завода. Она обнажена здѣсь до глубины отъ 1,5 до 2 м. (5—7 ф.); слоистости въ ней не замѣтно, но, судя по положенію этой глины, надо думать, что это образованіе подводное: озерное или морское. Глина непосредственно покрывается небольшимъ слоемъ желтаго песка съ небольшими валунами, тоже, по всей вѣроятности, подводнымъ образованіемъ. Какъ сѣрая глина, такъ и песокъ имѣютъ, какъ мы увидимъ ниже, весьма обширное распространеніе въ береговой полосѣ Финляндіи, и въ слѣдующихъ главахъ мы не разъ будемъ имѣть случай вернуться къ нимъ.

Кромѣ этихъ наносовъ, встрѣчается еще наносъ, располо-

[12]) Предыдущія строки были написаны, когда я еще не зналъ что, подобное же наблюденіе было сдѣлано Рютимейеромъ. Этимъ совпаденіемъ подтверждается, что указанный признакъ дѣйствительно вѣренъ и легко-отличимъ. Рютимейеръ говоритъ про „глубоко вымытыя и гладко вышлифованныя впадины, представляющія несомнѣнные признаки высшаго положенія рѣки и легко-отличимые отъ ледниковой политуры, такъ какъ *ледники болѣе полируютъ выпуклыя поверхности а вода — вогнутыя*“. L. Rütimeyer. Ueber Thal- und See-Bildung, p. 55.

женный въ видѣ холмовъ. Если переѣхать изъ Выборга черезъ заливъ Суоменваденъ похья, по мосту, ведущему къ Па́пполя; то тотчасъ послѣ моста, справа возлѣ дороги, виденъ разрытый холмикъ наноса. Ак. Шмидтъ обратилъ наше вниманіе на этотъ холмикъ, указавъ, что онъ состоитъ изъ неслоистаго хряща съ валунами, похожаго на ледниковый щебень; хрящъ состоитъ изъ совершенно округлыхъ камней, но содержитъ много бѣловато-сѣрый пыли, почему и имѣетъ характеръ ледниковаго щебня съ округлыми камнями (сходство съ ядромъ Упсальскаго оза—полное). Такіе холмики встрѣчаются повидимому еще въ нѣсколькихъ мѣстахъ по берегу упомянутаго залива, и если дѣйствительно они состоятъ изъ одного и того же матеріала, то это не что иное, какъ остатки боковой морены. Мы не успѣли обслѣдовать ихъ точнѣе, а потому я ограничиваюсь однимъ указаніемъ для будущихъ изслѣдователей [13]).

Изъ Выборга мы отправились (ак. Гельмерсенъ, ак. Шмидтъ и я) въ почтовыхъ телѣжкахъ къ Пунгахарью, проѣзжая черезъ станціи Еппилле (Jäppillä), Ви́тика (Wiitikka) и Си́толя (Siitola), изъ которыхъ послѣдняя лежитъ на берегу Вуоксена у Иматровскаго водопада. Проѣзжая здѣсь безъ остановокъ, чтобы скорѣе добраться до Пунгахарью, мы только изрѣдка выходили изъ повозокъ, чтобы осмотрѣть какое-

---

[13]) Послѣ того, какъ эта глава была написана, И. С. Поляковъ, посѣтивъ Выборгъ осенью 1873 года, занялся тамъ изслѣдованіемъ наносовъ. Онъ дѣйствительно нашелъ, что всѣ эти холмы и множество островковъ и грядъ валуновъ составляютъ остатки разрушенныхъ моренъ, *пересѣкающихъ* заливъ. Привезенные имъ образцы ледниковаго щебня изъ этихъ моренъ (сохранившагося на островахъ во впадинахъ между валунами) не оставляютъ болѣе ни малѣйшаго сомнѣнія въ моренномъ происхожденіи этихъ холмовъ, а также и всей массы валуновъ, встрѣчающихся въ Выборгскомъ заливѣ. На продолженіяхъ этихъ моренъ, на берегу, встрѣчаются также залежи ледниковаго щебня промытыя на поверхности, гдѣ представляются всевозможные переходы отъ ледниковаго щебня къ окатанному галечнику.

нибудь обнаженіе, а потому на этомъ протяженіи собраны слишкомъ отрывочныя замѣтки, чтобы стóило останавливаться на нихъ. Я не стану также останавливаться на водопадѣ Иматрѣ, о которомъ такъ много уже писано, и ограничусь только нѣкоторыми замѣчаніями о дѣйствіи этого водопада на омываемыя имъ горныя породы.

Всѣ, видѣвшіе Иматру, или читавшіе описаніе Куторги [14]), знаютъ, какая громадная масса воды проносится въ этомъ каменномъ ложѣ и какъ велика ея скорость. Одна волна нагоняетъ другую, съ разбѣга наскакиваетъ на нее, и обѣ ударяются о береговыя скалы, и съ ревомъ отбрасываются назадъ высокими снопами. Громадная масса воды бѣжитъ съ громадмою скоростью, и способна была бы приводить въ движеніе нѣсколько сотъ или тысячъ водяныхъ колесъ, съ силою равною тысячамъ большихъ паровыхъ машинъ; поэтому умъ, привыкшій думать о страшной разрушительной силѣ большихъ, быстронесущихся массъ воды, невольно поражается ничтожностью достигаемыхъ здѣсь водою результатовъ. Вода, безъ примѣси твердыхъ частицъ, оставляетъ почти нетронутыми тѣ скалы, о которыя она ударяется. Только тамъ, гдѣ она заливается въ трещины, она способствуетъ разрушенію породы; полировка-же замѣтна только въ одномъ мѣстѣ, причемъ вода слегка шлифуетъ готовыя плоскости, образующіяся при разрушеніи породы [15]). Но полировки, подобной ледниковой, здѣсь нѣтъ и слѣда; поверхности скалъ не только довольно шероховаты, но и въ общемъ довольно неровны. Не менѣе заслуживаетъ вниманія то обстоятельство, что брёвна, небольшіе чурбаны и даже доски, которые бросаются туристами въ водопадъ, оказываются, послѣ выхода изъ него, чрезвычайно мало поврежденными. Въ концѣ водопада, на лѣвомъ берегу, я наткнулся на не-

---

14) S. Kutorga. Geognostische Beobachtungen im Südlichen Finland, въ Verhandlungen der Mineralogischen Gesellschaft zu Petersburg, Jhrg. 1850—51. Ptrsb. 1851.

15) У палатки, близъ вновь строющейся гостинницы. Ср. также у Куторги, l. c.

большой заливъ, куда выкинуло всю эту массу лѣса, и этотъ лѣсъ поразилъ меня степенью своего сохраненія. Кора съ него содрана (брёвна вѣроятно бросаютъ не стесывая коры), но древесина почти совершенно нетронута: измочаливается только самый тонкій наружный слой, менѣе чѣмъ на 2—3 мм.; клиновидно-стесанные концы брёвенъ или чурбанчиковъ сохраняются вполнѣ; доски даже не расколоты.

То же слабое дѣйствіе воды замѣчается и въ старомъ руслѣ водопада, которое видно на лѣвомъ берегу, на высотѣ около 12 м. (40 ф.) надъ теперешнимъ уровнемъ воды. Оно прежде всего поражаетъ угрюмостью и дикостью своего ландшафта. Нѣтъ ничего подобнаго округленнымъ, волнистымъ поверхностямъ ледниковаго дна; напротивъ того, всюду торчатъ остроребрые камни или хоботы, вытянутые въ направленіи теченія водопада; полировки, или даже просто сглаженности, нѣтъ и слѣда. Не менѣе слаба оказывается и переносная сила водопада. Нечего и говорить уже о томъ, чтобы водопадъ могъ двигать такіе большіе валуны, какъ извѣстные по своей величинѣ эрратическіе, напр. въ 5 или 10 м. (15—30 ф.) въ діаметрѣ; но даже и несравненно-меньшіе валуны, а именно около 1 кубич. метра (35 куб. ф.), какъ видно, лежали въ руслѣ водопада безъ всякаго движенія, въ продолженіе очень долгихъ періодовъ: въ одномъ валунѣ, лежавшемъ на днѣ водопада, успѣлъ напримѣръ образоваться значительный гигантскій котелъ, о которомъ говорилъ уже Куторга [16]).

Вообще, хотя впечатлѣніе, производимое на человѣка каждымъ водопадомъ, чрезвычайно сильно, и конечно гораздо сильнѣе впечатлѣнія, производимаго ледникомъ, но вліяніе водопада на горныя породы, по которымъ онъ проносится, несравненно слабѣе, чѣмъ можно было бы думать съ перваго раза, и конечно не можетъ быть даже сравниваемо съ вліяніемъ самаго маленькаго ледника. Тѣ, которые продолжаютъ

[16]) Kutorga, l. c., p. 266.—Тоже и въ другомъ валунѣ; дно котла теперь отбилось.

прибѣгать, для объясненія нѣкоторыхъ дилувіальныхъ явленій, къ дѣйствію проточной воды, должны бы помнить сравнительную слабость постояннаго дѣйствія этихъ водъ; онѣ становятся могучими лишь тогда, когда задерживаются на время какимъ-нибудь препятствіемъ и наконецъ преодолѣваютъ, унося его передъ собою съ большою скоростью; тогда онѣ дѣйствительно способны передвигать даже валуны въ 20 куб. м. (700 куб. ф.), какъ тотъ валунъ съ небольшую избу, о которомъ разсказываетъ Ляйелль. При нормальномъ же порядкѣ дѣлъ, протекая по установившемуся, или даже устанавливающемуся руслу, онѣ весьма медленно измѣняютъ его, если оно проложено въ твердыхъ породахъ. Шагъ за шагомъ, дюймъ за дюймомъ углубляя или расширяя его, онѣ образуютъ глубокія и широкія долины, не отторгая отъ дна или стѣнъ русла громадныхъ глыбъ, подобныхъ тѣмъ, которыя переносятся ледниками, а относя далѣе и далѣе и постепенно измельчая, ихъ мелкіе обломки отъ скалъ, или отъ первоначально-громадныхъ обваливающихся камней. Если бы это сознаніе было живо въ умахъ всѣхъ геологовъ, то мы избавились бы отъ значительной части гипотезъ, стремящихся объяснить воднымъ путемъ такія явленія, которыя или вовсе не могутъ быть произведены водою, какъ равномѣрная полировка на большихъ площадяхъ, или возможны только въ рѣдкихъ, необыкновенныхъ случаяхъ, т.-е. при наводненіяхъ, какъ переносъ большихъ валуновъ. Необходимость въ послѣднемъ случаѣ указать на причины, могшія вызвать въ каждой данной мѣстности подобныя наводненія, вела бы по крайней мѣрѣ къ болѣе строгому приложенію водныхъ гипотезъ. Въ виду этого, нельзя не пожелать появленія болѣе полныхъ и обширныхъ изслѣдованій надъ истирающею, полирующею и переносною силою большихъ массъ воды, каковы большіе водопады и вообще большія горныя рѣки.

Вырвавшись изъ своего узкаго русла, гдѣ онѣ ниспадаютъ Иматровскимъ водопадомъ, или собственно говоря—большимъ

порóгомъ, воды Вуоксена образуютъ небольшое расширеніе, потомъ снова стѣсняются въ лощинкѣ, и часть ихъ снова переливается, въ одной излучинѣ, небольшимъ, но весьма живописнымъ водопадомъ Кюро (Куго). Вдавшійся здѣсь съ лѣваго берега полуостровокъ, образующій излучину, сильно размытъ и представляетъ большое обнаженіе въ сѣрой глинѣ, извѣстное по находимымъ въ немъ Иматровскимъ камнямъ. Обнаженная здѣсь глина—свѣтло-сѣраго, слегка синеватаго цвѣта, мелко-слоистая, переслаивающаяся съ другою, болѣе свѣтлою и болѣе песчанистою глиною. Въ ней попадается очень много черныхъ пятенъ, повидимому слѣды растеній; въ одномъ мѣстѣ я нашелъ даже какъ бы отпечатокъ овальнаго листа, впрочемъ не совсѣмъ ясный. Тонкая слоистость этой глины и растительный характеръ упомянутыхъ пятенъ заставляютъ думать, что мы имѣемъ здѣсь береговое озерное образованіе. Лежитъ эта глина непосредственно на гранитѣ или гнейсѣ, занимая образовавшуюся здѣсь котловину. Въ томъ мѣстѣ, гдѣ мы ее осматривали, она ничѣмъ не покрывается; впрочемъ, г. Викъ замѣтилъ, что верхніе ея слои состоятъ изъ другой, болѣе темной, коричневой песчанистой глины, подобной той, которая въ Шведской Геологической Съемкѣ названа пахотною глиною, åkerlera. Обрабатывая сѣрую глину разведенною соляною кислотою, г. Викъ нашелъ, что она содержитъ только 0,55% извести, съ слѣдами магнезіи; между тѣмъ, замѣчаетъ онъ, анализы Паррота, Улекса (Ulex) и Сальветà (Salvétat) показали, что въ Иматровскихъ камняхъ, встрѣчаемыхъ въ этой же глинѣ, содержаніе извести гораздо больше, такъ какъ въ нихъ находили до 50% углекислой извести [17]). Что касается до Иматровскихъ камней, находимыхъ въ этой глинѣ, то, не имѣя новыхъ наблюденій, рѣшающихъ вопросъ объ ихъ происхожденіи, я ограничусь слѣдующими замѣчаніями. Съ

---

[17]) F. J. Wiik. Några iakttagelser beträffande Södra Finlands qvartära formation, въ Actae Societatis Scientiarum Fennicae, t. X. 1870, p. 351.

одной стороны, весьма возможно, что они суть не что иное какъ конкреціи, какъ это думаетъ Эрдманъ; какъ ни мало содержаніе извести въ глинѣ, но оно есть; при этомъ стягиваніе извести къ тѣльцамъ, давшимъ начало образованію конкреціи, могло конечно идти *по слоямъ* глины, чѣмъ объяснилась бы необычная для конкрецій форма Иматровскихъ камней. Но съ другой стороны, поражаетъ то, что такія конкреціи не встрѣчаются въ Финляндіи въ тысячахъ другихъ глинъ, тождественныхъ по наружнымъ признакамъ съ Иматровскою. Нужно, слѣдовательно, доказать, что въ прочихъ глинахъ не бываетъ и полупроцента извести, находимаго въ Иматровской.—Кромѣ того, мы имѣемъ предположеніе Куторги [18]), что Иматровскіе камни суть окатанные водопадомъ куски весьма известковистаго мергеля, погребенные въ глинѣ при ея отложеніи. Такое же происхожденіе приписываетъ имъ и Черульфъ, по аналогіи съ норвежскими Näckebröd или marlekor, которые онъ считаетъ за округленные обломки силурійскихъ известняковъ или мергелей; они ясно отличаются, доказываетъ онъ, отъ конкрецій [19]). Но чтобы было принято такое объясненіе для Иматровскихъ камней, нужно прежде всего доказать, что такой мергель дѣйствительно залегаетъ, или залегалъ въ окрестностяхъ; этого еще не сдѣлано. Такимъ образомъ весь вопросъ остается нерѣшеннымъ. Отсылая читателя къ указаннымъ изслѣдованіямъ, а особенно къ работѣ Эрдмана [20]), я прибавлю только, что въ Иматровскихъ камняхъ, разсмотрѣнныхъ нами: 1), видно какъ бы продолженіе слоевъ окружающей ихъ глины,

---

[18]) S. Kutorga. L. c., p. 279.

[19]) Th. Kjerulf. Om Glacial-Formation i den Sydlige Del af Christiania Stift, въ Kjerulf og Sars. Jagttagelser over den post-pliocene eller glacial Formation i en Del af Sydlige Norge. Universitetsprogramm for forste Halvaar 1860. Christiania, 1860, p. 23.

[20]) A. Erdmann. Bidrag till Kännedom om Sveriges Qvartära bildningar. Stockholm, 1868, pp. 163—172 и цитируемая имъ его же статья объ этомъ предметѣ въ Öfversigt af K. Vetenskaps Akademiens Förhandlingar, 1849, p. 46—55.

(утверждать это положительно очень трудно, при мелко-слоистости глины), т.-е. если у камешка есть гладкая площадка, то эта площадка лежитъ въ нижней плоскости окружающаго глинистаго слоя; но 2, въ нихъ вовсе не видно концентричности, о которой говоритъ Эрдманъ по поводу шведскихъ marlekor.

По дорогѣ отъ Выборга до Пунгахарью попадается много обнаженій въ дилувіи, особенно при переѣздѣ черезъ южную окраинную гряду озерной Финляндіи; но мы большею частію не останавливались у нихъ. Можно сказать только, что въ большинствѣ обнаженій выступаетъ желтый песокъ съ валунами, иногда угловатыми, иногда окатанными, или же сѣрая слоистая глина, подобнаго той, которую мы видѣли у Выборга или у Кюро. Но что̀ залегаетъ подъ этимъ пескомъ и есть ли здѣсь выходы ледниковаго щебня, я не знаю. Бараньи лбы гранита, которые такъ изобилуютъ у Выборга, скрываются на второмъ переѣздѣ отъ города, или вообще выступаютъ гораздо рѣже; но съ приближеніемъ къ озеру Саймы они снова появляются въ изобиліи, такъ какъ по всей вѣроятности наносъ который покрываетъ водораздѣлъ, отдѣляющій озерную Финляндію отъ береговой, въ значительной мѣрѣ размытъ на берегу этого большаго водоема.

Между озерами Саймы и Иммаляерви (Immalajärvi) проходитъ небольшая возвышенность, родъ оза, идущаго—какъ показано на картѣ Межеваго Управленія—на С.-В., къ Раутъерви и Койцанляксу. Мы осматривали здѣсь только одно обнаженіе, на склонѣ возвышенности, гдѣ выступаетъ слоистый песокъ съ валунами, образующій на поверхности совершенно ровную площадку и возвышающійся на 27 м. (88 ф.) надъ уровнемъ оз. Саймы. Въ обнаженіи видно только строеніе самыхъ верхнихъ частей. Здѣсь выступаетъ сперва слой въ 0,3 м. (1 ф.) угловатаго хряща съ валунами, потомъ слой въ

0,5 м. окатанныхъ округленныхъ булыжниковъ до 0,1 м. въ діаметрѣ, и ниже—бѣлый песокъ, на неизвѣстную толщину. Передъ Койцанляксомъ появляется уже гнейсъ, вмѣсто гранитовъ береговой полосы.

Этимъ и исчерпываются наши немногія бѣглыя наблюденія на пути отъ Выборга до Пунгахарью.

ИНСТИТУТ НАСЛЕДИЯ

II.

ПУНГАХАРЬЮ.

Преобладаніе сѣверо-западно—юго-восточнаго направленія въ средней части Сайминской системы озёръ. — Пунгахарью. — Неточность прежнихъ описаній.— Прилагаемыя карты и разрѣзъ.

Топографическое описаніе оза Пунгахарью. — Сложность этой системы. — Островъ Лауканъ и собственно озъ. — Сѣверная оконечность; споры о ея происхожденіи. — Параллельныя гряды сѣверной части оза. — Средняя, типичная часть оза. — Такахарью. — Сосѣдніе острова. — Перерѣзъ въ озѣ. — Придатки оза. — Вторая типичная часть. — Южная часть оза.

Преобразованія, нынѣ совершающіяся въ очертаніяхъ Пунгахарью. — Повышается или понижается уровень Пурувеси? — Работа волнъ Пурувеси стремится теперь укрѣпить новыми присыпками плотину, представляемую озомъ. — Встрѣчное образованіе косъ. — Обращеніе проливовъ въ заливы и потомъ — въ озерки. — Соединеніе оза съ сопровождающими его островками.

Внутреннее строеніе Пунгахарью. — Отсутствіе обнаженій. — Обнаженіе у бельведера; оно обнаруживаетъ лишь самые поверхностные слои. — Осыпи. — Обнаженіе новѣйшихъ песковъ у Силуонньеми. — Выходы гнейса въ Такахарью и южныхъ придаткахъ. — Озъ у дома лѣсничаго; булыжники и большой валунъ на вершинѣ оза. — Скопленія валуновъ на южной оконечности. — Передвиженіе валуновъ современнымъ льдомъ. — Холмикъ на южной оконечности оза; прежняя батарея?

Гипотезы о происхожденіи Пунгахарью. — Краткій обзоръ того, что̀ извѣстно объ озѣ. — *Гипотеза Куторги и Хольмберга.* — Авторъ не позаботился ни объ ея развитіи, ни о доказательствахъ. — Главной предполагаемой причины, прибоя, не существуетъ. — Чѣмъ сильнѣе возможный прибой, тѣмъ озъ ниже, и наоборотъ. — Озъ проходитъ въ нѣкоторомъ разстояніи отъ береговой линіи. — Встрѣчный прибой — слово безъ конкретнаго представленія. — *Гипотеза г. Шмидта:* озы и рифы. — Высота форма оза и валуны на его вершинѣ необъяснимы никакими видами прибоя. — *Гипотеза г. Гельмерсена.* — Существовали ли въ Финляндіи толщи дилувія, необходимыя по гипотезѣ? — Форма озовъ не можетъ быть продуктомъ размыванія. — *Гипотеза г. Тёрнебома:* озы въ долинахъ. — Формы озовъ не могутъ быть продуктомъ рѣчнаго размыванія. — Существуютъ ли въ долинахъ Швеціи нужныя толщи наноса? — Пунгахарью есть продольная морена ледника, спускавшагося по средней долинѣ озёрной Финляндіи. — Мѣстами она размыта, всюду — покрыта небольшимъ слоемъ озёрнаго наноса.

При разсмотрѣніи системы озёръ Финляндіи нельзя не замѣтить, что въ юго-восточной ея части, т.-е. въ губерніяхъ Выборгской, Куопіосской, С.-Михельской и даже въ восточной части Вазасской губерніи, въ очертаніяхъ безчисленныхъ озёръ, заполняющихъ эту часть Финляндіи, преобладаетъ одно направленіе, — съ С.-З. на Ю.-В. Сами озёра предпочтительно вытягиваются въ этомъ направленіи, или же ихъ берега, изрѣзанные безчисленными бухтами и заливами, составляются по преимуществу изъ линій, идущихъ съ С.-З. на Ю.-В. Даже въ мелочахъ очертаній замѣчается преобладаніе этого направленія.

Къ Востоку отъ Нишлота, а также отчасти и къ С.-З. отъ него, но въ особенности къ Востоку и Юго-Востоку, т.-е. въ Пурувеси и другихъ частяхъ озера Саймы, лежащихъ на Юго-Западъ отъ Пурувеси, такое направленіе береговыхъ линій становится еще болѣе преобладающимъ, съ тѣмъ однако различіемъ, что здѣсь вытягиваются съ С.-З. на Ю.-В. не столько *водоёмы* (какъ напр. это видно особенно ясно въ восточныхъ частяхъ Вазасской губерніи), — сколько несмѣтные числомъ *острова*, заполняющіе здѣсь озёра, и многочисленныя *косы*, испещряющія берега. Здѣсь, въ озерѣ Пурувеси и его юго-западныхъ продолженіяхъ, — Утрасвеси, Ховистонсельке и пр. и пр., образующихъ водоёмъ, протянувшійся съ Ю.-З. на С.-В, — и еще болѣе въ Коконсельке, которое само тянется перпендикулярно Пурувеси, — мы видимъ, что громадное большинство острововъ вытягивается съ С.-З. на Ю.-В. и не только одиночно, но располагаясь въ этомъ же направленіи цѣпью, одни за другими, нерѣдко даже параллельными цѣпями, или грядами.

Изъ числа такихъ цѣпей, грядъ и косъ особеннаго вниманія заслужила одна мѣстность въ юго-западной оконечности Пурувеси, близъ дороги изъ Выборга въ Нишлотъ, извѣстная подъ именемъ Свиныхъ хребтовъ, Пунгахарью, (Punkaharju, Pungaharju). Уже тотъ самый фактъ, что судо-

ходное озеро, въ 13—15 верстъ шириною, пересѣкается здѣсь почтовою дорогою, прибѣгая только къ двумъ переправамъ менѣе 50 и 100 метр. шириною (25 и 50 саж.) и къ тремъ небольшимъ мостамъ, а также и тотъ фактъ, что подобный же переѣздъ, хотя съ меньшими удобствами, можетъ быть проложенъ здѣсь и въ другихъ мѣстахъ, по другимъ цѣпямъ острововъ, — уже этотъ фактъ несомнѣнно заставляетъ обратить вниманіе на развитіе здѣсь особой грядовидной формы острововъ (см. прилагаемую карту II-ую, Пурувеси и Утрасвеси). Дѣйствительно, кромѣ собственно Пунгахарью, по которому идетъ почтовая дорога, мы видимъ уже въ предѣлахъ этой карточки множество подобныхъ длинныхъ отроговъ и острововъ, вытянутыхъ всё въ томъ же направленіи, съ С.-З. на Ю.-В. Таковы, начиная съ Сѣвера: Патасало съ его полуостровомъ; Калансари, Сивинсари, Тунисари, коса у Нуннанлакса, длинная коса, идущая къ Ю.-В. отъ Пунгахарью вправо отъ дороги, Оконсало и пр. [1]).

Изъ всей этой группы Свиныхъ хребтовъ наибольшую извѣстность совершенно справедливо заслужилъ тотъ длинный хребетъ, *озъ*, по которому проходитъ почтовая дорога. Теперь онъ почти одинъ называется Пунгахарью (свиной хребетъ), по крайней мѣрѣ проѣзжими и туристами, которые конечно большею частію знаютъ одинъ тотъ хребетъ, по которому идетъ почтовая дорога. Но весьма вѣроятно, что этотъ озъ, по гребню котораго дорога тянется почти непрерывно на протяженіи почти 7 верстъ, дѣйствительно достигаетъ и наиболѣе типичной формы,

---

[1]) Еще большее развитіе узкихъ, вытянутыхъ въ этомъ направленіи острововъ и косъ, въ гораздо болѣе типичныхъ формахъ, чѣмъ въ названныхъ сейчасъ островахъ, представляется въ Кокоисельке. См. карту для плаванія судовъ, изданную г. Лённестрёмомъ въ 1866 году: Purje-laita kartta käsittävä koko wäylän Saiman ja Kallaveden vesillä etc., Korkian Esivallan käskystä valmistanut Majuri K. Lönneström vuonna 1866. Масштабъ 1/231000. Особеннаго вниманія заслуживаетъ также очень большая цѣпь острововъ въ сѣверныхъ частяхъ Хаукивеси. Ср. карту Межев. Упр., листъ Е. 4, или карту полк. Альфтана, гдѣ она также видна, но менѣе отчетливо. Эта цѣпь приходится точно на продолженіи Пунгахарью.

т.-е. наибольшей длины, при наименьшей ширинѣ подошвы и гребня и при наибольшей крутизнѣ склоновъ; сомнѣніе можетъ быть только относительно гряды, идущей къ Ю.-В. отъ этого же оза, на его продолженіи, вправо отъ почтовой дороги: эта гряда тоже достигаетъ значительной длины (2 вер.) при малой ширинѣ (около 200 м. между берегами). Прочія длинныя косы, если и достигаютъ большой длины, то вмѣстѣ съ тѣмъ бываютъ и значительной ширины.

Объ озѣ Пунгахарью, — такъ буду и я называть исключительно ту узкую гряду, по которой идетъ почтовая дорога, — уже говорилось не разъ, какъ въ финской, такъ и въ нашей геологической литературѣ [2]). Во-первыхъ по озу идетъ почтовая дорога, довольно часто посѣщаемая, а во-вторыхъ, мѣстность здѣсь настолько живописна, что Финнъ непремѣнно спроситъ всякаго заѣзжаго туриста, видалъ ли онъ Пунгахарью? Поэтому, ни одинъ изъ геологовъ, ѣздившихъ по Финляндіи, не упустилъ случая побывать на Пунгахарью и разсказать о странной грядѣ, насыпанной какъ валъ *среди* озера, длинной, узкой и прямой, съ которой открываются такіе чудные виды. Къ сожалѣнію, первое описаніе оза, сдѣланное Куторгою [3]), если только его можно назвать описаніемъ, не отличается точностью; Куторга даже упустилъ изъ вида побочные острова, придатки оза; послѣ него Хольмбергъ [4]) даже вовсе не описываетъ Пунгахарью и только мелькомъ говоритъ о немъ; и первое точное описаніе оза, съ карточкою, далъ ак. Гельмерсенъ [5]).

[2]) Онъ игралъ также немаловажную роль во время нашихъ войнъ со Швеціею, какъ оборонительный пунктъ на дорогѣ къ Нишлотской крѣпости, и въ исторической статьѣ г. Рейна о войнахъ 1789—1791 гг., помѣщенной въ изданіяхъ Финскаго Ученаго Общества, появилась первая его топографическая карта. Ср. Bidrag till kännedom af Finlands Natur och Folk, utgifna af Finska Vetenskaps-Societeten, 3-e häftet, Hifors, 1860.

[3]) S. Kutorga. Geogn. Beobb. im Südl. Finland, въ Verh. der Miner. Ges., 1850—51, 259—261.

[4]) Въ Bulletin de la Soc. des Natur. de Moscou, 1856, 4, 509.

[5]) G. Helmersen. Studien über die Wanderblöcke und die Diluvialgebilde Russlands, 1869, 88—90. (Mém. de l'Ac. de St.-Pétersbourg, VII Série, t. XIV, № 7).

Такъ какъ неточность описанія въ значительной мѣрѣ содѣйствовала появленію и распространенію той гипотезы происхожденія Пунгахарью, которую высказалъ Куторга, а за нимъ повторяли Хольмбергъ и другіе, то я долженъ буду начать съ точнаго топографическаго описанія оза, насколько оно возможно послѣ трехдневнаго пребыванія на мѣстѣ.

Къ описанію прилагаются двѣ карты и одинъ поперечный разрѣзъ.

Карта Пурувеси и Утрасвеси, № II, есть маленькій клочокъ, счерченный съ судоходной карты г. Лённестрёма, упомянутой выше.

Карта оза Пунгахарью, № III, составлена такъ: очертанія береговъ счерчены въ уменьшенномъ видѣ (1: 16000) со съёмокъ, обязательно предоставленныхъ мнѣ Межевымъ Управленіемъ въ Гельсингфорсѣ; а всѣ топографическія подробности нанесены мною на мѣстѣ глазомѣрно, помощью буссоли и анероида [6]). Только къ сѣверу отъ бельведера, вдовь по главному озу, измѣренія дѣлались шагами, въ прочихъ мѣстахъ они наносились глазомѣрно на карту большаго масштаба ($^1/_{8000}$), соображаясь съ верстовыми столбами; грядки, параллельныя главной въ сѣверной части, нанесены вполнѣ на глазъ. О степени довѣрія къ высотамъ сказано будетъ въ другомъ мѣстѣ; въ большинствѣ случаевъ, тамъ, гдѣ онѣ показаны не въ круглыхъ цифрахъ (15, 20, 25), онѣ вѣрны до 5 ф. Всѣ онѣ даны въ ан. футахъ относительно уровня Пурувеси, лежащаго на абс. высотѣ въ 76,0 м. (256 шв. ф.); на этой же картѣ показаны современныя измѣненія въ очертаніи береговъ оза и нанесены всѣ замѣченные факты, дающіе понятіе о внутреннемъ его строеніи. Всѣ эти подробности, подъ соотвѣтственными нумерами (№ 1, № 2 и т. д.), напечатаны

---

[6]) Сравнивъ эту карту съ выше упомянутою, приложенною къ статьѣ г. Рейна, гдѣ также изображены топографическія подробности, можно убѣдиться что прилагаемая карта заслуживаетъ довѣрія, не смотря на бѣглость работы; обѣ достаточно сходны между собою.

на особомъ листкѣ, прилагаемомъ вмѣстѣ съ чертежами. Числа же безъ нумеровъ (76, 80 и т. д.), поставленныя мѣстами на озѣ, выражаютъ высоту его въ ан. футахъ надъ Пуровеси.

Поперечные разрѣзы Пунгахарью, черт. № IV. Разрѣзъ у бельведера, по линіи *ABCD*, сдѣланъ мною, шагами, буссолью и анероидомъ, взадъ и впередъ; прочіе составлены по картѣ.

Топографическое описаніе оза Пунгахарью.

По имѣющимся описаніямъ можно было бы составить себѣ понятіе о Пунгахарью, какъ о длинной, непрерывной, только мѣстами понижающейся грядѣ, въ 7 верстъ длиною. Въ сущности, такое понятіе было бы не правильно, такъ какъ собственно озъ составляетъ довольно сложную систему острововъ, соединенныхъ низкими косами, и наконецъ онъ самъ есть не что иное, какъ часть еще болѣе сложной системы острововъ и грядъ. Не вдаваясь въ разсмотрѣніе связи Пунгахарью съ прочими сосѣдними островами и грядами, которыя до сихъ поръ остаются совершенно неизвѣстными, я ограничусь топографіей собственно Пунгахарью (см. карту № III).

Какъ видно изъ прилагаемыхъ картъ, озъ Пунгахарью есть полуостровъ острова Ля́укансàри (Laukansaari). Этотъ островъ естественно дѣлится на двѣ части: на узкій, длинный, расчленный полуостровъ, начинающійся на С.-З. косою *M* и кончающійся на Ю.-В. длиннымъ мысомъ у Пунгасальми (южнаго перевоза) и на собственно островъ (см. карту, рис. № II), тоже вытянутый въ томъ же направленіи, но широкій и массивный; на немъ расположена деревня Ляуканъ (Laukan by). Первую часть, т.-е. собственно озъ, почти весь занятый казенною лѣсною дачею (Kronopark), я буду называть озъ Пунгахарью; вторую — Ля́укансáри. Онѣ отдѣлены

другъ отъ друга узкою болотистою низменностью *AB*, едвали возвышающеюся надъ уровнемъ озера болѣе чѣмъ на 1,5—2 м. (5—6 ф.) [7]). Двѣ другія, такія же параллельныя низменности отрѣзаютъ отъ Ляукансàри еще два кусочка: одинъ въ восточной части, другой — въ южной. Всѣ эти три низменности, равно какъ и нѣкоторыя другія, раздѣляющія нынѣ нѣкоторыя части оза Пунгахарью, параллельны какъ между собою, такъ и главному направленію оза, да и всѣхъ впадинъ и ложбинъ въ этой мѣстности. Говоря вообще, всѣ онѣ идутъ по направленію N 45° W. При этомъ, простираніе гнейса въ нѣсколькихъ мѣстахъ было замѣчено N 20° O, паденіе на WNW; направленіе шрамовъ отъ N 36° W до N 48° W. Всѣ эти низменности, еще весьма мокрыя, очевидно въ очень недавнее время были проливами между островами; въ одной изъ нихъ (на Такахарью) донынѣ еще сохранилось маленькое озерко (см. ниже).

Собственно Ляукансàри представляетъ мѣстность сравнительно ровную и открытую. Большія, выглаженныя и голыя поверхности гнейсовыхъ бугровъ перемежаются съ ровными мокрыми лугами. Отсутствіе или рѣдкость лѣса, въ противуположность густымъ порослямъ сосенъ, покрывающихъ озъ, гармонируетъ съ отсутствіемъ песковъ, или малою толщиною наноса вообще. На этихъ буграхъ разбросаны дома деревни Ляуканъ-бю (Laukan by).

Совершенно иной характеръ имѣетъ *озъ* Пунгахарью. Въ противуположность однообразію формъ, высоты и очертаній Ляукансàри, онъ представляетъ на своемъ небольшомъ протяженіи сравнительно большое разнообразіе формъ, высотъ и строенія. Его нельзя охарактеризовать вообще двумя-тремя словами и приходится дать частное описаніе.

Замѣтивъ прежде всего, что этотъ полуостровъ въ настоя-

---

[7]) Въ бытность на мѣстѣ я, къ сожалѣнію, не обратилъ вниманія на опредѣленіе высоты этихъ низменностей, и сужу по глазомѣрному сравненію съ другими высотами.

щее время только искусственно достигаетъ длины 7-ми верстъ, такъ какъ по серединѣ его перекинутъ мостъ, соединяющій южную косу этого полуострова съ другимъ длиннымъ островомъ, я перехожу къ частному описанію, начиная съ сѣверо-западной оконечности.

Озъ начинается въ *M* узкою каменистою косою, вышедшею на встрѣчу южной оконечности другого сѣвернѣе лежащаго острова (Нунненьеми). Эта коса, а также и самая южная оконечность оза, у Пункасальми, были предметомъ оживленныхъ споровъ между нами. По внѣшнему виду, по своему роговидному очертанію, въ ряду общей конфигураціи берега, коса *M* вполнѣ напоминаетъ каменный рифъ. Такъ и объяснялъ ея происхожденіе ак. Шмидтъ. Она вся состоитъ изъ нагроможденныхъ глыбъ и валуновъ отъ 1 м. (3 ф.) до нѣсколькихъ дюймовъ въ поперечникѣ; причемъ большіе значительно преобладаютъ надъ первыми. Они образуютъ грядку, поднимающуюся до 4 м. (12 ф.) надъ уровнемъ озера. Но всѣ эти глыбы буквально однородны, и самое усердное отбиванье молоткомъ образцовъ не открываетъ въ нихъ никакого различія состава съ мѣстнымъ гнейсомъ. Правда, и на берегу, въ валунахъ, тоже преобладаетъ мѣстный гнейсъ, но есть и другія породы. Этою однородностью валуновъ грядка напоминаетъ розсыпи горной породы, какія во множествѣ мы видимъ въ Сибири. Поэтому ак. Гельмерсенъ и я считали ее выходомъ горной породы, разрушеннымъ волнами и льдами, и получившимъ свою окончательную форму подъ вліяніемъ этихъ двухъ дѣятелей. Но теперь, ознакомившись въ Финляндіи съ десятками подобныхъ образованій, я не стану защищать нашего тогдашняго объясненія. Дѣло въ томъ, что потомъ мнѣ весьма часто случалось видѣть въ такихъ же образованіяхъ, несомнѣнно составлявшихъ однако часть моренъ, такое же почти исключительное присутствіе валуновъ одной и той же породы, если только эта порода имѣетъ значительное распространеніе въ окрестности. При этомъ, изъ мѣстной породы

обыкновенно состоятъ всѣ крупные валуны, а изрѣдка попадающіяся постороннія породы являются лишь въ видѣ мелкихъ булыжниковъ. Откалывая же на Пунгахарью образцы, я конечно отбивалъ ихъ преимущественно отъ большихъ валуновъ; а такъ какъ въ окрестностяхъ на значительное разстояніе залегаетъ одинъ гнейсъ, то естественно, что онъ и попадался въ большихъ валунахъ. Быть можетъ также, что валуны прочихъ породъ, какъ болѣе мелкіе, унесены изъ гряды и отложены у ея подошвы, по берегу, гдѣ преимущественно собрались мелкіе валуны. Съ другой стороны, объясненіе этой гряды разрушеніемъ выхода горной породы встрѣчаетъ ту трудность что такихъ разрушенныхъ выходовъ, а тѣмъ болѣе расположенныхъ грядовидно, вовсе не видно въ другихъ мѣстахъ Финляндіи: тамъ, гдѣ они существовали раньше, они сглажены ледниками; наконецъ, эта гряда не можетъ быть выходомъ *пласта*, такъ какъ простираніе гнейса не совпадаетъ съ ея направленіемъ. Въ силу всего этого, я отказываюсь отъ моего тогдашняго объясненія. Вмѣстѣ съ тѣмъ, я не могу принять и объясненіи ак. Шмидта, во 1, главнымъ образомъ потому, что, за отсутствіемъ прибоя, здѣсь нѣтъ причины для образованіи рифа, а во 2, также и потому, что въ рифѣ мы всё-таки нашли бы валуны всѣхъ тѣхъ породъ, которыя встрѣчаются тутъ же въ наносѣ по берегамъ Пунгахарью. Вѣрнѣе всего, какъ мы убѣдимся впослѣдствіи, что это есть разрушенная морена, изъ которой унесены болѣе мелкія части; остались болѣе крупныя, слѣдовательно мѣстныя — валуны [8]).

---

[8]) Въ каталогѣ привезенныхъ мною породъ я нахожу, что и гнейсъ въ валунахъ не совершенно однороденъ. Такъ напр. есть двѣ разновидности гнейса: одинъ свѣтло-сѣрый, состоящій изъ розоватаго полевого шпата, сѣраго кварца и очень мелкихъ табличекъ черной слюды, въ которомъ слоистость выражается только параллелизмомъ табличекъ слюды; другой — нѣсколько темнѣе и состоитъ изъ свѣтло-сѣраго полевого шпата, темно-сѣраго кварца и черной слюды; слюда преобладаетъ; кварцъ иногда обособляется прослойками, также какъ и слюда. Оба гнейса мелкозернистые. Третья разновидность, средне-зернистая, по составу тождественная съ прорѣзающими ее жилами гранита, состоитъ изъ свѣтло-сѣроватаго и бѣлаго полевого шпата, изъ свѣтло-сѣроватаго прозрачнаго кварца и

Затѣмъ, до перешейка *N* идетъ нѣсколько узкихъ высокихъ грядъ, отдѣленныхъ другъ отъ друга глубокими рытвинами. Достигая высоты отъ 12 до 25 м. (40—80 ф.), эти гряды пускаютъ отъ себя отроги, параллельные главнымъ грядамъ, или же идутъ другъ возлѣ друга независимо. Главныхъ грядъ двѣ, одинаковой высоты, совершенно другъ другу параллельныхъ. Западная пускаетъ отъ себя нѣсколько развѣтвленій; восточная вѣроятно тоже, хотя онѣ и не обозначены на картѣ: всего не зачертишь на бумагу въ два-три дня. На поверхности эти гряды покрыты крупнымъ желтымъ пескомъ, съ хрящемъ и густо поросли хвойнымъ лѣсомъ. Ширина ихъ гребня большею частію не превышаетъ 5—10 м. (15—30 ф.); склоны круты и доходятъ до 30^0. Ни выходовъ гнейса, ни обнаженій не видно. На главной грядѣ построенъ домъ лѣсничаго, съ комнатами для пріѣзжихъ и съ башнею, откуда открывается прелестнѣйшій видъ на озеро, съ его безчисленными островками, выглядывающими какъ букеты изъ подъ прозрачныхъ зеленоватыхъ водъ. Я буду называть это зданіе *бельведеромъ*, какъ его назвалъ уже ак. Гельмерсенъ, въ отличіе отъ другаго дома лѣсничаго, расположеннаго южнѣе и не снабженнаго башенкою. Высота подошвы бельведера надъ уровнемъ озера въ нашу бытность 25-го іюня н. с. (при низкой водѣ) была 23,6 м. (78 ф.) [9]). Поперечный разрѣзъ Пунгахарью, сдѣланный у бельведера, шагами и анероидомъ (взадъ и впередъ),

---

черной слюды, мелкими табличками, мелко и неслоисто-разбросанными; полевой шпатъ преобладаетъ надъ прочими составными частями. Хотя въ мѣстномъ гнейсѣ (третья разновидность) и встрѣчаются вѣроятно прочія двѣ разновидности, но не на такомъ ограниченномъ протяженіи, какъ то, съ котораго взяты эти образцы.

[9]) Опредѣленія высоты дали, для высоты пола перваго этажа въ бельведерѣ, надъ озеромъ:

22 іюня	4 ч. пнд.	76,9 ф.	
24 „	10 ч. у.	77,7 „	
25 „	10 ч. у.	78,3 „	
	Средняя	77,6 ф.	
23 іюня	8 ч. пнд. *внѣ дома* .	70,9 ф.	

ИНСТИТУТ НАСЛЕДИЯ

показываетъ, что къ З.-С.-З. озъ спускается здѣсь двумя уступами; къ В.-С.-В. линія нивеллировки пересѣкаетъ отпрыскъ главнаго оза и наконецъ одну изъ параллельныхъ грядокъ.

Въ части *MN* съ З. примыкаетъ ко озу низменная широкая коса, покрытая очень мокрымъ лугомъ; нѣсколько южнѣе, съ запада же, параллельно озу тянется гряда гнейсовыхъ береговъ, изъ которыхъ наибольшій *P* уже соединенъ съ озомъ замытою пескомъ перемычкою; другіе же два соединяются съ *P* только въ мелкую воду; наконецъ послѣдніе два еще совершенно отдѣлены; мимо крайняго къ сѣверу проходитъ перевозъ, на дорогѣ въ Ниплотъ. Немногія кучки деревьевъ и валуны покрываютъ эти голые, или покрывшіеся мхомъ бугры гнейса.

Отъ перешейка *N* до острова Хюннинъ (Hunninsaari), т.-е. почти до моста, тянется самая изящная, самая типичная, самая трудно объяснимая часть оза (см. разрѣзъ по *E F*.). Побочныя гряды и развѣтвленія исчезаютъ. Онъ тянется узкимъ гребнемъ, правильный какъ желѣзнодорожная насыпь, достигая отъ 20 до 26 м. (65 до 85 ф.) высоты. Склоны его круты и гладки, какъ откосы искусственнаго сооруженія, гребень узокъ мѣстами—только, въ ширину проѣзжей дороги, т.-е. не болѣе 3 м. (10 ф.); бока поросли высокими прямыми соснами; въ наиболѣе эффектныхъ мѣстахъ сдѣланы просѣки, вѣроятно для расчистки лѣса, но расположенныя такъ, что сквозь эти аллеи дикаго лѣса открываются самые далекіе виды на озеро и его острова. Проѣзжающій Финнъ рѣдко упуститъ случай полюбоваться открывающеюся ему изящною картиною и, закуривъ трубку, стоитъ по нѣскольку минутъ, любуясь одною изъ лучшихъ картинъ его красивой родной страны.

Рядомъ съ этою насыпью тянется нѣсколько острововъ. Съ западной стороны мы видимъ теперь только одинъ, довольно большой островъ, средняя часть котораго называется Такахарью; да при мелкой водѣ онъ уже болѣе и не островъ, а придатокъ оза; а Валькеа уже болѣе не заливъ, а Валькеа-

ерви (Valkeajärvi) — озерко. Протока, показанная на картѣ Межеваго Департамента въ сѣверной части Валькеа, въ видѣ ручейка, уже замыта; да и проливъ, показанный въ южной части, я перешелъ уже по суху. Но нѣтъ сомнѣнія, что это былъ островъ, и не одинъ, а пять: это обнаруживаютъ низенькія, узкія перемычки, соединяющія эти острова, и черезъ которыя въ волненіе должны бы перекатываться волны, если бы только съ запада бывалъ сильный прибой; а самая западная часть Такахарью, состоящая изъ двухъ грядокъ, параллельныхъ главному высокому хребту, еще отдѣлена отъ него топкимъ болотомъ, гдѣ сохранилось озерко. Эта западная часть чуть ли даже не прибавилась въ видѣ дюнъ, въ теченіе нынѣшняго столѣтія. По крайней мѣрѣ на вышеупомянутой картѣ г. Рейна, этихъ боковыхъ грядъ, *V* и *W*, у Такахарью не показано, проливъ же сдѣланъ гораздо шире и въ немъ показанъ фарватеръ для судовъ, идущихъ изъ Вильманстранда въ Карелію. Между тѣмъ карта во всѣхъ другихъ отношеніяхъ совершенно сходна съ теперешнею. Поэтому надо думать, что эти песчаные вытянутые бугры въ 3 и 4 м. (10 и 12 ф.) высоты представляютъ самыя новѣйшія приращенія Пунгахарью, образовавшіяся послѣ составленія названной карты [10]). Самъ главный островъ Такахарью (*другой хребетъ* по фински) не имѣетъ узкаго гребня, а напротивъ, представляетъ возвышенность съ довольно крутыми скатами, развѣтвляющуюся вѣерообразно на нѣсколько отроговъ. На ея склонахъ, на высотѣ 7 м. (20 ф.), я уже находилъ песокъ; весь Такахарью и оба сѣверные его придатка покрыты густымъ хвойнымъ лѣсомъ; восточный склонъ вообще круче западнаго. Объ образованіи косъ въ Валькеалямпи будетъ сказано ниже.—Наконецъ островокъ, кончающійся мысомъ Силуонньеми (Siluonniemi), представляется низкимъ срѣзкомъ овальнаго конуса,

---

[10]) Къ какому времени относится эта карта, я не нашелъ указаній въ текстѣ статьи; но это навѣрно военная карта, составленная по всей вѣроятности во время войны, т.-е. въ 1788 году или раньше.

состоящимъ исключительно изъ тонкаго песка и ила. Онъ соединенъ съ Такахарью низкою косою, но во время составленія карты г. Рейна былъ еще повидимому отдѣльнымъ островкомъ.

Съ восточной стороны, вдоль оза, въ этой же части расположились три островка Хюннинъ (Hunninsaari), Котка (Kotkasaari) и еще маленькій гнейсовый бугорокъ Онкшзуото; на той же линіи, къ югу отъ Хюннинсàри, выступаетъ еще мель, отдаленный кандидатъ на полученіе названія. Коткасàри состоитъ большею частью изъ гранитныхъ бугровъ, но промежутки между ними заполнены наносами, да и бугры поросли лѣсомъ. Хюннинсàри состоитъ, по словамъ ак. Гельмерсена (я не былъ на немъ), весь изъ песка; онъ также поросъ лѣсомъ. Въ мелководье онъ уже перестаетъ быть островомъ, соединяясь съ озомъ мелью, которая такъ густо поросла уже камышомъ, что, нѣтъ сомнѣнія, она скоро и въ половодье перестанетъ покрываться водою.

Начиная отъ Хюннинсàри къ югу, или, вѣрнѣе, къ югу отъ сѣверной части расширенія, которымъ озъ подходитъ къ этому острову и къ Такахарью, озъ постепенно понижается до моста, гдѣ онъ уходитъ подъ низкій уровень воды. Пуская отъ себя нѣсколько отпрысковъ въ сѣверной части, онъ наконецъ идетъ одною грядкою, постепенно понижаясь и съуживаясь. Здѣсь открывается довольно далекій видъ на Востокъ, по озеру; здѣсь же во время шведскихъ войнъ были воздвигнуты батареи, чтобы обстрѣливать переправу черезъ мостъ.

Южная половина оза начинается отъ моста узенькою грядкою десятка въ два метровъ (50—60 ф.) ширины, и отъ 3 до 5 м. (10—15 ф.) высоты. Здѣсь она состоитъ большею частію изъ булыжника и валуновъ; на западномъ берегу часто попадаются отдѣльные большіе валуны.

По мѣрѣ вступленія между двухъ высокихъ и широкихъ придатковъ, *R* и *S*, озъ снова возвышается; снова появляются длинныя, очень узкія гряды съ крутыми склонами, если и не

непрерывныя, то тѣсно примкнутыя по длинѣ одна къ другой. Онъ поднимается здѣсь между придатками *R* и *S* до 15 м. (50 ф.) [11]); затѣмъ, понизившись до 6 м. (около 20 ф.), онъ у дома лѣсничаго, между западнымъ островомъ и восточнымъ придаткомъ *T*, быстро возвышается до 21,6 м. (71 ф.),—на этой высотѣ лежитъ подошва дома лѣсничаго,—и сплачивается снова въ одну узкую гряду; дорога проложена здѣсь по западному склону оза.

Придатки *R* и *S*—сходнаго характера. Оба достигаютъ одинаковой восоты около 20 м. (60 ф.), и при довольно ровной поверхности спускаются некрутыми скатами къ берегу озера. Въ правомъ придаткѣ, *S*, кончающемся длинною косою Куиконьеми (Kuikoniemi), видны до высоты, 8 м. (25 ф.) выходы гнейса, ниже обнажается слоистый песокъ выступающій тоже и у Мустаньеми. Куйконьеми кончается косою, сходною съ сѣверною оконечностью Пунгахарью.

Придатокъ *T*, достигающій всего до 5 м. (15 ф.) высоты, представляетъ небольшой круглый холмъ отъ котораго выходятъ длинныя косы; сѣверная коса, въ нашу бытность соединявшаяся отмелью съ Куйконьеми, уже окрѣпла совершенно и поросла деревцами.

Отъ дома лѣсничаго озъ быстро понижается, и затѣмъ вплоть до южнаго конца, тянется грядою, не превышающею 6,5 м. (21—22 ф.). Здѣсь, какъ видно изъ описанія, приложеннаго къ картѣ, онъ почти исключительно состоитъ изъ валуновъ (см. рис. 6). Наконецъ, кончается онъ двумя холмиками, изъ которыхъ одинъ, *U*, я считаю искусственнымъ (см. ниже), а другой представляетъ не что иное, какъ скопленіе валуновъ, а потому къ нему вполнѣ приложимо то, что́ сказано въ началѣ про сѣверную оконечность Пунгахарью.

Таково сложное образованіе, называемое общимъ именемъ оза Пунгахарью. Теперь я перейду къ описанію измѣненій

[11]) Высота въ 64 ф., получившаяся здѣсь въ одномъ мѣстѣ, едва ли не результатъ ошибки.

нынѣ совершающихся въ его очертаніяхъ подъ вліяніемъ прибоя.

Преобразованія, нынѣ совершающіяся въ очертаніяхъ Пунгахарью.

Очертанія оза *Пунгахарью*, какъ и всякая береговая линія, постоянно измѣняются. Въ данномъ случаѣ намъ всего любопытнѣе знать, въ какомъ направленіи совершаются измѣненія: стремятся ли волны разрушить эту плотину, и соединить Піенъ Пурувеси (Малое) съ Сýръ Пурувеси (Большимъ); или же онѣ закрѣпляютъ ее, увеличиваютъ ея прочность и размѣры боковыми присыпками и стремятся окончательно раздѣлить теперешній водоемъ на двѣ части?

Прежде чѣмъ отвѣтить на этотъ вопросъ, необходимо еще было бы отвѣтить на другой: повышается или понижается уровень Пурувеси? Очевидно, что если бы онъ повышался, то созидательная работа воды встрѣтила бы помѣху, вѣроятно почти непреодолимую; во всякомъ случаѣ, дѣйствіе встрѣчалось бы съ другимъ, имѣющимъ противное направленіе, и замедлялось.

Положительныхъ данныхъ, точныхъ наблюденій, чтобы отвѣтить на этотъ второй вопросъ, мы не имѣемъ. Наблюденія, дѣлающіяся надъ уровнями финскихъ озеръ, еще слишкомъ кратковременны. Но несомнѣнно также и то, что уровень Пурувеси, да и всѣхъ финскихъ озеръ, въ геологически недавнее время стоялъ на большей высотѣ, чѣмъ теперь. Низкіе болотистые берега окружающіе озера, песчаные обрывы, въ которыхъ обнажаются тонкіе слои песка, переслоеные иломъ, или вообще новѣйшіе озерные наносы находимые въ Пунгахарью на высотѣ 6 м. (20 ф.) и болѣе, а по берегамъ другихъ озеръ—на высотахъ въ 2—3 м. и даже до 30 м. (100 ф.) надъ уровнемъ теперешнихъ озеръ, — всѣ эти факты неоспоримо свидѣтельствуютъ о томъ, что Финскія озера недавно достигали большей высоты. Но совершается ли и теперь это пониженіе

уровня? Весьма вѣроятно, что оно такъ, хотя положительныхъ очевидныхъ доказательствъ мы не имѣемъ. Что касается до мелкихъ побочныхъ озеръ, то ихъ уровень и въ настоящее время несомнѣнно постоянно понижается, то искусственно, спускомъ воды въ нижележащія озера,—то естественно, при частыхъ прорывахъ. Но и на пониженіе большихъ озеръ указываетъ,—кромѣ весьма вѣскихъ дедуктивныхъ соображеній (размываніе пороговъ), — множество мелкихъ соображеній, въ силу которыхъ мы постоянно приходимъ къ заключенію, что всѣ финскія озера находятся теперь въ періодѣ пониженія ихъ уровня. Тоже слѣдуетъ сказать и про Пурувеси. Поэтому я полагаю, что пониженіе уровня Пурувеси содѣйствуетъ созидательной работѣ его волнъ.

Работа волнъ, теперь совершающаяся надъ Пунгахарью, очевидно двоякая: созидательная и разрушительная. Но послѣдняя до такой степени ничтожна, что можно смѣло пренебречь ею и сказать, что волны Пурувеси теперь не только не стремятся разрушить плотины, представляемой озомъ, но еще работаютъ надъ укрѣпленіемъ и увеличеніемъ ея.

Дѣйствительно, сколько-нибудь заслуживающую вниманія разрушительную работу волнъ мы видимъ только у Силуонньеми, гдѣ волны подмываютъ новѣйшій, весьма рыхлый наносъ, состоящій изъ очень мелкаго песка съ прослойками тончайшаго ила, и образующій здѣсь обрывъ въ 6 м. (20 ф.) высоты. Но даже и это разрушеніе клонится къ закрѣпленію плотины, такъ какъ отмытый здѣсь песокъ отлагается почти тутъ же, образуя косу, вѣроятно по направленію теченія, идущаго здѣсь подъ мостъ. Эта коса постоянно вытягивается по направленію къ В., т.-е. приближается къ озу, и скоро затянетъ нынѣ еще открытый заливъ, обративъ его въ озерко. Тогда, заполняемый наносами, смываемыми со склоновъ оза, онъ скоро затянется, подобно прочимъ заливамъ.

Такая слабость разрушительныхъ дѣйствій и не должна казаться удивительною, такъ какъ озъ Пунгахарью почти на

всемъ своемъ протяженіи закрытъ отъ прибоя. Съ запада, въ разстояніи около полу-версты, иногда до 0,8 и до 1,3 версты отъ оза, тянется *непрерывная* цѣпь острововъ (см. карту № II). Съ Востока *только* южная оконечность оза, на протяженіи 2-хъ верстъ, открыта сѣверо-восточному прибою; да и то, взглянувъ на карточку № II, легко убѣдиться, что мѣсто здѣсь вообще тѣсное, и сильнаго прибоя быть не можетъ. На всемъ же остальномъ протяженіи озъ закрытъ съ С.-В. и В. довольно массивнымъ островомъ Ляукансàри.

При слабости разрушительной силы, тѣмъ ярче проявляется дѣятельность созидательная. Ея дѣйствія наглядно выражаются въ образованіи косъ, которыя я постарался тщательно изобразить, конечно на глазомѣръ, на картѣ № III [12]). Въ бытность нашу вода въ Пурувеси стояла низко [13]), и такимъ образомъ мы могли видѣть результатъ дѣятельности этихъ подводныхъ силъ, такъ сказать ходъ подводной работы, обыкновенно скрытой отъ глазъ. Разсмотрѣніе косъ, изображенныхъ на картѣ и направленіе, въ которомъ совершаются измѣненія, весьма поучительно. Оно даетъ наглядное понятіе о послѣднемъ фазисѣ образованія этой странной группы.

Прежде всего нельзя не замѣтить изобилія заливовъ, овальныхъ, сердцевидныхъ и т. д., но всегда удлиненныхъ, съ узкимъ входнымъ проливомъ. Въ *каждомъ* изъ этихъ входныхъ проливовъ [14]) выступаютъ съ двухъ сторонъ, другъ другу на встрѣчу, двѣ косы, которыя стремятся такимъ образомъ замкнуть входъ въ него и обратить его въ озерко.

Валькеа въ очень недавнее время было еще проливомъ, потомъ оно стало заливомъ, когда закрылся сѣверный проходъ;

---

[12]) Густымъ пунктиромъ обозначены косы, обнаженныя изъ подъ воды въ нашу бытность; рѣдкимъ пунктиромъ—тѣ, гдѣ коса обливается только выступающимъ изъ подъ воды камышомъ.

[13]) Уровни озеръ колеблятся на 1—2 ф.

[14]) Въ самой сѣверной части оза (первый день пребыванія на Пувгахарью) я мало обращалъ вниманія на образованіе косъ; поэтому онѣ изображены не всѣ.

мы застали его уже озеромъ. Когда протока въ сѣверной его части замкнулась, и теченіе, слѣдовательно, прекратилось, то засорилась и южная протока. Тоже мы видимъ въ заливчикѣ *X;* плоскій перешеекъ въ 1,5 м. (5 ф.) высоты нынѣ совершенно обсохъ; заливчикъ тоже почти совершенно замыкается двумя косами при входѣ.

О косѣ у Силуонньеми уже сказано выше: она скоро образуетъ второе озерко, къ Ю. отъ Валькеа.

Особенно поучительно образованіе косъ у Куйконьеми. Проливъ ведущій въ Куйколяксъ еще не совершенно замкнулся; но уже образовалась соединительная отмель, соединяющая Куйконьеми съ сѣверною оконечностью южнѣе лежащаго полуострова. Но мало того; отъ этой оконечности уже идетъ коса на соединеніе съ озомъ, которая скоро должна раздѣлить будущее озерко уже на два меньшихъ озерка,—Куйко и южнѣе его. Засореніе ихъ очевидно пойдетъ еще быстрѣе.

Пески у Мустаньеми тоже размываются, но они наносятся къ В. въ видѣ косы, которая должна будетъ замкнуть Мусталаксъ (заливчикъ) и обратить его въ Мусталямпи (озерко).

Еще любопытнѣе измѣненіе, совершающееся съ Хуосиссàри: этотъ песчаный островокъ размывается западными волнами, но это размываніе тоже идетъ на закрѣпленіе плотины, такъ какъ отъ него протянулась длинная роговидная коса на соединеніе съ озомъ, а озъ на встрѣчу ей тоже высылаетъ косу [15]). Очевидно, что слабое теченіе, образующееся при западномъ вѣтрѣ, идя къ Востоку отъ Хуосиссàри и неся пески, отлагаетъ ихъ, одинъ разъ при скольженіи, или встрѣчѣ съ болѣе спокойною водою залива; второй разъ—при встрѣчѣ съ берегомъ, и такимъ образомъ наноситъ встрѣчную косу на берегу оза (тамъ, гдѣ теперь лежатъ валуны № 42, карта № III).

Словомъ, каждая тупая оконечность каждаго острова или

[15]) На картѣ г. Рейна онъ показанъ замѣтно шире; съ тѣхъ поръ онъ очевидно размытъ съ западной стороны.

полуострова заостряется, удлинняется въ роговидную косу [16]); такія косы двухъ близъ-лежащихъ острововъ сперва просто увеличиваются въ длину, выступая другъ другу на встрѣчу, а потомъ сходятся и замыкаютъ проливъ.

Фактъ объясняется очень просто: когда вѣтеръ нагоняетъ воду къ берегу острова, то при несовершенной перпендикулярности теченія ея береговой линіи, оно направляется *вдоль* этой линіи, въ ту или въ другую сторону. Миновавъ оконечность полуострова или острова и встрѣчаясь со сравнительно-спокойною водою залива, лежащаго за островомъ, или же пролива, теченіе теряетъ часть своей скорости, и на линіи скольженія движущейся и еще не пришедшей въ движеніе воды отлагаетъ часть матеріаловъ, унесенныхъ ранѣе, при обмываніи берега. Встрѣчаясь съ оконечностью другаго острова, или просто съ берегомъ, какъ, наприм. у сѣверной оконечности придатка *S*, теченіе вторично теряетъ часть своей скорости и опять отлагаетъ несомый имъ матеріалъ. Отсюда встрѣчное образованіе косъ. (Любопытно по своимъ будущимъ послѣдствіямъ образованіе встрѣчныхъ косъ у восточныхъ оконечностей придатковъ *S* и *T*; оно должно образовать еще одно озерко параллельно тому, которое нынѣ образуется изъ заливовъ). Очевидно, что такой процессъ можетъ совершаться только при необходимомъ условіи, — существованія слабыхъ прибойныхъ теченій и отсутствія сильнаго прибоя у береговъ. Это условіе, какъ мы видѣли, вполнѣ осуществляется въ Пунгахарью. Въ южной части оза, открытой прибою, такого образованія косъ и не видно.

Итакъ, вслѣдствіе описанныхъ измѣненій, проливы между островами мало-по-малу обращаются въ заливы; заливы — въ озерки. Озерки очевидно должны высыхать и обращаться въ низменности. Мы видимъ это въ Валькеа. Рыхлый наносъ,

---

[16]) Примѣръ такого заостренія представляетъ низменность *O*, къ сѣверу отъ сѣвернаго перевоза. Здѣсь пунктиромъ показана береговая линія по картѣ Межеваго Управленія, вообще очень вѣрной, и береговая линія въ нашу бытность.

сносимый водами съ береговъ, особенно въ томъ мѣстѣ, гдѣ они круты, отлагается уже прямо у подошвы склона и такимъ образомъ первоначально-прямая береговая линія все болѣе и болѣе становится извилистою; озерко уменьшается, дно его поростаетъ камышемъ и наконецъ затягивается, обращаясь въ болото [17]).

Принявъ въ разсчетъ это измѣненіе, мы уже легко объяснимъ себѣ, какъ изъ группы острововъ, расположенныхъ приблизительно на одной линіи, образовывались странные придатки оза. Такъ напр. Такахарью, прежде составлявшій группу изъ пяти независимыхъ острововъ, разбросанныхъ вдоль оза, какъ Коткасàри и другіе, нынѣ образуетъ уже просто боковой *придатокъ* оза, составляющій съ нимъ одно цѣлое. Такой же цѣльный придатокъ очевидно скоро образуетъ и группа *R,S,T*, а также острова Хюннинсàри, Коткасàри и Онкилуото и бугры, лежащіе близъ сѣвернаго перевоза. Этимъ и объясняется это странное образованіе придатковъ, на которое уже обращали вниманіе всѣ посѣщавшіе озъ, и которое дало финскому поэту поводъ сдѣлать свое хотя и вольное, но поэтическое сравненіе съ маткою, распростершею свои крылья надъ птенцами.

Внутреннее строеніе Пунгахарью.

Внутренее строеніе Пунгахарью остается послѣ нашего посѣщенія, какъ и прежде, почти совершенно неизвѣстнымъ. Причина этого—отсутствіе обнаженій, которыхъ имѣется только три: одно въ сѣверной части, близъ бельведера; другое — въ холмикѣ *U* на южной оконечности; третье—въ обрывѣ острова, у Мустаньеми. Всѣ три не даютъ почти никакого понятія о внутреннемъ строеніи; первое слишкомъ мало; второе — прорыто въ холмикѣ, по моему мнѣнію, насыпномъ; третье — даетъ

[17]) Пунктирная линія по зап. берегу оз. Валькеа представляетъ берегъ по картѣ Межеваго Управленія. Теперешній берегъ уже подвигается на Востокъ.

понятіе объ образованіи нѣкоторыхъ наносныхъ острововъ, но отнюдь не о строеніи наиболѣе любопытной части, т.-е. собственно оза.

Все, что́ я могъ замѣтить, при довольно тщательномъ осмотрѣ оза, такого, что́ давало бы понятіе объ его строеніи и объясняло его образованіе, собрано на картѣ № III, и въ поясснительномъ къ ней текстѣ; здѣсь же мнѣ приходится ограничиться лишь общимъ обзоромъ и поясненіемъ упомянутыхъ трехъ обнаженій.

Самая сѣверная оконечность, коса *M*, какъ сказано выше, представляетъ множество камней неправильной формы, но со стертыми, или вывѣтрѣлыми ребрами и углами. Камни густо покрыты мѣстами мохомъ; вся коса поросла лѣсомъ. Наши тогдашніе споры о происхожденіи этой косы и мое теперешнее мнѣніе уже изложено выше.

Затѣмъ, между *M* и *N*, гдѣ уже тянется собственно озъ, въ его типичной формѣ, мы вовсе не видимъ его внутренняго строенія. Несомнѣнно только одно, что *на поверхности* онъ состоитъ изъ окатаннаго хряща съ крупнымъ пескомъ. Слоистый ли это наносъ, или нѣтъ—неизвѣстно; по всей вѣроятности—слоистый; во всякомъ случаѣ—промытый. Выходовъ гнейса здѣсь также не видно. Я готовъ думать однако, что въ сѣверной части, между *M* и *N*, есть мѣста, гдѣ гнейсъ залегаетъ на небольшой глубинѣ, какъ напримѣръ противъ перевоза у Тунансальми, гдѣ озъ достигаетъ немалой ширины.

Вблизи бельведера, на берегу озера, видно обнаженіе (№ 7), единственное, дающее какое-нибудь понятіе о строеніи хотя самой поверхностной части наноса. Такъ какъ оно тоже служило предметомъ нашихъ споровъ, то я срисовалъ его со всевозможною точностью (рис. 4).

Обнаженіе это — искуственное; оно прорыто для добычи хряща въ оконечности одной гряды, достигающей на большей части своего протяженія до 20 м. (70 ф.) высоты. Высота всего обнаженія около 10 м. (30 ф.). Высота высшей его

точки 11 м. (36 ф.) надъ уровнемъ озера. Нижняя его часть вся засыпана осыпью. Въ верхнихъ частяхъ, на протяженіяхъ 2—3—5 м. (6—10—15 ф.) видны свѣжіе вертикальные обрывы, въ 0,5 до 0,8 м. ($1^1/_2$ и $2^1/_2$ ф.) высоты. Вотъ что̀ видно въ этихъ обрывахъ: съ лѣвой стороны, подъ слоемъ хряща съ очень небольшою примѣсью песка—*a*, видѣнъ тонкій *слой* хряща и гальки, *cd*. Хрящъ *a* не слоистъ на глубину 0,6 м. (2 ф.); онъ состоитъ изъ округленныхъ и угловатыхъ камешковъ, до 0,2 м. (0,6 ф.) въ діаметрѣ; рядомъ съ окатанными эллипсоидами встрѣчаются и совершенно угловатые, какъ *a'* и *a''*. Муки, типичной для ледниковаго щебня, нѣтъ.—Въ правой сторонѣ болѣе замѣтна слоистость; но на самыхъ микроскопическихъ протяженіяхъ, именно нигдѣ не болѣе 1 м. (3 ф.) въ длину,—*gh*. Выше *gh*, въ хрящѣ, совершенно такомъ же, какъ и хрящъ *a*, замѣтно подобіе слоистости въ расположеніи по одной линіи осей камней.—Остальное покрыто осыпью.

Всякій безпристрастный читатель согласится, что на основаніи обнаженьица, котораго вся площадь равна 5—6 кв. м., при глубинѣ менѣе 1 м., и которое такимъ образомъ захватываетъ только самые поверхностные слои наноса, не только рискованно, но и безусловно *нельзя* дѣлать какія бы то ни было заключенія о строеніи оза. Обнаженьице находится къ тому же *на склонѣ* гряды; поэтому его короткіе слои легко могутъ быть осыпью верхнихъ слоевъ. На рисункахъ 24 и 25, помѣщенныхъ въ концѣ тома, читатель можетъ видѣть напримѣръ, какую слоистость принимаютъ осыпи обнаженій. Если вода сортируетъ матеріалъ несомый ею, то точно также сортируется и осыпающійся матеріалъ, движущійся по склону подъ вліяніемъ силы тяжести. Смотря по силѣ паденія и по величинѣ, онъ останавливается на склонѣ ближе или далѣе. На такомъ ничтожномъ протяженіи, какъ въ обнаженіи у бельведера, замѣчаемое подобіе слоистости можетъ быть, слѣдовательно, тоже слѣдствіемъ осыпанія, а потому это обнаженьице не даетъ ни малѣйшаго права утверждать даже, что гряда

покрыта наклонными слоями; хотя это весьма вѣроятно само по себѣ. Поэтому я и не сталъ бы говорить обо этомъ обнаженіи, если бы въ нашихъ спорахъ оно не приводилось въ числѣ доказательствъ.

Затѣмъ въ самой интересной части оза, отъ *N* до Силуонньеми, нѣтъ ни одного обнаженія. Ак. Гельмерсенъ заставлялъ одного рабочаго копать въ этой части оза, и находилъ на поверхности песокъ съ очень мелкими камешками. Только близъ южнаго пролива Валькеа есть маленькій выходъ гнейса на высотѣ 6 м. (20 ф.).

Въ Такахарью тоже нѣтъ обнаженій, дающихъ право заключать объ его строеніи. Но на основаніи конфигураціи его, массивности и расположенія отроговъ, я полагаю, что онъ состоитъ изъ гнейса, покрытаго наносомъ небольшой мощности.

Силуонньеми, какъ уже сказано выше, состоитъ изъ песчанаго и иловатаго наноса. На южной сторонѣ, берегъ постоянно подмываемый водою, представляетъ обрывъ въ 5—6 м. высоты (15—20 ф.), гдѣ обнажаются безчисленные мелкіе слои песка, перемежающіеся съ тончайшими слоями ила. Слои горизонтальны и весьма часто покрыты волноприбойными знаками (ripple-marks), встрѣчающимися на многихъ уровняхъ и свидѣтельствующими, какъ о береговомъ образованіи этого наноса, такъ и о томъ, что въ недавнее время уровень Пурувеси стоялъ на 20 ф. выше нынѣшняго. Такіе же слои песка и ила видны также южнѣе, по западному берегу, у Мустаньеми.

Про Онкилуото, Коткасàри и Хюннинсàри сказано выше.

Отъ моста до придатковъ *R* и *S*, озъ состоитъ, въ части выступающей надъ водою, изъ наноса, т.-е. изъ хрящя и песка, съ валунами. Валуны бываютъ здѣсь очень крупны, до 0,8 м. (2,4 ф.) въ поперечникѣ, иногда совершенно округленные, какъ вблизи моста, иногда и угловатые и окатанные, какъ въ мѣстѣ, означенномъ на картѣ № III подъ № 29. Обнаженій,

въ которыхъ можно было бы видѣть характеръ этого наноса, нѣтъ ни одного.

Придатки *R* и *S*, судя по ихъ формѣ, повидимому состоятъ изъ гнейса, покрытаго не толстымъ слоемъ наноса; въ придаткѣ *S* встрѣчаются и выходы гнейса до половины его высоты, т.-е. до высоты 8 м. (25 ф.). По берегу западнаго придатка видны отложенія песка, такого же какъ и у Силуонньеми. Восточный берегъ придатка *S* интересенъ размѣрами обнаженныхъ здѣсь косъ; въ одномъ мѣстѣ, на косѣ, видно нѣсколько большихъ угловатыхъ валуновъ; весьма вѣроятно, что они надвинуты сюда льдомъ при восточномъ прибоѣ; одинъ изъ нихъ даже расколотъ при ударѣ о сосѣдній валунъ.

Въ этихъ мѣстахъ, какъ уже сказано выше, собственно озъ, залегающій между придатками, снова принимаетъ типичную форму, т.-е. выравнивается въ узкую, длинную гряду съ узкимъ гребнемъ, достигающую сперва до 11 м. (35 ф.), а потомъ—до 25 м. (80 ф.). И тутъ также вовсе нѣтъ обнаженій; только самыя ничтожныя углубленьица въ полметра, случайно выкопанные гдѣ-нибудь, даютъ возможность узнать, что на поверхности оза залегаетъ наносъ; но слоистый ли онъ или нѣтъ, и если слоистый, то какъ расположены слои,—ничего этого не видно. Въ ямѣ, вырытой подъ колодезь или погребъ, глубиною около 2 м. (7 ф.), обнажается на высотѣ около 10 м. (30 ф.) надъ озеромъ желтый песокъ съ мелкими валунами, какъ это видно по землѣ, выкинутой при копкѣ. Затѣмъ, возлѣ дома же лѣсничаго, на площадкѣ, имѣющей десятка два метровъ въ поперечникѣ, видно очень большое скопленіе крупныхъ булыжниковъ, самаго разнообразнаго состава [18]). Они всѣ окатаны, и очевидно подвергались дѣй-

[18]) Преобладаютъ: средне-зернистый розовый гранитъ (тѣмно-красный полев. шпатъ, очень мало слюды), средне-зернистый свѣтло-сѣрый гранитъ (бѣлый полевой шпатъ и болѣе крупныя таблички слюды, до 1—5 мм.) и мелко-зернистый, ярко-красный гнейсъ.

ствію воды; скорѣе всего напоминаютъ они береговую каргу, открытую сильному прибою. Высота этой площадки надъ озеромъ 22 м. (74 ф.).—Наконецъ, еще заслуживаетъ вниманія одинъ очень большой валунъ, лежащій почти на самомъ гребнѣ оза, близъ дома лѣсничаго, на высотѣ 24 м. (80 ф.),—№ 41 на картѣ, и рис. 5. Этотъ совершенно угловатый валунъ достигаетъ очень большихъ размѣровъ, а именно 3 м. длины при 2,5 м. ширины и выступаетъ изъ земли на 2 м. (10,8,2 и 7 ф.). Кругомъ его видны самыя разнообразныя гальки и булыжники. Состоитъ онъ изъ краснаго крупно-зернистаго гранита (тѣльно-красный полев. шп., кристаллы въ 25—40 мм., сѣрый прозрачный кварцъ, до 10 мм., и гнѣздами, черная слюда въ 1—25 мм.). Этотъ валунъ, лежащій среди наноса самаго разнообразнаго состава, несомнѣнно приносный, и фактъ залеганія его на такой высотѣ имѣетъ, какъ легко видѣть, очень немаловажное значеніе для гипотезъ происхожденія оза. Мы вернемся къ нему ниже.

Наконецъ въ южной части, гдѣ озъ принимаетъ форму узкой косы въ $1^1/_2$ версты длиною, съ совершенно параллельными берегами и высотою отъ 4 до 6 м. (15—20 ф.), преобладаютъ большіе валуны. Изъ описанія, помѣщеннаго на картѣ и изъ прилагаемаго рисунка (рис. 6) видны частности ихъ расположенія. Песчаный наносъ здѣсь почти совершенно исчезаетъ; онъ попадается только въ двухъ мѣстахъ, и то на ничтожнѣйшемъ протяженіи; почти всюду мелкія части наноса—песокъ и галька—отсутствуютъ, даже среди валуновъ; валуны, самыхъ разнообразныхъ формъ и состава, нагромождаются другъ на друга, ничѣмъ не связанные и только заростаютъ мохомъ. Мѣстами эти скопленія особенно велики. Наконецъ, заслуживаетъ здѣсь вниманія тотъ фактъ, что валуны не неподвижны, а иногда передвигаются съ мѣста современнымъ льдомъ. Рисунокъ 7-й изображаетъ валунъ, который несомнѣнно былъ сдвинутъ съ мѣста не далѣе, какъ нынѣшнею весною: яма, показанная на рисункѣ влѣво отъ него, вполнѣ соотвѣтствующая

величиною и формою размѣрамъ и очертаніямъ валуна, не могла бы сохраниться нѣсколько лѣтъ. На основаніи этого единичнаго факта мы уже могли бы смѣло утверждать, что современные льды могутъ и теперь, во время бурь, передвигать и надвигать на берега валуны довольно большихъ размѣровъ, если бы не было и другихъ доказательствъ. При этомъ я полагаю, что, какъ и во всѣхъ извѣстныхъ мнѣ подобныхъ случаяхъ (см. XI и XIII главу), валуны приносятся не изъ далека, а выворачиваются со дна изъ ближайшей береговой полосы, надвигаясь на берегъ всего на 10—20 сажень (20—40 м.).

Мнѣ остается еще упомянуть про холмикъ на южной оконечности оза (№ 50 на картѣ III), такъ какъ этотъ холмикъ былъ предметомъ жаркихъ споровъ. Ак. Шмидтъ замѣчалъ въ немъ слоистость и сѣдловидность расположенія наноса; ак. Гельмерсенъ и я не находили этого. Кромѣ того, я высказалъ предположеніе, что этотъ холмикъ—насыпной. Поэтому г. Гельмерсенъ и я тщательно срисовали обнаженіе въ этомъ холмикѣ, съ двухъ разныхъ точекъ зрѣнія, и мой рисунокъ прилагается при семъ вмѣстѣ съ планомъ и разрѣзомъ (см. рис. 8-й). Пусть всякій судитъ по своему. Наносъ, изъ котораго состоитъ этотъ холмъ, очень разнообразенъ: въ немъ встрѣчаются камни всѣхъ величинъ—отъ крупныхъ булыжниковъ до мельчайшихъ зеренъ. Камни большею частію окатаны, какъ это видно и по рисунку; между ними залегаетъ бѣлый глинистый цементъ, похожій на ледниковую пыль; известковистаго содержанія въ этой глинѣ не оказалось. Вся эта масса очень плотна, какъ видно уже по крутизнѣ обнаженія и по тому, какъ въ немъ сидятъ камни. Скорѣе всего этотъ наносъ походитъ на наносъ, изъ котораго состоитъ холмикъ у Папполя, въ Выборгѣ, упомянутый въ I главѣ. По этой бѣлой пыли его можно было бы назвать ледниковымъ щебнемъ, если бы камни, особенно въ верхнихъ частяхъ, не были такъ обмыты. Расположеніе камней въ верхней половинѣ обнаженія (нижняя осы-

палась) сильно заставляетъ меня думать, что это сооруженіе искусственное; быть можетъ, это одна изъ батарей (слѣды ихъ видны еще въ двухъ другихъ мѣстахъ), для которой воспользовались небольшимъ естественнымъ холмомъ (въ старину всегда старались поставить орудія на возвышеніи), присыпавъ на него глины съ камнями (но откуда взяли эту бѣлую глину? и отчего не воспользовались промытымъ хрящемъ, который есть по сосѣдству?). За искусственность сооруженія говоритъ и правильная форма холма, съ ровною площадкою наверху, и банкетъ, въ лѣвой сторонѣ рисунка, напоминающій дорогу для подъема на холмикъ.

Наконецъ, самая южная оконечность оза представляетъ такое же образованіе, какъ и сѣверная оконечность, о которой уже говорено выше.

Гипотезы о происхожденіи Пунгахарью.

Какъ видно изъ сказаннаго, отсутствіе обнаженій на Пунгахарью лишаетъ насъ всякой возможности представить гипотезу о его происхожденіи, основанную на неоспоримыхъ фактахъ строенія, и если бы мы знали только одинъ озъ Пунгахарью, то его образованіе должно было бы остаться для насъ загадкою. Но, къ счастію, мы находимъ въ Финляндіи множество другихъ наносныхъ грядъ, имѣющихъ съ Пунгахарью столько общихъ чертъ, что въ единствѣ ихъ происхожденія не можетъ быть никакого сомнѣнія и, вмѣстѣ съ тѣмъ, въ этихъ грядахъ мы находимъ такія обнаженія, которыя вполнѣ разъясняютъ намъ ихъ возникновеніе [19]). Поэтому, въ бытность на

[19]) Замѣчу при этомъ, что обращаясь предпочтительно къ большимъ озамъ, съ цѣлью рѣшить вопросъ о ихъ происхожденіи, изслѣдователи сами усложнили свою задачу. Большой озъ весьма рѣдко можетъ быть разрѣзанъ весь поперекъ, тогда какъ въ маленькихъ озахъ это бываетъ довольно часто, и вообще обнаженія въ большомъ озѣ обнаруживаютъ только самые наружные его слои, тогда какъ въ маленькомъ они нерѣдко доходятъ до ядра. Большіе озы важны только для изученія топографіи и расположенія наносныхъ грядъ.

Пунгахарью, когда я зналъ только одинъ этотъ озъ, я не высказалъ никакой гипотезы о его происхожденіи и ограничился только отрицаніемъ предложенныхъ объясненій; теперь же, ознакомившись со многими сходными образованіями, могу предложить гипотезу, которая не будетъ уже гадательною.

Чтобы освѣжить въ памяти сказанное выше, мы срезюмируемъ въ нѣсколькихъ словахъ то, что̀ намъ извѣстно о Пунгахарью.

Начинается онъ слѣдовательно, на С.-З. узкою невысокою грядою, состоящею изъ большихъ валуновъ, большею частію мѣстнаго гнейса. Затѣмъ, онъ состоитъ изъ двухъ узкихъ, параллельныхъ грядъ одинаковой высоты (отъ 15 до 25 м.), вправо отъ которыхъ разстилается большой гнейсовый островъ Ля́уксари; на поверхности эти гряды покрыты хрящемъ и пескомъ. На склонѣ одной изъ нихъ, у бельведера, обнажается въ поверхностныхъ слояхъ песокъ съ хрящемъ, галькою и булыжникомъ, большею частію окатанными. Далѣе, озъ вытягивается въ очень узкую гряду съ крутыми склонами и очень узкимъ гребнемъ, причемъ здѣсь онъ достигаетъ высшихъ точекъ. И тутъ на поверхности виденъ песокъ съ мелкою галькою. Тоже—и южнѣе, гдѣ озъ вторично является узкимъ и высокимъ валомъ, причемъ здѣсь, на поверхности его, на высотѣ около 25 м. (80 ф.), попадаются скопленія крупнаго булыжника и одинъ большой валунъ въ 12—15 куб. метровъ (400—500 куб. ф.). Въ средней части озъ является узкою лентою, въ видѣ низкой гряды въ 5—8 м. (15—25 ф.) высоты. Въ южной части онъ имѣетъ такую же малую высоту и весь состоитъ изъ крупныхъ валуновъ, среди которыхъ попадается весьма мало мелкаго наноса. Тонко-слоистые, песчано-иловатые горизонтальные наносы встрѣчаются только въ прилежащихъ островахъ. Выходы гнейса попадаются на островахъ до высоты около 10 м. (30 ф.); Такахарью и южные придатки оза, достигающіе отъ 18 до 25 м. (60—80 ф.), состоятъ изъ гнейса, покрытаго наносомъ незначительной толщины.

Всякая гипотеза должна, слѣдовательно, объяснить эти факты, въ связи съ прочими, указанными выше, въ топографическомъ описаніи.

Такихъ гипотезъ было предложено двѣ: С. С. Куторгою [20]) и Г. П. Гельмерсеномъ [21]).

Куторга, описавъ Пунгахарью, крайне небрежно и невѣрно, въ видѣ узкаго вала, протянувшагося на 7 верстъ между двухъ озеръ, высказалъ предположеніе, что онъ возникъ отъ встрѣчнаго прибоя двухъ озеръ, которыя и накидали эту гряду своими волнами. Вслѣдъ за Куторгою, повторилъ туже гипотезу Хольмбергъ, коснувшись Пунгахарью и его происхожденія въ нѣсколькихъ строчкахъ [22]). Высказывая свое предположеніе, Куторга не счелъ нужнымъ пускаться въ какія-либо разъясненія и показать намъ возможность такого образованія. Между тѣмъ, конечно являлся цѣлый рядъ вопросовъ: при какомъ уровнѣ возникла эта гряда? отчего въ двухъ, еще не отдѣленныхъ грядою озерахъ, *долженъ* явиться гдѣ-то встрѣчный прибой, и почему онъ явился именно на линіи, занимаемой озомъ? Наконецъ—если уже отвѣтить на эти вопросы нельзя то, допустивъ существованіе такого встрѣчнаго прибоя, какъ могъ прибой набросать гряду въ 25 метровъ высоты? и т. д... Напрасно было бы искать не только у Куторги и Хольмберга, но и у ихъ позднѣйшихъ послѣдователей отвѣта на эти вопросы. Какъ будто набрасываніе такихъ грядъ встрѣчнымъ прибоемъ явленіе совершенно обыкновенное, давно знакомое естествоиспытателямъ; никто не вдается ни въ какія разъясненія,—точно дѣло идетъ о какомъ-нибудь отложеніи гальки въ руслѣ рѣки...

---

[20]) S. Kutorga, Geognostische Bemerkungen im südlichen Finland, въ Verhandl. der Mineralogischen Gesellschaft zu Petersburg, Jhrg. 1850—51. Ptrsb. 1851.

[21]) G. Helmersen, Die Wanderblöcke und die Diluvialgebilde Russlands, Ptrsb. 1869, изъ Mém. de l'Ac. d. Sc. de St.-Pétersb., VII-e Série, t. XIV.

[22]) H. J. Holmberg, Bemerkungen auf ein. geognost. Reise nach Ost-Finland въ Bull. de la Soc. des Natur. de Moscou, vol. XXIX, 1856.

Казалось бы, что въ такомъ видѣ гипотеза никогда не будетъ принята учеными, и такъ и останется догадкою, пока не будетъ подтверждена примѣрами и вообще разъяснена въ частностяхъ. Но вышло наоборотъ: — никто и не потребовалъ отъ авторовъ никакихъ разъясненій, никто не предложилъ ихъ впослѣдствіи, и гипотеза, даже въ такомъ видѣ, нашла себѣ сторонниковъ. Ее поддерживали и у насъ, ея держатся до сихъ поръ нѣкоторые шведскіе геологи, и наконецъ теперь въ Англіи ссылаются уже на «Финляндскіе озы», образованные дѣйствіемъ встрѣчнаго прибоя двухъ озеръ, какъ на доказанный фактъ. Такимъ образомъ, отъ времени ли, оттого ли, что своевременно она не была разсмотрѣна и опровергнута, или по другимъ какимъ-нибудь причинамъ, но эта гипотеза уже пріобрѣла право гражданства въ наукѣ; и хотя мы могли бы оставить вовсе безъ вниманія догадку, *никогда ничѣмъ не доказывавшуюся,* но волею-неволею приходится уже считаться съ нею, разбирать ее и опровергать.

Итакъ, представимъ себѣ Пунгахарью въ идеальной формѣ, въ какой онъ рисовался Куторгою, т.-е. въ видѣ узкаго наноснаго вала, проходящаго между двухъ озеръ, и посмотримъ, насколько возможно образованіе такого вала силою прибоя.

Съ перваго же раза, при первомъ взглядѣ на всякую подробную карту Финляндіи [23]), насъ поражаетъ, впрочемъ, одно обстоятельство: самаго главнаго условія, самой предполагаемой причины образованія оза, т.-е. прибоя, въ данномъ мѣстѣ не оказывается на лицо; недосмотръ, правда, крупный, но несомнѣнный. Почти на всемъ протяженіи Пунгахарью, кромѣ южной его оконечности, *не только встрѣчнаго, но и никакого сильнаго прибоя вовсе не можетъ существовать: озъ закрытъ*

---

[23]) См. также черт. II, „Карту Пурувеси и Утравеси".

съ обѣихъ сторонъ массивными островами одинаковой съ нимъ высоты. Въ самомъ дѣлѣ, съ С.-В. онъ закрытъ *на двухъ-третяхъ* своего протяженія массивнымъ Ляукансари, лежащимъ въ разстояніи менѣе версты отъ оза; съ Ю.-З., *на всемъ* протяженіи,—группою острововъ, отдѣленныхъ отъ оза очень узкими проливами. Только въ южной (и самой низкой) своей части озъ открытъ, но и то не встрѣчному, а одному сѣверовосточному прибою. Какъ упустили это изъ виду защитники гипотезы, — непонятно; можно замѣтить только, что такое упущеніе ничѣмъ не можетъ быть оправдано: самый невнимательный взглядъ на окрестность долженъ былъ убѣдить въ сказанномъ всякаго бывшаго на мѣстѣ; самый бѣглый взглядъ на любую карту убѣждаетъ въ томъ же [24]).

Понятно при этомъ, что если бы мы предположили уровень Пурувеси поднятымъ на значительную высоту, чтобы покрыть водою острова Ляуканъ, Такахарью, Вахерсало, Пöллонъ и др., то и это ничему бы не помогло. Весь озъ въ такомъ случаѣ также покрылся бы водою, мѣстами метровъ на 12—15 (40—50 ф.), и тогда уже нужно было бы говорить о подводномъ образованіи Пунгахарью, т.-е. уже не дѣйствіемъ прибоя, а дѣйствіемъ какой-то другой невѣдомой силы, существованіе которой требовалось бы въ такомъ случаѣ доказать; Куторга же и его послѣдователи имѣли въ виду самый обыкновенный береговой прибой. Не замѣтить, что Пунгахарью, вообще говоря, ниже окрестныхъ острововъ, и даже высшими своими точками весьма мало превышаетъ ихъ, очень мудрено.

---

[24]) Никому изъ видавшихъ Финляндію, хотя бы только проѣздомъ, не придетъ конечно въ голову вообразить, чтобы острова Ляуканъ, Пöллонъ и др. тоже могли быть образованы прибоемъ,—самая ихъ величина на картѣ не допускаетъ такого предположенія, не говоря уже о массивныхъ гнейсовыхъ бутрахъ, бросающихся въ глаза.

Это видно безъ всякихъ измѣреній высотъ, и не требовало особой наблюдательности со стороны изслѣдователя.

Итакъ, самой предполагаемой причины образованія Пунгахарью въ данномъ случаѣ не существуетъ, и предлагавшіе гипотезу не позаботились даже объ этомъ. Но въ частностяхъ несообразность гипотезы образованія оза прибоемъ становится еще очевиднѣе. *Озъ достигаетъ наибольшей высоты и правильности тамъ, гдѣ уже никакого прибоя быть не можетъ, т.-е. тамъ, гдѣ онъ закрытъ по сторонамъ гнейсовыми островами, лежащими вплотную около него и одинаковой съ нимъ высоты.*

Дѣйствительно, наибольшей высоты и правильности озъ достигаетъ на протяженіи отъ *N* до Хюннинсàри и затѣмъ, во второй разъ—между придатками *R*, *S* и *T*. Но здѣсь, въ сѣверной части, онъ совершенно закрытъ съ Юго-Запада гораздо болѣе массивнымъ Такахарью, который достигаетъ одной высоты съ озомъ и проходитъ въ самомъ близкомъ отъ него разстояніи (менѣе четверти версты); а съ С.-В. лежатъ гнейсовые островки Коткасàри и Онкилуото, и менѣе чѣмъ въ верстѣ отъ острова тянется массивный гнейсовый островъ Ляуканъ [25]).—Южнѣе, въ томъ мѣстѣ, гдѣ озъ вторично достигаетъ наибольшей высоты и правильности, т.-е. у дома лѣсничаго, онъ опять закрытъ съ обѣихъ сторонъ придатками *R*, *S* и *T*, изъ которыхъ первые два достигаютъ одной съ нимъ высоты; онъ лежитъ здѣсь *въ узкой долинѣ* между ними; см. разрѣзъ *G H*. А что эти придатки не наносные, опять-таки видно изъ ихъ очертаній, массивности и изъ выходовъ гнейса, попадающихся подъ наносомъ на высотѣ 8 м. (25 ф.). Съ Запада, въ разстояніи менѣе версты отъ оза, тянется здѣсь

[25]) Предположить, что Такахарью тоже набросанъ прибоемъ, нельзя. По массивности и всѣмъ его очертаніямъ видно, что онъ состоитъ изъ твердой горной породы; да наконецъ и Такахарью не могъ возникнуть дѣйствіемъ прибоя, такъ какъ вплотную возлѣ него, отдѣляясь узкимъ проливчикомъ, лежитъ массивный островъ Вахерсало, покрытый гнейсовыми буграми.

также группа острововъ, Пöллонсàри и другіе. Наконецъ, тамъ, гдѣ мы имѣемъ мѣсто совершенно закрытое, съ Запада—большими островами Тунансàри и Вахерсало, а съ Сѣверо-востока—всею массою Ляукансàри, т.-е. отъ *M* до *N*, озъ достигаетъ наибольшаго развитія, такъ какъ здѣсь тянутся рядомъ *два* высокія наносныя гряды, два параллельныхъ, рядомъ лежащихъ, высокихъ оза.

Наоборотъ, тамъ гдѣ озъ болѣе открытъ прибою, тамъ онъ достигаетъ наименьшей высоты, и представляетъ низкую косу всего въ 3—6 м. (10—20 ф.) надъ Пурувеси. Мы это также видимъ два раза: во-1-хъ, у моста, гдѣ возлѣ оза нѣтъ никакихъ придатковъ и гдѣ разстояніе между Ляукансàри и западными островами замѣтно увеличивается, и гдѣ озъ имѣетъ высоту всего въ 3—5 м. (10—15 ф.) и даже теряется подъ водою; и во-2, на южной оконечности оза, гдѣ онъ дѣйствительно открытъ сѣверо-восточному прибою; но здѣсь онъ окончательно понижается и идетъ узкою лентою въ 3—6 м. (10—20 ф.) высоты; весь мелкій наносъ унесенъ даже водою, и на мѣстѣ остались одни крупные валуны.

Изъ сказаннаго очевидно, что *прибой не только не могъ быть причиною возникновенія Пунгахарью,* но что онъ даже находится въ противорѣчіи съ образованіемъ оза, т.-е. по всей вѣроятности *разрушалъ существовавшій озъ, а не созидалъ его* [26]). Поэтому, мы можемъ считать дѣло относительно Пунгахарью покончennымъ и сдать эту легкомысленную гипотезу въ архивъ. Но кстати я разсмотрю уже, насколько вообще возможно образованіе прибоемъ наносныхъ грядъ, подобныхъ озамъ. Такое разсмотрѣніе пригодится намъ, такъ какъ немудрено, что подобное же объясненіе будетъ предложено для другихъ финскихъ озовъ: въ наукѣ, какъ и въ жизни, старыя гипотезы, хоть пло-

[26]) Все сказанное, даже еще въ большей степени, приложимо и къ предположенію о возникновеніи оза изъ рифа: если не было прибоя, то не могло появиться рифа; а тѣмъ болѣе невозможно возникновеніе рифа въ узкихъ долинахъ между придатками оза.

хонькія, всегда любимѣе новыхъ, и не мудрено, если гипотеза прибоя воскреснетъ еще не разъ.

Прежде всего вопросъ о мѣстѣ. Въ данномъ случаѣ и во многихъ другихъ (въ томъ числѣ и въ Упсальскомъ озѣ), мы видимъ, что озъ проходитъ не по наклонной плоскости покатаго берега, гдѣ могла бы нѣкогда проходить береговая линія, а такъ сказать на равнинѣ, или въ нѣкоторомъ разстояніи отъ береговыхъ возвышенностой; къ Ю.-З. отъ Пунгахарью, между озомъ и берегомъ большихъ острововъ, мы имѣемъ напримѣръ фарватеръ, по которому ходятъ, или ходили недавно [27]) суда; Упсальскій озъ, въ долинѣ р. Фюрисъ, да и весьма многіе шведскіе озы въ Меларской впадинѣ лежатъ на равнинѣ, имѣющей одинаковую высоту по обѣ ихъ стороны, и въ ближайшія возвышенности проходятъ во многихъ мѣстахъ въ нѣкоторомъ разстояніи отъ озовъ, отъ 100 саж. до двухъ, трехъ и болѣе верстъ. Спрашивается, почему же это прибой не доходилъ до встрѣчнаго берега, а начиналъ созидать гряду въ нѣкоторомъ разстояніи отъ него, на данной линіи, безъ всякой видимой причины? Если бы по данной линіи проходила уже ранѣе какая-нибудь гряда, состоящая изъ твердой породы или изъ наноса, — тогда было бы понятно, что, встрѣчаясь съ этой грядою, которая въ данномъ случаѣ и замѣняетъ берегъ, прибой начинаетъ отлагать на ея склоны наносы; даже если бы эта гряда и не выступала изъ воды, и гребень ея покрывался-бы водою на нѣсколько футовъ, — то и тогда шло бы отложеніе на ней наноса. Но отчего на данной линіи, въ двѣ, три, семь верстъ длиною, и въ разстояніи версты или болѣе отъ берега, начнется созиданіе прибоемъ гряды, безъ всякой на то причины, откуда возьмется нужный наносъ и отчего онъ не дойдетъ до берега,—этого я не понимаю, и отказываюсь понять [28]). Предвидя эту труд-

[27]) См. карту Пунгахарью, приложенную къ исторической статьѣ г. Рейна, о которой упоминалось выше, прим. 2-е.

[28]) Все сказанное очевидно относится и до гипотезы образованія озовъ, какъ береговыхъ валовъ (гипотезы Эрдмана). Если мы видимъ возникающій береговой валъ (сходны-ли они съ озами или нѣтъ, — это другой вопросъ), то онъ образуется на пологомъ прибрежьѣ, на самой линіи берега, или въ нѣсколькихъ саженяхъ отъ нея, а не въ верстѣ отъ берега, на ровной поверхности дна.

ность, Куторга выставилъ *«встрѣчный прибой»* двухъ озёръ. Но *слово* «встрѣчный», какъ всякое слово, за которымъ нѣтъ никакого конкретнаго представленія и которымъ въ данномъ случаѣ ограничился авторъ, еще нисколько не разъясняетъ дѣла, и при всемъ добромъ желаніи, я даже не могу понять, что такое могло бы подразумѣваться подъ этимъ словомъ.

Какъ это «встрѣчный»? Т.-е. одновременно, въ одномъ озерѣ (въ *одномъ*, ибо тогда нѣтъ еще раздѣляющей перемычки) начинается прибой съ запада, подъ вліяніемъ западнаго вѣтра, и въ это же время съ другого конца озера идетъ прибой съ востока, подъ вліяніемъ восточнаго вѣтра, и существуетъ такая линія, гдѣ западный вѣтеръ и западный прибой встрѣчаются съ равносильными имъ восточнымъ вѣтромъ и восточнымъ прибоемъ, и оба взаимно уничтожаются на этой линіи, и эта линія есть Пунгахарью?!... Или, подъ вліяніемъ одного вѣтра, напримѣръ западнаго, въ озерѣ образуются два прибоя, западный и отраженный восточный, и оба встрѣчаются гдѣ-то посреди озера и взаимно уничтожаются, не смотря на различную силу, на различные углы отраженія и т. д., и эта интерференція происходитъ изъ вѣка въ вѣкъ на одной *линіи!*... Или, наконецъ, эта интерференція, это взаимное уничтоженіе прибоевъ происходитъ во времени, т.-е. сегодня въ озерѣ западный прибой, завтра восточный?... но тогда первый дойдетъ до восточнаго берега, а второй до западнаго. Словомъ, если вдуматься въ реальныя явленія природы, и вмѣсто *слова* (взятаго быть можетъ изъ области теченій въ лиманахъ, въ данномъ случаѣ совершенно неприложимыхъ) постараться представить рядъ реальныхъ фактовъ, то эта попытка встрѣчается съ такимъ рядомъ самыхъ странныхъ несообразностей, что излишне было бы долѣе останавливаться надъ нею. Мы можемъ вполнѣ быть увѣрены, что *если никакой гряды не существовало ранѣе, по причинамъ не зависящимъ отъ прибоя, то никакой новой гряды, въ нѣкоторомъ разстояніи отъ берега, и не можетъ возникнуть* [29]).

[29]) Происхожденіе этой гипотезы можно объяснить себѣ развѣ только слѣдующимъ образомъ: человѣкъ стоитъ на узкой низкой грядѣ, между двухъ озеръ,

Что касается до рифовъ, на которые Ф. Б. Шмидтъ указывалъ въ 1865 году, какъ на образованіе, аналогичное эстляндскимъ озамъ [30]), то впослѣдствіи, ознакомившись съ внутреннимъ ядромъ озовъ, мы окончательно убѣдимся въ неприложимости этой гипотезы; здѣсь же я ограничусь нѣсколькими замѣчаніями, касающимися положенія этихъ грядъ. Прежде всего, для возникновенія рифа нужно конечно открытое прибрежье и сильный прибой; а мы уже видѣли выше, что именно этого-то условія не имѣется на лицо тамъ, гдѣ возникъ Пунгахарью; и тоже возраженіе приложимо по крайней мѣрѣ къ девяти-десятымъ всѣхъ финскихъ и шведскихъ озовъ. Затѣмъ, рифъ не можетъ образоваться *параллельно* берегу, въ нѣкоторомъ разстояніи отъ него, если ранѣе не существовало гряды, которая могла бы увеличиваться надвигаемыми на нее валунами: онъ можетъ образоваться только на продолженіи какого-нибудь полуострова или мыса; причемъ, въ большинствѣ случаевъ, такъ какъ вѣтры дуютъ не съ одинаковою силою съ обѣихъ сторонъ мыса, онъ загибается относительно оси послѣдняго, принимая форму, показанную на рис. 9-мъ [31]). Ясно однако, что такія образованія не имѣютъ ничего общаго съ финскими и шведскими озами, какъ по громадной длинѣ этихъ грядъ, такъ и потому, что онѣ лишь въ совершенно исключительныхъ случаяхъ являются на продолженіи отроговъ горъ, большею же частію выходятъ сходящимися пучками изъ долинъ.

Относительно-же рифовъ Финскаго залива, являющихся на продолженіи мысовъ и отроговъ берега, какъ напримѣръ всѣ рифы, упоминаемые ак. Шмидтомъ на островахъ Дагдэнъ,

---

и видятъ, какъ съ обѣихъ сторонъ плещутся волны, ударяясь о берега. Возникаетъ представленіе о встрѣчномъ прибоѣ, но забывается при этомъ про самую гряду и ея роль въ этомъ случаѣ (если бы гряды не было, и человѣкъ сидѣлъ бы въ лодкѣ, представленіе было бы иное), и это представленіе переносится въ прошедшее, когда гряды еще не существовало. Затѣмъ, къ волнамъ прибавляется мысленно несомый ими наносъ, и наконецъ, догадка не провѣряется никакими наблюденіями.

[30]) F. Schmidt, Untersuchungen über die Erscheinungen der Glacialformation in Estland und auf Oesel, въ Bull. de l'Ac. d. Sc. de St.-Pétersb., t. VIII, и въ Mél. phys. et chim., t. VI, 1866.

[31]) Если буря нагоняетъ волны на берегъ подъ угломъ къ береговой линіи, то конечно будетъ происходить интерференція прямыхъ и отраженныхъ волнъ;

Нуко и др., и всѣ тѣ, которые я видѣлъ на о-вѣ Тюттерсѣ, слѣдуетъ сдѣлать одно общее замѣчаніе: именно, есть громадная вѣроятность въ пользу того, что эти рифы, собственно говоря,—вовсе не морскія образованія, или-же, что ихъ положенія обусловлены телескопическимъ изборожденіемъ породы во время ледниковаго покрытія. Дѣйствительно, поверхность твердой горной породы въ Финляндіи, и навѣрно въ Эстляндіи, вся покрыта продолговатыми грядами и выбоинами, о которыхъ я говорилъ уже въ началѣ этой главы; эти гряды и образуютъ отроги, выдающіеся къ С.-З., которыми такъ богатъ эстляндскій беретъ Финскаго залива и берега упомянутыхъ острововъ; но тѣ же отроги продолжаются и подъ водою. Далѣе, вся Эстляндія и все дно Финскаго залива покрыты поддонною мореною, со множествомъ валуновъ, изъ которой и происходятъ громадные валуны, покрывающіе въ такомъ изобиліи берега и дно залива. Эти валуны, во время бурь, особенно въ концѣ зимы, повидимому постоянно накатываются на берегъ, и слѣдовательно также на подводные отроги скалистаго берега, и такимъ образомъ постоянно повышаютъ ихъ, до тѣхъ поръ, пока гряда не выступитъ изъ воды рядомъ камней [32]). Такимъ образомъ получаются, на продолженіи скалистыхъ береговыхъ отроговъ, подводные каменные рифы. Другая причина появленія рифовъ есть размываніе ранѣе существовавшихъ наносныхъ грядъ въ связи съ поднятіемъ материка. Мы видимъ, въ самомъ дѣлѣ, въ Эстляндіи множество наносныхъ грядъ, изъ которыхъ нѣкоторыя, какъ призналъ это г. Шмидтъ еще въ 1865 году [33]), состоятъ

но легко убѣдиться (проведя систему линій, выражающихъ направленіе тѣхъ и другихъ волнъ, и разсматривая ихъ взаимнодѣйствіе), что результатомъ такого прибоя можетъ быть только передвиженіе камней вдоль линіи берега въ одну сторону (фактъ, дѣйствительно наблюдавшійся г. Аустеномъ въ Ла-Маншѣ), такъ что вала, параллельнаго берегу, въ нѣкоторомъ разстояніи отъ него не образуется. Но вслѣдствіе такого боковаго передвиженія камней, тамъ гдѣ берегъ кончается мысомъ, можетъ отлагаться коса или рифъ, загибающійся по направленію вѣтра. Если вѣтеръ одинаково часто и сильно дуетъ съ обѣихъ сторонъ мыса, то наибольшее накопленіе наноса произойдетъ по оси мыса, или полуострова.

[32]) Ниже, въ XVII главѣ, мы увидимъ, какъ повсемѣстенъ этотъ процессъ.

[33]) F. Schmidt, Untersuchungen etc., въ Mél. phys. et chim., t. VI, p. 239. Нѣтъ сомнѣнія, что *всѣ* указанныя авторомъ гряды, которыя онъ считалъ береговыми валами, имѣютъ ядро изъ того же ледниковаго щебня съ валунами.

изъ ледниковаго щебня съ валунами. Очевидно, что такія гряды должны существовать и подъ водою залива, и нѣкоторыя изъ нихъ должны подходить своими вершинами весьма близко къ уровню моря. Размытыя на вершинѣ, причемъ мелкія части унесены водою, онѣ также даютъ рифы, причемъ и эти рифы могутъ нѣсколько увеличиваться теперь въ высоту, путемъ накатыванія ниже лежащихъ валуновъ на вершину гряды. Судя по громадному распространенію какъ первыхъ, такъ и вторыхъ грядъ, можно навѣрно сказать à priori, что громадное большинство рифовъ въ Финскомъ заливѣ произошло именно однимъ изъ этихъ двухъ способовъ. Но, какъ видно, ни тотъ ни другой способъ не имѣютъ ничего общаго съ прибоемъ: въ обоихъ случахъ требуется существованіе гряды, заблаговременно образовавшейся независимо отъ прибоя, и волны ограничиваются однимъ поверхностнымъ перераспредѣленіемъ матеріала, который ранѣе былъ отложенъ грядовидно.

Наконецъ мы кстати разсмотримъ уже, что́ общаго по формѣ могутъ имѣть озы и рифы, понимая подъ этимъ послѣднимъ словомъ то, что́ дѣйствительно должно пониматься подъ нимъ геологически, т.-е. гряду, образованную напоромъ волнъ и подобную той, которая изображена на рис. 9-мъ. Пусть однако читатель сравнитъ то представленіе, которое у него сложилось теперь относительно Пунгахарью съ тѣмъ, которое онъ имѣетъ о такомъ рифѣ, и можно заранѣе сказать, что ему представится рядъ различій. Всякій рифъ, какъ и всякая коса, имѣетъ форму *клиновидную*, форму положенной на бокъ, весьма плоской треугольной призмы, которая лежитъ основаніемъ у берега и, по мѣрѣ удаленія отъ него, понижается и съуживается на-нѣтъ; на картѣ онъ имѣетъ форму треугольника (особенно если вообразить его себѣ вышедшимъ изъ воды), и только то обстоятельство, что изъ подъ воды сплошь да рядомъ выдается только цѣпь валуновъ, еще скрадываетъ его треугольную форму, которая однако явно обнаружилась бы, если бы разсматривать рельефъ дна. Рифы, обра-

зованные прибоемъ, а не изъ ранѣе существовавшихъ грядъ, *должны* имѣть эту форму, — треугольную форму косы, и они дѣйствительно имѣютъ ее. Что́ же общаго имѣетъ однако такая форма съ озомъ, который представляетъ на картѣ *ленту*, съ параллельными боками, который то понижается, то опять повышается, и тянется такимъ образомъ цѣпью холмовъ на 5, 6, 20, даже на 200 верстъ?—Очевидно ничего общаго; да и сама гипотеза могла явиться только въ томъ случаѣ если во-1, смѣшивать рифы, образуемые прибоемъ, съ рифами, представляющими разрушенные выходы ранѣе существовавшихъ моренъ, или гряды изъ твердой горной породы, покрытыя валунами, или, во 2, если, глядя на рифъ, видѣть въ немъ только цѣпь выступающихъ изъ воды камней, не рисуя себѣ мысленно формъ подводной его части. Очевидно, что и то и другое ошибочно. Озы, и по формѣ, какъ и по расположенію, не имѣютъ ничего общаго съ настоящими рифами, образующимися теперь въ моряхъ.

Переходя теперь къ другому разряду фактовъ,— высотѣ, формѣ и составу оза, мы встрѣчаемся съ тѣми же несообразностями, которыя поражали насъ въ предшествующемъ разборѣ. Оставимъ въ сторонѣ всѣ тѣ противорѣчія, которыя мы видѣли и, вообразивъ себѣ озъ въ такихъ условіяхъ, гдѣ онъ могъ бы образоваться прибоемъ въ видѣ береговаго вала и гдѣ теперь еще образуются небольшіе береговые валы, посмотримъ, насколько вообще возможно образованіе прибоемъ такой гряды, какъ нѣкоторыя части Пунгахарью и весьма многихъ другихъ озовъ, и гдѣ озъ является правильно выраженнымъ валомъ въ 20—25 м. (70—80 ф.) высоты, съ крутыми склонами въ 25^0—30^0 и съ большими валунами на его вершинѣ.

Академикъ Гельмерсенъ весьма справедливо говоритъ: «пусть покажутъ намъ на берегахъ какого-нибудь озера, моря, хотя бы даже Океана, набросанную его водами, береговую дюну въ 150 ф. высоты, съ острымъ гребнемъ, съ валунами въ 10 ф.

длины на этомъ гребнѣ, и съ тонко-слоистыми отложеніями песка,—и мы примемъ это объясненіе. Но напрасно стали бы мы искать такихъ водоёмовъ» [34]). Безспорно, это возраженіе совершенно справедливо, и оно остается въ полной силѣ даже и при высотѣ оза въ 24—27 м. (80—90 ф.). Что же касается до валуновъ, то мы видѣли, что на значительной высотѣ попадаются еще бо́льшіе валуны; такъ въ 24-хъ метрахъ (80 ф.) надъ уровнемъ озера я нашелъ валунъ, изображенный на рис. 5-мъ, имѣющій 3 м. длины, 2 м. ширины (10 и 7 ф.) и на $2^1/_2$ м. (8 ф.) выступающій изъ подъ земли; объемъ видимой надъ землею части равенъ, слѣдовательно, 12—15 куб. м. (400—500 куб. ф.), а вѣсъ около 29,000 до 36,000 килогр. (1750—2200 пуд.). Дѣйствительно, нечего и думать, чтобы такіе большіе валуны могли быть забрасываемы водою или льдомъ на такую высоту [35]); они не могутъ быть забрасываемы на высоту болѣе 3—4 м. (10—12 ф.), даже на самыхъ открытыхъ прибрежьяхъ. Поэтому, всякій разъ, когда мы найдемъ на гребнѣ озовъ большіе валуны, мы должны будемъ, если уже не хотимъ искать другихъ причинъ,—допустить, что они положены на свое теперешнее мѣсто въ такое время, когда уровень водоема стоялъ на 3—4 м. ниже той высоты, гда они теперь лежатъ. Но въ такомъ случаѣ намъ придется допустить одно изъ двухъ: или что озъ образовывался весь подъ водою, на значительной глубинѣ, или же что онъ возводился камень за камнемъ, по мѣрѣ повышенія уровня озера, которое, слѣдовательно, сперва повышалось, пока не достигло высоты метровъ на 20 (около 70 ф.) большей, чѣмъ теперь, а потомъ

---

[34]) G. Helmersen, Die Wanderblöcke etc., p. 88.

[35]) Обыкновенно Эрдманъ и другіе сторонники водяного происхожденія озовъ въ такихъ случаяхъ прибѣгаютъ къ плавающимъ льдамъ, но какъ видно будетъ изъ слѣдующихъ главъ, такіе валуны лежатъ не на поверхности оза, а въ самомъ составляющемъ ихъ наносѣ. Ср. Кангасальскій озъ въ VII главѣ и Юве скюльскій озъ въ IX главѣ, а также XVII главу.

начало понижаться [36]). И въ томъ, и въ другомъ случаѣ, возведеніе оза должно быть вызвано предварительнымъ существованіемъ какой-нибудь гряды,—морены, гряды изъ твердой породы или наконецъ, во второмъ случаѣ, береговаго вала.

Невозможность образованія оза, съ крутыми склонами въ 20°—30°, въ первомъ случаѣ слишкомъ очевидна. Положимъ въ самомъ дѣлѣ, что на днѣ озера существуетъ уже какая-нибудь гряда. Такъ какъ во всякомъ озерѣ, или морѣ близъ береговъ отлагаются наносы, то, покрываясь ими, она дѣйствительно будетъ повышаться. Но всякій аллувіальный наносъ стремится сгладить неровности дна, отлагаясь болѣе толстымъ слоемъ въ углубленіяхъ; поэтому онъ и въ этомъ случаѣ заровняетъ неровность, и если наносъ достигнетъ значительной толщины, напр. въ 15—20 м. (50—70 ф.) то на мѣстѣ прежней гряды останется едва замѣтное возвышеніе. Оза никакъ не получится. Фактъ этотъ до такой степени общеизвѣстенъ, что онъ едва ли нуждается даже въ подтвержденіи; впрочемъ въ IV и IX главѣ читатель найдетъ нѣсколько любопытныхъ примѣровъ того, какъ цѣлые озы и гнейсовые бугры засыпаны и заровнялись аллувіемъ.

Если же мы предположимъ, что озъ возводится камень за камнемъ, по мѣрѣ повышенія уровня водоема, то мы встрѣчаемся съ массою трудностей. Прежде всего: откуда возьмется нужный матеріалъ? Прибой не есть какая-то фантастическая рѣка, которая несетъ щебень, камни и валуны. Если онъ передвигаетъ наносъ, то онъ беретъ его тутъ же, въ нѣсколькихъ саженяхъ отъ берега, а не приноситъ его издалека; мелкая муть еще можетъ носиться въ волнахъ и переноситься на далекое разстояніе; но хрящъ, галька и булыжникъ не могутъ быть принесены издалека. Поэтому, если бы на берегу и существовала какая-нибудь гряда, то съ повышеніемъ уровня озера,

---

[36]) Такое колебаніе уровня озеръ весьма вѣроятно, и доказывается лѣсами, находимыми подъ толщами озернаго наноса, ниже теперешняго уровня озеръ. См. IV главу.

выхвативъ матеріалъ отъ ея подошвы и поднявъ его до ея вершины, придавъ ей такимъ образомъ достаточную крутизну, прибой уже болѣе не найдетъ нужнаго матеріала, (рис. 10) и чѣмъ выше будетъ подниматься уровень озера, тѣмъ болѣе матеріалъ для постройки будетъ истощаться—до тѣхъ поръ, пока дальнѣйшее повышеніе гряды не прекратится совершенно. Тогда гряда будетъ покрываться только тонкослоистымъ наносомъ, подобно прочему дну озера, и отойдетъ такимъ образомъ въ разрядъ разсмотрѣнныхъ сейчасъ подводныхъ грядъ, которыя заравниваются наносомъ. Что же касается до большихъ валуновъ, то они представляютъ еще бо́льшія трудности, такъ какъ пришлось бы допустить, что они показываются постепенно, поднимаясь изъ вѣка въ вѣкъ все выше и выше, что́ уже совсѣмъ невѣроятно, если вспомнить какія для этого нужны условія (пребываніе на поверхности, соотвѣтственный напоръ льдомъ и т. д.). — Или же мы должны допустить, что заранѣе существовала наносная гряда, почти равная по высотѣ теперешней, и что прибой только вымылъ нижнія ея части, набросавъ ихъ сверху гряды, — но тогда отъ гипотезы Куторги уже ничего не остается, и является вопросъ о томъ, отчего ранѣе существовала эта гряда.

Словомъ, съ какой бы стороны мы ни разсматривали гипотезу образованія озовъ прибоемъ, она оказывается рѣшительно несостоятельною, и чѣмъ ближе ее разсматривать, тѣмъ болѣе приходится удивляться — не тому, что учёные люди предлагаютъ иногда необдуманныя гипотезы, но тому, что разъ высказанныя и неопровергнутыя сейчасъ же такія гипотезы укореняются въ наукѣ, — должно быть по праву научнаго старшинства, — повторяются безъ дальнѣйшей провѣрки, и что для искорененія ихъ приходится по-пусту тратить столько времени.

Другая гипотеза была предложена ак. Гельмерсеномъ. Сдѣлавъ противъ гипотезы Куторги вышеприведенное возраженіе, ак. Гельмерсенъ говоритъ:

„Что онъ (Пунгахарью) — не морена, доказывается его мелкослоистымъ пескомъ, полнѣйшею сглаженностью угловъ въ камняхъ и окатанностью его валуновъ [37]) и, наконецъ, его формою, — ибо, сколько мнѣ извѣстно и сколько я ихъ видѣлъ въ Швейцаріи, морены не имѣютъ такихъ узкихъ и острыхъ гребней [38]) .... Также и объясненіе, предложенное выше для оза въ Ловизѣ (подводное образованіе, путемъ отложенія мелкаго наноса водою, а валуновъ — плавающими льдами, на низкой грядѣ изъ твердой горной породы), — сюда, повидимому, не приложимо“ [39]).

„Но припоминая то обстоятельство“, продолжаетъ ак. Гельмерсенъ, „что мощный дилувій, непрерывно распространенный во всей окрестности, имѣетъ то же внутреннее строеніе, что́ и Пунгахарью, и что подошва послѣдняго всюду усѣяна переносными валунами, по всей вѣроятности вымытыми изъ него, я склоненъ думать, что Пунгахарью, — также какъ и Талапскіе острова на Пейпусѣ и о-ва Иванцовъ, Пидъ, Хедъ, и Заицкій въ Повѣнежской губѣ Онежскаго озера, — есть не что иное, какъ остатокъ, уцѣлѣвшій отъ постепеннаго размыванія дилувія, нѣкогда распространявшагося непрерывнымъ покровомъ“.

Въ подтвержденіе своей гипотезы, ак. Гельмерсенъ ссылается на озъ между озёрами Кончъ и Пэртъ къ С.-З. отъ Петрозаводска и на озъ у сѣверной оконечности озера Космо въ Заонѣжьѣ, которые „непосредственно соединяются съ распространеннымъ здѣсь дилувіальнымъ покровомъ, со-

[37]) Читатель знаетъ теперь, что о составѣ оза ак. Гельмерсену извѣстно столько же, сколько и намъ, т.-е. изъ вала въ 70—80 ф. высоты ему извѣстно только 3—4 фута поверхностнаго слоя, и то только въ одномъ мѣстѣ на склонѣ оза. Другихъ обнаженій нѣтъ и не было — и тѣмъ не менѣе онъ говоритъ уже о составѣ оза. Но *всѣ* изслѣдователи озовъ, начиная съ Ляйэлля въ 1834 году и вплоть до настоящаго времени, именно такъ и дѣлали: зная 3—4 ф. наружнаго покрова, который конечно могъ быть отложенъ въ водѣ, они говорили о составѣ всего оза. Въ слѣдующихъ главахъ читатель найдетъ еще нѣсколько такихъ примѣровъ.

[38]) Объ этомъ см. ниже, главу XIX, Морены и Озы.

[39]) G. Helmersen, Die Wanderblöcke etc., p. 89.

стоящимъ, точно также какъ и озы, изъ песка и валуновъ“ (l. c., p. 91), причемъ гребень Кончецерскаго оза мѣстами лежитъ на 2 ф. выше одного озера и на 30 ф. выше другаго изъ раздѣляемыхъ имъ озёръ (p. 90). Болѣе точныхъ свѣдѣній о строеніи этихъ озовъ не имѣется.

Наконецъ, на Пунгахарью ак. Гельмерсенъ видѣлъ одно обнаженіе въ 3 м. (10 ф.) высоты, въ которомъ, говоритъ онъ, „верхная часть состояла изъ тонко-слоистаго песка, а нижняя — изъ песка со многими валунами“ (p. 89); на рисункѣ, приложенномъ къ книгѣ (fig. 29), показано, что здѣсь разрѣзанъ поперечно *самъ озъ*, и слои представлены горизонтальными. Этого обнаженія мы не нашли на мѣстѣ, и ак. Гельмерсенъ не могъ припомнить, гдѣ онъ его видѣлъ. Очевидно, что здѣсь произошло какое-нибудь недоразумѣніе, такъ какъ поперечнаго разрѣза самаго оза нигдѣ не существуетъ, и всего вѣрнѣе, что упомянутое обнаженіе было наблюдаемо въ одномъ изъ побочныхъ острововъ, напр. Хюннинсари. Впрочемъ, ак. Гельмерсенъ и не придаетъ особаго значенія этому обнаженію, что̀ и справедливо, такъ какъ въ такомъ мѣстѣ, гдѣ Пунгахарью обращается въ косу *въ 10 ф. высоты*, немудрено, что сверхъ валуновъ отложились, при высшемъ стояніи уровня озера, горизонтальные слои песковъ; но эти наносы *нельзя и приводить* въ подтвержденіе того, что озъ *въ 70 ф. высоты* есть остатокъ общаго дилувіальнаго покрова; главнымъ образомъ г. Гельмерсенъ основывается на однородности состава озовъ и прочаго дилувіальнаго покрова и на ихъ неразрывности съ общимъ покровомъ [40]).

[40]) Тѣмъ не менѣе, именно на это обнаженіе и сослался недавно г. Törnebomъ, въ одной маленькой брошюркѣ, гдѣ, указавъ на то, что озы слѣдуютъ долинамъ рѣкъ, онъ высказываетъ гипотезу, подобную гипотезѣ г. Гельмерсена и приводитъ въ подтвержденіе, что Пунгахарью *тоже* состоитъ изъ горизонтальныхъ слоевъ наноса!! Ср. A. Törnebohm. Några anmärkningar med anledning af Dr. P. A. Levins uppsats: Tankar om de Skandin. sandåsarnas bildning, въ Geolog. Föreningens i Stockholm Förhandlingar. Bd. I, № 4, 1872. Г. Törnebomъ былъ долгое время участникомъ Шведской Геологической Съёмки, и въ первыхъ выпущенныхъ имъ тетрадкахъ пояснительнаго текста много зани-

Замѣту вскользь, что о *составѣ* Пунгахарью, г. Гельмерсенъ ровно ничего не знаетъ, ибо странно судитъ о составѣ по поверхностнымъ отложеніямъ; такимъ образомъ и гранитныя скалы, покрытыя на поверхности тонкимъ своемъ щебня и песка, окажутся одного состава съ озами. Что же касается до *неразрывности* дилувіальнаго покрова, то относительно Пунгахарью я ея что-то не понимаю: о неразрывности по составу не можетъ быть рѣчи, ибо составъ неизвѣстенъ; а другой, напр. форменной, я въ данномъ случаѣ не замѣчаю. Впрочемъ, это не важно, такъ какъ намъ интересенъ не столько самъ Пунгахарью, сколько возможность такого происхожденія для озовъ вообще.

Что размываніе можетъ унести значительныя массы мощнаго наноса, даже довольно плотнаго, такъ что потомъ остаются лишь разрозненные островки первоначальной толщи, — въ этомъ дѣйствительно не можетъ быть никакого сомнѣнія. Достаточно сослаться на общеизвѣстные примѣры размытаго Уэльдскаго мѣла, или Юры Московскаго бассейна. Поэтому, не было бы ничего невозможнаго въ томъ, что и Финскій дилувій также размытъ, и что отъ него уцѣлѣли одни разрозненные островки или обрывки по стѣнамъ долинъ. Но прежде всего нужно, слѣдовательно, показать, что въ томъ водоёмѣ, гдѣ мы теперь видимъ Пунгахарью и другіе озы,

---

мался наносами; по обилію фактовъ, его тетрадки, вмѣстѣ съ тетрадками г. Сиденблада, суть лучшія для изученія шведскихъ наносовъ. При этомъ видно, что г. Т., хотя и писалъ свой текстъ по установленной начальникомъ съёмки, Эрдманомъ, системѣ (причисляя ядро озовъ къ окатанному галечнику, rullstensgrus), но никакъ не могъ помириться съ этого системою, и весьма часто приводилъ противорѣчащіе факты. Потомъ онъ оставилъ изслѣдованіе наносовъ и перешелъ къ занятіямъ петрографіею. Но при появленіи въ прошломъ году замѣтки г. Левина, онъ высказался въ пользу гипотезы ак. Гельмерсена и такимъ образомъ призналъ, слѣдовательно, что по составу озы, по крайней мѣрѣ отчасти, тождественны съ общимъ дилув. покровомъ Швеціи (*поддонною* мореною) и слѣдуютъ долинамъ рѣкъ, — что́ также отрицалось Эрдманомъ. Теперь г. Тэрнебому остается сдѣлать только одинъ шагъ и признать *форму* озовъ продуктомъ ледниковаго дѣйствія, т.-е. признать ихъ *продольными* моренами, — поверхностными или поддонными.

дѣйствительно залегала нѣкогда неразрывная толща дилувія въ 30 или болѣе метровъ (100 ф.) толщины; она не могла исчезнуть безслѣдно вся, за исключеніемъ Пунгахарью, и должна была сохраниться хотя мѣстами, по краямъ этого водоёма, вдоль стѣнъ его котловины, и кромѣ того — множествомъ отдѣльныхъ островковъ. Нельзя не замѣтить однако, что существованіе такой толщи наноса болѣе чѣмъ сомнительно, и ак. Гельмерсенъ конечно не указалъ намъ такихъ остатковъ. Въ ближайшихъ окрестностяхъ Пунгахарью я знаю только одно мѣсто, гдѣ обнажается наносъ значительной толщины, именно на материомъ берегу противъ южной оконечности оза, у Пункасальми; здѣсь дѣйствительно виденъ на склонѣ горы наносъ, состоящій въ верхнихъ частяхъ изъ желтаго песка съ валунами, на высотѣ 17 м. (56 ф.) надъ уровнемъ Пурувеси, причемъ весьма вѣроятно, что наносъ имѣетъ здѣсь именно эту толщину. Но я говорилъ уже выше, основываясь на топографіи мѣстности, что вижу здѣсь продолженіе Пунгахарью (см. карту II-ую, длинный и узкій полуостровокъ, идущій на Ю.-В., на продолженіи оза) слѣдовательно — наносную гряду, озъ, а не обрывокъ общей толщи. Кромѣ того, мнѣ извѣстно еще одно мѣсто, въ значительномъ правда разстояніи отъ Пунгахарью, но въ томъ же бассейнѣ, именно по юго-восточному берегу озера Саймы, гдѣ наносъ также достигаетъ значительной толщины. На В. отъ Вильманстранда, берегъ Саймы идетъ почти прямою линіею на С.-В., черезъ с. Ютсено (Joutseno) и станцію Ситоля (Siitola), и на этомъ протяженіи самый берегъ озера составляетъ южная окраинная гряда озёрной Финляндіи. Здѣсь, вдоль окраинной гряды на сѣверномъ ея склонѣ, встрѣчаются повидимому значительныя толщи слоистаго наноса, отчасти сходнаго съ тѣмъ, который залегаетъ на поверхности Пунгахарью. Такъ, Ф. Б. Шмидтъ, возвращаясь въ Выборгъ, видѣлъ у Вильманстранда значительныя толщи песка съ валунами (о нихъ, сколько помнится, упоминаетъ и Куторга), и мы,

проѣзжая изъ Выборга къ Пунгахарью, видѣли также близъ ст. Ситоля, между оз. Саймы и озеркомъ Иммаляерви, толщу слоистаго наноса, который обнаженъ въ верхнихъ частяхъ и представляетъ сверху слой промытаго угловатаго гравія, съ валунами, въ 0,3 м. толщины, потомъ — слой въ 0,5 м. округленныхъ булыжниковъ до 0,1 м. въ діаметрѣ, и ниже — бѣлый песокъ, который покрывается осыпью. Если подняться на обнаженіе, записано у меня, то далеко видно, что деревья приходятся на одномъ уровнѣ, слѣдовательно, поверхность этой возвышенности, на нѣкоторое небольшое разстояніе, горизонтальна. Высота, на которой лежитъ надъ Саймою это несомнѣнно береговое отложеніе, равна 27 м. (88 ф.). Вѣроятно это обнаженіе, на которое ак. Гельмерсенъ обратилъ наше вниманіе во время нашего быстраго переѣзда, и подало ему первую мысль о непрерывномъ дилувіальномъ покровѣ значительной толщины. Но приводить его въ подтвержденіе существованія въ бассейнѣ Саймы толщи наноса такой мощности, нельзя. Дѣло въ томъ, что здѣсь проходитъ гребень южной окраинной гряды озёрной Финляндіи, которая въ этихъ мѣстахъ, между Кюмменэ и Вуоксеномъ, разбивается на два отрога, вслѣдствіе чего между ними образуется длинный замкнутый бассейнъ [41]), совершенно такой же, какъ и на линіи желѣзной дороги между Рихимяки и Хювинге (см. XII главу и разрѣзъ желѣзной дороги). Въ этой узкой и длинной котловинѣ дѣйствительно могли бы быть отложены довольно значительныя толщи озёрнаго наноса (также и въ Рихимякской впадинѣ), но изъ этого еще не слѣдовало бы, что такія же толщи наноса были отложены во всемъ бассейнѣ Саймы, внѣ этой котловины; на линіи желѣзной дороги, гдѣ мы имѣемъ хорошій непрерывный разрѣзъ, мы тоже находимъ у Хювинге, на склонѣ гряды, обращенномъ къ котловинѣ, значительную толщу на-

[41]) Озеро Сайма перехвачено сѣвернымъ отрогомъ тамъ, гдѣ проходитъ узкая и длинная гряда Кюлланьеми (Kyllaniemi).

носа, но сѣвернѣе Рихимякской впадины (заключенной между двумя такими же отрогами), т.-е. собственно въ странѣ озёръ, уже нѣтъ такихъ толщъ песка, какъ въ самой впадинѣ, у Хювинге. — Наконецъ, на основаніи толщъ наноса, встрѣчаемыхъ нами на склонѣ окраинной гряды, я никогда не рискнулъ бы утверждать, даже и относительно котловины, лежащей между обоими отрогами, что она была заполнена наносомъ около 30 м. (100 ф.) мощности: такое утвержденіе было бы слишкомъ необдуманно. Дѣйствительно, если бы, на основаніи мощности наноса у Хювинге, мы стали утверждать, что Рихимякская впадина была заполнена наносомъ въ 20 м. (70 ф.) толщины, то мы впали бы въ большую ошибку: нигдѣ въ этой впадинѣ нѣтъ ни одного обрывка песчанаго Хювингскаго наноса, и ни малѣйшаго слѣда размыванія, которое могло бы его уничтожить. А между тѣмъ, условія здѣсь не только сходны съ тѣми, которые представляетъ Вильманстрандская впадина, — они буквально тождественны во всѣхъ отношеніяхъ. Поэтому, гораздо естественнѣе было бы предположить, что наносъ, обнажающійся у Иммаляерви, есть ледниковый наносъ, лежащій толстымъ слоемъ на проходящей здѣсь гранитной грядѣ [42]), но сильно размытый озёрами, отчего образовались значительныя толщи береговыхъ отложеній, — песка, булыжника и хряща, — во время стоянія уровня Саймы на 27 м. выше теперешняго. Такое утвержденіе было бы согласно съ дѣйствительностью; оно объясняло бы чистомѣстный характеръ наноса и подтверждалось бы совершенно аналогичнымъ фактомъ у Хювинге и еще подобнымъ же явленіемъ въ третьемъ мѣстѣ, гдѣ я пересѣкалъ окраинную гряду, т. е. у Хвиттиса (см. VI главу). Да и вообще можно сказать, что во всѣхъ озёрныхъ бассейнахъ всей Финляндіи мы находимъ, на склонахъ окрестныхъ возвышенностей, озёр-

---

[42]) Мы дѣйствительно знаемъ, что на окраинной грядѣ лежитъ большая толща ледниковаго наноса, см. VI главу.

ные наносы довольно значительной толщины, лежащіе на высотахъ въ 25 до 35 м. (80—115 ф.) надъ теперешнимъ уровнемъ озёръ, но мы впали бы чисто въ абсурдъ, если предположили бы, что всѣ озёрные бассейны Финляндіи были заполнены толщею наноса такой мощности. Остатки наноса, заполняющаго долины и котловины и уцѣлѣвающаго вдоль стѣнъ этихъ бассейновъ, имѣютъ слишкомъ типичный общеизвѣстный характеръ, чтобы ихъ можно было бы смѣшать съ наносами, отложенными на склонахъ горныхъ возвышенностей, и формирующимися сообразно рельефу твердой горной породы. Поэтому я полагаю, что даже и означенная замкнутая котловина никогда не была наполнена толщею наносовъ въ 27 м., что же касается до остальнаго Саймінскаго бассейна, то на существованіе такой толщи нѣтъ никакихъ, даже самыхъ неясныхъ указаній; и вмѣстѣ съ тѣмъ есть много указаній на то, что такой толщи и не могло существовать. Тоже относится и до всей остальной озерной Финляндіи.

Что касается до ближайшихъ окрестностей Пунгахарью, которыя хорошо намъ извѣстны на островахъ Ляуканъ, Туннанъ, Такахарью и въ окрестностяхъ Нишлота, то нигдѣ мы не находимъ здѣсь дилувія или аллувія значительной толщины, за исключеніемъ самаго оза и его юго-восточнаго продолженія. Мало того,—напрасно стали бы мы искать такихъ толщъ во всей озерной Финляндіи [43]); мы видимъ напротивъ, что вездѣ дилувій (ледниковый наносъ) имѣетъ незначительную мощность, рѣдко достигая даже толщины въ 10 м. (35 ф.). Если и встрѣчаются мѣстами болѣе мощныя толщи наноса, то только въ замкнутыхъ котловинкахъ, какъ напримѣръ глины Вуоксена (см. I главу), на которыя и ссы-

---

[43]) На югъ отъ окраинной гряды, т.-е. на скатахъ Финскаго полуострова (см. Введеніе), толщи аллувія достигаютъ болѣе значительной толщины, но здѣсь уже нѣтъ и озовъ. Также и въ вышележащихъ сѣверныхъ частяхъ страны озеръ есть мощныя толщи аллувія, — и тоже отсутствіе озовъ которые уже засыпаны и заравнялись наносами (см. IV и IX главу).

лается г. Гельмерсенъ [44]), или въ дельтахъ большихъ рѣкъ, какъ иловатые пески Хэйтіэйна (см. IV главу); но всѣ они имѣютъ лишь очень ограниченное распространеніе, и кромѣ того состоятъ уже не изъ дилувія, а изъ аллувія, т.-е. изъ тонко слоистыхъ сѣрыхъ глинъ и мелкихъ иловатыхъ песковъ, и ничего не имѣютъ общаго съ желтыми песками, съ хрящемъ галькою, булыжниками и большими валунами которые мы находимъ на поверхности Пунгахарью и другихъ озовъ. И вообще можно сказать, что дилувій (ледниковый наносъ) въ Финляндіи слѣдуетъ тонкимъ слоемъ всѣмъ очертаніямъ поверхности твердыхъ горныхъ породъ и отнюдь не утолщается во впадинахъ; даже и озерные наносы, лежащіе въ мульдахъ, достигаютъ толщины въ 15 м. (50 ф.) и болѣе лишь въ *очень* рѣдкихъ, исключительныхъ случаяхъ [45]). Въ силу всего этого мы вправѣ сказать, что той толщи наносовъ, которая требуется по гипотезѣ ак. Гельмерсена, въ Финляндіи не существуетъ и не существовало.

Что касается до формы, которую, по мнѣнію ак. Гельмерсена, должны принимать уцѣлѣвшіе остатки дилувія, т.-е. форму узкихъ, длинныхъ грядъ, то такой продуктъ, размыванія такъ необычаенъ, такъ противорѣчитъ всему тому, что мы знаемъ о размываніи, что естественно было ожидать, что ак. Гельмерсенъ покажетъ намъ, хотя на нѣсколькихъ примѣрахъ, взятыхъ изъ какой бы то ни было части земного шара, что размываніе дѣйствительно оставляетъ такія гряды; или если, наконецъ, такихъ данныхъ нѣтъ, то покажетъ намъ à priori, почему размываніе должно оставлять по себѣ такія гряды. Мы

[44]) Лежатъ уже не въ бассейнѣ Саймы, а на южномъ склонѣ окраинной гряды, ниже Иматры.

[45]) См. нижеслѣдующія главы, а также разрѣзъ Тавастхусъ-Гельсингфорсской желѣзной дороги.—Тоже самое видимъ мы и въ Швеціи, какъ въ этомъ легко убѣдиться изъ разрѣзовъ, приложенныхъ къ первымъ 20-ти тетрадкамъ поясницательнаго текста Шведской Геологической Съемки. Даже аллувій въ долинахъ Швеціи ни гдѣ не достигаетъ толщины, которая потребовалась бы для образованія озовъ (разрѣзы составлены при помощи буренія во многихъ мѣстахъ). Нечего и говорить уже о различіи аллувія отъ наноса, входящаго въ составъ ядра озовъ.

этого однако не находимъ, и должны слѣдовательно сами разобрать, насколько возможна и вѣроятна такая форма. Но именно потому, что эта форма такъ несогласна съ тѣмъ, что мы знаемъ о природѣ, я, признаюсь, нахожусь въ немаломъ затрудненіи, какъ возражать противъ такой догадки; я никакъ не могу даже уловить той нити, которая могла бы привести къ подобной гипотезѣ. Быть можетъ, судя по указанію на озъ между озерами Кончъ и Пертъ и на озъ у озера Космо, ак. Гельмерсенъ былъ введенъ въ заблужденіе этими грядами. Видя здѣсь гряду, протянувшуюся между названными озерами и одинаковой высоты съ общимъ дилувіальнымъ покровомъ, при параллелизмѣ береговъ озеръ, онъ можетъ быть смѣшалъ слѣдствіе съ причиною, т.-е. упустилъ изъ виду, что гряда могла существовать раньше, и что ею обусловленъ параллелизмъ береговъ озеръ, а не наоборотъ; что же касается до того, что и гряды и сосѣдній дилувіальный покровъ покрыты на поверхности одинаковыми наносами, и ихъ площади лежатъ въ одномъ уровнѣ, то объясняется это очень просто тѣмъ, что оба нѣкогда могли быть (и навѣрно были) покрыты однимъ озеромъ, на днѣ котораго и отложились эти поверхностные осадки. То же самое могло быть и относительно упоминаемыхъ имъ острововъ въ Повѣнежской губѣ, иначе трудно даже себѣ представить возникновеніе этой гипотезы. Въ самомъ дѣлѣ, нужно напримѣръ вообразить себѣ весь бассейнъ Пурувеси заполненнымъ, на многія тысячи квадратныхъ верстъ, наносами въ 30 м. толщины, и затѣмъ вспомнить о той громаднѣйшей, массѣ наноса, которая должна быть унесена, и представить себѣ, что изо всей этой массы *случайно* уцѣлѣваетъ только гряда въ нѣсколько саженъ ширины и нѣсколько верстъ длины, какъ Пунгахарью,—и невѣроятность такой гипотезы становится очевидною. Если бы еще были какія-нибудь причины, по которымъ наносъ долженъ былъ уцѣлѣвать преимущественно въ видѣ грядъ,—тогда другое дѣло; но нѣтъ;—грядовидная форма приписывается чисто случайности. Нѣтъ спора,

что, при безконечномъ разнообразіи возможныхъ формъ, можетъ получиться гдѣ-нибудь, на небольшомъ протяженіи, и такая форма; но достаточно припомнить, какія для этого должны встрѣтиться сочетанія самыхъ разнообразныхъ силъ, чтобы увидѣть, что вѣроятность случайнаго происхожденія такой формы выразится безконечно малою дробью; а между тѣмъ грядовидное расположеніе наноса — такое распространенное явленіе. Если обратиться къ размыванію рѣками, то мы знаемъ очень хорошо, какая получится въ этомъ случаѣ форма: вымытыя долины, овраги и ложбинки будутъ представлять развѣтвляющійся пучокъ, и отроги между ними примутъ форму такихъ же развѣтвленныхъ (обратно) пучковъ; таковы, напримѣръ, продукты размыванія рыхлыхъ породъ въ Сьеррѣ-Невадѣ въ Южной Африкѣ и т. д., и т. д. Но тоже самое видимъ мы и на берегу всякаго водоема, озера или моря: берегъ вездѣ покрытъ безчисленнымъ количествомъ зазубринъ, заливовъ, бухтъ, полуострововъ, косъ и т. п., и никогда не является въ видѣ прямой линіи или хотя бы даже такой слегка изогнутой кривой, какъ берега Пунгахарью. Мало того, если бы даже и случилось, что гдѣ-нибудь берегъ представлялъ бы прямую линію, ея прямизна будетъ очень скоро уничтожена, и онъ покроется зазубринами. Но еще невѣроятнѣе становится дѣло, когда мы должны предположить, что размываніе происходитъ съ *двухъ* сторонъ, такъ чтобы въ концѣ-концовъ получилась узкая гряда съ параллельными берегами. Эта сила размыванія, дѣйствіе которой зависитъ отъ столькихъ разнообразныхъ причинъ (уклонъ поверхности, расположеніе водотоковъ, твердость наноса, и т. д. и т. д.), должна пройти съ двухъ сторонъ многіе десятки или сотни верстъ по холмистой мѣстности и въ концѣ-концовъ двигаться съ двухъ сторонъ на встрѣчу двумя линіями въ нѣсколько верстъ длины, которыя должны сойтись на равныхъ интервалахъ!.... но ничего подобнаго никогда не наблюдалось въ природѣ, и какъ ни разнообразны описанные ак. Гельмерсеномъ примѣры размыванія дилувія, но ни въ одномъ изъ нихъ не встрѣчается никакого подобія такого размыванія, которое предполагается въ этомъ случаѣ. Далѣе, если бы мы вообразили себѣ два озера, отдѣ-

ленныя другъ отъ друга перемычкою, то одно изъ двухъ: или эта перемычка первоначально уже имѣла форму длинной и узкой гряды, или же это былъ широкій перешеекъ. Но въ первомъ случаѣ, гряда, раздѣляющая озёра, слѣдовательно уже существовала заранѣе по другимъ причинамъ [46]), и причинъ ея появленія надо искать уже не въ размываніи; а во второмъ случаѣ, если напримѣръ существовалъ случайно перешеекъ различной ширины, отъ одной до нѣсколькихъ верстъ, то изъ него никогда не получится гряды въ нѣсколько десятковъ саженъ ширины, съ параллельными берегами. Прежде всего, волны озёръ, дѣйствуя съ различною силою на наносъ различной плотности, испестрятъ берегъ выемками. Потомъ воды, падающія на перешеекъ и стекающія въ озеро, проложатъ въ наносѣ множество поперечныхъ овраговъ, которые будутъ различно размыты въ болѣе высокихъ и болѣе низкихъ частяхъ гряды, въ мѣстахъ, гдѣ наносъ плотнѣе или рыхлѣе и т. д. Получится, слѣдовательно, иззубренная береговая линія, а при дальнѣйшемъ размываніи, ручьи и овраги, не сходящіеся между собою вершинами, обратятъ даже такую гряду, у которой берега были бы нѣкогда параллельны, въ извилистую, кривую или ломанную полосу. Все это такъ обыкновенно, что каждый клочокъ берега на всемъ земномъ шарѣ представляетъ подтвержденіе сказаннаго. И, если мы еще находимъ гряды, какъ Пунгахарью, сохранившія свою форму, *не смотря на размываніе*, то—только потому, что это размываніе было очень слабо, и что ядро оза, судя по другимъ примѣрамъ, состояло изъ трудно-размываемой плотной породы. Наконецъ, трудности нисколько не облегчаются и въ томъ случаѣ, если обратиться къ грядовидному изборожденію твердой горной породы: если надъ поверхностью озера выступаютъ гряды твердой горной породы, покрытыя наносомъ, тогда никому и не придетъ въ готову назвать эти гряды продуктомъ размыванія, хотя бы размываніе и придало кое-гдѣ больше крутизны ихъ склонамъ; если же, какъ напримѣръ на Пунгахарью, мы имѣемъ грядовидно-расположенные гнейсовые острова, только тонкимъ слоемъ

[46]) Ак. Гельмерсенъ очевидно имѣетъ въ виду не этотъ случай: „форма оза есть вторичная форма“, говоритъ онъ.

покрытые наносомъ, и рядомъ съ ними гряду, состоящую изъ наноса, какъ самъ озъ, то грядовидная форма твердой горной породы не имѣетъ никакого отношенія къ формѣ, принятой наносомъ, и указанныя выше трудности остаются въ полной силѣ при объясненіи ея происхожденія.

Словомъ, эта гипотеза такъ несогласна съ дѣйствительностью, что едва-ли ак. Гельмерсенъ, который всегда такъ много обращалъ вниманія на нынѣ совершающіеся физико-географическіе процессы, и въ этой отрасли сообщилъ уже такъ много чрезвычайно цѣнныхъ наблюденій, станетъ долѣе отстаивать ее.

Что касается до г. Тёрнебома (см. выше, прим. 40-е), то онъ прибѣгаетъ уже къ другой формѣ размыванія; обративъ вниманіе на то, что всѣ шведскіе озы проходятъ, вмѣстѣ съ рѣками, по долинамъ, онъ дѣлаетъ предположеніе, что озы представляютъ уцѣлѣвшіе обрывки наноса, котораго недостающія части вымыты и унесены рѣками, протекавшими по долинѣ. Но и эта гипотеза очевидно не имѣетъ никакого основанія. Если мѣстами и можетъ случиться, что послѣ размыванія уцѣлѣютъ въ долинахъ рѣкъ продолговатые бугры, то, *какъ случайное явленіе*, оно не можетъ повторяться во всѣхъ большихъ долинахъ, если не доказано, что рѣки *должны* стремиться къ тому, чтобы оставлять такіе длинные бугры. Но этого доказать нельзя, потому что мы видимъ, что въ природѣ этого нѣтъ, и что рѣки не оставляютъ по себѣ такихъ грядъ. Затѣмъ, если бы мы допустили въ каждой долинѣ по двѣ рѣки, то и это не помогло бы. Всякая рѣка имѣетъ извилистое русло и множество притоковъ, и потому, если бы по долинѣ и протекали двѣ рѣки, одна возлѣ другой, то, во-1, эти рѣки извивались бы, какъ и всѣ рѣки въ мірѣ, а во-2, впадающія въ нихъ рѣчки размывали бы ихъ перемычку перпендикулярными оврагами, почему склоны ея приняли бы форму вала со множествомъ контръ-форсовъ, чего не представляютъ озы. Наконецъ, такъ какъ на всемъ земномъ шарѣ мы видимъ,

что въ каждой долинѣ протекаетъ по одной рѣкѣ, а не по двѣ, то нужно было бы доказать, что въ Швеціи существуютъ такія условія, по которымъ въ долинахъ должно непремѣнно образоваться по двѣ параллельныхъ рѣки,—доказать же это невозможно. Но если вспомнить при этомъ, что для образованія озовъ на днѣ долинъ необходимо повсемѣстно существованіе двухъ рѣкъ, параллельныхъ на всемъ ихъ протяженіи, что долины во многихъ мѣстахъ очень широки, какъ напримѣръ въ Меларской впадинѣ, и что тѣмъ не менѣе рѣки должны были течь очень близко одна возлѣ другой, что длина многихъ озовъ доходитъ до 200 верстъ, и что рѣки на всемъ такомъ протяженіи должны были течь въ разстояніи какой-нибудь $^1/_4$ или $^1/_2$ версты другъ отъ друга, оставаясь параллельными, или поочередно настолько приближаться прямою линіею къ нѣкоторой межѣ, то намъ опять-таки останется только удивляться необдуманности, съ которою геологи предлагаютъ свои гипотезы.

Но кромѣ этихъ замѣчаній, противъ гипотезы г. Тёрнебома есть еще нѣсколько не менѣе существенныхъ возраженій.

Хотя шведскіе озы и проходятъ по долинамъ, но они дѣйствительно, какъ это справедливо замѣчалъ Эрдманъ, нерѣдко поднимаются выше окрестностей страны, выше водораздѣловъ между долинами; въ этомъ легко убѣдиться изъ разсмотрѣнія изданныхъ имъ поперечныхъ разрѣзовъ [47]). Такъ напримѣръ въ 2-мъ разрѣзѣ съ Сѣвера, Баделундскій, Мёклинтскій (Möklinta-åsen) и Энчёпингскій озы и озъ Ингесбо (Ingesbo-åsen) достигаютъ высотъ въ 280, 300, 335 и 310 шв. ф. (83, 89, 99 и 92 м.); между тѣмъ на В. отъ Мёклинтскаго оза мы уже не находимъ высотъ свыше 250 ф. (74 м.) ближе, какъ въ Финляндіи. Неужели, слѣдовательно, упомянутые озы суть остатки толщъ наноса, распространявшихся далеко на В., хоть на сотню верстъ? Мы приходимъ такимъ образомъ

[47]) *A. Erdmann*, Bidrag till kännedom af Sveriges Qvartära bildningar, Stockholm, 1866. Atlas, tab. 11.—Есть и французское сокращенное изданіе этой книги.

опять къ гипотезѣ ак. Гельмерсена. Тоже видно и въ нѣкоторыхъ другихъ разрѣзахъ, и уже этихъ немногихъ фактовъ достаточно было бы, чтобъ подорвать гипотезу.—Наконецъ, въ Швеціи, также какъ и въ Финляндіи, нѣтъ слѣдовъ мощнаго дилувіальнаго покрова, и какъ я уже говорилъ ранѣе, ледниковый наносъ въ Швеціи распространенъ на поверхности всѣхъ горныхъ породъ *тонкимъ слоемъ*, который отнюдь не утолщается въ долинахъ [48]). Если-же морской и озерный наносъ достигаетъ значительной толщины, то это не имѣетъ въ данномъ вопросѣ никакого значенія, такъ какъ эти наносы встрѣчаются въ озахъ сѣдловидно-расположенными, а не горизонтальными слоями, вслѣдствіе чего остатками размыванія можно считать только внутреннее, неслоистое ядро озовъ, которое состоитъ уже не изъ морскихъ или озёрныхъ слоистыхъ наносовъ, а изъ дилувія; дилувій же нигдѣ не достигаетъ той мощности, которая требовалась бы по гипотезѣ г. Тёрнебома.

Словомъ, гипотеза г. Тёрнебома не выдерживаетъ даже самой слабой критики, и представляетъ также одну изъ жалкихъ попытокъ какъ-нибудь обойти моренное происхожденіе озовъ, которое авторы находятъ неправдоподобнымъ вслѣдствіе цѣлаго наслоенія ложныхъ, предвзятыхъ понятій о моренахъ (окатанность щебня, крутые, склоны, значительная высота; положеніе въ равнинѣ и т. п. считаются признаками невозможными въ моренахъ).

Такъ какъ ни одна изъ гипотезъ, предложенныхъ для объясненія происхожденія Пунгахарью, не оказывается приложимою, то намъ остается представить иную гипотезу.

Прежде всего мы должны отдѣлить гнейсовые острова,

---

[48]) Въ береговой полосѣ видно какъ-бы утолщеніе ледниковаго наноса въ низкихъ мѣстахъ; но зависитъ это оттого, что онъ смытъ съ вершинъ и склоновъ бугровъ; при этомъ толщина его въ долинахъ все-таки незначительна.

входящіе въ составъ гряды, отъ собственно оза. Къ первымъ принадлежатъ Тунансàри, Лауксàри, Такахарью, мелкіе острова къ В. отъ оза и придатки оза *R*, *S* и *T*. Нѣкогда разрозненные, они соединяются теперь между собою и съ собственно озомъ намываемыми возлѣ нихъ косами и со временемъ представятъ чрезвычайно-сложное образованіе, состоящее изъ наносной гряды, изъ продолговатыхъ гнейсовыхъ бугровъ и изъ промежуточнаго слоистаго наноса, съ горизонтальными слоями,—теперешнія косы. Грядовидное расположеніе и удлиненныя формы этихъ гнейсовыхъ острововъ суть слѣдствіе того, что твердая порода испахана въ направленіи движенія ледниковъ, о чемъ я говорилъ уже въ началѣ главы. Это направленіе параллельно изборожденію, которое идетъ съ N 48° W на S 48° O [49]). Кромѣ гнейсовыхъ острововъ, есть еще наносные острова, независимые отъ собственно оза: это Хюннинъ- и Хуосисъ-сàри, также Силуонньеми. Всѣ они очевидно представляютъ маковки гнейсовыхъ бугровъ, покрытыя на поверхности на нѣкоторую толщину озернымъ наносомъ; на Силуонньеми наносъ лежитъ горизонтальными слоями, и южная часть острова сильно размывается водою.

За исключеніемъ этихъ острововъ, остается собственно-озъ, т.-е. сперва двѣ параллельныя, близко другъ-къ-другу лежащія гряды, идущія съ NNW на SSO, а потомъ — одна узкая, высокая гряда, идущая на SO, которая понижается у моста, потомъ снова повышается въ долинѣ между придатками *R*, *S* и *T*, и опять понижается въ южной оконечности. Этотъ валъ я считаю мореною, покрытою на поверхности озернымъ наносомъ. Доказать это положеніе безспорно можно было бы только ея составомъ, но такъ какъ онъ неизвѣстенъ, то приходится обратиться къ косвеннымъ доказательствамъ. Въ пользу этого предположенія говоритъ впрочемъ весьма многое; а именно: парал-

[49]) У Норденшильда (Beitr. zur Kenntn. d. Schrammen) изборожденіе показано близъ Ниллота и къ С.-З. отъ него N 48°—50° W, противъ южной оконечности Пунгахарью N 37° W.

лелизмъ оза съ изборожденіемъ, присутствіе на его вершинѣ, на значительной высотѣ, большихъ валуновъ и обиліе ихъ на сѣверной и южной оконечности, форма оза, аналогія съ прочими финскими озами и наконецъ невозможность всякаго иного происхожденія. Но мы не станемъ теперь же разбирать эти доказательства, такъ какъ, по мѣрѣ чтенія нижеслѣдующихъ главъ, читатель будетъ самъ болѣе и болѣе приходить къ тому же заключенію, по мѣрѣ того какъ онъ ознакомится со строеніемъ, формами, положеніемъ и пр. другихъ моренныхъ образованій въ Финляндіи, и убѣдится въ неосновательности возраженій противъ мореннаго происхожденія озовъ, основаемыхъ на отсутствіи въ Финляндіи глубокихъ долинъ, на высотѣ и крутизнѣ озовъ и т. п. Это избавитъ насъ отъ многихъ повтореній.

Что касается до того, *какая* морена дала начало Пунгахарью, то отвѣтить на этотъ вопросъ довольно трудно. Была ли это поверхностная (срединная) морена, или же одна изъ тѣхъ складокъ поддонной морены, которыя образуются въ такомъ безчисленномъ множествѣ, въ зависимости отъ рельефа почвы (см. XIX главу: Морены и Озы),— этого мы рѣшить не можемъ, по незнанію состава оза. Можно сказать только, что это была *продольная* морена и указать на ту черту рельефа страны, которою обусловливалось ея надледниковое или подледниковое возникновеніе. Для этого мы очевидно должны уже выйти изъ узкой рамки окрестностей Пунгахарью и бросить взглядъ на всю Финляндію. Мы увидимъ тогда, что Пунгахарью приходится на продолженіи западной и юго-западной стѣны большой средней долины озёрной Финляндіи (долина *B* на Гипс. карт.), и такимъ образомъ составляетъ часть той системы озовъ, которая нѣсколько знакома намъ къ югу отъ Куопіо [50]). И въ болѣе извѣстной намъ части этой

[50]) Сѣверо-западныхъ продолженій оза Пунгахарью мы должны, слѣдовательно, искать въ приходахъ Säämінkä, Rantasalmi и Jorois по ю.-з. берегу Päytäвеси. См. карту Меж. Упр., листъ E. 4.

системы, т.-е. въ Пунгахарью, мы видимъ, что онъ прижимается къ островамъ, лежащимъ на Ю.-З отъ него: къ С.-В отъ оза Пурувеси становится уже болѣе открытымъ [51]).

Состоитъ Пунгахарью навѣрно главнымъ образомъ изъ ледниковаго щебня, изъ котораго и происходятъ большіе валуны, встрѣчающіеся на поверхности оза и лежащіе такими массами въ размытыхъ сѣверной и южной его частяхъ.

Въ концѣ ледниковато періода и въ началѣ озёрнаго, когда ледники начали таять и давали начало озерамъ, эта морена начала покрываться водою, которая мало-по-малу и закрыла её всю, вплоть до вершины, достигая уровня, лежавшаго на 30 м. (100 ф.) выше теперешняго уровня Саймы, т.-е. до абс. высоты около 105 м. (около 350 ф.); послѣ чего началось пониженіе уровня озёръ, продолжающееся и въ настоящее время (см. конецъ IV главы).

Во время этого чрезвычайно-продолжительнаго озёрнаго періода, морена подвергалась ряду преобразованій. Въ мѣстахъ открытыхъ прибою, какія представляла, при высшемъ уровнѣ озера, средняя и южная часть теперешняго оза, морена разрушалась; весь мелкій наносъ уносился волнами и отлагался или на днѣ озера, или у подошвы морены; валуны же оставались на мѣстѣ. Въ мѣстахъ закрытыхъ, защищенныхъ отъ прибоя, она уцѣлѣла почти въ первоначальной формѣ; быть можетъ, она размыта нѣсколько сильнѣе въ восточной сторонѣ, въ той ея части, которая лежитъ противъ Такахарью, и это размываніе плотнаго, вязкаго ледниковаго щебня, уменьшая ея ширину, увеличило вмѣстѣ съ тѣмъ крутизну ея склоновъ. Но на всемъ своемъ протяженіи она покрылась нѣкоторою, вообще впрочемъ незначительною толщею слоистыхъ наносовъ; такъ, при высшемъ стояніи уровня озера отложились пески съ промытымъ хрящемъ и булыжниками, которые мы находимъ повсемѣстно на поверхности оза,

---

[51]) Подробнѣе о происхожденіи такихъ моренъ см. въ концѣ V-ой главы.

на прилежащихъ островахъ, и вообще въ видѣ наружнаго покрова во всей окрестности; къ этому же времени относится и отложеніе окатаннаго булыжника на вершинѣ оза у дома лѣсничаго, причемъ матеріалъ, какъ для этого булыжника, такъ и для прочихъ слоистыхъ наносовъ, очевидно не могъ быть принесенъ откуда-нибудь, а взятъ изъ ледниковаго щебня, составлявшаго самый озъ. Въ нижнихъ частяхъ озъ покрывался слоистыми озёрными глинами, бо́льшая часть которыхъ въ настоящее время еще скрыта подъ водою; но часть наносовъ, присыпанныхъ нѣкогда съ боковъ, по всей вѣроятности уже вновь размыта и унесена водою во время пониженія уровня озера.

Такова была, по всей вѣроятности, исторія Пунгахарью.

III.

ОТЪ ПУНГАХАРЬЮ ЧЕРЕЗЪ НИШЛОТЪ ДО ІОЕНСУ.

Тӯнансàри; поля валуновъ. — Долина, идущая на С.-З. — Ледниковый щебень. — Бугры изъ ледниковаго щебня вдоль края долины. — Гнейсы у Нишлота; ихъ куполовидныя формы и скорлупчатое дѣленіе. — Переѣздъ въ Іоенсӯ. — Озъ у Орави.

Дорога отъ Пунгахарью до г. Нишлота (Savonlinna) идетъ сперва черезъ переправу на Тӯнансàри (Tuunansaari), проходитъ версты три по этому острову, вытянутому длиннымъ отрогомъ къ С.-З., по продолженію Пунгахарью, а потомъ, по двумъ мостамъ, переходитъ на материкъ. Островъ Тӯнансàри представляетъ собою обширное поле валуновъ, подобное тѣмъ полямъ, которыя безпрестанно встрѣчаются въ Альпахъ и извѣстны у мѣстныхъ жителей подъ именемъ *fond* или *Bödeli* (Boden). Эти поля, — которыя нерѣдко смѣшивались съ аллувіальными наносами, когда встрѣчались вдали отъ нынѣ существующихъ ледниковъ, и назывались геологами „древнимъ аллувіемъ“ [1]) (alluvion ancienne) — какъ извѣстно, возникаютъ тамъ, гдѣ оконечность ледника не держалась долго на одномъ мѣстѣ, а сравнительно быстро отступала, или подвигалась впередъ, и поэтому они всегда встрѣчаются между конечными моренами, или же ниже и выше ихъ, по долинѣ. Естественно, что такія же поля могутъ образоваться и между боковыми моренами, если, при отлогихъ скатахъ долины, происходили измѣненія въ ширинѣ ледника. Валунныя поля у станціи

[1]) Ср. E. Desor, Der Gebirgsbau der Alpen, 98—99 A. Favre, Rech. géol. dans les environs du Mont-Blanc и мн. др.

Тӯнансáри представляютъ массы валуновъ самыхъ разнообразныхъ по составу, по величинѣ и по формѣ: иногда валуны совершенно окатаны, иногда только края ихъ нѣсколько округлены. Извѣстно, что таковъ всегда бываетъ характеръ такихъ полей, и что валуны бываютъ тѣмъ болѣе окатаны, чѣмъ менѣе выступаетъ изъ подъ ледника обнаженныхъ скалъ, т. е. чѣмъ менѣе валуновъ попадаетъ на *поверхность* ледника, такъ что валунныя поля у оконечности „чистыхъ“ ледниковъ (Ронскаго, Аарскаго и др.) оказываются состоящими предпочтительно изъ гальки и окатанныхъ валуновъ [2]), а также чѣмъ большее разстояніе прошли камни поддонной морены. Весь мелкій глинистый наносъ, прежде вѣроятно заключавшійся среди валуновъ, унесенъ уже водою, — или озёрною или атмосферною, циркулирующею между ними.

Выбравшись съ Тӯнансàри на материкъ и поднявшись на гнейсовыя возвышенности, дорога идетъ уже по несравненно болѣе ровной мѣстности, что́ видно уже потому, что она не вьется по пригоркамъ, какъ прежде, а тянется почти прямою лентою до станціи Антоля (Anttola). Точной топографической карты этой мѣстности у меня нѣтъ; но для проѣзжаго представляется, что дорога идетъ какъ бы по долинѣ, покрытой наносами, причемъ окрестныя возвышенности мало возвышаются надъ долиною съ Ю.-З. и съ С.-В. На картѣ г. Гюльдэна дѣйствительно видно, что между селомъ Керимяки (Kerimäki) и станціею Антоля проходитъ возвышенность свыше 120 м. (400 ф.), подошедшая съ С.-В. Къ З. отъ дороги, поднимаются возвышенности, метровъ въ 50—60 (150—200 ф.), надъ долиною, идущія отъ Сӯріерви (Suurijärvi) къ Нишлоту, но не показанныя на картѣ Гюльдэна, вслѣдствіе малаго ея масштаба. Направленіе долины — съ С.-З. на Ю.-В.

Въ этой долинѣ вскорѣ попались намъ породы наноса,

---

[2]) E. Desor, l. c., p. 99.

ранѣе не замѣченныя. Тогда какъ между Выборгомъ и Пунгахарью преобладалъ на поверхности песокъ съ валунами, тутъ попался уже типичный ледниковый щебень. Тамъ, гдѣ вправо отходитъ дорога къ селу Керимяки, въ ямѣ вырытой для починки дороги, мы (впервые на нашемъ пути) увидали это типичное образованіе, обнаженное до глубины 0,7 м.; далѣе оно уже попадалось намъ во многихъ мѣстахъ, въ ямахъ, вырываемыхъ для добычи щебня. Высота этого наноса оказалась въ двухъ мѣстахъ, въ 28 м. и въ 19 м. надъ уровнемъ Пурувеси, т.-е. на абсолютной высотѣ около 100 м. (330 ф.). Во всѣхъ встрѣчавшихся обнаженіяхъ ледниковый щебень оказывался нетронутымъ водою, т.-е. нисколько не сортированнымъ даже на поверхности, и ничѣмъ не покрытымъ. Онъ лежитъ на склонѣ западной гряды долины и доходитъ вплоть до этой гряды; залегаетъ онъ повидимому непосредственно на гнейсѣ.

Съ приближеніемъ къ Нишлоту, начинаютъ попадаться бугры изъ того же ледниковаго щебня. Между ст. Антоля и городомъ дорога пересѣкаетъ на четвертой и пятой верстѣ отъ послѣдняго небольшую гнейсовую гряду, имѣющую, по нѣсколькимъ буссольнымъ измѣреніямъ, направленіе N 20° W; рядомъ съ этого грядою тянется другая, нѣсколько низшая грядка, въ 50 м. (150 ф.) средней высоты надъ уровнемъ Пурувеси, имѣющая направленіе N 30° W и состоящая изъ гнейса съ жилою известняка (ломка). У сѣверо-восточной подошвы этой грядки встрѣчаются бугры наноса, расположенные линейно въ направленіи N 55°—63° W, т.-е. почти параллельно общему направленію долины [3]). Раскопавши немного одинъ изъ этихъ бугровъ, при помощи проходившихъ крестьянъ, мы получили обнаженіе въ 1 м. высоты, гдѣ видно было то, что̀ изображено на рис. 11.

То же образованіе, т.-е. такіе же бугры встрѣтились и

---

[3]) Всѣ направленія — по магнитному меридіану.

на 3-й верстѣ отъ Нишлота, съ тою только разницею, что здѣсь, подъ желтоватымъ ледниковымъ щебнемъ, тождественнымъ съ *a*, залегаетъ другой, еще болѣе мучнистый, въ сухомъ видѣ бѣлый, или свѣтло-сѣрый, совершенно неслоистый, но съ гнѣздами угловатаго песка. Въ нижнихъ частяхъ (на склонѣ гнейсовыхъ возвышенностей) онъ содержитъ очень большіе, остроребрые валуны. Общая толщина этого наноса — около 2,5 м. У подошвы возвышенности выступаютъ въ одномъ мѣстѣ слои желтаго песка и глины, вовсе безъ валуновъ и даже безъ гальки, толщиною до 1 м.; это образованіе совершенно мѣстное (далѣе опять попадается ледниковый щебень) и по всей вѣроятности отложено въ маленькомъ озеркѣ.

У города Нишлота, т.-е. на берегу озера, наносъ исчезаетъ и выступаютъ округленные холмы темно-сѣраго гнейса, который занимаетъ повидимому обширную область. Онъ выступаетъ какъ между Нишлотомъ и Пунгахарью, такъ и далѣе къ Сѣверу, у Орави (Oravitaipale). Такъ какъ онъ вѣроятно будетъ описанъ М. П. Ребиндеромъ, то я воздерживаюсь отъ его описанія. Формы, принимаемыя этимъ гнейсомъ, въ высшей степени типично обнаруживаютъ истирающія вліянія ледниковъ; гнейсовыя скалы, метровъ въ 30 до 50-ти высоты, поднимающіяся противъ города, представляютъ типичныя roches moutonnées, т.-е. большіе бараньи лбы, до того гладкіе, что преданіе гласитъ о нѣкоемъ помѣщикѣ, который спускался съ этихъ бугровъ на кожѣ или на берестѣ, какъ съ ледяныхъ горъ. Весь архипелагъ шхеръ у Нишлота состоитъ изъ такихъ же бараньихъ лбовъ. Въ нѣкоторыхъ мѣстахъ можно набаюдать скорлупчатое дѣленіе этихъ гнейсовыхъ бугровъ, подобное тому, о которомъ я говорилъ въ I главѣ. Такъ какъ объ „изверженномъ“ происхожденіи гнейсовъ нынѣ уже не можетъ быть и рѣчи, то этотъ фактъ подтверждаетъ высказанное выше предположеніе о механической причинѣ этого явленія. Хотя гнейсовые бугры представляютъ округленныя поверхности вплоть до самой ихъ вершины, и полированныя

поверхности встрѣчаются въ изобиліи, не покрытыя наносомъ и не разрушенныя вывѣтриваніемъ; не смотря наконецъ на плотное, мелко-зернистое строеніе гнейса, — шрамы попадаются однако въ весьма маломъ количествѣ. Насколько это объясняется топографическими условіями, представлявшимися при движеніи ледника, трудно рѣшить теперь, не имѣя топографическихъ картъ.

Въ Нишлотѣ мы разстались съ ак. Шмидтомъ, и втроемъ (ак. Гельмерсенъ, М. П. Ребиндеръ и я) сѣли на пароходъ, отправлявшійся въ Іоенсу́, для осмотра прорыва озера Хэйтіэйнъ. Пароходъ идетъ здѣсь къ С.-З. по вытянутому съ Ю.-В. на С.-З. Хаукавеси. Цѣпь удлиненныхъ въ этомъ же направленіи острововъ, верстъ въ 15 длиною, подобная Пунгахарью, отдѣляетъ Хаукавеси отъ цѣпи мелкихъ озёръ, идущей съ З. на В. и сообщающейся съ Орихвеси (Orihvesi) и Пюхеселькe, на которомъ лежитъ городъ Іоенсу́. Эта цѣпь острововъ, по которой проходитъ почтовая дорога, прорѣзана у Оравн каналомъ, гдѣ мы и сходили на нѣсколько времени на берегъ. Здѣсь мы встрѣтили, на западномъ берегу, въ уровнѣ озера, тотъ же угловатый хрящъ, о которомъ сказано выше (слой *d* на рис. 11) и нѣсколько промытый ледниковый щебень, слой *b*. Они содержатъ здѣсь огромные валуны, и заполняютъ всѣ трещины въ гнейсѣ. На восточномъ берегу, на высотѣ 6 м., на склонѣ широкаго оза [4]) прорѣзаемаго каналомъ, лежитъ песокъ, весьма богатый слюдою, тоже угловатый, но нѣсколько болѣе окатанный, чѣмъ предыдущій и слоистый. Оба эти образованія уже промыты водою и суть береговое отложеніе. Большіе валуны, встрѣчающіеся въ хрящѣ и доходящіе до 1 м. въ діаметрѣ, остались вѣроятно на мѣстѣ при промывкѣ ледниковаго щебня, изъ котораго образовался этотъ хрящъ.

[4]) Весьма возможно, что этотъ озъ есть продолженіе Пунгахарью.

ИНСТИТУТ НАСЛЕДИЯ

IV.

ПРОРЫВЪ ОЗЕРА ХЭЙТІЭЙНЪ.

Характеръ страны въ окрестностяхъ Іоенсу. — Толщи аллувія. — Обнаженіе въ прорывѣ озера Хэйтіэйнъ.—Прилагаемые карты и разрѣзы.

Прорывъ озера Хэйтіэйнъ. Главныя и побочныя озера. — Пониженіе ихъ уровней.—Участіе человѣка.—Предположенное пониженіе уровня Хэйтіэйна; ходъ работъ.—Прорывъ плотинъ и образованіе долины.—Характеръ долины.—Измѣненія въ очертаніяхъ Хэйтіэйна и Пюхеселькѣ.—Слабое дѣйствіе воды на твердыя породы и на большіе валуны.

Геологическое строеніе наноса, прорѣзаннаго каналомъ. — Озъ, проходящій по берегу Хэйтіэйна.—Изслѣдованіе г. Торельда; его разрѣзы.—Слои торфа съ пнями деревьевъ, погребенные подъ наносами.—Строеніе наноса по г. Торельду. —Озъ и его внѣшній покровъ.—Подраздѣленіе наносовъ.—Мои наблюденія.—Новѣйшіе пески.—Глина съ валунами; ея ледниковое происхожденіе.—Ледниковый щебень.—Сѣрые пески.—Собственно озъ.—Мы не знаемъ его состава; раскопки г. Торельда.—Валуны, ихъ составъ и степень округленія.—Паскопохья.—Удлиненные бугры гнейса, зарытые подъ аллувіемъ; ихъ изборожденія.—Мостовыя. —Гряды большихъ валуновъ въ долинѣ.

Происхожденіе наносовъ, обнаженныхъ въ долинѣ канала. — Озъ есть подземный, зарытый озъ. — Ядро его составляетъ гряда валуновъ, залегающихъ въ ледниковой глинѣ.—Двоякое возможное происхожденіе покрывающихъ его сѣрыхъ песковъ.—Высшее стояніе озеръ.—Низшее стояніе озеръ въ началѣ озернаго періода.—Древность погребенныхъ лѣсовъ.—Сѣрые пески суть дельта Пьелисйоки.—Общая картина преобразованій, совершившихся въ озерный періодъ.

Подвинувшись въ восточной Финляндіи до 62° с. ш., мы скоро замѣтили немалое измѣненіе въ характерѣ страны. Начиная удаляться отъ береговой полосы, т.-е. проѣзжая на лошадяхъ изъ Выборга къ Пунгахарью, мы видѣли кругомъ себя мѣстность неровную, пересѣченную,—гористую, можно было бы сказать въ разговорной рѣчи. Дорога безпрестанно поднимается на бугры или бугорки, на холмики или грядки, здѣсь покрытые наносомъ, тамъ—обнажающіе твердую горную

породу: нѣтъ почти такого направленія, въ которомъ можно было бы пройти версту или двѣ по горизонтальной площадкѣ. Обнаженія твердыхъ горныхъ породъ попадаются очень часто, особенно въ самой прибрежной полосѣ; раппакиви, а потомъ граниты и гнейсы показываются всюду, то въ видѣ бараньихъ лбовъ,—столь типичныхъ для ближайшей береговой полосы,—то въ видѣ обрывчиковъ, на крутомъ скатѣ какого-нибудь холма, то въ видѣ цѣлыхъ куполовъ выступающихъ изъ подъ наноса своими выглаженными и исполосованными поверхностями. Очевидно, что дилувій и аллувій,—ледниковый и рѣчной или озерный наносъ, при всей своей мощности, не настолько развиты здѣсь, и характеръ ихъ расположенія не таковъ, чтобы заполнить всѣ углубленія между гранитными буграми, выстлать все довольно ровнымъ на поверхности покровомъ, и загладить неровности, вѣками выточенныя въ гранитныхъ и гнейсовыхъ толщахъ. Бугры твердой горной породы не только выступаютъ безпрестанно изъ подъ наноса своими обточенными макушками, но еще почти всюду очевидно, что общія очертанія неровностей почвы, ея рельефъ, опредѣлялись неровностями именно этихъ твердыхъ породъ, а не расположеніемъ наноса: наносы, покрывающіе твердую горную породу, въ своихъ выпуклостяхъ и вогнутостяхъ, слѣдуютъ выпуклостямъ и вогнутостямъ твердой горной породы, покрывая ее довольно ровнымъ слоемъ; иногда даже видно, что наносъ, располагаясь по странѣ, не—только не стремился сгладить эти неровности твердой породы, покрывая ее болѣе мощными толщами въ углубленіяхъ, но какъ напримѣръ въ озахъ—еще стремился усилить неровности, громоздясь на нѣкоторую высоту посреди гранитныхъ и гнейсовыхъ грядъ.

Такой характеръ страны мы наблюдали на всемъ томъ протяженіи, гдѣ дорога пересѣкала узкую гряду въ 120 м. (400 ф.) средней высоты, составляющую южную окраинную гряду озерной Финляндіи, и въ южныхъ частяхъ страны озеръ.

Совершенно иной характеръ имѣетъ страна въ сѣверныхъ

или точнѣе—въ выше лежащихъ частяхъ озерной Финляндіи, какъ напримѣръ въ окрестностяхъ города Іоенсуу (Joensuu). Неровности сглаживаются; безчисленные мелкіе бугры, покрывающіе страну въ озерной Финляндіи и дѣлающіе изъ суши, также какъ и изъ водоемовъ, лабиринты безчисленныхъ шхеръ, становятся рѣже и рѣже, и все чаще и чаще отдѣляются другъ отъ друга волнистыми, почти горизонтальными равнинами, которыя стелятся на значительныя протяженія. Геологъ подолгу не встрѣчаетъ ни одного обнаженія, дающаго ему узнать составъ твердой горной породы, скрытой подъ толщами наноса [1]). Кругомъ стелятся волнистыя, почти горизонтальныя равнины, то разработанныя подъ поля, то покрытыя зыбкими болотами. Очевидно, что наносъ уже не формируется сообразно неровностямъ твердой породы, а сглаживаетъ ихъ, скопляясь болѣе мощными толщами въ углубленіяхъ. Мы вступаемъ здѣсь въ область развитія аллувіальныхъ наносовъ, отложенныхъ мощными толщами въ прежнихъ, нынѣ исчезнувшихъ озерахъ. Конечно, аллувіальные наносы, отлагавшіеся въ прежнихъ, нынѣ высохшихъ озерахъ, въ изобиліи встрѣчались и раньше, въ южныхъ частяхъ озерной Финляндіи, но тамъ мы находили ихъ въ маленькихъ разрозненныхъ мульдахъ, такъ какъ они отлагались въ небольшихъ побочныхъ озеркахъ, тѣ же наносы которые заполняли большіе водоемы, еще и по нынѣ скрыты подъ водою. Здѣсь мы видимъ ихъ на обширныхъ протяженіяхъ; здѣсь осушились уже не одни мелкія побочныя озерки, но и большіе водоемы, и аллувій стелется неразрывною пеленою на многіе десятки верстъ, заровнявъ всѣ неровности, засыпавъ всѣ бугры твердой горной породы и наносныя гряды, заполнивъ всѣ впадины между ними.

---

[1]) Этотъ фактъ былъ уже замѣченъ Хольмбергомъ (l. c.). „По дорогѣ изъ Энонтайнале въ Іоенсуу, говоритъ онъ, залежи горной породы не попадаются даже въ видѣ исключенія“ (с. 531). Тоже замѣчалъ онъ и далѣе, проѣзжая изъ Іоенсу въ Нурмисъ и затѣмъ въ Кави, вокругъ Пелисъерви. Обнаженія твердыхъ породъ встрѣчались здѣсь только съ приближеніемъ къ большимъ озерамъ; въ другихъ мѣстахъ они исчезали подъ наносомъ (с. 540—552).

Для изученія этихъ наносовъ представляется прекрасный случай въ широкой долинѣ, по которой воды озера Хэйтіэйна нѣсколько лѣтъ тому назадъ проложили себѣ путь въ Саймы. Въ этой главѣ я и займусь описаніемъ гигантскаго представляющагося здѣсь обнаженія. Но такъ какъ самый фактъ прорыва Хэйтіэйна по своимъ необычайнымъ размѣрамъ имѣетъ уже нѣкоторый физико-географическій интересъ, то прежде чѣмъ заняться геологическимъ обзоромъ, я опишу, какъ совершился прорывъ озера на основаніи свѣдѣній, собранныхъ мною въ отчетахъ Управленія Путей Сообщенія въ Гельсингфорсѣ и отчасти на мѣстѣ.

Для объясненій прилагаю слѣдующія двѣ карты и одинъ разрѣзъ:

V. *Карта озера Хэйтіэйнъ, до и послѣ прорыва;* масштабъ 1:300,000. Изъ нея очень хорошо видно, насколько уменьшилось озеро, какіе возникли острова, береговыя рѣчки и т. п.

VI. *Мѣстность между озерами Хэйтіэйнъ и Пюхеселькѣ, до и послѣ прорыва канала*, масштабъ 1:40000. Здѣсь видно, на первой карточкѣ, распредѣленіе водъ по означенному пространству, до прорыва канала. Топографія мѣстности не показана, за неимѣніемъ съемокъ, но мы знаемъ, что мѣстность здѣсь почти совершенно ровная и медленно понижается къ югу; болота указываютъ положеніе небольшихъ впадинъ. Только въ сѣверной части проходитъ небольшой озъ, между заливомъ Паскопохья и Сэркилямпи (Särkilampi), да къ В. отъ Паскопохья, нѣсколько южнѣе вдавшейся здѣсь къ С. косы, есть гнейсовая возвышенность, покрытая наносомъ. Другая карточка изображаетъ каналъ, проложившійся послѣ прорыва. Обѣ карты, V-я и VI-я суть уменьшенныя копіи со съемокъ, обязательно выданныхъ мнѣ Межевымъ Управленіемъ въ Гельсингфорсѣ.

VII. Продольные и поперечные разрѣзы канала, образовавшагося въ 1860 году послѣ прорыва озера. Первый про-

дольный и три поперечные разрѣзы показываютъ только размѣръ вымыванія, совершившагося вслѣдствіе прорыва. Они составляютъ копіи, съ нѣсколько измѣненными масштабами, съ разрѣзовъ, которые обязательно были выданы мнѣ изъ Управленія Путей Сообщенія. Послѣдніе два продольные разрѣза, геологическіе, составлены по разрѣзамъ г. Торельда, съ нѣкоторыми измѣненіями, о которыхъ будетъ сказано ниже.

Прорывъ озера Хэйтіэйнъ.

Вокругъ большихъ озеръ, какъ Сайма, Пэйепэ и др., съ ихъ безчисленными развѣтвленіями, расположено множество побочныхъ озеръ, лежащихъ все выше и выше надъ главнымъ водоемомъ. Многія изъ нихъ уже съ самаго начала, со временъ своего возникновенія, представляли рядъ терассовидно-расположенныхъ бассейновъ, другія же составляли нѣкогда съ главнымъ озеромъ одинъ неразрывный большой водоемъ,— слѣды котораго видны въ наносахъ, встрѣчающихся теперь на 25—30 м. (80—100 ф.) выше уровня главнаго озера,—и отдѣлились отъ него только въ новѣйшее время при пониженіи его уровня. И тѣ, и другія сообщаются между собою и съ большими озерами посредствомъ небольшихъ, широкихъ протокъ, которыя большею частью еще не заслуживаютъ названія рѣкъ, такъ какъ представляютъ только цѣпь озеровидныхъ расширеній, сообщающихся между собою каменистыми переливами и порогами (koski), и только со временемъ превратятся въ настоящія рѣки. Теперь по большей части изъ нихъ не можетъ даже совершаться никакого судоходства, и по нимъ переплавляются только бревна изъ внутреннихъ, болѣе лѣсистыхъ частей страны въ береговыя, гдѣ уже замѣтно чувствуется недостатокъ въ строевомъ барочномъ лѣсѣ, или гдѣ лѣсъ превращается въ доски для вывоза за границу. Безчисленные же *коски* приводятъ въ движеніе безчисленныя же лѣсопильныя и мукомольныя мельницы, разбросанныя по всей

Финляндіи. Но эти потоки безустанно работаютъ надъ выравниваніемъ своихъ порожистыхъ и излучистыхъ руслъ и конечно медленно, но безостановочно углубляютъ ихъ въ почву [2]), а размывая свои русла, вмѣстѣ съ ними размываютъ и пороги, удерживающіе верхнія озера отъ стока въ нижнія, что̀ ведетъ къ постоянному пониженію уровня воды въ вышележащихъ, побочныхъ озерахъ и слѣдовательно — къ ихъ безпрерывному обсыханію и уменьшенію. Достаточно нѣсколько ознакомиться съ наносами по берегамъ небольшихъ озеръ, чтобы убѣдиться, что всѣ противуположно-дѣйствующія причины (уменьшеніе площади испаренія, заполненіе озеръ со дна наносами, уменьшеніе площади вертикальнаго сѣченія стока и т. п.) не въ состояніи уравновѣсить этого дѣйствія, и что въ переживаемый нами геологическій періодъ, всѣ побочныя озера находятся въ періодѣ уменьшенія и обсыханія.

Человѣкъ тоже не остается безучастнымъ въ этой работѣ природы и дѣйствуетъ постоянно въ одномъ съ нею направленіи. Когда по берегамъ какого-нибудь побочнаго озера, лежащаго нѣсколько выше сосѣдняго, съ увеличеніемъ населенія или потребностей, чувствуется недостатокъ въ пашенной или выгонной землѣ, то финны часто прибѣгаютъ къ спуску всего, или части озера, чтобы извлечь изъ подъ воды нѣсколько непокрытой камнемъ и лѣсомъ земли. Удостовѣрившись, что при пониженіи уровня озера выйдетъ изъ по ъ воды достаточное количество удобной почвы, или же что съ увеличеніемъ паденія его притоковъ осушится достаточное количество прибрежныхъ болотъ, финны приступаютъ къ спуску воды изъ озера. Для этого или расчищаютъ отъ камней и пороговъ и углубляютъ существующій стокъ; или же прорываютъ новый каналъ желаемой глубины, нерѣдко предоставляя позднѣйшему, природному размыванію канала его дальнѣйшее углубленіе и,

---

[2]) Прекрасный примѣръ такого углубленія русла представляетъ Имат ра, гдѣ сохранилось прежнее русло водопада, на высотѣ около 12 м. (40 ф.) надъ теперешнимъ.

слѣдовательно, дальнѣйшее пониженіе уровня верхняго озера. Такъ какъ финны вообще очень искусны въ гидравлическихъ работахъ, а также имѣютъ прекрасныя карты и нивеллировки своихъ озеръ, то, послѣ предварительныхъ развѣдокъ, работа ведется очень искусно, и въ громадномъ большинствѣ случаевъ спускъ озера совершается вполнѣ удачно; уровень его понижается на желаемую высоту безъ всякаго вреда для окрестныхъ поселеній.

Тоже было предположено сдѣлать и съ Хэйтіэйномъ (Höytiäinen), см. карту озера, черт. V. Это озеро, въ 35 вер. длины, при 15 вер. ширины (очень похожее формою на Онежское), лежитъ къ С. отъ города Іоенсу. Составляя естественное продолженіе озера Пюхеселькe (Pyhäselke), одного изъ крайнихъ на СВ. заливовъ Саймы, съ которымъ оно очевидно составляло нѣкогда одно цѣлое, теперь оно отдѣляется отъ Пюхеселькe перешейкомъ въ 7 верстъ ширины. Отдѣлившись такимъ образимъ отъ Сайминской системы, оно сообщалось съ нею только небольшимъ стокомъ, Вийнийоки (Wiinijoki), который проходилъ въ озеро Вийни (Wiinijärvi), лежащее къ З. отъ Хэйтіэйна и сообщающееся съ Оривеси (системы Саймы) по такой же небольшой протокѣ. Уровень Хэйтіэйна, при началѣ работъ, лежалъ на 21 м. (70 шв. ф.) выше Оривеси и Пюхеселькe [3]).

При изслѣдованіи Хэйтіэйна оказалось, что если понизить его уровень футовъ на 30 (9 м.), то можно выиграть значительныя количества земли въ сѣверныхъ и сѣверо-восточныхъ частяхъ озера, осушивъ прилегающія къ нему болота и обнаживъ изъ подъ воды новыя пространства. [4]). Достигнуть

---

[3]) Всѣ футы въ нижеслѣдующемъ будутъ шведскіе; они разнятся отъ нашего только на четверть линіи (1 шв. ф.=0,974 а. ф.).

[4]) Въ нижеслѣдующемъ я пользуюсь годовыми отчетами Управленія Путей Сообщенія, которые, вмѣстѣ съ отчетными картами, были обязательно предоставлены въ мое распоряженіе начальникомъ вѣдомства, ген.-майоромъ Мякшицомъ. Отчетъ за 1860 г., представляющій наиболѣе полное изложеніе хода работъ по Хэйтіэйнскому каналу, помѣщенъ въ Finlands Allmänna Tidning, 21—

этого пониженія уровня можно было двояко: или расчистивъ пороги и расширивъ прежній стокъ Хэйтіэйна, — Винийоки, или же прорывъ прямое сообщеніе между Хэйтіэйномъ и Пюхеселькe. Очистка русла Винийоки представляла однако много затрудненій, вслѣдствіе ея пороговъ. Съ другой стороны, для установки прямаго сообщенія между Хэйтіэйномъ и Пюхеселькe требовалось прорыть каналъ всего на протяженіи около 5 верстъ, т.-е. 4980 м. (16330 ф.), по весьма мягкому грунту и по удобной, ровной мѣстности. Дѣйствительно, между Хэйтіэйномъ и Пюхеселькe тянется совершенная равнина; только въ сѣверной части перешейка проходитъ съ З. на В. небольшой песчаный озъ, т.-е. низкая возвышенность, которая, имѣя при основаніи ширину около версты, всего на 10 м. (30 ф.) поднимается надъ своею подошвою (см. прилагаемые разрѣзы). Но этотъ озъ, почти по той линіи, гдѣ Хэйтіэйнъ и Пюхеселькe сходятся наиболѣе, прорѣзанъ долиною въ 1300 м. (4350 ф.) длины, въ которой лежало еще озерко Ва́лькиля́мпи (Walkilampi), въ 650 м. (2200 ф.) длины и 13 м. (45 ф.) глубины. Наконецъ, отъ Ва́лькиля́мпи до Пюхеселькe тянулась, на протяженіи около 3250 м. (11000 ф.), совершенно гладкая равнина, съ рыхлою песчаною почвою, покрытая лугами, камнями и нѣсколькими усадьбами крестьянъ, (см. карту № VI, *a*).

По этой мѣстности и предположено было прорыть каналъ Онъ долженъ былъ быть по дну всего въ 3 м. (10 ф.) ширины и начинаться на 1,5 м. (5 ф.) ниже низшаго уровня водъ въ Хэйтіэйнѣ, такъ какъ справедливо полагали, что при большомъ паденіи канала, вода впослѣдствіи сама углубитъ его въ рыхлой породѣ и понизитъ уровень озера на желаемую высоту 9 м. (30 ф.). Предполагаемый каналъ показанъ на первомъ продольномъ разрѣзѣ (черт. VII).

---

26 Februari 1861. Интересующіеся измѣненіями, которыя производитъ человѣкъ въ озерныхъ бассейнахъ Финляндіи, найдутъ въ этихъ отчетахъ много любопытнаго.

Работы начаты въ 1854 году надъ каналомъ изъ Ва́лькиля́мпи въ Пюхеселькѣ, и въ первый годъ прорыта уже четверть этого протяженія. Весною 1855 года, при таяніи снѣговъ, каналъ уже значительно углубился; но въ 1855 г. продолжали работы по прежнему, и каналъ прорытъ еще на 1200 м. (4000 ф.). Весною 1856 г. наводненіе такъ размыло его въ глубину и ширину, что рѣшено было, чтобы регулировать притокъ воды въ каналѣ, провести его въ томъ же году, хотя половинной ширины (1,5 м. по дну), но по всей длинѣ долины, т.-е. и изъ Ва́лькиля́мпи въ Хэйтіэйнъ. Уже осенью 1856 г. каналъ опять сильно размыло, чему старались даже помочь искуственно, углубляя его въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ порода не уступала сама. Такимъ образомъ достигли того, что Ва́лькиля́мпи понизилось на 1,5 м. (5 ф). Вмѣстѣ съ тѣмъ, при выходѣ изъ этого озерка была сдѣлана плотина, которою набѣгавшая сверху вода удерживалась и спускалась по мѣрѣ надобности, и Ва̀лькиля́мпи было постепенно понижено на 4,4 м. (15 ф.), послѣ чего плотина, при сильномъ размывѣ почвы по бокамъ ея, уже болѣе не могла удерживать воды въ этомъ озеркѣ. Тогда сдѣлали, осенью 1858 г., двѣ плотины у Хэйтіэйна, въ 30 м. (100 ф.) одну ниже другой, со шлюзами въ 1,5 м. шириною, а каналъ между плотинами прорыли въ 3 м. (10 ф.) ширины. Размываніе канала шло такъ быстро, что уже въ іюнѣ 1859 года. Ва́лькиля́мпи, котораго глубина была 13 м. (45 ф.), стекло совершенно. Воду изъ Хэйтіэйна выпускали постепенно, но, при быстротѣ паденія канала между Хэйтіэйномъ и Ва́лькиля́мпи (30 ф. на 2200 ф.), размываніе шло съ такою силою, что видимо приближалась минута, когда Хэйтіэйнъ прорветъ свои плотины, и вода его бросится по долинѣ, въ Пюхеселькѣ. Это и случилось 3 августа 1859 года.

Послѣ долгихъ напрасныхъ попытокъ, мнѣ удалось наконецъ добиться въ Іоенсу́, отъ одного ремесленника, бывшаго на мѣстѣ во время происшествія, слѣдующаго разсказа о са-

момъ прорывѣ. Къ озеру, какъ сказано выше, подошли, слѣдовательно узкимъ каналомъ и устроили при началѣ его, плотину. Вода озера прорвала эту плотину снизу и быстро ее разрушила, снизу,—«точно что подбросило ее»; хорошо еще, что въ это время не было тутъ народа. Сперва вода потекла по канавѣ, но тотчасъ же начала размывать ее. Тогда поднялся страшный грохотъ, который былъ слышенъ за семь верстъ, въ городѣ; воду бросало вверхъ, камни било другъ о друга, лѣсъ валился и несся по потоку. Пашни, засѣянныя рожью и ячменемъ, лѣсъ, двѣ избы были смыты и понеслись внизъ; (говорятъ даже, что пѣтухъ сидѣлъ на одной избѣ и кричалъ; если это справедливо, то она, стало быть, *плыла* хоть нѣсколько времени). Жители города, перепуганные шумомъ, бросились одни выселяться на сосѣднюю гору, другіе съ лопатами на мѣсто наводненія прорывать потоку путь вправо, т.-е. на западъ, прочь отъ города; «господа», собравшись на возвышенности, кричали и пили по этому случаю. Съ самаго начала обозначилась излучина, которая теперь видна при выходѣ потока изъ Хэйтіэйна. Лѣсъ накидало по всѣмъ островамъ Пюхеселькe; онъ и теперь еще тамъ лежитъ. Всѣ эти острова сперва затопило, потомъ уже вода сбыла. На берега Пюхеселькe накидало множество мертвой рыбы, которую собирали кучами. Камни навѣрно ворочало большіе, судя по стуку, но ихъ не было видно,—воду бросало кверху, и трудно было разобрать, есть ли въ водѣ камни, или нѣтъ. Разскащикъ дѣлалъ впрочемъ догадку, что всѣ камни, накиданные теперь по долинѣ, принесло сверху, потому что вверху *и прежде было каменисто*, а ниже была земля не каменистая. Наводненіе продолжалось три дня; потомъ стихло, и съ тѣхъ поръ развѣ только весною немного вымываетъ берега. Таковъ разсказъ, тотчасъ же записанный мною въ Іоенсу̀.

Ак. Г. П. Гельмерсенъ, бывшій 9 августа на оз. Саймѣ, близъ Нишлота, говоритъ, что волна прибывшей воды была настолько сильна, что пароходъ едва боролся съ нею.

Въ концѣ августа того же года, Хэйтіэйнъ уже понизился на 7,7 м. (26 ф.) [5]).

Такимъ образомъ несомнѣнно, что вода Хэйтіэйна прорыла *въ нѣсколько дней* долину въ 7 верстъ длины, въ 400 м. (200 саж.) средней ширины и въ 12 м. (40 ф.) глубины. Легко представить себѣ силу этого наводненія, если вспомнить, что въ нѣсколько дней вода вымыла болѣе 35.000,000 куб. метр. (3.500,000 куб. саж.) земли и что по каналу пронеслось въ это время около 280.000,0000 куб. метр. (280.000,000 куб. саж.) воды. Чтобы дать читателю нѣкоторое хотя слабое понятіе о размѣрахъ вымытой въ это время долины, прилагаю рисунокъ, сдѣланный со дна ея у подошвы восточнаго берега. Видъ открывается здѣсь вверхъ по долинѣ (см. рис. 12).

Затѣмъ, пониженіе Хэйтіэйна продолжалось, отчасти искуственно, отчасти естественно. Въ іюнѣ 1860 года, оно понизилось уже на 30 ф. (8,9 м.). Но затѣмъ дальнѣйшее пониженіе пріостановилось, такъ какъ при самомъ началѣ канала, въ заливѣ Паскопохья, озеро удерживалось отъ дальнѣйшаго стока нѣсколькими гнейсовыми буграми. Тогда рѣшено было, чтобы уменьшить пороги въ этомъ мѣстѣ и сдѣлать каналъ годнымъ хотя бы для сплава лѣса, еще расчистить его въ этомъ мѣстѣ и взорвать мѣстами породу. Это и было сдѣлано весною 1861 года, и тогда озеро понизилось уже на 39 ф. (11,6 м.). Съ тѣхъ поръ оно вѣроятно еще нѣсколько понизилось, за 10 лѣтъ, и во время моего посѣщенія, я нашелъ разность уровней въ 45 ф. (13,4 м.), но эта величина вѣроятно нѣсколько болѣе дѣйствительной. Можно считать, что уровень Хэйтіэйна лежитъ теперь на 40—42 ф. (11,8—12,5 м.) шире прежняго, т.-е. на 28—30 ф. (8,3—8,9 м.) выше Пюхесельке.

Въ результатѣ получилась долина, около $6^1/_2$ верстъ дли-

---

[5]) Отъ Упр. Шут. Сообщ. въ Finl. Allmänna Tidning. 26 Febr. 1861.

ною, въ крутыхъ, постоянно осыпающихся и подмываемыхъ берегахъ. Проплывъ по обширной мели передъ устьемъ канала, вы вступаете въ дельту, выдавшуюся на двѣ версты отъ прежняго берега и состоящую изъ мелкаго песка, по которому разсѣяны, кое-гдѣ, принесенныя сверху деревья. Высота этой дельты надъ уровнемъ воды около 2—3 м. (7—10 ф.) Мелководная рѣка изливается здѣсь среди мелей, и иногда русло ея размывается на нѣсколько протокъ, изъ которыхъ самая широкая едва достигаетъ до 5 м. (17 ф.) ширины. Наконецъ вы вступаете въ самую долину канала, шириною до 360 м. (1200 ф.), перегороженную при устьѣ грядою большихъ камней. Низкіе берега, метровъ въ 10—12, тянутся по обѣимъ сторонамъ. Далѣе, долина опять нѣсколько съуживается, до 250 м. (800 ф.), и скоро снова пересѣкается грядою камней. Здѣсь мы имѣемъ самую красивую часть долины: ея хотя и невысокіе берега (12—15 м.) поднимаются обрывисто и густо поросли лѣсомъ; особенно на правомъ, западномъ берегу, дно долины все усѣяно громадными камнями, до того прихотливыми въ своихъ острыхъ, рѣжущихъ очертаніяхъ и до того прихотливо набросанными, то взгромоздясь другъ на друга изящными группами, то въ одиночку разбросанные въ руслѣ канала, что такъ и просятся они въ рисунокъ. Задній планъ составляетъ высокая насыпь, перекинутая черезъ каналъ, пользуясь оставшимися среди долины островами, и красивый, прочный мостъ по дорогѣ въ Куопіо. Выше моста долина все расширяется вплоть до поворота ея къ С.-З., гдѣ она достигаетъ уже 950 м. (3200 ф.). При невысокихъ стѣнахъ, до 20 м. (65 ф.), ландшафтъ такъ и расползается въ широкой, открывающейся здѣсь долинѣ. Русло рѣки жмется къ лѣвому берегу, оставляя на правомъ широкую площадь, покрытую пескомъ и галькою, а къ С.-З. открывается далекій видъ вверхъ по долинѣ (см. рис. 12); кое-гдѣ торчитъ въ руслѣ одинокій большой валунъ, а сѣрыя стѣны береговыхъ обрывовъ, лишенныя всякой растительности, тянутся лентою съ обѣихъ сторонъ;

только по правому берегу виденъ лѣсъ; а по лѣвому, на высотѣ береговой равнины, лѣса не видно, такъ какъ она покрыта либо болотами, либо небольшими пашнями и выгонами одинокихъ крестьянскихъ усадьбъ: видъ по истинѣ безотрадный, особенно подъ жгучими лучами полуденнаго іюльскаго солнца, ярко свѣтящаго на сѣрыхъ стѣнахъ долины и на низкихъ, широкихъ, сѣрыхъ же косахъ; затѣмъ долина поворачиваетъ на С.-З. и опять съуживается до 300 м. (1000 ф.). Русло канала жмется здѣсь къ лѣвому берегу и сильно подмываетъ его ежегодно; безъ всякаго сомнѣнія, потокъ проложитъ себѣ здѣсь путь вдоль линіи простиранія булыжниковъ и ледниковаго наноса и еще отодвинется къ В. Одна крестьянская изба уже стоитъ на самомъ берегу обрыва и если хозяинъ не перенесетъ ея вскорѣ на другое мѣсто, то черезъ нѣсколько лѣтъ она непремѣнно обрушится, вслѣдъ за сосѣднею съ нею высокою елью. Послѣ поворота долина выравнивается, сопровождаемая справа и слѣва гнейсовыми буграми, показывающимися на берегу изъ подъ наноса. Вода переливается здѣсь по порогу Пӯнтаринкóски. Стѣны долины возвышаются до 30 м. (100 ф.), и цвѣтъ ихъ разнообразится выходами чёрнаго гнейса и осыпями булыжника и желтыхъ песковъ. Вершины ихъ поросли густымъ хвойнымъ лѣсомъ: долина прорѣзаетъ озъ. При выходѣ изъ оза открывается дно бывшаго залива Паскопхоья—четыреугольная котловина въ $1^3/_4$ вер. длиною, вытянутая съ С.-З. на Ю.-В.,—каменная пустыня, усѣянная трудно проходимыми мостовыми изъ громадныхъ камней, съ выдающимися изъ подъ нихъ черными гнейсовыми буграми, обточенными и сглаженными точно на токарномъ станкѣ. Рѣка несется здѣсь узкимъ русломъ, изворачиваясь три раза среди гнейсовыхъ бугровъ и съ шумомъ перепрыгиваетъ черезъ загражданющія ей путь глыбы, оставшіяся послѣ расчистки для нея пути, котораго она сама не могла себѣ проложить. Влѣво тянутся болотныя низины, вправо крутые обрывы подмытаго оза. И тѣ и другіе сходятся на С.-В., замыкаютъ такимъ обра-

зомъ котловину бывшаго залива, въ которую рѣка врывается узкимъ входомъ, а за этою тѣсниною открывается широкій видъ на Хэйтіэйнъ съ его сѣро-желтою песчаною береговою каймою, по которой сочится изъ окрестныхъ болотъ множество мелкихъ ручьевъ, пролагающихъ себѣ путь къ озеру по узкимъ, глубокимъ канавкамъ. Вѣтеръ гонитъ эти не успѣвшіе еще покрыться травою, обнажившіеся изъ подъ воды пески все далѣе и далѣе на берегъ и заноситъ прибрежный лѣсъ.

Такова въ общихъ чертахъ вновь проложенная долина.

Измѣненія, происшедшія въ очертаніяхъ береговъ озеръ послѣ этого прорыва, довольно значительны: площадь Хэйтіэйна уменьшилась на громадное количество десятинъ, которыя обратились въ сушу, преимущественно въ сѣверной части озера. Многіе острова прибавились,—преимущественно мелкіе, но многіе исчезли, обратившись въ материкъ, какъ Кинахмонсàри въ западной части озера и другіе, сосѣдніе съ нимъ. Всѣ эти измѣненія показаны на прилагаемой картѣ V-й, гдѣ видны теперешнія и прежнія очертанія озера. Но не одно озеро Хэйтіэйнъ уменьшилось вслѣдствіе этого прорыва: нѣсколько уменьшилось и Пюхеселькe. Громадная масса наноса, вымытаго изъ долины, не успѣла разнестись водою на большое разстояніе и отложилась въ видѣ большой дельты при устьѣ новой рѣки. Эта дельта видна на картахъ V-й и VI-й. Весьма любопытно было узнать, насколько уменьшилась глубина Пюхеселькe, и съ этою цѣлью я дѣлалъ промѣры между городомъ и устьемъ канала (они показаны въ футахъ на картѣ V-й). Но, къ сожалѣнію, ихъ не съ чѣмъ сравнить, такъ какъ промѣры на имѣющихся у меня озерныхъ картахъ не заходятъ такъ далеко въ Пюхеселькe. Но сравнивая впрочемъ эти цифры съ глубинами, показанными на траверзѣ Іоенсý, надо придти къ заключенію, что глубина Пюхеселькe вообще уменьшилась не такъ много, какъ это можно было бы думать. Уже въ 4 вер. отъ прежняго берега мы находимъ противъ устья глубину въ 9 м. (30 ф.). Главная масса наноса

отложилась въ видѣ большой дельты, распространяющейся версты на три отъ берега.

Но вообще нельзя не замѣтить, что какъ ни кажется грандіозно такое явленіе, какъ внезапное пониженіе озера, имѣющаго до 35 верстъ въ длину и 15 вер. въ ширину, почти на 8 м. (26 ф.), но результаты такой катастрофы не такъ велики, какъ того можно было бы ожидать. Самый крупный результатъ есть прорытіе широкой долины; но и этотъ результатъ потому только такъ великъ, что размываніе шло въ чрезвычайно рыхломъ наносѣ, каковъ сѣрый песокъ. Разсматривая же долину, мы убѣждаемся даже въ крайнемъ безсиліи воды, когда она прорывается такою громадною массою, какъ въ данномъ случаѣ:—здѣсь ея результаты оказались такъ малы, сравнительно съ тѣми, которыхъ она достигаетъ медленно разрушая, изъ вѣка въ вѣкъ, породы, по которымъ она проносится!... Въ самомъ дѣлѣ, о разрушеніи преградъ, представлявшихся водѣ твердыми породами, уже нечего говорить. Гнейсовые бугры въ Паскопохья, по которымъ пронеслась такая страшная масса воды, оказались также мало поврежденными ею, какъ если бы они болѣе откопаны осторожною рукою человѣка; ихъ полировка, изборожденіе,—все сохранилось такъ, какъ если бы эти бугры только вчера расчищены отъ покрывавшаго ихъ ледника. О массовомъ разрушеніи выходовъ гнейса нечего и думать. Нѣсколькихъ жалкихъ бугровъ было достаточно даже, чтобы остановить эту пришедшую въ движеніе массу и не дать озеру прорваться окончательно въ Саймы. Нужно было употребить силу пороха, чтобы расчистить эти нѣсколько жалкихъ бугровъ и понизить потомъ уровень Хэйтіэйна еще на 4—5 метровъ, не дожидаясь тѣхъ столѣтій, которыя потребовались бы на то, чтобы это пониженіе совершилось само собою.

Но еще очевиднѣе становится слабость даже такой громадной массы воды, которая пронеслась здѣсь въ нѣсколько дней по каналу, когда мы обращаемся къ разсмотрѣнію большихъ валуновъ, лежащихъ на днѣ долины. Ихъ правильное грядовидное расположеніе, безъ всякой зависимости отъ какихъ-нибудь пре-

пятствій, которыя задержали бы эти гряды, не оставляетъ ни малѣйшаго сомнѣнія въ томъ, что вода была безсильна двигать валуны, несмотря на то сопротивленіе, которое они ей оказывали,—что они остались на томъ самомъ мѣстѣ, гдѣ ихъ когда-то расположила среди наноса другая могучая сила. Въ самомъ дѣлѣ, только изрѣдка можно встрѣтить большой одинокій валунъ, лежащій въ рѣкѣ вдали отъ своихъ товарищей, и который, можно думать, занесенъ сюда водою. Всѣ прочіе лежатъ плотными группами, и очевидно не были передвинуты. Самое бо́льшее что можно сказать, это то что вода передвигала валуны до 1 метра въ діаметрѣ; такіе валуны есть несомнѣнно перемѣщенные въ сѣверной части канала. А дѣйствительно большіе валуны, въ 3, 4, 5 метровъ длины,—тѣ остались совершенно неподвижны. Признаюсь, я никогда не былъ высокаго мнѣнія о силѣ проточной воды, но въ данномъ случаѣ я положительно ожидалъ бо́льшаго. Вода оказалась сильною только среди рыхлаго наноса; съ большими каменными массами она не могла совладать. И этотъ случай,—далеко не единственный въ извѣстной мнѣ физико-географической литературѣ,—еще разъ заставляетъ меня напомнить тѣмъ, которые слишкомъ часто прибѣгаютъ къ силѣ воды, какъ двигателю большихъ каменныхъ массъ, ея крайнее безсиліе въ въ этомъ отношеніи,—безсиліе, которое намъ, привыкшимъ такъ много читать о приписываемыхъ ей результатахъ, кажется даже поразительнымъ.

Вотъ то немногое, что можно сказать о физико-географическихъ послѣдствіяхъ, сопровождавшихъ такое крупное явленіе, какъ прорывъ большаго озера и внезапное пониженіе его на 8 метровъ.—Я перехожу теперь къ разсмотрѣнію обнаженія представляющагося во вновь вымытой долинѣ.

Геологическое строеніе наноса, прорытаго каналомъ.

Естественно, что такое обширное обнаженіе, какое представляетъ недавно прорытая долина, почти въ 7 верстъ длины и

мѣстами до 20 м. (70 ф.) глубины, имѣетъ большой интересъ для изученія илостыхъ аллувіальныхъ образованій. Поэтому я посвятилъ пять дней на изслѣдованіе, возможно-подробное, этого обнаженія. Я не зналъ тогда, что такое изслѣдованіе уже было сдѣлано ранѣе, г. Торельдомъ, и велъ работу очень подробно, со съемкою канала, его дельты и т. п.

Я упоминалъ уже, что въ сѣверныхъ частяхъ каналъ прорѣзаетъ небольшой озъ, возвышающійся около 9 м. (30 ф.) надъ окрестною равниною. Не смотря на незначительною высоту, этотъ озъ, какъ говоритъ г. Торельдъ, имѣетъ очень большое распространеніе, т. е. „разбиваясь на много отроговъ, въ приходахъ Иломанцъ и Тóхмаерви, онъ идетъ съ В. на З. между Хэйтіэйномъ и Пюхеселькэ, а затѣмъ—въ сѣверо-западномъ направленіи, черезъ приходы Кáви, Нúльсія и Иденсальми, и такимъ образомъ сообщается съ песчаными озами въ губерніи Улеаборгской и Каянскомъ округѣ“. Словомъ, онъ принадлежитъ къ большимъ озамъ, и фактъ прорытія такого большого оза во время наводненія побудилъ финское горное начальство послать въ 1861 году г. Торельда, для изслѣдованія представившихся здѣсь обнаженій. При этомъ г. Торельдъ имѣлъ рабочихъ, которые расчищали обнаженія отъ осыпей и могъ такимъ образомъ ознакомиться со строеніемъ наноса со всею возможною подробностью. На основаніи этихъ расчистокъ, онъ и составилъ два полныхъ разрѣза, вдоль обоихъ береговъ канала, которые, вмѣстѣ съ картою, напечатаны при его статьѣ [6]).

Такимъ образомъ оказалось, что я только повторилъ работу, сдѣланную уже г. Торельдомъ, и если мои наблюденія не совсѣмъ безполезны, то только по слѣдующимъ причинамъ. Изслѣдованіе стѣнъ долины сопряжено съ немалыми трудностями: значительная часть наноса, особенно въ верхнихъ частяхъ, состоитъ изъ весьма мелкаго, тонко-слоистаго иловатаго песка, который весьма легко осыпается; онъ сползаетъ цѣлыми глыбами, иногда вмѣстѣ съ

[6]) Thoreld: Bidrag till kännedomen om sandåsbildningen i Finland, въ Bidrag till Finlands Naturkännedom, Etnografi och Statistik. 8-de Häftet. Helsingfors 1863.

растущими на немъ деревьями, и, сохраняя при этомъ горизонтальное положеніе пластовъ, весьма легко вводитъ въ заблужденіе, заставляя придавать пескамъ мощность, которой они не имѣютъ, или, во всякомъ случаѣ, скрывая нижніе пласты. Другую помѣху изслѣдованію представляетъ глина, вымываемая сверху и покрывающая нижнія части обнаженія толстою корою; снять эту кору чрезвычайно трудно, вслѣдствіе вязкости глины въ влажномъ видѣ и чрезвычайной ея твердости во время сухой погоды. Немало мѣшаютъ наконецъ и пески, высыпающіеся сверху и переносимые вѣтромъ. По всѣмъ этимъ причинамъ, г. Торельдъ очень часто не могъ докапываться до нижнихъ слоевъ, такъ что его разрѣзами нужно, поэтому, пользоваться съ большою осторожностью, т.-е. постоянно справляясь съ текстомъ. Въ виду этихъ обстоятельствъ пріобрѣтаютъ интересъ побочные овражки главной долины; они постоянно образуются вновь и иногда даютъ возможность заглянуть въ самые нижніе слои; а такъ какъ со времени посѣщенія долины г. Торельдомъ русло канала успѣло уже углубиться метра на три до пяти, то и овражки эти обнажаютъ теперь нижніе слои, которыхъ еще не было видно въ 1861 году. Такимъ образомъ наблюденія въ овражкахъ дополняютъ, хотя и не существенно, наблюденія г. Торельда.

Такъ какъ мои наблюденія, слѣдовательно, только повторили изслѣдованія г. Торельда, имѣющія то преимущество, что они основаны на раскопкахъ, то я изложу здѣсь результатъ первыхъ изслѣдованій, дополняя ихъ моими замѣтками. Это тѣмъ болѣе будетъ не безполезно, что статья г. Торельда, написанная пошведски, мало доступна для нашихъ геологовъ. Прилагаемые мною геологическіе разрѣзы (черт. VII) цѣликомъ взяты у названнаго автора, но съ нѣкоторыми измѣненіями.—Прежде всего я измѣнилъ въ нихъ масштабы. Въ разрѣзахъ г. Торельда вертикальный масштабъ въ 50 разъ болѣе горизонтальнаго, и хотя это дало г. Торельду возможность, въ очень маломъ форматѣ представить множество мелкихъ подраздѣленій слоевъ, но за то получается совершенно ложное понятіе о мѣстности, и слои изо-

бражаются въ самыхъ неправдоподобныхъ положеніяхъ. Второе измѣненіе состоитъ въ томъ, что я уменьшилъ число подраздѣленій породъ, принятыхъ г. Торельдомъ. Онъ ввелъ въ свои чертежи 24 подраздѣленія. Всякому извѣстно однако, какъ трудно бываетъ отождествить два сходныхъ наноса песковъ, въ двухъ, даже очень близкихъ обнаженіяхъ; а потому нельзя придавать большого довѣрія такой подробности. Съ другой стороны, такія многочисленныя подраздѣленія и не имѣютъ для нашей цѣли большой важности, тѣмъ болѣе, что они большею частію касаются самыхъ наружныхъ, новѣйшихъ наносовъ, которые имѣютъ очень малую толщину. Поэтому, передавая разрѣзы г. Торельда, я ограничился слѣдующими подраздѣленіями:

I. Твердая горная порода (черный гнейсъ, переходящій въ слюдяный сланецъ).

II. Окатанная галька и булыжникъ.

III. Мелко-слоистые глинистые пески.

IV. Пески.

V. Мелкій, сѣрый слежавшійся песокъ.

VI. Торфъ [7]).

---

[7]) Сюда вошли слѣдующія подраздѣленія г. Торельда:

Въ I— 1. Гнейсъ, переходящій въ глинистый сланецъ.

Въ II— 2. Булыжники, галька, хрящъ и сѣрый песокъ (större och mindre rullstenar, grus och grå sand).

3. Галька и сѣрый песокъ (mindre rullstenar och grå sand).

4. Ярко-окрашенные ржавчиною галька, хрящъ и песокъ (intensivt röstfärgade rullst., grus och sand).

5. Ярко-окрашенный ржавчиною песокъ (intensivt röstfärgade sand).

Въ III— Цѣлый рядъ поверхностныхъ песчаныхъ отложеній, имѣющихъ, за исключеніемъ №№ 7 и 9, лишь самое ограниченное распространеніе, а именно:

6. Окрашенные ржавчиною галька, хрящъ и песокъ (röstfärgade rullst. grus o. sand).

7. Желтый и сѣрый переслоенные пески (gul och grå sand i skikt).

8. Крупный сѣрый песокъ (grof grå sand). — Встрѣчается тонкимъ слоемъ въ верхнихъ частяхъ раскопокъ 37 и 38-й на лѣв. берегу, и 22 и 23-й на прав. берегу.

9. Мелкій, сѣрый слоистый песокъ, съ корнями растеній (skiktad fin grå sand [gyttja?]).

Слои торфа заслуживаютъ особаго вниманія, потому что въ нихъ находятъ, подъ толщами песка, *стоящіе на корню пни деревьевъ и кустарники.* Ихъ замѣтилъ уже Хольмбергъ [8]) посѣтивши работы, начинавшіяся надъ Хэйтіэйнскимъ каналомъ. Здѣсь, въ 1 1/2 вер. къ Сѣверу отъ Пюхеселькэ, каналъ пересѣкалъ песчаный валъ, шириною въ 180 м. (600 ф.) и около 2 1/2 м. (8 ф.) наибольшей высоты, идущій съ ССЗ. на ЮЮВ. Пескомъ этого вала былъ покрытъ слой торфа въ 0,6 м. (2 ф.) толщины, лежавшій на твердой глинѣ. Въ торфѣ было найдено множество березовыхъ стволовъ, до 0,15 м. (6 д.) въ діам., лежавшихъ вершинами къ Югу. У южной подошвы песчанаго вала пескомъ были засыпаны на 1—1,2 м. (3—4 ф.) кусты, стоявшіе на корню въ торфѣ. Г-нъ Торельдъ также нашелъ засыпанные пескомъ пни деревьевъ въ трехъ мѣстахъ: 1, на юго-зап. берегу канала въ нынѣ высохшемъ заливѣ Паскопохья; 2, по берегу Хэйтіэйна, у самаго сѣвернаго начала канала, и 3, въ заливѣ Хэйтіэйна — Куннасляхти, на зап. берегу озера. Эти отло-

---

12. Булыжники, хрящъ и песокъ съ остат. растеній (rullst. grus o. sand med vextlemningar).
13. Сѣрый песокъ съ пятнами бураго песка и съ остат. раст. (grå sand med fig. af röstf. sand. jemte vextlemn.).
14. Сѣро-бѣлый песокъ съ ост. раст. (hvitgrå sand med vextl.).
15. Желто-сѣрый песокъ съ ост. раст. (gulgrå sand med vextl.).
16. Проникнутый гумусомъ темно- и свѣтло-бурый песокъ (af humus genomträngd, dels mörk dels ljus brun sand).
17. Красный слежавшійся песокъ (röstfärgad sintrad sand).
18. Желто-сѣр. пес., хрящъ и галечникъ, съ корнями раст., частью умершихъ, частью живыхъ (gulgrå sand, grus o. rullst. med dels döda, dels lefv. rötter inneslutna).
19. Желто-сѣрый пес. съ жив. корн. раст. (gulgrå sand med nedträngde lefv. rötter).
20. Желто-сѣрый пес. id. (gulgrå sand id.).

Въ IV—10. Песчанистая глина (sandig lera).

Подъ это названіе г. Торельдъ включилъ громадную часть всѣхъ наносовъ, обнажающихся въ каналѣ и смѣшалъ два совершенно разнородныхъ образованія (см. ниже).

Въ V—11. Мелкій, сѣрый слежавшійся песокъ (hartpackad fin grå sand).

Въ VI—21. Торфъ (Torf-jord).

[8]) Holmberg, l. c., въ Bulletin de la Soc. d. Natur. de Moscou, 1856, 4, p. 532 sq.

женія находились на 7,1 м. (24 ф.) ниже прежняго уровня Хэйтіэйна. Надо думать, что подобныя же образованія встрѣчаются и въ другихъ мѣстахъ по берегамъ этого озера.

Слои торфа вообще очень развиты по склонамъ оза и содержатъ остатки березы, осины, ивы, травъ, мховъ, — словомъ, всякихъ нынѣ тутъ же растущихъ видовъ; также и въ пескахъ встрѣчаются остатки озерныхъ и болотныхъ растеній, каковы *Equisetum fluviatile* и *var. limosum*, также *Phragmitis communis* [9]).

Что касается до выводовъ гг. Торельда и Хольмберга, основанныхъ на этихъ находкахъ, то мы вернемся къ нимъ ниже.

Въ общихъ чертахъ, представляющееся здѣсь обнаженіе, сводится, по мнѣнію г. Торельда, къ слѣдующему:

Озъ распадается на двѣ части разновременнаго происхожденія: на наносы, составляющіе *собственно озъ*,—слои *a*, *b* и *c*, также *d* и отчасти *e* въ разрѣзѣ праваго берега, и на слои, образующіе внѣшній покровъ оза,—*f*, *g* и *h*. (См. геолог. разр., черт. VII, гдѣ эти слои обозначены тѣми же буквами. Къ которому изъ вышеприведенныхъ шести главныхъ подраздѣленій я отнесъ ихъ, видно по условнымъ знакамъ). Въ озѣ низшее отложеніе составляетъ слой

a, *смѣсь булыжниковъ, хряща и песка*; онъ образуетъ главное ядро оза и покрывается нетолстымъ слоемъ

b, состоящимъ изъ *песка, хряща и гальки*, частью рыхлыхъ, частью связанныхъ желѣзистымъ цементомъ. На этомъ слоѣ лежитъ, также образуя небольшое поднятіе, наносъ

c, тождественный со слоемъ *a*, но съ большимъ преобладаніемъ песка [10]).

Эти три образованія г. Торельдъ относитъ къ одному пе-

---

[9]) Thoreld, p. 76.

[10]) Что касается до слоя a' (правый берегъ, раскопка 8-я), то г. Торельдъ самъ сомнѣвается, чтобы здѣсь дѣйствительно залегалъ желто-сѣрый песокъ, а не галька (l. c., p. 64, примѣч.).

ріоду. Высота, достигаемая галечникомъ *c*, доходитъ до 25 м. (85 ф.) надъ уровнемъ Пюхеселькe.

На небольшомъ протяженіи, на южномъ склонѣ (прав. берегъ), озъ покрывается еще тонкимъ слоемъ *d*, состоящимъ изъ *крупнаго сѣраго песка*, и слоемъ *e*, *пловучаго желтаго песка*, говоритъ г. Торельдъ (с. 68). Но по моему мнѣнію слой *e* (подраздѣленіе 7-е. у г. Торельда) никоимъ образомъ нельзя причислять къ образованіямъ собственно оза, такъ какъ онъ покрываетъ не только самый озъ, но и слои того, что́ г. Торельдъ самъ называетъ внѣшнимъ покровомъ оза, т.-е. слои *f*, *g* и *h*, и имѣетъ довольно обширное распространеніе на всемъ протяженіи между Хэйтіэйномъ и Пюхеселькe.

Относительно этихъ наносовъ г. Торельдъ дѣлаетъ слѣдующія замѣчанія.

Слой a. Въ галечникѣ преобладаютъ валуны краснаго и сѣраго гранита; въ пробѣ хряща съ пескомъ оказалось: сѣраго и краснаго гранита 40%, гнейса и слюдянаго сланца 32%, кварца 16%, роговообманковыхъ породъ 12%. Наибольшіе булыжники, въ 1—2 ф. по большей оси, имѣютъ эллиптическія формы, съ двумя *приплюснутыми* сторонами. Лежатъ большою осью параллельно оси оза.

Слой d. Преобладаютъ зерна кварца, 48%, и сѣраго граната, 36%.

Слой e. Кварцевыхъ зёренъ 92%, слюды менѣе 1%.

Далѣе слѣдуютъ слои, отложенные на склонахъ оза, *его внѣшній покровъ*. Всѣ они отличаются измельченностью составныхъ частей, болѣе или менѣе обильнымъ содержаніемъ глины и сѣрымъ, или сѣро-бѣлымъ цвѣтомъ. Г-нъ Торельдъ предлагаетъ различать въ нихъ три подраздѣленія, хотя и не ручается за точное нанесеніе въ разрѣзахъ ихъ взаимныхъ границъ. Эти слои суть:

f, *мелкій сѣрый песокъ* (подразд. 9-е), чрезвычайно тонкослоистый, лежитъ (наклонными слоями) на крупномъ сѣромъ пескѣ; развитъ только на южномъ склонѣ оза (прав. бер., раскопка 16-я);

g, *болѣе глинистые, слоистые пески*, или *сѣрая слоистая песчанистая глина* (подразд. 10-е), достигающая несравненно бо́льшаго развитія, чѣмъ всѣ прочія породы. Въ этомъ слоѣ, говоритъ г. Торельдъ, заключаются всѣ валуны; и

h, *мелкій сѣрый песокъ съ прослойками глины* (подразд. 11-е), который заполняетъ выемки въ предыдущихъ двухъ слояхъ и образовался повидимому изъ слоя *g*.

Этотъ слой и покрывается слоемъ *e*, о которомъ сказано выше.

Относительно слоя *g*, г. Торельдъ замѣчаетъ, что, не смотря на значительное содержаніе глины, песокъ все-таки составляетъ преобладающую его часть. Но въ южныхъ частяхъ канала (лѣв. бер., раск. 35—36), говоритъ онъ далѣе, встрѣчаются толщи глины почти вовсе безъ песка. Всѣ встрѣченные валуны лежали въ этомъ слоѣ; они бываютъ очень различныхъ величинъ, преимущественно изъ мѣстныхъ породъ.

По поводу этихъ подраздѣленій я долженъ сдѣлать нѣсколько замѣчаній.

Слой *f* названъ у г. Торельда: „слоистый мелкій сѣрый песокъ (gyttja?)“. Мы знаемъ однако, что у шведовъ подъ именемъ gyttja извѣстенъ чисто-поверхностный наносъ, залегающій подъ торфомъ и состоящій изъ болѣе или менѣе разрушенныхъ и разбитыхъ остатковъ водныхъ растеній, нѣкогда росшихъ въ бассейнѣ, теперь занятомъ торфомъ, съ остатками насѣкомыхъ и нѣкоторыхъ молюсковъ [11]). Ясное дѣло, что песокъ, залегающій мощными слоями на склонѣ оза, не имѣетъ ничего общаго съ gyttja. Или г. Торельдъ, писавшій за нѣсколько лѣтъ до появленія книги Эрдманна, иначе опредѣлялъ то, что́ зовется у шведскихъ геологовъ gyttja, или здѣсь произошло какое-нибудь недоразумѣніе.

Но самая главная ошибка въ приведенномъ подраздѣленіи

11) Erdmann. Qvart. bildn., p. 260.

та, что г. Торельдъ отнесъ въ одну рубрику, *g*, такія два разнородныя образованія, какъ сѣрый мелко-слоистый песокъ и сѣрая глина съ валунами. Что́ имѣютъ общаго по происхожденію тончайшій, нѣжный, мелко-слоистый иловатый песокъ и глина съ громадными валунами въ 4—6 метровъ величиною? Первое есть несомнѣнно озерное или рѣчное отложеніе, второе—ледниковая глина. Если и нельзя было провести точныя границы между этими двумя наносами, то слѣдовало показать ихъ хоть приблизительно, но ни въ какомъ случаѣ не смѣшивать два столь различные наноса, изъ которыхъ одинъ принадлежитъ къ внѣшнему покрову оза, а другой, который *нигдѣ* не налегаетъ на наносахъ оза, могъ быть и гораздо древнѣе самаго оза. Такое смѣшеніе могло произойти только подъ вліяніемъ предвзятой идеи, которой держался г. Торельдъ, а именно, что валуны встрѣчаются въ самыхъ наружныхъ покровахъ озовъ (г. Т. приравниваетъ Хэйтіэйнскій озъ, даже въ мелочахъ, Чепингскому, по описанію г. Поста); поэтому и глину съ валунами онъ отнесъ къ ряду новѣйшихъ песчаныхъ наносовъ, хотя, какъ видно изъ всего описанія, подстилки этой глины съ валунами нигдѣ нельзя было наблюдать.

Таковы результаты работы г. Торельда. Перехожу теперь къ моимъ наблюденіямъ, которыя могутъ нѣсколько дополнить ее.

Поднимаясь отъ устья канала, вдоль его лѣваго берега, я встрѣтилъ сѣрые пески съ иловатыми прослойками, которые лежатъ на сѣрой плотной глинѣ и покрываются желтыми песками. Сѣрый песокъ очень мелокъ и состоитъ изъ кварцевыхъ зернышекъ, съ примѣсью слюды, преимущественно черной. Онъ весьма тонко-слоистъ и перемежается тонкими слоями съ такимъ же пескомъ, но слегка буроватымъ, и съ тонкими же слоями глинистаго ила. Этотъ наносъ подходитъ подъ 7-е подраздѣленіе г. Торельда. Въ верхнихъ слояхъ сѣрый песокъ начинаетъ перемежаться съ бѣлымъ и желтымъ (послѣдній преобладаетъ) и наконецъ покрывается ими; толщина желтыхъ песковъ изрѣдка до-

ходитъ до 0,6 м. (2 ф.). Выше желтыхъ песковъ постоянно лежитъ бурый желѣзистый песокъ [12]), состоящій изъ кварцевыхъ зеренъ въ 1—2 мм., съ рѣдкою примѣсью черной слюды, сплоченныхъ бурымъ желѣзистымъ цементомъ. Онъ очень часто покрывается болотною рудою. Болотная руда нерѣдко бываетъ покрыта тонкими слоями сѣро-зеленаго иловатаго песка, на которомъ налегаетъ мелкій, бѣлый, хорошо-промытый песокъ. Этотъ послѣдній всегда оказывается верхнимъ рядомъ. Толщина всѣхъ этихъ песковъ, за исключеніемъ сѣраго, незначительна. Тотъ же рядъ встрѣчается и по правому берегу, и выше, вплоть до поворота канала къ С.-З.; только сѣрый песокъ нѣсколько измѣняется въ составѣ и является болѣе значительными толщами.

Итакъ, снизу вверхъ, мы имѣемъ надъ сѣрою глиною слѣдующій рядъ:

a, сѣрые, тонко-слоистые иловатые пески различной мощности;

b, желтый и бѣлый песокъ, до 6 дцм. толщины;

c, бурый, желѣзистый песокъ въ 1—3 дцм. толщины;

d, болотная руда;

e, сѣро-зеленый иловатый песокъ;

f, мелкій, бѣлый промытый песокъ.

Этотъ рядъ, отличающійся отъ прочихъ наносовъ своимъ горизонтальнымъ расположеніемъ, слоистостью и новѣйшимъ происхожденіемъ, и составляетъ серію наружныхъ наносовъ, т.-е. внѣшній покровъ оза. Онъ весь очевидно отложенъ въ водѣ, проточной или стоячей,—рѣчной или озерной.

Глина, на которой залегаетъ въ южной части канала этотъ рядъ новѣйшаго аллувія, также имѣетъ обширное распространеніе. Къ сожалѣнію, свѣжихъ обнаженій въ ней вовсе не встрѣчается: она постоянно бываетъ затянута плотною корою размытой глины. Поэтому ея распространеніе, особенно въ высоту, чрезвычайно трудно бываетъ опредѣлить,—рѣдко можно сказать

[12]) Иногда онъ покрываетъ непосредственно сѣрую глину; тогда промежуточные члены отсутствуютъ.

утвердительно, что глина, залегающая у подошвы обнаженія, есть выходъ глинянаго пласта, а не продуктъ вымыванія глинистыхъ слоевъ изъ верхнихъ сѣрыхъ песковъ. Но нѣтъ впрочемъ сомнѣнія, что въ нижнихъ частяхъ канала она дѣйствительно залегаетъ мощнымъ пластомъ подъ всѣми песками; это видно и изъ свѣжаго обнаженія, нарисованнаго Хольмбергомъ, гдѣ подъ лѣснымъ слоемъ (см. выше) дѣйствительно залегала сѣрая глина; тоже видно и въ одномъ боковомъ овражкѣ, о которомъ будетъ сказано ниже. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ, гдѣ можно было положительно опредѣлить ея верхній горизонтъ, оказывалось, что она достигаетъ до 3 м. (10 ф.) высоты надъ уровнемъ канала, а нѣсколько далѣе, противъ каменной гряды, близъ моста—и до 8,2 м. (27 ф.).

Вообще, эта глина содержитъ большую примѣсь песка, и если попадается очень жирная, вязкая, пластичная глина, то преимущественно въ тѣхъ случаяхъ, когда она вымыта изъ верхнихъ песковъ. Въ нижней сѣрой глинѣ,—все же вблизи устья, по лѣвому и по правому берегу,—попадаются валуны значительныхъ размѣровъ [13]). Хотя съ перваго раза очень трудно бываетъ сказать, что такіе-то валуны не попали къ подошвѣ обнаженія во время наводненія и не затянуты впослѣдствіи вымытою сверху глиною, но попадались случаи, гдѣ это можно было утверждать несомнѣнно. Два такихъ валуна, несомнѣнно лежавшихъ въ глинѣ (изъ сѣро-фіолетоваго кварцита и свѣтло-сѣраго волнистаго гнейса) достигали до 1 метра по одному измѣренію; оба—съ обтертыми углами, но угловатые. Третій большой валунъ, въ 5 м. (16 ф.) длины, изъ тальковаго сланца тоже лежалъ въ глинѣ на высотѣ 5 м. надъ уровнемъ канала. Я не рѣшаюсь впрочемъ утверждать навѣрно, что всѣ громадные валуны, нынѣ встрѣчаемые въ руслѣ, непремѣнно залегали въ этой сѣрой глинѣ. Хотя это весьма вѣроятно, но мы не имѣемъ обна-

[13]) Двѣ группы такихъ валуновъ показаны въ прилагаемомъ разрѣзѣ (табл. осн.); но такъ какъ г. Торемзѣ не отдѣлилъ сѣрой глины отъ сѣрыхъ песковъ, то они приходятся въ слоѣ *g*.

женій, несомнѣнно говорящихъ о томъ, а кромѣ того, часть валуновъ могла залегать и въ ледниковомъ щебнѣ.—Что касается до происхожденія этой глины, то всего естественнѣе признать ее ледниковою, какъ по обилію громадныхъ, встрѣчающихся въ ней валуновъ (въ 2 и 3 сажени длины), такъ и по тому, что она покрывается, какъ мы сейчасъ увидимъ, ледниковымъ щебнемъ.

Такой же характеръ, какъ и при устьѣ канала, стѣны долины сохраняютъ на большей части своего протяженія. Тѣ же сѣрые пески, горизонтально-наслоенные и перемежающіеся съ прослойками иловатой глины, тянутся вплоть до моста и далѣе. Нижнія части обнаженій вездѣ покрыты либо оползнями, либо сплывающею сверху глиною, причемъ песокъ уносится ниже, а глина залѣпляетъ обнаженія твердою корою. Только въ одномъ очень узкомъ, длинномъ и глубокомъ овражкѣ по правому берегу, въ 100 м. (50 саж.) ниже моста, представилось единственное, на всемъ протяженіи канала, обнаженіе, доходившее до уровня воды. Въ самомъ низу лежитъ несомнѣнный характерный *ледниковый щебень*, въ 1 метръ мощности. Онъ представляетъ желтую массу, съ буро-фіолетовыми желѣзистыми пятнами (отъ разложенія тальковаго сланца), образующую чрезвычайно твердый агломератъ, который едва можно разбивать молоткомъ или киркою. Онъ состоитъ изъ угловатыхъ обломковъ, большею частію въ 5—7 цм. (2—3 д.), но иногда и до 0,3 м. (1 ф.); иногда камешки бываютъ округлены, но большею частію остроребры. Цементъ — грязно-желтаго цвѣта, въ небольшомъ количествѣ и плотно присталъ къ камешкамъ, такъ что отмывается съ большимъ трудомъ.

Ледниковый щебень покрывается здѣсь непосредственно сѣро-зеленоватыми песками, достигающими до 6 м. (20 ф.) мощности, — если это не оползни, — а сѣрые пески покрываются желтыми, съ прослойками бураго желѣзняка, а еще выше — тонкимъ слоемъ бѣлаго рѣчнаго песка. На самомъ днѣ оврага,— слѣдовательно *подъ желтымъ ледниковымъ щебнемъ* — выступаетъ

здѣсь и еще нѣсколько дальше, въ вершинѣ овражка, сѣрая вязкая глина съ большими валунами (сѣрый гранитъ и тальковый сланецъ). Но здѣсь уже не видно, чтобы эта глина покрывалась желтымъ ледниковымъ щебнемъ. На ней непосредственно лежатъ сѣрые пески (опять-таки — если это не оползни). Это наблюденіе весьма поучительно: оно показываетъ, что сѣрая глина съ валунами *древнье* ледниковаго щебня, и слѣдовательно есть также ледниковый щебень, какъ напр. сѣрая глина съ валунами, находимая подъ желтымъ ледниковымъ щебнемъ въ озѣ у *Рютиля*, на линіи Тавастхусско-Гельсингфорской желѣзной дороги, и во многихъ другихъ мѣстахъ. Но она можетъ быть и не повсемѣстно покрывается желтымъ ледниковымъ щебнемъ (чему аналогію мы видимъ въ томъ же озѣ), а мѣстами непосредственно покрыта песками; вѣроятно вода, отлагавшая песокъ, смыла въ этихъ мѣстахъ наружный покровъ желтаго ледниковаго щебня, который, не смотря на свою твердость, конечно легче уступаетъ размыванію, чѣмъ вязкая, плотная глина. Не менѣе заслуживаетъ вниманія еще то обстоятельство, что эта залежь глины и ледниковаго щебня приходится какъ разъ на продолженіи одной изъ тѣхъ грядъ съ громадными валунами, которыя въ нѣсколькихъ мѣстахъ пересѣкаютъ русло канала; это заставляетъ думать, что большіе валуны, расположенные грядовидно, получились вслѣдствіе того, что вода размыла глиняныя гряды, въ которыхъ они залегали, унеся мелкія составныя ихъ части, т.-е. глину и ледниковый щебень. Подтверждается это предположеніе еще тѣмъ, что наибольшая высота, на которой была замѣчена сѣрая глина, приходилась какъ разъ противъ такой гряды валуновъ.

Поднимаясь далѣе по каналу, выше моста, мы видимъ по лѣвому берегу тѣ же сѣрые пески. По правому берегу мало встрѣчается обнаженій, такъ какъ здѣсь они уже заплыли и заросли, и не поддерживаются новыми размывами. За то лѣвый берегъ представляетъ почти непрерывную стѣну свѣжихъ обнаженій. Вода сильно размываетъ его, особенно въ излучинѣ, дѣлаемой

каналомъ къ Востоку, и ежегодно увеличиваетъ ширину долины на нѣсколько сажень. Даже деревья не удерживаютъ разлива: большія березы сползаютъ съ глыбами песка и падаютъ. Такъ какъ сѣрые пески составляютъ здѣсь верхніе слои, то ими покрыты всѣ склоны; только мѣстами видна сѣрая глина, вымываемая сверху, изъ слоя песковъ болѣе глинистыхъ (слой *h*, см. выше). Сѣрые пески оказываются повсемѣстно почти совершенно однороднаго строенія: это—тончайшіе слои мельчайшаго сѣраго, иловатаго песка, переслоенные съ буроватыми или нѣсколько болѣе бѣлыми слоями, причемъ тонина слоевъ поразительна: на 25 мм. я насчиталъ около 40 слоевъ. Вообще слои совершенно горизонтальны; только мѣстами, въ горизонтальномъ слоѣ въ 5 цм. (2 д.) толщиною, попадается напримѣръ такая же мелкая, косая полосатость (діагональная штриховатость). Въ нижнихъ частяхъ слоистость грубѣе, и пески переслаиваются черезъ каждые 5—8—12 цм. (2—3—5 дюйм.) слоями сѣрой глины въ 10 до 25 цм. (4—10 д.); причемъ глина нерѣдко покрыта волно-прибойными знаками (ripple-marks); также крупнѣе становятся и слои самыхъ песковъ: здѣсь я насчиталъ 40 слоевъ уже въ 75 мм. Сѣрые пески, когда они влажны, такъ и распадаются листоватыми пачками, которыя въ сухомъ видѣ совсѣмъ разсыпаются. Вся несомнѣнная мощность этихъ песковъ доходитъ до 8,5 м. (28 а. ф.); причемъ первые 5,5 м. (18 ф.) падаютъ на тонко-слоистые пески, а вторые 3 м. (10 ф.) — на нижніе, болѣе грубо-слоистые и болѣе глинистые пески. Пески видны и ниже, до подошвы обнаженія (вся высота котораго равна до 21 м.); но въ нижнихъ частяхъ обнаженія это повидимому уже оползни, закрывающіе другія породы.

Выше сѣрыхъ песковъ залегаютъ желтые, но далеко не на всей площади; желтые пески покрываются бурыми и чистыми, промытыми бѣлыми, которыхъ распространеніе еще ограниченнѣе.

Среди этихъ песковъ, долина рѣки, или—какъ ее здѣсь называютъ—канала, достигаетъ наибольшей ширины, т.-е. до 900 м.

(450 саж.), въ верстѣ выше моста [14]), причемъ она описываетъ здѣсь большую дугу къ Востоку. Но уже въ 2 1/2 вер. выше моста долина съуживается до полу-версты и поворачиваетъ на СЗ. Поворотъ обусловливается измѣненіемъ горныхъ породъ: на западномъ берегу выступаетъ черный гнейсъ [15]), а на восточномъ—залежи булыжника. Очевидно что рѣка, пробившись сквозь этотъ булыжникъ и все болѣе и болѣе размывая пески, постоянно приближаетъ свой лѣвый берегъ и русло къ линіи простиранія булыжника. Послѣ поворота замѣчается и повышеніе стѣнъ долины, метровъ на 10 (30 ф.), такъ какъ именно здѣсь она пересѣкаетъ озъ, т.-е. низкую пологую возвышенность, о которой я уже упоминалъ. Скоро на обоихъ берегахъ выступаютъ залежи булыжниковъ и валуновъ. Они описаны уже выше, по г. Торельду. Но я долженъ замѣтить, что положительно не нахожу въ нихъ той правильности расположенія, какую мы видимъ въ разрѣзѣ г. Торельда по лѣвому берегу. Впрочемъ, если сравнить разрѣзъ съ текстомъ, т.-е. съ описаніемъ раскопокъ 46-й и 47-й по лѣвому берегу, то мы увидимъ, что г. Торельдъ пополнилъ здѣсь разрѣзъ на основаніи своихъ соображеній. Такъ, раскопка 46-я [16]) еще дошла до уровня канала, и, пройдя сѣрые пески (*g* на прилагаемыхъ разрѣзахъ) мощностью въ 36,5 ф., здѣсь встрѣтили:

1, грубый сѣрый песокъ съ небольшими гальками	3 ф.
2, темно-коричневый слой спекшихся щебня, песка и галекъ въ 1/4 ф. и менѣе въ діаметрѣ	1,6 „
3, грубый сѣрый песокъ съ мелкими, болѣе темными сѣрыми прослойками и съ разбросанными въ немъ небольшими гальками, всего	7 „

Эти три слоя и изображены какъ разновидности галечника, (хотя они скорѣе походятъ на грубые пески). Противъ этого

---

[14]) По съёмкамъ Меж. Упр. На мѣстѣ я тоже набросалъ съёмку при помощи базиса и засѣчекъ, но она не настолько точна, чтобы можно было вывести, насколько расширилась долина со времени первой съёмки.

[15]) Во время изслѣдованія г. Торельда онъ еще не былъ обнаженъ и потому въ разрѣзѣ здѣсь показанъ залежникъ и песокъ.

[16]) Thoreld, p. 61 и 62, Anteckningar.

еще нечего возразить. Но затѣмъ, въ раскопкѣ 47-й, эти три нижніе слоя вовсе не могли быть различены, а слѣдовательно все *изображеніе бупра галечника съ его съдловиднымъ наслоеніемъ совершенно ни на чемъ не основано.*

Дѣйствительно, въ раскопкѣ 47-й (с. 62) сказано, что послѣ мелко-переслоенныхъ песковъ *e* встрѣчается:

„сѣрый, плотно-слежавшійся глинистый песокъ (*h* на прилаг. разрѣзѣ) . . . . . 19,5 ф.

„подъ нимъ—замѣтно болѣе глинистый песокъ, (*g* на прилагаемомъ разрѣзѣ), *котораго мощность нельзя было опредѣлить*, вслѣдствіе силывшаго сверху песка, и которая по этому принята приблизительно равною . . . . . 17 „

„точно также не оказалось возможнымъ прорыть ниже лежащіе слои; но помощью меньшихъ развѣдочныхъ раскопокъ (gräfningsförsök), я убѣдился, что то же отложеніе, которое встрѣчается на противоположномъ берегу (å stranden midtemot), залегаетъ и тутъ; мощность залежи — во всякомъ случаѣ безъ точнаго измѣренія—принята на картѣ до наблюденной высоты, т. е. . . . . 41,5 „

Этимъ и кончается 47-я раскопка. Здѣсь не только не найдено трехъ слоевъ, сходныхъ съ низшими слоями раскопки 46-й, но вовсе не извѣстно даже, что́ здѣсь залегаетъ,—здѣсь можетъ быть даже гнейсъ. Если еще можно было принять, по аналогіи съ противуположнымъ берегомъ, залеганіе здѣсь булыжника и галечника, то *съдловидное наслоеніе* галечника уже не имѣетъ себѣ даже аналогіи въ отложеніяхъ другаго берега. Поэтому *оно есть только догадка*,— и догадка, по моему мнѣнію, едва ли вѣрная, такъ какъ я сильно сомнѣваюсь, чтобы ниже скопленія булыжниковъ въ 1 и 2 ф. въ діаметрѣ залегали сѣрые пески съ галькою, которые встрѣтились въ раскопкѣ 46-й.

Въ слѣдующей раскопкѣ, 48-й, пройдя на 27 ф. (8 м.) различныхъ песковъ, г. Торельдъ говоритъ (с. 62); „нижележащія образованія *не могли быть обнажены*, и потому на картѣ дана измѣренная ихъ высота=59,8 ф.“ Но что́ здѣсь залегаетъ, вовсе не видно изъ (всегда весьма тщательнаго) описанія; между тѣмъ въ разрѣзѣ на 59,8 ф. показаны сѣрые пески, или сѣрыя песчанистыя глины. Тоже—не болѣе какъ догадка.

Словомъ, всѣ низшіе слои, начиная отъ 43, 44-й раскопокъ и особенно въ раскопкахъ 45—49-й остаются (за исключеніемъ 46-й) *совершенно неизвѣстными*, какъ это видно изъ самаго текста г. Торельда, а потому всякое изображеніе ихъ совершенно произвольное [17]).

Вовсе не желая дѣлать упрека г. Торельду за то, что онъ не раскопалъ нижнихъ слоевъ, — на что́ потребовалось бы на *одну* раскопку дней 5 или 6, если не болѣе,—еще менѣе ставя ему въ вину то, что онъ изобразилъ графически свои предположенія,—я хочу только удержать читателя отъ заключеній на основаніи его профилей, которые, (при незнакомствѣ съ шведскимъ текстомъ), могли бы ввести въ заблужденіе. Между тѣмъ, здѣсь именно они доходятъ до оза, и изображеніе г. Торельда могло бы быть принято за *доказательство* образованія оза изъ галечника съ сѣдловиднымъ наслоеніемъ.

Но можно было бы думать, что обнаженія праваго берега придаютъ большое вѣроятіе предположеніямъ г. Торельда. Между тѣмъ и это было бы невѣрно. И здѣсь, въ раскопкахъ 8—15-й, дойдя до галечника, г. Торельдъ не могъ идти далѣе, а потому даетъ только высшую точку, на которой онъ встрѣчается, допуская, что все остальное занято галечникомъ. Такъ, въ раскопкахъ:

8-й—сѣрый и желтый грубый песокъ и хрящъ, неправильно переслоенные	24,2 ф.
Прим. Такая мощность могла зависѣть и отъ сплыванія песка сверху, замѣчаетъ г. Торельдъ.	
9-й—хрящъ и галечникъ	45,7 „
10-й—сѣрый песокъ, хрящъ и галечникъ.	47,5 „
11-й—хрящъ и галечникъ	49,7 „
12-й—сѣрый песокъ, хрящъ и галечникъ.	50,3 „
13-й—тоже	40,4 „
14-й—тоже	32,1 „
15-й—тоже	8 „

[17]) Въ прим. на стр. 61 сказано, что залежь слоистой песчанистой глины не могла быть прокопана вслѣдствіе сплывшаго сверху песка. Въ раскопкѣ 49-й изслѣдовано въ глубину только 6 ф.; остальные *64 ф.* остались неизслѣдованными (р. 63), и т. д.

Въ 16-й „сѣрый песокъ, хрящъ и галечникъ... *повидимому* кончаются", хотя этого нельзя утверждать навѣрное, вслѣдствіе наплыва песка сверху, а поэтому нельзя даже поручиться, чтобы здѣсь залегали наклонные слои сѣраго песка *f*; очень вѣроятно даже, что здѣсь залегаютъ горизонтальными слоями тѣже, болѣе слоистые сѣрые пески *g*, которые встрѣчаются въ раскопкахъ 17—19-й.

Изъ всего сказаннаго, мы видимъ слѣдовательно, что раскопки обнаружили порядокъ напластованія однихъ верхнихъ, наружныхъ слоевъ. Весь бугоръ *a*, какъ на лѣвомъ, такъ и на правомъ берегу, остался совершенно неизслѣдованнымъ. Извѣстно одно, что въ верхнихъ частяхъ этого бугра залегаетъ окатанный булыжникъ и хрящъ, осыпь котораго и покрываетъ весь наносъ, изъ котораго состоитъ бугоръ *a*. Все же, что̀ въ прилагаемыхъ разрѣзахъ относится къ изображенію нижнихъ, внутреннихъ слоевъ (за исключеніемъ бугровъ горной породы) относится уже не къ области фактовъ и можетъ только вводить въ заблужденіе [18]).

Относительно образованій, выступающихъ въ сѣверныхъ частяхъ долины, мы можемъ сказать только, что здѣсь кончаются обширныя толщи горизонтальныхъ, мелко-слоистыхъ, сѣрыхъ иловатыхъ песковъ. Съ приближеніемъ къ Хэйтіэйну появляются новыя образованія, а именно выступаютъ какъ по берегамъ, такъ и въ многихъ мѣстахъ залива Паскопохья бугры чернаго гнейса и залежи булыжника, и галечника. Но что̀ покрываютъ эти послѣднія залежи,—неизвѣстно. Какъ бугры гнейса, такъ и скопленія породы, залегающей подъ булыжникомъ, принимаютъ форму грядъ, поперечныхъ долинѣ канала и идущихъ въ одномъ и томъ же направленіи. Можетъ быть, что грядовидная форма, представляемая скопленіями булыжника, обусловливается грядовидною формою гнейсовыхъ бугровъ, поверхъ которыхъ онъ скоплялся по преимуществу.

[18]) Возможно, что подъ булыжникомъ залегаетъ даже гнейсъ, который теперь обнажается и по лѣвому берегу.

Скопляющійся здѣсь булыжникъ вовсе не имѣетъ той правильности и одинаковости размѣровъ, о которой говорится въ описаніи Торельда, а именно валуны являются здѣсь величиною отъ одного дециметра (4 д.) до 4 и 5 метровъ (13—16 ф.) наибольшаго измѣренія [19]). Затѣмъ, можно сказать, что *самый верхній слой* гряды булыжниковъ, осыпь котораго и покрываетъ все обнаженіе по обоимъ берегамъ, дѣйствительно состоитъ изъ *эллипсоидовъ* не болѣе 0,3 до 0,6 м. (1 — 2 ф.); но такова только часть валуновъ,—сами размѣры большихъ валуновъ говорятъ противъ возможности ихъ эллипсоидальной формы. *Этотъ верхній слой*, состоящій изъ эллипсоидальныхъ булыжниковъ, несомнѣнно подвергался дѣйствію воды. Что же касается до большихъ валуновъ въ 1, 2 до 5 метровъ, то очевидно, что если они и подвергались дѣйствію воды, то не ей они обязаны своимъ расположеніемъ.

Встрѣчающіеся здѣсь валуны чрезвычайно разнообразны по составу. Собравши возможно полнѣе представителей различныхъ горныхъ породъ, я нашелъ здѣсь раппакиви, разнообразные граниты и гнейсы, слюдисто-тальковый сланецъ и кварцитъ [20]).

---

[19]) По всей вѣроятности, въ бытность г. Торельда на мѣстѣ, еще не были обнажены нижніе слои, въ которыхъ по преимуществу и скопляются такіе большіе валуны.

[20]) Вотъ болѣе подробное описаніе этихъ породъ:

1, черный, почти слитно-кристаллическій гнейсъ; полевой шпатъ сѣрый, кварцъ почти черный, слюда черная, мельчайшими частичками, параллельно расположенными; легко дѣлится на параллелопипеды; встрѣчается здѣсь *in situ;*

2, тальково-слюдистый сланецъ, темно-сѣро-зеленоватый, съ овоидами кварца; залегаетъ тоже на мѣстѣ, жилами въ черномъ гнейсѣ;

3, гнейсъ, темно-сѣрый, средне-зернистый (3—5 мм.), роговообманковый;

4, гнейсъ, темно-сѣрый, очень мелко-зернистый (0,5—2 мм.), роговообманковый;

5, гнейсъ, сѣрый, средне-зернистый (3—6 мм.); бѣлый полев. шп.; почти бѣлый, довольно прозрачный кварцъ; черная слюда въ изобиліи, располагается прослоечками, безъ параллельнаго расположенія частицъ въ этихъ прослойкахъ;

6, гнейсъ, свѣтло-сѣрый, очень мелко-зернистый, иногда слитно-кристаллическій; есть и болѣе темная разновидность;

7, гнейсъ, свѣтло-сѣрый, мелко-зернистый (1—2 мм.); изъ-зелена бѣлый полш.; почти бѣлый прозрачный кварцъ; черная слюда, очень маленькими прослоечками;

8, гнейсъ, сѣро-розовый, мелко-зернистый (1—2—3 мм.); тѣльно-красный пол. шп.;

Въ округленности этихъ валуновъ существуетъ явная послѣдовательность. Самые угловатые валуны даютъ:

мѣстный тальковый сланецъ,

мѣстный черный гнейсъ;

за ними слѣдуютъ:

мелко-зернистый сѣрый гранитъ (№ 13),

мелко-зернистый сѣрый гнейсъ, съ весьма извилистыми слоями (№№ 6—8),

темно-черный, богатый слюдою гнейсъ (№ 17),

розовый, явно-слоистый гнейсъ (№№ 9 и 10),

красный, мелко-зернистый гранитъ (№ 15),

красный, очень крупно-зернистый гранитъ (№ 3),

рашакиви (замѣчено всего 2 валунчика).

Эта послѣдовательность положительно не совпадаетъ съ послѣдовательностью твердостей породъ и вѣроятно обусловливается пройденными разстояніями.

Формація булыжниковъ и валуновъ тянется, *въ стѣнахъ до-*

черная слюда равномѣрно разбросанная въ тѣстѣ породы и кромѣ того группирующаяся прослойками въ 1—2 мм. толщины;

9, гнейсъ, сѣро-розоватый, мелко-зернистый (1—2—3 мм.); свѣтло-розоватый пол. шп.; много почти бѣлаго кварца, который тѣсно перемѣшанъ съ пол. шп. и съ очень рѣдкою примѣсью слюды; слюда черная, выдѣляется нѣсколько-изогнутыми прослойками въ 1—3 мм. толщины;

10, гнейсо-гранитъ, сѣро-розоватый, мелко-зернистый (2 мм.); слюда черная;

11, гранитъ, очень крупно-зернистый; желтовато-розовый полевой шпатъ, кристаллами до 50 мм.; темно-сѣрый, прозрачный кварцъ, кристаллами до 15 мм., которые скопляются гнѣздами въ 40—50 мм.; очень мало слюды черно-зеленоватой, пачками;

12, гранитъ, желтовато-розовый, мелко-зернистый (3 мм.); полев. шп. изъ-сѣра-розовый, нѣсколько прозрачный; темно-сѣрый, иногда розоватый кварцъ; немного черной слюды, въ 0,5 мм., иногда въ 1—3 мм.;

13, гранитъ, сѣрый, мелко-зернистый; бѣлый пол. шп. (3 мм.); бѣлый прозрачный кварцъ (2 мм.); черная слюда (0,3—0,5 мм.);

14, тоже, крупнѣе зерномъ (3—5 мм.);

15, гранитъ, кирпично-красный, мелко-зернистый (2—3 мм.); ярко-красный, иногда кирпично-красный пол. шп.; свѣтло- и темно-сѣрый кварцъ; немного черной слюды;

16, рашакиви, средне-зернистый;

17, слюдяный сланецъ, черный, съ значительною примѣсью бѣлаго кварца;

18, сѣро-фіолетовый кварцитъ.

лины, вплоть до Паскопохья, бывшаго залива Хэйтіэйна, и отчасти по южному берегу залива. Далѣе, съ приближеніемъ къ началу канала, т.-е. къ его выходу изъ Хэйтіэйна, появляются снова пески, на этотъ разъ—уже желтые. Эти пески видны не только по берегу долины, который здѣсь уже значительно понижается, но также покрываютъ на вершинѣ всю грядку, т.-е. проходящій здѣсь озъ; ими же устланъ берегъ Хэйтіэйна, отъ прежней береговой линіи до теперешней; подъ желтыми песками и тутъ, на самомъ берегу воды Хэйтіэйна, залегаютъ сѣрые пески съ глиною. Желтые пески, лежащіе на прежнемъ днѣ Хэйтіэйна, а также осыпающіеся изъ обнаженій прежней береговой линіи, постоянно наносятся и теперь сѣверо-западными вѣтрами въ лѣсъ, засыпая мхи, пеньки и траву; такимъ образомъ мы и теперь видимъ тотъ процессъ, которому обязаны существованіемъ подземные ископаемые остатки лѣсовъ, о которыхъ сказано было выше.

При самомъ выходѣ канала изъ Хэйтіэйна, равно какъ и въ нѣсколькихъ мѣстахъ по заливу Паскопохья, выступаетъ черный гнейсъ (см. черт. VI). Имъ обусловливаются излучины, дѣлаемыя рѣкою до Поскопохья; прорываясь здѣсь среди бугровъ гнейса, она течетъ съ большою быстротою и большимъ паденіемъ, такъ что для облегченія сплава лѣса, скалы принуждены были рвать порохомъ. Простираніе этого гнейса S 70° O, паденіе—на S 20°W, 15°. Гнейсъ выступаетъ здѣсь большими бугрями, въ видѣ большихъ бараньихъ лбовъ, высотою до 12 м. (40 ф.), располагающихся грядовидно по направленію S 10° O магн. Этому же направленію слѣдуетъ и озъ, о которомъ сказано выше, и бугры булыжника и валуновъ. Бараньи лбы гнейса совершенно отполированы и исполосованы шрамами, особенно на поверхностяхъ, обращенныхъ къ С. Направленіе шрамовъ S 15° O. До прорыва канала эти бугры находились не только подъ водою, но и большею частью подъ наносомъ, который отчасти еще уцѣлѣлъ на ихъ поверхности; и теперь еще они покрыты множествомъ валуновъ, нерѣдко большихъ размѣровъ; многіе изъ ва-

луновъ (впрочемъ не болѣе 1 м. въ діам.) нанесены во время наводненія: это видно по ихъ наклоннымъ положеніямъ надъ другими валунами. Вообще теперь Паскопохья представляетъ небольшую котловинку, среди которой выступаютъ грядовидно бугры гнейса. Послѣ того какъ наносъ былъ смытъ, явно обозначилось это столь распространенное здѣсь направленіе бороздъ и грядъ въ гнейсѣ [21])

Дно Паскопохья почти все очень каменисто; мѣстами скопляются крупные угловатые валуны, мѣстами же дно этого большого залива устлано булыжниками въ 0,3 и 0,6 м. (1—2 ф.), какъ правильною мостовою. Булыжники уложены съ замѣчательною правильностью одинъ къ другому, представляя въ общемъ довольно гладкую поверхность; ямы и впадины заложены булыжниками соотвѣтственной величины. Такъ какъ мы имѣемъ здѣсь дно озера, то валуны должны быть уложены въ такомъ порядкѣ дѣйствіемъ прибоя [22]).

[21]) Ак. Гельмерсенъ указывалъ не разъ на то, что въ нѣкоторой части Финляндіи бугры горныхъ породъ, а съ ними и очертанія водъ имѣютъ опредѣленное с.-з.—ю.-в. направленіе,—а подавшись нѣсколько къ Сѣверу, мы уже болѣе не замѣчаемъ этого направленія береговъ, и очертанія озеръ составляются изъ линій, расположенныхъ по всѣмъ странамъ свѣта. Это явленіе онъ старался объяснить различіемъ въ составѣ горной породы: въ области кристаллическихъ сланцевъ, полагалъ онъ, существуетъ преобладаніе въ берегахъ и осяхъ озеръ сѣверо-западнаго—юго-восточнаго направленія; со вступленіемъ же въ гранитную область, это преобладаніе исчезаетъ. Я полагаю, что причина этого явленія совершенно иная. Подъ вліяніемъ движенія ледниковъ, эта оріентировка бугровъ и впадинъ, съ С.-З. на Ю.-В., существуетъ повсемѣстно тамъ, гдѣ ледники двигались въ этомъ направленіи; глубокія борозды въ породѣ, обусловливающія это преобладаніе с.-з.—ю.-в. направленія въ озерахъ, есть какъ на С. такъ и на Ю.,—какъ въ гранитѣ, такъ и въ кристаллическихъ сланцахъ, и онѣ ничего не имѣютъ общаго съ простираніемъ послѣднихъ. Вся разница только въ томъ, что въ однихъ мѣстахъ (выше лежащихъ) эта исполосованность, испаханность твердой горной породы скрыта подъ аллювіальнымъ наносомъ, а въ другихъ, за отсутствіемъ наноса, она очевидна. Примѣръ этого мы видимъ здѣсь. И здѣсь преобладаніе с.-з.—ю.-в. направленія въ очертаніяхъ озеръ не повсемѣстно; но и тамъ, гдѣ его не видно, тѣмъ не менѣе прорѣзаны въ этомъ направленіи въ горныхъ породахъ глубокія борозды, только онѣ скрыты подъ наносомъ. Какъ только наносъ смытъ, какъ въ Паскопохья и по всему протяженію канала, бугры горной породы выступаютъ наружу и въ ихъ расположеніи видно преобладаніе сѣверо-западнаго—юго-восточнаго направленія.

[22]) Тоже замѣчалъ я иногда и въ укладкѣ меньшихъ каменьковъ, напр. въ 2—3—4 мм. въ діаметрѣ, въ прибрежныхъ образованіяхъ, иногда довольно мощ-

Кромѣ того, по дну Паскопохья, также какъ и вообще по дну долины канала, существуютъ большія *скопленія очень крупныхъ валуновъ*. Ихъ расположеніе заслуживаетъ особаго вниманія. Оказывается, какъ въ Паскопохьѣ, такъ и ниже, что они расположены преимущественно грядами, болѣе или менѣе параллельными другъ другу. Такъ, по дну Паскопохья тянется гряда изъ очень большихъ валуновъ (до 3 и 4 м.), перемѣшанныхъ съ валунами и булыжниками всевозможныхъ размѣровъ. Направленіе ея N 10°W—S 10° O магн., т.-е вполнѣ совпадаетъ съ направленіемъ гнейсовыхъ бугровъ и шрамовъ на нихъ. Какъ размѣры и формы валуновъ, такъ и разнообразіе ихъ величинъ прямо свидѣтельствуютъ, что мы имѣемъ здѣсь размытую морену; въ щеляхъ и расщелинахъ между камнями иногда даже сохранился и мелкій щебень, нынѣ вымытый, среди котораго прежде залегали всѣ эти валуны.—Вторая такая же гряда тянется въ томъ же направленіи, при выходѣ канала изъ Паскопохья.. Нѣсколько такихъ же грядъ тянется и ниже; особенно замѣчу я гряду въ 1/2 верстѣ выше моста, гряду у моста и наконецъ третью гряду ниже моста. Первая тянется съ N60°W на S 60° O; вторая (у моста) N57°W—S 57° O; и наконецъ третья (довольно неопредѣленная)—почти перпендикулярна первымъ, идя съ SW на NO.

Происхожденіе наносовъ, обнаженныхъ въ долинѣ канала.

Итакъ мы знаемъ, что мѣстность между Хэйтіэйномъ и Пюхеселькe имѣетъ вообще слабое паденіе съ С. на Ю. и что въ сѣверныхъ частяхъ этого пространства проходитъ небольшой озъ, метровъ въ 10 (до 30 ф.) высоты. Наносъ, обнажающійся въ долинѣ, состоитъ преимущественно изъ весьма тонко-слоистаго, сѣраго, иловатаго песка, переслоеннаго съ пластами глины. Нѣ-

---

ныхъ; камешки бываютъ въ такихъ случаяхъ уложены съ замѣчательною правильностью, какъ мозаика. Подобная выстилка замѣчалась впрочемъ нерѣдко и въ Швейцаріи, у подошвы отступающихъ ледниковъ. Ср. A. Favre и E. Desor, l. c.

сколько грубѣе въ нижнихъ частяхъ, слоистость этого песка въ верхнихъ частяхъ переходитъ почти въ листоватость, столь тонкую, что прослойки едва ли толще листа толстой бумаги. Этотъ наносъ, несомнѣнно воднаго происхожденія, покрываетъ всѣ неровности, сглаживаетъ ихъ и обращаетъ такимъ образомъ въ одну плоскую равнину ту неровную поверхность, которую представляли первоначально твердая горная порода, скопленія булыжника и гряды изъ сѣрой глины съ валунами. Какъ далеко распространяется эта равнина на З. и на В., я не могу сказать, во всякомъ случаѣ—на нѣсколько верстъ въ обѣ стороны; на западномъ берегу, недалеко отъ моста, видна впрочемъ береговая линія, составлявшая по всей вѣроятности берегъ долины, но она имѣетъ всего 1,5 м. (5 ф.) высоты, и послѣ нея опять тянется наносная равнина. Въ сѣверныхъ же частяхъ обнажаются болѣе крупные наносы оза, проходящаго здѣсь поперекъ долины.

Что касается до этого оза, то онъ принадлежитъ къ типу, который я назову *подземными или зарытыми озами*. Другими словами, толщи аллувія, отложившіяся поверхъ оза настолько мощны, что онѣ зарыли его подъ собою, сгладивъ въ значительной мѣрѣ первоначальную неровность, и теперь ни ядро оза, ни даже наружный его покровъ уже не выступаютъ на поверхности почвы, а могутъ быть отысканы только ниже ея. Надъ поверхностью почвы все еще существуетъ слабое грядовидное поднятіе, такъ какъ неровность не успѣла сгладиться окончательно; но эта неровность образуется уже новѣйшимъ наносомъ, одновременнымъ по происхожденію съ общимъ аллувіальнымъ покровомъ, и почти однороднымъ съ нимъ; между тѣмъ и другимъ замѣтны только небольшія различія, зависящія оттого, что на нѣсколько высшемъ горизонтѣ (на прибрежьи или на меньшей глубинѣ) отлагались нѣсколько иные наносы, чѣмъ въ ниже лежащей окрестности.

Типъ подземныхъ, зарытыхъ озовъ, какъ и слѣдовало ожидать, весьма распространенъ. Всякій озъ покрытъ на склонахъ

аллувіальными наносами, и эти наносы часто достигаютъ высшихъ точекъ озовъ. Съ другой стороны аллувіальные наносы всегда стремятся заровнять неровности почвы, заполнивъ низкія мѣста вровень съ высшими точками. Не мудрено, слѣдовательно, что во многихъ случаяхъ изъ подъ аллувіальнаго покрова будутъ выступать только высшія точки оза, да и тѣ уже будутъ покрыты болѣе или менѣе толстымъ слоемъ новѣйшаго аллувія; самое же ядро оза будетъ лежать ниже поверхности окрестной аллувіальной равнины. Поэтому мы весьма часто встрѣчаемъ такіе озы, и можно даже безъ преувеличенія сказать, что большинство озовъ болѣе или менѣе приближается къ этому типу, такъ какъ весьма рѣдко бываетъ, чтобы все ядро оза лежало выше поверхности окрестной аллувіальной равнины, не говоря уже о томъ, какъ рѣдко случается, чтобы въ обнаженіи, иногда даже глубоко врытомъ въ почву, можно было видѣть все ядро, вплоть до его подошвы. Въ данномъ случаѣ, только такое глубокое обнаженіе, какъ долина, врытая на 20 м. (70 ф.) въ окрестную равнину, могло обнажить внутреннія части оза, да и то оно еще не открыло самаго ядра, тѣмъ менѣе его подстилку. Такіе случаи, гдѣ *весь* озъ зарытъ въ аллувіѣ, и надъ поверхностью равнины выступаютъ *только* новѣйшіе аллувіальные наносы, конечно рѣже встрѣчаются; но кромѣ Хэйтіэйнскаго оза, который относится къ этой категоріи, я могу еще указать на два такихъ случая, именно на озъ у Дикурсбю (см. XII главу) и на озъ, недавно изображенный г. Викомъ, обнажившійся при прорытіи одного канала [23]).

Состава Хэйтіэйнскаго оза мы *вовсе не знаемъ* по прямымъ наблюденіямъ и должны догадываться о способѣ его образованія на основаніи побочныхъ обстоятельствъ. Никакого сѣдловиднаго наслоенія, какъ оно ни вѣроятно, или перемежаемости слоевъ булыжника съ хрящемъ, изображеннаго г. Торельдомъ, мы не видимъ въ имѣющемся обнаженіи. Состава ядра, на ко-

[23]) F. Wiik. Några iakttagelser beträffande Södra Finlands qvartära formation; Actae Soc. Scient. Fennicae, t. X, H: fors 1870.

торомъ отложены эти сѣдловидные слои, мы также не знаемъ. Мы знаемъ только, что существуетъ грядовидное поднятіе (*a* и *a* въ разрѣзахъ праваго и лѣваго берега) и что въ верхнихъ частяхъ оно покрыто булыжникомъ. Болѣе ничего не извѣстно непосредственно, и до остальнаго должны добираться на основаніи совокупности всѣхъ сдѣланныхъ наблюденій.

Прежде всего мы замѣчаемъ, что въ томъ мѣстѣ, гдѣ каналъ пересѣкаетъ озъ, а особенно нѣсколько десятковъ метровъ ниже, дно долины усѣяно громадными валунами, которые образуютъ поперекъ ея небольшую гряду. Я говорилъ уже, что въ другихъ мѣстахъ эти валуны залегаютъ преимущественно въ глинѣ, или въ покрывающемъ ее ледниковомъ щебнѣ, и мы естественно приходимъ къ предположенію, что имѣемъ здѣсь гряду изъ ледниковаго щебня и сѣрой глины, размытую во время наводненія. Если обратиться къ распредѣленію большихъ валуновъ (а валуны эти громадны,—они доходятъ до 4 и 5 метровъ, т.-е. до 14—17 ф. по одному измѣренію), то мы замѣчаемъ, что они не случайно разбросаны по руслу, какъ это случилось бы, если бы они были набросаны водою во время наводненія; они располагаются правильными, даже параллельными грядами, скопляясь въ ширину на тѣсномъ промежуткѣ какой-нибудь сотни метровъ по теченію рѣки, послѣ чего ея русло опять свободно отъ валуновъ, вплоть до слѣдующей, такой же гряды. Поэтому несомнѣнно, что послѣ наводненія большіе валуны остались на тѣхъ же мѣстахъ, гдѣ они прежде лежали, и обозначаютъ теперь гряды, существовавшія здѣсь подъ аллувіальными покровами. Естественно принять, что гряда валуновъ, прошедшая поперекъ рѣки, тамъ гдѣ начинается озъ, и была первоначальною причиною его образованія,—его ядромъ. Достаточно однако взглянуть на эти громадные валуны, въ 3 — 4 роста человѣка, съ ихъ острыми углами и рѣзкими очертаніями, чтобы понять, что не вода могла расположить ихъ правильными грядами; ясно, что это—древнія морены. Косвенно подтверждается это еще тѣмъ, что въ южныхъ частяхъ канала (гдѣ каружные покровы наноса не достигаютъ такой толщины, какъ въ сѣвер-

ныхъ частяхъ), мы находимъ противъ такихъ грядъ, въ стѣнахъ долины, залежи глины съ такими же валунами, или ледниковый щебень. Поэтому и здѣсь не можетъ быть сомнѣнія въ томъ, что первоначальное ядро оза было мореною,—также какъ и въ десяткахъ другихъ подобныхъ случаевъ, которые представятся намъ въ слѣдующихъ главахъ.

Но этотъ озъ былъ долгое время подъ водою; поэтому онъ покрытъ толщею наноса воднаго происхожденія. Нижній изъ этихъ слоевъ составляютъ булыжники, упомянутые выше, эллипсоидальные, совершенно обмытые и нерѣдко покрытые ржавчиною; они не связаны никакимъ цементомъ и потому чрезвычайно легко осыпаются, такъ что совершенно скрываютъ отъ насъ все внутренное содержаніе оза. Выше ихъ залегаютъ разнообразные пески, начиная съ обще-распространенныхъ сѣрыхъ песковъ и кончая разнообразными бурыми, болотною рудою и чистѣйшимъ бѣлымъ пескомъ. Происхожденіе этихъ наносовъ понятно. Что касается до слоя булыжниковъ, то онъ несомнѣнно образовался изъ тутъ же лежавшаго матеріала, путемъ дѣйствія волнъ на вершину оза, доходившую тогда до уровня какого-нибудь большого водоема. Сѣрые пески суть также водное отложеніе, но принесенное откуда нибудь, образовавшееся такимъ же путемъ, какъ и вся масса сѣрыхъ песковъ, распространенныхъ южнѣе, къ которымъ мы сейчасъ и перейдемъ. Бурые пески, пропитаные ржавчиною, желтые и т. п. суть отложенія небольшихъ озерковъ, покрывавшихъ равнину, а бѣлые, по всей вѣроятности,—продуктъ какихъ-нибудь ручьевъ, сонно протекавшихъ между озерками. Наконецъ, небольшой слой булыжниковъ и гальки a'' (лѣв. берегъ, сѣверный конецъ) есть несомнѣнно береговое отложеніе прежняго Хэйтіэйна. Таковъ по всей вѣроятности способъ происхожденія наблюдаемаго здѣсь оза и покрывающихъ его наносовъ.

Гораздо труднѣе найти дѣйствительное происхожденіе толщъ песчанаго наноса, замѣчаемаго между Хэйтіэйномъ и Пюхеселькѣ. Онъ очевидно можетъ быть двоякаго происхожденія:

озернаго и рѣчнаго, и мы должны рѣшить между этими двумя возможными способами отложенія.

Прежде всего замѣтимъ, что для того, чтобы песчаный наносъ, находимый нами на высотѣ до 25 м. (85 ф.) надъ теперешнимъ уровнемъ Пюхеселькe и лежащій непрерывнымъ покровомъ между обоими озерами, могъ отложиться, необходимо чтобы Пюхéселькe (часть Саймы) достигало этой высоты. И оно дѣйствительно достигало ея. Мы уже видѣли раньше (въ I главѣ), что Сайма нѣкогда стояло на 26 м. (86 ф.) выше теперешняго уровня. Кромѣ того, мы знаемъ также, что прежнее русло Иматровскихъ пороговъ лежитъ на 12 м. (40 ф.) выше уровня воды въ теперешнемъ водопадѣ; и это (допустивъ глубину прежняго водопада хотя бы только въ 6 м.) уже служитъ доказательствомъ высшаго стоянія уровня Саймы по крайней мѣрѣ на 18 м. (60 ф.) Поэтому весьма возможно, что слоистый наносъ, достигающій теперь 25 м. (85 ф.) надъ уровнемъ Саймы, отложенъ на днѣ большого озера въ то время, когда Хэйтіэйнъ и Сайма составляли одно сплошное цѣлое.

Прежде чѣмъ идти далѣе, замѣтимъ еще, что въ данномъ случаѣ мы имѣемъ слѣды и *низшаго стоянія* этого озера, о которомъ и должны сказать нѣсколько словъ. Несомнѣнно, что булыжникъ, покрывающій подземный озъ, о которомъ мы говорили выше (наружные слои бугровъ *a*), есть береговое отложеніе или вообще — отложеніе, образовавшееся на весьма незначительной глубинѣ, въ бассейнѣ Хэйтіэйна. Что послужившій для него матеріалъ не могъ быть принесенъ издалека, очевидно по величинѣ булыжниковъ, доходящихъ въ поперечникѣ до 0,6 м. (2 ф.); рѣки лишь очень рѣдко передвигаютъ такіе крупные камни, и большею частію такіе булыжники образуются игрою волнъ, на берегу или на малой глубинѣ, изъ наличнаго уже матеріала. Я думаю, что мы будемъ близки къ истинѣ, если, принявъ въ разсчетъ величину водоема, допустимъ, что наибольшая глубина, на которой могъ образоваться такой булыжникъ, была около 4—5 м. (15 ф.). А такъ какъ этотъ булыжникъ встрѣчается на высотѣ

14 м. (46 ф.) надъ уровнемъ Пюхеселькe, то мы должны принять, что прежнее озеро нѣкогда стояло, слѣдовательно, на высотѣ около 18 м. (ок. 60 ф.) выше Пюхеселькe, прежде чѣмъ оно поднялось до высоты въ 25 м. (85 ф.) надъ нимъ, и прежде чѣмъ Хэйтіэйнъ лежалъ выше его на 21 м. (70 ф.), какъ это было до прорыва канала.—Есть еще одно обстоятельство, указывающее на *низшее* стояніе Хэйтіэйна и вѣроятно даже—всего Хэйтіэйнско-Саймнскаго водоема. Это—засыпанные аллувіемъ, стоящіе на корню пни и кустарники, найденные по берегамъ Хэйтіэйна на 7 м. (24 ф). нижѐ того уровня, на которомъ это озеро стояло до прорыва. Объяснить нахожденіе этихъ пней и кустарниковъ нельзя иначе, какъ слѣдующимъ образомъ: или они росли въ котловинѣ, которая лежала ниже уровня Хэйтіэйна, но не была однако залита ни его водами, ни водами какой-нибудь рѣки, несшейся изъ озера, или же во время роста этого лѣса Хэйтіэйнъ стоялъ ниже своего позднѣйшаго уровня, т.-е. не выше 13 м. (45 ф.) надъ теперешнимъ уровнемъ Пюхеселькe, и только потомъ достигъ высоты въ 25 м. (85 ф.), или нѣсколько болѣе надъ этою поверхностью. Первое предположеніе конечно не невозможно: мало-ли могло совершиться прорывовъ, послѣ которыхъ озера захватывали бо́льшія площади, чѣмъ тѣ, которыя они занимали прежде? Теперешній заливъ Хэйтіэйна, Паскопохья (послѣ 1859 г. онъ опять уже высохъ) могъ быть такою котловиною, защищенною отъ озера какою-нибудь плотиною, гдѣ и росъ этотъ лѣсъ; когда Хэйтіэйнъ прорвалъ эту плотину, онъ и затопилъ Паскопохья, съ росшимъ въ немъ лѣсомъ. Все это возможно, но мало вѣроятно, тѣмъ болѣе что и въ заливѣ Куннасляхти (у Куннасньеми, по зап. берегу Хэйтіэйна) тоже должна была бы существовать такая защищенная съ обѣихъ сторонъ котловина, такъ какъ и здѣсь также найденъ, послѣ стока части озера въ 1859 году, такой же лѣсъ, равно какъ и вблизи сѣв. берега Пюхеселькe, гдѣ тоже найдены подъ наносомъ стоящіе на корню кустарники. Въ виду вышеупомянутаго о булыжникѣ, второе предположеніе о колебаніи уровня Хэйтіэйна и Саймы

становится болѣе вѣроятнымъ. И въ самомъ дѣлѣ, было же когда-нибудь время, когда озерные бассейны, разсѣянные теперь по Финляндіи, еще не существовали, а слѣдовательно—и такое, когда они увеличивались, пока не достигли своего максимума. Такое время несомнѣно было въ періодъ уменьшенія ледниковъ, т.-е. по окончаніи ледниковаго и въ началѣ озернаго періода. И несомнѣнно, какъ мы это увидимъ въ послѣдней главѣ, что озёра должны были одно время увеличиваться въ объемѣ и достигать большей высоты, прежде чѣмъ начался обратный фазисъ,—ихъ уменьшеніе. Противъ этого можно было бы возразить только, что растенія, найденныя въ окрестностяхъ Хэйтіэйна, всѣ принадлежатъ нынѣ-живущимъ видамъ, и что поэтому повышеніе уровня озера, пожалуй, вѣроятнѣе будетъ отнести къ болѣе позднему времени, приписавъ его какимъ-нибудь болѣе мѣстнымъ причинамъ. Вліяли ли въ данномъ случаѣ мѣстныя, или общія причины,—мы конечно не можемъ рѣшить теперь, за недостаткомъ спеціальныхъ топографическо-геологическихъ изслѣдованій; но мы должны замѣтить, что тождество видовъ ископаемыхъ растеній съ современными нисколько не противорѣчитъ предположенной мною для нихъ древности. До-ледниковый Кромеровскій лѣсъ въ Англіи состоялъ весь изъ нынѣ живущихъ въ Европѣ древесныхъ породъ, а шведскій геологъ г. Натхорстъ [24]) нашелъ почти во всей Европѣ, — въ Англіи, въ Швеціи, въ Мекленбургѣ, въ Баваріи и въ Швейцаріи [25]), среди несомнѣнно ледниковыхъ моренъ, остатки нынѣ живущихъ древесныхъ породъ, и тѣмъ доказалъ, что во всей Европѣ, рядомъ съ ледниками росли обширные лѣса, которые всѣ состояли изъ нынѣ-живущихъ на Сѣверѣ видовъ,—подобно тому, какъ теперь растутъ пальмовые лѣса въ Новой Зеландіи, среди ея ледяныхъ покрововъ, доходящихъ до уровня моря [26]).

[24]) A. Nathorst. Om de arktiska vegetationens utbredning ofver Europa norr om Alperna under Istiden. Öfversigt of K. Vet.-Ak. Förhandl. 1873, № 6.

[25]) Богатая находка такихъ растеній въ Цюрихскихъ моренахъ была изслѣдована имъ вмѣстѣ съ О. Геромъ.

[26]) Novara-Reise. Geologischer Theil, Bd. I, Wien, 1864.

Указавъ на самый фактъ повышенія и пониженія уровня разсматриваемаго водоема, и на возможную его причину, я ограничусь этими указаніями, чтобы не вдаваться въ область гипотезъ, которыя, за отсутствіемъ подробныхъ изслѣдованій всего района, пришлось бы строить на весьма непрочной почвѣ.

Намъ осталось еще разсмотрѣть происхожденіе слоистыхъ сѣрыхъ песковъ. Мы показали, что Сайминско-Хэйтіэйнскій водоемъ нѣкогда достигалъ такой высоты (25 м. выше теперешняго уровня), что сѣрые пески и даже лежащіе выше ихъ желтые и бурые *могли* отложиться въ этомъ водоемѣ. Но всматриваясь въ характеръ сѣрыхъ песковъ, я положительно не рѣшаюсь признать ихъ озернымъ наносомъ въ настоящемъ смыслѣ слова; онъ не похожъ на тотъ наносъ, который отлагается на днѣ озеръ, путемъ медленнаго осѣданія твердыхъ частицъ, внесенныхъ въ водоемъ впадающими въ него рѣками. Этотъ послѣдній наносъ, встрѣчающійся повсемѣстно въ Финляндіи, по берегамъ прежнихъ озеръ, бываетъ по преимуществу глина, всегда песчанистая и слоеватая, но никогда не такой мелко-слоеватый песокъ съ небольшою примѣсью глины. Какъ бы ни былъ мелокъ этотъ сѣрый песокъ, но это все-таки песокъ, т.-е. смѣсь кварцевыхъ зернышекъ и слюды, съ весьма малою примѣсью глины, которая и отлагается-то не вмѣстѣ съ пескомъ, а тончайшими отдѣльными прослойками. Кромѣ того, въ немъ иногда бываетъ замѣтна тончайшая косая слоеватость (діагональная штриховатость), чего не бываетъ въ наносѣ, отлагающемся на днѣ озера, на глубинѣ. Наконецъ въ этомъ пескѣ попадаются и мелкіе угольки, особенно въ верхнихъ слояхъ, и волноприбойные знаки,—что опять-таки говоритъ противъ его отложенія на днѣ большого озера. Словомъ, онъ скорѣе похожъ на рѣчное или на дельтовое образованіе, чѣмъ на озерное.—Какая же рѣка могла отложить его?

Всего естественнѣе казалось было бы вообразить себѣ для этого широкую протоку, медленно текущую изъ Хэйтіэйна въ Пюхеселькe. Но при ближайшемъ разсмотрѣніи, такое предпо-

ложеніе оказывается совершенно несостоятельнымъ. Мы знаемъ, что всякое озеро служитъ, такъ сказать, фильтромъ для наноса, приносимаго въ него рѣками; попадая въ спокойныя воды озера, наносъ осѣдаетъ, и оттого, по выходѣ изъ озеръ, рѣки оказываются такъ хрустально-прозрачными, какъ Рона или Рейнъ по выходѣ изъ Женевскаго или Баденскаго озера, или какъ Ангара по выходѣ изъ Байкала. Слѣдовательно, рѣка выходившая изъ Хэйтіэйна не могла бы нанести такого наноса. Но точно также не отложилось бы этихъ песковъ и въ томъ случаѣ, если бы мы допустили, что Хэйтіэйнъ и Пюхеселькe образовывали нѣкогда одно большое, но не широкое озеро, съ слабымъ различіемъ уровней и съ медленнымъ теченіемъ къ Югу; возраженіе осталось бы то же, что и противъ рѣки, текущей изъ Хэйтіэйна. Словомъ, пока наши представленіи вращаются только въ кругѣ Хэйтіэйна, Саймы и семи-верстнаго пространства между ними, мы не выходимъ изъ дилеммы: для отложенія этихъ песковъ нужна проточная вода, а проточная вода, которою Хэйтіэйнъ переливался бы въ Саймы, не могла отложить этихъ песковъ. Но какъ только мы выходимъ изъ этого замкнутаго круга, мы сейчасъ находимъ объясненіе. Сѣрые пески суть почти навѣрно дельтовый наносъ рѣки Пьелисъ (Pjelisjoki), вливающейся въ Пюхеселькe у города Іоенсу̀ (см. карту V-ю). Дѣйствительно, эта рѣка, вытекающая изъ озера того же имени и имѣющая до 50 верстъ длины, прорѣзаетъ пересѣченную страну, гдѣ переливается черезъ пять или шесть пороговъ, и несомнѣнно, въ былыя времена, прежде чѣмъ она выровняла свое русло, несла массу наноса. Этотъ наносъ и отлагался между возвышенностями, идущими по восточному берегу Хэйтіэйна и Пюхеселькe и по южному берегу перваго, и онъ образовалъ здѣсь ту обширную равнину, которая тянется по сѣвернымъ берегамъ Пюхеселькe и гдѣ теперь построенъ городъ Іоенсу̀. По этой равнинѣ и идетъ дорога изъ Іоенсу̀ къ каналу, и мы здѣсь дѣйствительно видимъ ровную болотистую мѣстность, надъ которой только мѣстами возвышаются кое-гдѣ отдѣльные бугры. Мы переносимся такимъ

образомъ къ тому времени, когда Саймы и его заливъ Пюхеселькe стояли на высотѣ около около 25 м. выше теперешней, т.-е. на абс. высотѣ около 100 м. (340 ф.), и сообщались съ Хэйтіэйномъ, когда оз. Пьелисъ, нынѣ достигающее только 90 м. (305 ф.) абс. высоты, достигало около 115—120 м. (ок. 380—400 ф.), и когда рѣка Пьелисъ, пролагая себѣ русло среди толщъ сѣраго ледниковаго щебня, несла свои мутныя воды въ Саймы и осаждала тамъ, въ спокойной водѣ озера, дельту, которой толщина доходитъ теперь метровъ до 20-ти (60 ф.). Впослѣдствіи, по мѣрѣ того, какъ стокъ Саймы, Вуооксенъ, постепенно углублялъ свое русло, понижался и уровень Саймы, а вмѣстѣ съ тѣмъ и Пьелисйоки все болѣе и болѣе углублялъ свое русло въ нижнихъ частяхъ; при этомъ, съ увеличеніемъ крутизны ея паденія, русло углублялось и въ верхнихъ ея частяхъ, а съ тѣмъ вмѣстѣ понижался и уровень озера Пьелисъ. Хэйтіэйнъ же, сообщавшееся съ Саймы не непосредственно, осталось въ сторонѣ отъ этого пониженія; защищенное озомъ, къ которому Пьелисйоки присыпала съ Юга свою мощную дельту, оно уцѣлѣло на болѣе высокомъ уровнѣ, и въ то время, когда Пюхеселькe уже понизилось, оно еще отлагало на сѣверномъ склонѣ оза толщи булыжниковъ, на высотѣ 20 м.—слой a'' въ разрѣзѣ лѣваго берега. Одно время оно еще сообщалось рѣкою съ понизившимся Пюхеселькe, по долинѣ и теперь еще замѣтной въ прорывѣ оза. Но когда другой стокъ Хэйтіэйна, Вйнийоки, стекавшая до 1859 года къ западу,—въ Вйниерви,—настолько углубила свое русло, что уровень Хэйтіэйна понизился метровъ на пять или на десять, т.-е. приблизительно до той высоты, на которой мы застаемъ его въ 1859 году (углубленіе русла Вйнийоки въ послѣднія времена должно было идти очень медленно, вслѣдствіе ея пороговъ), то сообщеніе Хэйтіэйна съ Пюхеселькe прервалось на время, пока оно снова не возстановилось въ 1859 году, отчасти при помощи человѣка. Къ тому времени, когда Пюхеселькe медленно понижалось, обнажая мало-по-малу плоскую дельту рѣки Пьелисъ, относятся тѣ разнообразные желтые и бу-

рые пески и слои торфа, которые мы видимъ поверхъ сѣрыхъ песковъ, а ко времени существованія протоки, соединявшей Хэйтіэйнъ съ Пюхеселькe, относится отложеніе бѣлыхъ, чисто-промытыхъ кварцевыхъ песковъ, которые могли отлагаться какъ въ руслѣ протоки, такъ и въ руслѣ мелкихъ ручьевъ, обращавшихся между озерами и болотами, существовавшими по берегамъ отступавшаго Пюхеселькe.

И такъ, мы можемъ нарисовать себѣ слѣдующую картину: конецъ ледниковаго періода; ледники уже не двигаются и обратились въ массы тающаго льда, лежащія на днѣ котловинъ, подъ слоемъ покрывающей ихъ воды. По берегамъ этихъ котловинъ, на вязкой поверхности поддонныхъ и поверхностныхъ моренъ, стелятся необъятныя болота. Растительность начинаетъ распространяться по мѣрѣ очищенія почвы отъ льда, и наконецъ уже образуетъ, даже въ верхнихъ частяхъ Финляндіи, небольшіе лѣса. По берегамъ озеръ и изъ подъ ихъ водъ выступаютъ гребни моренъ, и волны озеръ, завладѣвъ этимъ матеріаломъ, окатываютъ его на поверхности и обращаютъ въ булыжники (верхніе слои бугровъ *a*). Но таяніе ледниковъ продолжается, и мутные потоки несутъ изъ высшихъ частей страны все новыя и новыя массы воды. Не находя себѣ на плоской поверхности Финляндіи готовыхъ руслъ, во́ды собираются въ обширные водоемы,—удерживаемыя то грядами твердой горной породы, какъ окраинная гряда озерной Финляндіи, то громадными моренами, то толщами не растаявшаго еще льда. Постоянно пополняемыя новою прибылью водъ изъ верхнихъ частей страны, мало теряя отъ испаренія въ крайне-влажной атмосферѣ, не успѣвая сбывать вновь-прибывшей воды по неготовымъ еще русламъ, съ трудомъ прокладываемымъ въ твердомъ и вязкомъ ледниковомъ щебнѣ,—озера увеличиваются, уровень ихъ повышается; они затопляютъ береговые лѣса, которые скоро оказываются погребенными на днѣ озеръ (погребенные лѣса по берегамъ Хэйтіэйна и Пюхеселькe). Но мало по малу между озерами и моремъ и между смежными озерами наконецъ устанав-

ливается правильное сообщеніе. Образуются цѣпи озеръ, соединенныхъ короткими порожистыми протоками, и эти протоки неустанно работаютъ надъ расчисткою, расширеніемъ и выпрямленіемъ своихъ руслъ. Всюду идетъ размываніе моренъ, — прибоемъ озеръ, ручьями, рѣчками,—и всѣ эти наносы несутся въ озёра или въ соединяющія ихъ протоки. Онѣ несутъ, эти протоки, массы наносовъ и отлагаютъ ихъ на поверхности ледниковаго щебня, погребеннаго съ его моренами на днѣ озеръ. Близь устья рѣки образуются обширныя дельты (сѣрые пески Хэйтіэйнскаго канала), а въ глубинѣ озеръ отлагаются толщи глинъ (обще-распространенныя слоистыя глины); и подъ этими наносами погребаются морены и заравниваются неровности дна озеръ, оставшіяся въ наслѣдіе отъ ледниковаго періода (погребеніе Хэйтіэйнскаго оза). Въ это же время начинается пониженіе уровней озеръ, усиливаемое пониженіемъ (относительнымъ) уровня моря, а съ нимъ—и раздѣленіе большихъ водоемовъ и отдѣленіе отъ нихъ болѣе мелкихъ. Побочныя озера остаются на большей высотѣ, и по берегамъ ихъ идетъ обильное отложеніе наносовъ, песка, хряща, булыжниковъ, смотря по тому, что́ размываютъ впадающія въ нихъ рѣчки, или ихъ береговыя волны (отложеніе слоя галечника a'' на берегу Хэйтіэйна). Затѣмъ, пониженіе уровней всѣхъ озеръ идетъ безпрерывно, вплоть до настоящаго времени.

Такова картина, которая можетъ объяснить происхожденіе различныхъ наносовъ встрѣчаемыхъ нами въ стѣнахъ Хэйтіэйнскаго канала. Насколько она правдоподобнѣе и согласнѣе съ наблюденіями, чѣмъ гипотеза Хольмберга и г. Торельда, — рѣшитъ самъ читатель.

ИНСТИТУТ НАСЛЕДИЯ

V.

ГЕЛЬСИНГФОРСЪ И ПОѢЗДКА ВЪ ШВЕЦІЮ.

Гельсингфорсъ. — Изборожденіе на Скансландѣ. — Гигантскіе котлы. **Поѣздка въ Швецію.** — *Музеи, коллекціи наносовъ.* — Значеніе такихъ коллекцій. — Нѣкоторыя желательныя усовершенствованія коллекцій изъ странъ, теперь покрытыхъ ледниками.—Необходимость, рядомъ съ коллекціями наносовъ, подробныхъ разрѣзовъ.—Химическіе и другіе анализы.—Промышленный геологическій музей. **Упсальскій озъ.** — *Топографія.* — Топографическое описаніе оза по Эрдману.—Абсолютная высота мѣстностей, по которымъ проходитъ озъ. — Параллелизмъ съ изборожденіемъ.—Побочные озы. — Положеніе въ долинахъ рѣкъ. — Общій очеркъ рельефа южной Швеціи и положеніе шведскихъ озовъ.—Озы изслѣдованы только въ низменности.—Они выходятъ изъ поперечныхъ долинъ нагорья.—Положеніе Упс. оза относительно долины Ботническаго залива.—Меларская впадина.—*Внутреннее строеніе оза.*—Наружный покровъ и ядро.—Ядро и покровъ суть разновременныя образованія.—Водное происхожденіе наружнаго покрова.—Невозможность воднаго происхожденія ядра.—Противорѣчія гипотезы воднаго происхожденія ядра.—Непромытость его щебня.—Моренное происхожденіе остова Упсальскаго оза.—Морены въ равнинахъ.—Существовали ли условія, нужныя для возникновенія поверхностныхъ моренъ?—Гряды поддонной морены и внутреннія морены; ихъ признаки.—Упсальскій озъ есть западная боковая морена Ботническаго ледника.

Въ Іоенсу̀ мы разъѣхались въ разныя стороны. Ф. Б. Шмидтъ уже изъ Нишлота отправился въ Эстляндію для геологическихъ изслѣдованій; М. П. Ребиндеръ изъ Іоэнсу̀ уѣхалъ въ Куопіосскую губернію; Г. П. Гельмерсенъ, вслѣдъ за нимъ, отправился въ Выборгъ, чтобы оттуда проѣхать тоже для изслѣдованій въ прибалтійскія губерніи, а я остался еще на нѣсколько дней въ Іоенсу̀. Пробывъ здѣсь пять дней, я тоже вернулся на пароходѣ въ Выборгъ, чтобы ѣхать въ Гельсингфорсъ и оттуда въ Швецію.

Въ Гельсингфорсѣ я пробылъ недѣлю, для ознакомленія съ геологическою литературою и вообще съ ученою дѣятель-

ностью въ Финляндіи, и для экскурсій въ ближайшія окрестности. Тѣ свѣдѣнія, которыя мнѣ удалось собрать по первому предмету, напечатаны въ одномъ изъ моихъ путевыхъ писемъ, помѣщенныхъ въ свое время въ „Извѣстіяхъ“ [1]). Что же касается до экскурсій въ окрестностяхъ Гельсингфорса, то я дѣлалъ ихъ мало; довольно много времени ушло на чтеніе, представлявшее, на первыхъ порахъ, нѣкоторыя трудности, такъ какъ я только передъ отъѣздомъ въ Финляндію началъ знакомиться со шведскимъ языкомъ. Наиболѣе любопытная изъ экскурсій была на о-въ Скансландъ (Skanslandet), гдѣ я осматривалъ, по совѣту ак. Гельмерсена, изборожденіе, превосходно сохранившееся на твердомъ черномъ гнейсѣ, и такъ называемые гигантскіе котлы, и я скажу о ней нѣсколько словъ.

Окрестности Гельсингфорса давно извѣстны по своимъ превосходно сохранившимся полированнымъ скаламъ и по представляемымъ ими примѣрамъ изборожденія. Уже Куторга упоминалъ про гранитную скалу въ Мейландсѣ (Meilands), гдѣ шрамы на крутомъ ея склонѣ, говоритъ онъ, свидѣтельствуютъ о томъ, что „потокъ шелъ здѣсь снизу вверхъ по утесу“ [2]). Ак. Гельмерсенъ также привелъ изъ окрестностей Гельсингфорса [3]) нѣсколько весьма интересныхъ примѣровъ такого изборожденія, которое рѣшительно необъяснимо ни водными потоками, ни плавающими льдами, и возможно только для ледниковъ. Извѣстно также, что еще нѣсколько такихъ, прекрасно-подобранныхъ примѣровъ приведено г. Гельмерсеномъ и изъ другихъ мѣстностей Россіи, и что вообще примѣры изборожденія, необъяснимаго иначе какъ ледниками, уже приведены теперь десятками въ различныхъ изслѣдованіяхъ, какъ относительно шрамовъ въ малыхъ масштабахъ, такъ и относительно изборожденія вообще на большихъ пространствахъ [4]). Все это не мѣшаетъ

---

[1]) Извѣстія Географическаго Общества, 1871, т. VII, Отд. II, сс. 282—293.

[2]) S. Kutorga. Geogn. Beob. im Südl. Finnland, въ Verhandl. der Mineral. Gesellschaft zu St.-Petersb., Jhrg 1850—1851, p. 292.

[3]) G, Helmersen, Wanderblöcke und Diluvialgebilde, pp. 110—112.

[4]) Литературныя указанія см. ниже во II-й части: Изборожденіе.

впрочемъ различнымъ геологамъ, въ родѣ напримѣръ нѣмецкаго профессора г. Іенча, упорно игнорировать эти примѣры и все-таки воскрешать время отъ времени для Швеціи и Финляндіи гипотезу плавающихъ льдинъ, — конечно имѣющую передъ ледниковою всѣ преимущества литературнаго старшинства. Такъ какъ подобныхъ геологовъ ничѣмъ не убѣдишь, да и безполезно объ нихъ заботиться, то я вообще и не тратилъ времени на зарисовку подобныхъ случаевъ изборожденія,—тѣмъ болѣе, что самыя убѣдительныя доказательства ледниковой гипотезы составляютъ на мой взглядъ не столько эти мелкіе единичные факты, хотя даже каждый изъ нихъ весьма убѣдителенъ самъ по себѣ, сколько вся совокупность явленій, представляемыхъ поверхностью страны, т.-е. ея рельефомъ, изборожденіемъ и расположеніемъ, строеніемъ и составомъ наносовъ. Но такъ какъ въ моей записной книжкѣ сохранилось изображеніе довольно типичныхъ гнейсовыхъ бугровъ на Скансландѣ, то я прилагаю рисунокъ одного изъ нихъ,—(рис. 13) тѣмъ болѣе что прочіе геологи, кромѣ ак. Гельмерсена, ограничивались большею частію словеснымъ описаніемъ случаевъ такого изборожденія, не прилагая рисунковъ.

Рисунокъ 13-й представляетъ гнейсовый бугоръ, метровъ въ шесть (20 ф.) высоты, разсматриваемый сверху. Поверхность гнейса очень хорошо сглажена и отполирована; бороздки сохранились превосходно и всѣ одинаково свѣжи. Штрихи со стрѣлками показываютъ, куда падаетъ поверхность породы, а стоящія возлѣ нихъ количества градусовъ—величину паденія (уголъ, составляемый съ горизонтомъ). Штрихи безъ стрѣлокъ изображаютъ главныя борозды, и стоящія возлѣ нихъ числа выражаютъ уголъ, составляемый (конечно въ горизонтальной плоскости) направленіемъ шрамовъ и магнитнымъ меридіаномъ.

Слѣдующій рисунокъ, 14-й, представляетъ видъ такихъ же гнейсовыхъ бугровъ сбоку. Замѣчу при этомъ, что я выбралъ одну изъ самыхъ обыкновенныхъ формъ: всѣ бугры Скансланда имѣютъ такой видъ, напоминающій раковину какого-нибудь *Productus'a*, такъ что можно даже затрудниться въ выборѣ наибо-

лѣе типичнаго мѣста. Тонкія линіи которыми покрытъ бугоръ, изображаютъ шрамы, слѣдующіе всѣмъ изгибамъ поверхности горной породы и идущіе по ней иногда совершенно отвѣсно. При этомъ едвали нужно прибавлять, что почти отвѣсныя, закругленныя поверхности, которыми означенныя скалы падаютъ къ водѣ, обращены къ сѣвернымъ частямъ горизонта и представляютъ, слѣдовательно, сторону которая обращена была на встрѣчу шедшему съ сѣвера ледниковому потоку (stöt-side), такъ что ледникъ, бороздившій эти поверхности, *поднимался* на нихъ [5]).

Совпаденіе направленій бороздъ съ тѣмъ, которое приняла бы напримѣръ вода, текущая по поверхности скалы, въ данномъ случаѣ по истинѣ поразительно. Мы видимъ, какъ борозды, имѣющія на этой скалѣ нормальное направленіе въ N 14° W, поворачиваютъ къ В. на уголъ въ 24—28°, чтобы сообразоваться съ мелкимъ изгибомъ поверхности, и потомъ снова поворачиваютъ къ В. на такой же уголъ, образуя очень изящную кривую. Подобный фактъ окончательно исключаетъ всякую возможность изборожденія плавающими льдами, такъ какъ только такое вполнѣ пластическое тѣло, какъ ледникъ находящійся подъ громаднымъ давленіемъ нѣсколькихъ тысячъ футъ льда (или какъ воскъ, медъ и т. п.), могло такъ точно слѣдовать мелкимъ изгибамъ поверхности и пластически оформливаться сообразно ей. Если бы превосходныя изслѣдованія Тиндалля и др. еще не доказали намъ этой пластичности ледниковъ, то тогда мы должны были бы признать ее даже a priori, на основаніи такихъ наблюденій надъ изборожденными поверхностями.—Ниже, во II-й части, въ главѣ объ изборожденіяхъ мы еще будемъ имѣть случай вернуться къ этому вопросу.

Не менѣе заслуживаетъ вниманія и то обстоятельство, что стороны бугровъ, обращенныя къ Сѣверу, не только падаютъ часто отвѣсно, но даже представляютъ иногда вогнутыя поверх-

[5]) Случаи такой же крутизны встрѣчныхъ поверхностей очень нерѣдки. См. напримѣръ S. Sexe Maerker efter en Jstid i Omegnen af Hardangerfiorden Christiania 1860. (Съ французскимъ переводомъ).

ности, какъ показано на рисункѣ 15-мъ, (слегка преувеличивая вогнутость). Такое явленіе впрочемъ весьма понятно, такъ какъ ледяной потокъ, встрѣчая у подошвы скалы наибольшее сопротивленіе, передъ тѣмъ какъ подняться вверхъ, оказываетъ въ этомъ мѣстѣ наибольшее давленіе и наиболѣе истираетъ здѣсь скалу,—отчего по прошествіи долгаго періода и получается вогнутость. Подобныя явленія встрѣчаются нерѣдко, и если разъ навсегда признать пластичность, или лѣпкость льда, то они всѣ объясняется очень просто, безъ тѣхъ затрудненій, которыя встрѣчалъ напр. Сексъ [6]), при объясненіи подобныхъ же явленій теоріею скольженія.

Тутъ же, на буграхъ Скансланда, можно наблюдать множество круглыхъ выбоинъ въ породѣ и колодцевъ, извѣстныхъ подъ именемъ гигантскихъ котловъ. Любопытно то, что выбоины повидимому продолжаютъ образовываться и теперь. Вода, нагоняемая прибоемъ, пробѣгаетъ вдоль трещинъ породы, образуя здѣсь неправильные жолоба, доходитъ до извѣстной точки, приходитъ здѣсь въ круговое движеніе и затѣмъ сбѣгаетъ назадъ. Если только въ водѣ бываетъ щебень и песокъ, то движеніе ея таково, что оно *можетъ* образовать котлы, которые дѣйствительно и существуютъ въ нѣсколькихъ мѣстахъ вдоль жолобовъ, особенно въ ихъ слѣпомъ концѣ. Но увеличиваются теперь эти котлы или нѣтъ,—нельзя сказать: мѣстные жители конечно не могли дать на этотъ счетъ положительныхъ разъясненій, такъ какъ увеличеніе если и совершается, то должно идти очень медленно. Нужно замѣтить впрочемъ, что эти выбоины, омываемыя прибоемъ, далеко не имѣютъ той правильности, которую представляютъ большіе, правильные, колодцевидные котлы, находимые въ руслахъ водопадовъ. Нѣсколько такихъ большихъ правильныхъ котловъ есть тутъ же въ уровнѣ моря.

---

[6]) *S. Sexe*, l. c. p. 9 норвежскаго текста.

Поѣздка въ Швецію.

Въ Швеціи я провелъ всего десять дней, и бо́льшую часть времени потратилъ на поиски за геологами, которые всѣ въ это время разъѣхались. Поэтому результатомъ моего пребыванія въ Швеціи былъ только осмотръ музеевъ и изслѣдованіе оза въ Упсалѣ [7]).

Шведскіе геологическіе музеи такъ хороши, что ихъ слѣдовало бы описать подробнѣе. Но чтобы не слишкомъ уклоняться отъ моего предмета, я ограничусь немногими замѣтками. Нечего и говорить, что эти музеи даютъ великолѣпнѣйшее средство ознакомиться съ геологическимъ строеніемъ изслѣдованныхъ мѣстностей. Имѣя въ рукахъ листы геологической карты, дѣлающейся, какъ извѣстно, въ масштабѣ $^1/_{50,000}$ (немного болѣе одной версты въ дюймѣ), можно, по имѣющимся образцамъ горныхъ породъ и наносовъ, шагъ за шагомъ прослѣживать строеніе любой мѣстности изъ тѣхъ, гдѣ уже сдѣлана съемка. Само собою понятно, что рыхлые наносы, обыкновенно оставляемые въ геологическихъ коллекціяхъ въ сторонѣ [8]), представлены въ Швеціи безчисленнымъ количествомъ образцовъ, такъ что я сомнѣваюсь, чтобы гдѣ нибудь можно было найти такія обширныя коллекціи рыхлыхъ наносовъ. Особенно любопытны всевозможные представители угловатаго (ледниковаго) щебня, являющагося во всевозможныхъ видахъ, отъ первобытнаго, нисколько не измѣненнаго мореннаго щебня, до самыхъ окатанныхъ и промытыхъ экземпляровъ; всѣ переходы отъ типичнаго krossstensgrus (ледниковаго щебня) до типичнаго rullstensgrus (окатаннаго галечника) можно видѣть здѣсь почти въ видѣ непрерывной лѣстницы. Никакіе, самые обыкновенные роды песка, ила и глинъ не оставлены въ пренебреженіи; они также имѣютъ здѣсь своихъ представителей, и сплошь да рядомъ именно са-

---

[7]) См. Извѣстія Геогр. Общ. 1871. т., VII, Отд. II, с. 293-311.

[8]) Я не знакомъ съ музеями западной Европы и говорю только про наши музеи.

мые обыкновенные образцы, но сопоставленные съ другими образованіями, выясняютъ нѣкоторые частные вопросы строенія или происхожденія, которые иначе остались бы не вырѣшенными.

Едва ли стóитъ распространяться объ образовательномъ значеніи такихъ музеевъ; оно очевидно само по себѣ. Если типичные образцы ледниковаго щебня или окатаннаго галечника каждый можетъ самъ найти въ Швеціи и Финляндіи и безъ большихъ изслѣдованій въ полѣ, то ознакомиться съ ихъ разнообразными видоизмѣненіями и переходами, можно только по такой коллекціи, гдѣ собраны результаты многолѣтнихъ изслѣдованій обширной области, и гдѣ изслѣдователи именно не гонялись за типичностью своихъ образцовъ, а брали тѣ породы, которыя находили въ данномъ обнаженіи. Для меня, напримѣръ, впервые приступавшаго къ изслѣдованію ледниковыхъ образованій нашего Сѣвера, такіе музеи, какъ музей Геологическаго Управленія въ Стокгольмѣ, или какъ коллекціи, представленныя на выставку въ Гётеборгѣ (Göteborg), были рѣшительно кладомъ.

Нѣтъ сомнѣнія, что онѣ были бы такимъ же кладомъ для всякаго начинающаго. Но не менѣе, если не болѣе, драгоцѣнны онѣ и для всякаго, занимающагося ледниковыми наносами. Есть множество мелкихъ, частныхъ вопросовъ, которые возникаютъ во время изслѣдованій или обработки собранныхъ матеріаловъ, и которые могутъ быть всего легче и вѣрнѣе рѣшены путемъ сравнительнаго изученія наносовъ. Нерѣдко, при обработкѣ приведеннаго мною матеріала, я видѣлъ, что рѣшить такой-то частный вопросъ, значило бы рѣшить какой-нибудь очень любопытный вопросъ о физико-географическомъ характерѣ даннаго клочка мѣстности въ данный моментъ, и вопросъ приходилось оставлять нерѣшеннымъ, за неимѣніемъ сравнительнаго матеріала.

Есть впрочемъ и болѣе существенные вопросы, при рѣшеніи которыхъ такой матеріалъ былъ бы крайне необходимъ. Таковы напр., вопросы объ образованіи цѣлыхъ рядовъ весьма распространенныхъ наносовъ, которые до сихъ поръ остаются совершенно необъяснимыми. Сюда, между прочимъ, относятся наши

красныя, такъ-называемыя дилувіальныя глины, столь распространенныя въ средней Россіи. Въ ряду шведскихъ образованій есть повидимому сходное съ ними образованіе, именно глины Сконіи (Skåne), названныя ихъ изслѣдователемъ Хольмстрёмомъ *Krosslera* [9]). Нѣтъ сомнѣнія, что по шведскимъ образцамъ можно прослѣдить всѣ переходы отъ ледниковаго щебня среднихъ частей Швеціи къ этой глинѣ, и очень возможно, что при сравненіи этого ряда съ рядами нашихъ наносовъ, окажется, что и наши красныя глины не настолько несродны финскому ледниковому щебню, какъ это можетъ показаться съ перваго взгляда. Всякому понятно, какъ необходима для рѣшенія подобнаго вопроса коллекція всѣхъ образованій промежуточныхъ (пространственно и морфологически) между финскимъ ледниковымъ щебнемъ и красными глинами средней Россіи, между угловатымъ (ледниковымъ) щебнемъ средней Швеціи, ледниковою глиною Сконіи и такъ называемыми дилувіальными глинами сѣверной Германіи. Ничего подобнаго мы еще не имѣемъ.

Не менѣе необходимы полныя коллекціи наносовъ для того, чтобы сдѣлать возможною критику изданныхъ уже изслѣдованій. Въ самомъ дѣлѣ, когда изслѣдованія уже сдѣланы по данному вопросу тѣмъ или другимъ изслѣдователемъ, когда вопросъ рѣшенъ имъ окончательно,—какія имѣемъ мы данныя для повѣрки его выводовъ? Нѣсколько рисунковъ обнаженій, вообще зарисовываемыхъ крайне лѣниво, физико-географическое описаніе или съемку страны, наконецъ цѣпь разсужденій автора,—вотъ и все; и, не находя логическихъ промаховъ въ послѣдней, мы основываемся затѣмъ почти исключительно на первыхъ, т.-е. на зарисованныхъ имъ изображеніяхъ наслоенія пластовъ. Все это однако крайне недостаточно, тѣмъ болѣе при томъ хаосѣ, который царитъ по сію пору въ классификаціи по-третичныхъ наносовъ. И не мудрено, что при такихъ условіяхъ приходится, для оцѣнки гипотезъ автора, принимать въ соображеніе совершенно посто-

[9]) L. Holmström, Iakttagelser öfver istiden i Södra Sverige, въ Lunds Universitets årsskrift. Lund 1867.

ронніе обстоятельства, каковы напримѣръ осторожность или опытность изслѣдователя, или обширность собраннаго имъ матеріала и т. п. Но самаго главнаго мы еще не имѣемъ. Мы не имѣемъ образцовъ тѣхъ напластованій, которыя онъ описывалъ или зарисовывалъ. Мы не можемъ провѣрить, точна ли его номенклатура и классификація; мы не знаемъ, насколько точно каждое его опредѣленіе. Все это настолько важно, что во всѣхъ другихъ естественныхъ наукахъ, даже во всѣхъ прочихъ отрасляхъ геологіи, коллекція образцовъ считается необходимымъ условіемъ всякаго изслѣдованія. Ботаникъ долженъ привезти наблюденныя имъ растенія, зоологъ—наблюденныя имъ животныя, петрографъ—образцы тѣхъ породъ, на которыхъ онъ основываетъ свои выводы, палеонтологъ—встрѣтившіяся ему ископаемыя. Ничего подобнаго не требуется отъ изслѣдователя наносовъ. Щебень, песокъ и глина считаются такими обыкновенными вещами, что ихъ не стóитъ возить съ собою и хранить. Изслѣдователи наносовъ забываютъ, что разъ они избрали эти щебни, пески и глины предметомъ своей науки и строятъ свои выводы на основаніи принимаемыхъ ими формъ, то эти наносы перестаютъ уже быть,—для нихъ по крайней мѣрѣ,—обыкновенными песками и глинами, не заслуживающими вниманія. Пишутся цѣлые трактаты о ледниковомъ періодѣ, гдѣ дѣлаются выводы о громаднѣйшихъ физико-географическихъ измѣненіяхъ цѣлыхъ половинъ земного шара, а въ музеяхъ мы не находимъ ни одного образца тѣхъ глинъ, песковъ и щебней, на которыхъ основываются всѣ эти смѣлыя гипотезы. Развѣ найдется завалявшаяся плита со шрамами, да и то отъ тѣхъ временъ, когда шрамы были курьёзною новинкою. Очевидно, что такой порядокъ дѣлъ не можетъ и не долженъ продолжаться. Какъ бы ни былъ опытенъ изслѣдователь, мы вовсе не обязаны вѣрить ему на слово. И мы видимъ сплошь да рядомъ, что даже не должны этого дѣлать. Какъ ни опытенъ былъ Эрдманъ въ изслѣдованіи шведскихъ наносовъ, а все-таки онъ нерѣдко называлъ окатаннымъ щебнемъ (рѣчнаго, озернаго или морскаго происхожденія) тотъ округленный щебень,

которымъ обилуютъ всѣ морены Альпъ, слѣдовательно моренный, ледниковый щебень; и только благодаря присутствію образцовъ можно было замѣтить эту ошибку въ музеяхъ Стокгольма. Между тѣмъ этой ошибки конечно не случилось бы, еслибы онъ имѣлъ обширную коллекцію моренныхъ щебней, собранныхъ у подошвы Альпъ. Да и одинъ ли Эрдманъ дѣлалъ подобныя ошибки?

Въ виду всего сказаннаго, было бы крайне желательно, чтобы въ нашихъ музеяхъ появились отдѣленія, предоставленныя наносамъ и состоящія изъ богатыхъ коллекцій, образцовъ нашей намывной почвы. При этомъ желательно было бы конечно избѣгнуть нѣкоторыхъ недостатковъ, которые все-таки есть въ шведскихъ музеяхъ, не смотря на то, что они такъ хороши, а потому я укажу эти недостатки.

Прежде всего мы замѣчаемъ въ нихъ отсутствіе чужеземныхъ образцовъ,—въ чемъ конечно виноваты уже не шведскіе изслѣдователи, а сами чужеземные геологи. Но само собою понятно, что для правильной оцѣнки наносовъ, представляемыхъ страною, пережившею нѣкогда ледниковый періодъ, прежде всего необходимо имѣть ясное понятіе о разныхъ наносахъ тѣхъ странъ, которыя теперь переживаютъ этотъ періодъ. Необходимо имѣть по возможности обширныя коллекціи мореннаго щебня изъ горныхъ странъ, покрытыхъ ледниками, каковы: Альпы, Гималаи и пр., и изъ странъ, покрытыхъ сплошными ледниковыми покровами, каковы полярныя страны, и непремѣнно—во всѣхъ его разнообразныхъ проявленіяхъ, въ конечныхъ, боковыхъ, срединныхъ, поддонныхъ и внутреннихъ моренахъ, каменныхъ поляхъ и т. п. Не менѣе, но даже несравненно болѣе необходимы, рядомъ съ этимъ, коллекціи прибрежныхъ морскихъ наносовъ и образцы морскаго дна, вынимаемые при драгированіяхъ въ тѣхъ частяхъ океана, которыя орошаются арктическими теченіями. Мы знаемъ только, что дно океана крайне разнообразно, и многіе утверждаютъ, что по характеру наносовъ, покрывающихъ морское дно у восточныхъ береговъ Сѣв. Америки, можно узнавать, какимъ теченіемъ омываются эти берега: Гольфстримъ ха-

рактеризуется иловатыми осадками, холодныя теченія—крупнымъ пескомъ. Но мы знаемъ также, что и въ арктическихъ странахъ шведскія экспедиціи тоже вынимали, между Нордкапомъ и Шпицбергеномъ, цѣлые пуды слоистаго ила, и что послѣднія изслѣдованія Уаллича отрицаютъ дилуліальный характеръ Ньюфаундлендскихъ мелей. Теперь, когда усовершенствованныя машины таскаютъ со дна моря цѣлые центнеры наноса,—есть основаніе надѣяться, что на этотъ вопросъ могутъ быть даны отвѣты. Не плодя примѣровъ, можно словомъ сказать, что такъ какъ всѣ наши выводы относительно физико-географическихъ измѣненій, совершавшихся въ странѣ въ ледниковый періодъ, основаны на допущеніи, что силы, дѣйствовавшія въ то время, давали результаты, сходные съ тѣми, которые даютъ тѣ же силы, дѣйствуя нынѣ,—то ясно, что изученіе результатовъ, получающихся нынѣ, должно быть положено въ основу всѣхъ нашихъ разсужденій о прошедшемъ. Мы такъ и дѣлаемъ, но далеко еще не вполнѣ. Если бы геологи были хорошо знакомы съ характеромъ альпійскихъ моренъ, то они не впадали бы въ такую ошибку, что, по ихъ мнѣнію, моренный щебень всегда долженъ быть угловатымъ, и они знали бы не хуже альпійскихъ изслѣдователей, что угловатые валуны преобладаютъ *только* въ боковыхъ и срединныхъ моренахъ. Что же касается до характера отложеній сплошныхъ ледниковъ, въ родѣ Грёнландскихъ, то здѣсь еще сильнѣе чувствуется недостатокъ въ коллекціяхъ образцовъ,—недостатокъ тѣмъ болѣе понятный, что здѣсь чувствуется такой же недостатокъ и въ наблюденіяхъ вообще.

Другой недостатокъ шведскихъ музеевъ теперь уже труднѣе поправимъ, но можетъ быть устраненъ съ самаго начала, при составленіи коллекцій. Обширная коллекція образцовъ рыхлыхъ породъ, съ ихъ постепенными взаимными видоизмѣненіями, безспорно имѣетъ громадное значеніе, по обилію даваемаго ею сравнительнаго матеріала. Но для науки этого еще недостаточно. Каждый наносъ имѣетъ, кромѣ того, свое абсолютное значеніе, какъ матеріалъ, изъ котораго сложился наружный покровъ *дан-*

ной мѣстности, какъ одна изъ чертъ строенія даннаго ландшафта, какъ одна изъ составныхъ частей даннаго оза, или вообще даннаго ряда отложеній. Поэтому понятно, что еще недостаточно сказать, что такой-то образецъ взятъ со склона такого-то оза, въ такомъ-то мѣстѣ, хотя бы и точно-опредѣленномъ географически; образецъ получаетъ настоящее свое значеніе только тогда, когда, не отправляясь на мѣсто, можно узнать положеніе представляемаго имъ наноса, его отношенія къ сосѣднимъ наносамъ. А для этого образецъ непремѣнно долженъ сопровождаться рисункомъ того обнаженія, откуда онъ взятъ, или того разрѣза, въ которомъ онъ занимаетъ опредѣленное положеніе. Поэтому я понималъ бы музей рыхлыхъ наносовъ въ такомъ видѣ: собраніе рисунковъ изслѣдованныхъ обнаженій, или разрѣзовъ, составленныхъ на основаніи изслѣдованыхъ обнаженій, и коллекціи образцовъ разнообразныхъ наносовъ, выступающихъ въ этихъ обнаженіяхъ. Этотъ отдѣлъ, такъ сказать топографической геологіи, дѣйствительно бѣденъ въ шведскихъ музеяхъ; причемъ нужно замѣтить, что и вся государственная геологическая съемка въ Швеціи вообще бѣдна точными изображеніями обнаженій и разрѣзами. Исключеніе составляютъ только превосходныя новѣйшія геологическія работы, которыя показывалъ мнѣ г. Постъ на выставкѣ въ Гётэборгѣ, гдѣ дѣйствительно, разсматривая разрѣзы и образцы, вы имѣете передъ глазами цѣлые озы со всею послѣдовательностью ихъ составныхъ частей. Нѣтъ сомнѣнія, что при дальнѣйшемъ изслѣдованіи по-третичныхъ наносовъ Швеціи, дальнѣйшія обогащенія музеевъ будутъ имѣть именно этотъ характеръ; начало уже положено. Музеи рыхлыхъ наносовъ будутъ слѣдовательно приближаться въ своемъ характерѣ къ ботаническимъ и зоологическимъ, гдѣ—рядомъ съ богатымъ сравнительнымъ матеріаломъ для изученія измѣняемости видовыхъ признаковъ съ измѣненіемъ условій среды,—есть и богатыя географическія или даже топографическія флоры и фауны.

Для первой цѣли, какъ я уже сказалъ выше, шведскіе музеи даютъ богатый, хотя и не спеціально для этой цѣли

расположенный матеріалъ. При изученіи этого матеріала невольно поражаешься обиліемъ сдѣланныхъ химическихъ анализовъ. Богатство, даже роскошь въ этомъ отношеніи замѣтны уже при разсмотрѣніи книги Эрдмана „Qvartära bildningar“, которая дастъ общій очеркъ результатовъ, полученныхъ по четверичнымъ образованіямъ во время государственной геологической съемки. Со времени выхода въ свѣтъ этой книги (1868), анализы продолжаются въ такомъ же количествѣ, какъ и прежде, какъ надъ рыхлыми наносами, такъ и надъ твердыми горными породами. Оставляя петрографамъ рѣшить вопросъ, насколько необходимы, для удовлетворенія теперешнихъ насущныхъ нуждъ петрографіи, многочисленные химическіе анализы послѣднихъ, я замѣчу только относительно наносовъ, что здѣсь анализы дѣлаются съ излишнею расточительностью. Если количественный анализъ нѣкоторыхъ составныхъ частей почвъ дѣйствительно необходимъ для нуждъ земледѣлія, какъ напр. опредѣленіе содержанія фосфорной кислоты въ ледниковомъ щебнѣ, или извести въ глинахъ и т. п., то съ другой стороны для науки рѣшительно нѣтъ нужды въ такихъ безчисленныхъ анализахъ наносовъ, которыя дѣлаются въ Швеціи. Нѣтъ спора, что со временемъ вѣроятно кто-нибудь извлечетъ нѣкоторые довольно любопытные выводы изъ сдѣланныхъ анализовъ; но въ настоящее время трудно предвидѣть, какіе бы можно извлечь результаты изъ анализовъ самыхъ разнохарактерныхъ смѣсей, — если конечно эти анализы не требуются ради какихъ-нибудь промышленныхъ нуждъ.

При теперешнемъ состояніи науки, уже не приходится безцѣльно запасать матеріалъ для рѣшенія вопросовъ, которые возникнутъ впослѣдствіи, такъ какъ всегда имѣется рядъ возникшихъ уже насущныхъ вопросовъ и тѣмъ болѣе, что для рѣшенія ихъ всегда не хватаетъ наличныхъ силъ. Такъ и въ данномъ случаѣ: для рѣшенія нѣкоторыхъ частныхъ вопросовъ было бы нужно заняться такъ сказать механическимъ анализомъ наносовъ, т.-е. опредѣленіемъ ихъ составныхъ частей по степени ихъ величины, отмучиваніемъ, опредѣленіемъ содержанія песка и глинозёма, пре-

обладающаго содержанія различныхъ горныхъ породъ, наконецъ — микроскопическимъ изученіемъ формъ ледниковой пыли и т. п., всегда стремясь отвѣтить на тѣ теоретическіе или практическіе вопросы, которые возникаютъ въ данное время, по мѣрѣ расширенія площади и кругозора изслѣдованія. Нужно впрочемъ замѣтить, что въ послѣднее время стало производиться менѣе полныхъ количественныхъ анализовъ наносовъ, и химическое изслѣдованіе начинаетъ ограничиваться анализомъ лишь тѣхъ образцовъ, которые почему либо имѣютъ спеціальный интересъ, или же опредѣляется содержаніе только трехъ составныхъ частей, именно: углекислыхъ извести и магнезіи и фосфорной кислоты.

Наконецъ, чтобы кончить о шведскихъ музеяхъ, я укажу еще на практически-промышленный отдѣлъ стокгольмскаго музея. Хотя начало ему положено еще недавно, но онъ представляетъ уже довольно богатыя коллекціи различныхъ минеральныхъ богатствъ края, имѣющихъ промышленное значеніе. Здѣсь можно найти большое разнообразіе красильныхъ земель, глинъ съ послѣ-ледниковыми раковинами, очень много употребляемыхъ въ Швеціи какъ удобреніе почвы, торфа и пр. и пр. Весьма большое число кубиковъ изъ всевозможныхъ гранитовъ, сіенитовъ, діоритовъ и пр., съ одною отполированною стороною, сопровождаемое точнымъ описаніемъ условій разработки породы, дастъ каждому возможность выбрать себѣ подходящій строительный матеріалъ, не выѣзжая изъ города. Значеніе такого музея настолько понятно, что остается только дивиться привычкѣ присяжныхъ учёныхъ отрѣшаться отъ міра промышленной жизни и надѣяться, что такой порядокъ дѣлъ наконецъ когда-нибудь прекратится.

Наконецъ я только упомяну о замѣчательномъ Гётэборгскомъ музеѣ, съ его громадными зоологическими и палеонтологическими коллекціями по конхиліологіи, и о необычайно богатомъ собраніи орудій каменнаго вѣка, которыми такъ поражаетъ Королевскій музей въ Стокгольмѣ.

ИНСТИТУТ НАСЛЕДИЯ

Упсальскій озъ.

Какъ ни хотѣлось мнѣ осмотрѣть нѣсколько шведскихъ озовъ, особенно изъ тѣхъ, которые наиболѣе обстоятельно описаны Эрдманомъ или г. Постомъ, но мнѣ удалось ознакомиться только съ однимъ изъ нихъ, Упсальскимъ, близъ города Упсалы. Прочіе, говорили мнѣ, такъ заросли или засыпаны, что большія свѣжія обнаженія трудно найти. Правда, что Упсальскій озъ особенно заслуживаетъ вниманія. Эрдманъ хотя и не даетъ ни одного обнаженія изъ этого обширнаго оза, но очень часто упоминаетъ о немъ въ своей книгѣ. Его посѣщалъ также Ляйэлль, и на основаніи его обзора дѣлаетъ нѣкоторые выводы. Наконецъ, этотъ озъ представляетъ еще одно выгодное условіе: до него очень легко добраться, и потому всякій желающій можетъ безъ труда повѣрить, насколько основательны выводы геолога, основанные на его строеніи. При этомъ, Упсальскій озъ представляетъ теперь превосходное обнаженіе, какое встрѣчается вообще очень рѣдко и въ Швеціи, а въ Финляндіи попадалось мнѣ только по линіи желѣзной дороги;—озъ прорѣзанъ весь поперегъ тележною дорогою, для проложенія которой предпочли прокопать весь озъ до основанія, вмѣсто того чтобы подниматься на него и спускаться. Мало того, я засталъ это обнаженіе совершенно свѣжимъ на значительномъ протяженіи. Въ городѣ гдѣ-то велись дѣятельныя земляныя работы, и къ обнаженію одна за другою подъѣзжали телеги, чтобы увозить щебень и песокъ. Такимъ образомъ я могъ въ самыхъ выгодныхъ условіяхъ познакомиться съ внутреннимъ строеніемъ оза.

Что касается до положенія оза въ странѣ, то о немъ подробно говоритъ Эрдманъ. Кромѣ того, онъ изображенъ на его же картѣ, и въ его атласѣ есть продольный (топографическій) разрѣзъ оза на значительномъ протяженіи. Поэтому, для описанія положенія оза въ странѣ, я воспользуюсь книгою Эрдмана.

„Мы начнемъ съ Упсальскаго оза (Upsalaåsen),—говоритъ Эрдманъ [10]).— Этотъ озъ отличается особою правильностью и величиною на всемъ своемъ протяженіи, отъ устья р. Дальельфа на сѣверѣ до Сёдертёрна (Södertörn) на югѣ. Но онъ и простирается большею частію по равнинамъ или по крайней мѣрѣ по мѣстностямъ чрезвычайно мало пересѣченнымъ, и, собственно говоря, только къ югу отъ озера Мелара, въ Сёдертёрнѣ, онъ вступаетъ въ мѣстность болѣе гористую. Впрочемъ у самой сѣверной оконечности, къ С. отъ Дальельфа, онъ вообще не проявляется рѣзко, ни по высотѣ, ни по формѣ, а образуетъ только довольно пологое возвышеніе футовъ въ 10—30 (3—9 м.), состоящее изъ щебня и песка съ окатаннымъ галечникомъ. Но къ Ю. отъ Дальельфа, у Эльфкарлебю (Elfkarleby), онъ скоро возвышается въ видѣ хорошо выраженнаго вала, отъ 50 до 80 ф. (15—24 м.) высоты, и тянется, достигая значительной ширины въ 4—5000 ф. (1200—1500 м.), непрерывною полосою на Ю. къ церкви Тьерпсъ (Tierps kyrka); по временамъ онъ покрывается здѣсь на поверхности одеждою изъ эрратическихъ валуновъ. Тутъ онъ понижается и покрывается слоями глинъ и песковъ Тьерпскихъ равнинъ, но скоро снова показывается въ видѣ одинокаго холма въ 30 ф. (9 м.) высоты, къ В. отъ Тувве (Tufve), чтобы скоро снова исчезнуть. Потомъ, въ полмили [11]) южнѣе, онъ снова показывается въ видѣ вала въ 50 ф. (15 м.) высоты, далѣе снова понижается и вскорѣ снова возвышается къ В. отъ горы Стюнгсбергъ (Styngsberg) и затѣмъ уже продолжается въ видѣ вала, высотою отъ 50 до 90 ф. (15—27 м.) и мѣстами довольно широкаго, направляясь къ Югу, мимо озера Висъ (Wissjön) и деревни Лэбю (Läby), къ селу Бьёрклинге (Björklinge). Затѣмъ между селами Эрентуна (Erentuna) и Старою Упсалою (Gamla Upsala) онъ выступаетъ только разрозненными холмами и грядками различной высоты, отъ 40 до 100 ф. (12—30 м.). Близъ сѣверной оконечности города Упсалы озъ снова появляется, тянется по такъ называемому Фьердингенъ (Fjerdingen) и образуетъ у замка холмъ, извѣстный подъ именемъ Слотсбакенъ (Slottsbacken), высотою въ 120 ф. (36 м.) [144 ф. (42,7 м.) надъ уров. моря]; затѣмъ онъ идетъ съ ясно-выраженнымъ гребнемъ почти непрерывно по западному берегу р. Фюрисъ (Fyrisän) до Ультуны (Ultuna). Здѣсь онъ исчезаетъ въ т.-наз. Stora Föret (естественное расширеніе р. Фюриса), и снова возвышается у Суннерста (Sunnersta), достигая 20 ф. (6 м.) высоты, прорѣзывается рѣкою Фюрисъ у Флотзунда (Flottsund) но появляется съ тою же высотою на противуположномъ берегѣ рѣки, и продолжается по вост. берегу Экольнса (Ekolns) на небольшое разстояніе до т.-наз. Шьюгранарудда (Sjugranarudd), гдѣ достигаетъ высоты 120 ф. (36 м.) надъ

---

[10]) Какъ извѣстно, большіе шведскіе озы (hufvudåsar) идутъ почти параллельно другъ другу,—восточные съ С. на Ю., западные—съ С.-З. на Ю.-В. Ихъ назвали большею частію по именамъ большихъ городовъ, близъ которыхъ они проходятъ, и по порядку съ В. на З. они суть: Стокгольмскій, Упсальскій, Энчёпингскій (Enköpingsås), Баделюндскій (Badelundaås), Стрёмсхольмскій (Strömsholmsås), Чёпингскій (Köpinsås) и Норрчёпингскій (Norrköpingsås).

[11]) Шведская миля равна 10 русскимъ верстамъ; шведскій футъ равенъ финскому, т.-е. 0,974 а. ф.

уровнемъ моря [12]). Затѣмъ онъ выступаетъ по сѣв. и зап. берегу Сколанда въ видѣ мощныхъ, хотя и разрозненныхъ отложеній, частью образующихъ свободно поднимающійся валъ, частью лежащихъ на склонахъ горъ и достигающихъ иногда, какъ, напр., къ С отъ залива Варнъ (Warpsund), высоты около 155 ф. (46 м., надъ ур. моря. На другомъ берегу этого залива онъ тянется на Ю.,—къ берегамъ оз. Мелара, которыхъ достигаетъ у залива Кальмаръ,—въ видѣ непрерывнаго вала значительной величины и въ одномъ мѣстѣ даже 180 ф. (53 м.) высоты, а отсюда идетъ въ видѣ разрозненныхъ валовъ, имѣющихъ до 100 ф. (30 м.) высоты,—къ Кальмарзанду. Проявившись сперва на нѣкоторыхъ островахъ въ СѢв. Бьёркфьердѣ, озъ продолжается далѣе, высокій (90 ф.=27 м.) и крутой, по острову Мунсъ (Munsön) и тянется почти непрерывнымъ валомъ, среднимъ числомъ около 100 ф. (30 м.) высоты, по восточнымъ берегамъ этого острова и о-ва Экеръ (Ekerön) къ мысу Рокснэсъ (Roxnäs udden) или Песчаному (Sand udden), достигая здѣсь высоты въ 150 ф. (45 м.). На слѣдующемъ островкѣ Фантхольмъ (Fantholmen) также видны слѣды оза, и затѣмъ онъ выступаетъ съ нѣсколько меньшею высотою на южномъ берегу Мелара у Стурхофа (Sturehof), но скоро возвышается до 100 ф. (30 м.) и идетъ уже безъ перерыва, хотя и не совсѣмъ правильной формы, мимо озера Борнъ (Bornsjö), и далѣе на Ю. мимо деревушки Оксъöга (Oxöga), сѣвернѣе озера Уттранъ (Uttran), гдѣ онъ исчезаетъ на небольшое разстояніе, но снова выказывается на южномъ берегу этого озера въ видѣ нѣсколькихъ разрозненныхъ холмовъ и возвышенностей къ 25—30 ф. (7—9 м.) высоты. Отсюда озъ идетъ опять къ Ю. черезъ проходы Грöдинге (Grödinge) и Сорунда (Sorunda) къ южной оконечности Сöдертöрна, мѣстами съ высокимъ, хорошо выраженнымъ гребнемъ, мѣстами,—какъ напр. между Бюреста (Byresta) и Эльста (Ellsta) и особенно въ первомъ изъ названныхъ проходовъ,—въ видѣ мощныхъ наносовъ, лежащихъ на склонахъ долинъ или упирающихся въ горы, мѣстами же, какъ напр. гораздо южнѣе,—въ видѣ разрозненныхъ, удлиненныхъ холмовъ или небольшихъ грядъ. Вся длина Упсальскаго оза, отъ устья Дальельфа до его южной оконечности у Сöдертöрна, доходитъ до 20 миль (200 верстъ)“ [13]).

Таково топографическое описаніе Упсальскаго оза, которое мы находимъ у Эрдмана. Что касается до абсолютной высоты мѣстности, по которой проходитъ озъ, то изъ приложеннаго къ книгѣ продольнаго разрѣза видно, что она колеблется отъ уровня моря до 200 ф. (60 м.). Сѣверная часть оза, вплоть до оз. Мелара, вся лежитъ на довольно ровной возвышенности имѣющей отъ 100 до 200 ф. (30—60 ф.) абс. высоты и падающей нѣсколько круче къ сѣверу (къ Ботническому заливу), чѣмъ къ Мелару. При этомъ, поднявшись на возвышенность,

[12]) Подошва его лежитъ здѣсь, отъ Ультуны до зал. Кальмаръ, почти въ уровнѣ моря.

[13]) A. Erdmann. Bidrag till kännedons af Sveriges qvartära bildningar Stockholm, 1868, pp. 109—111.

имѣющую сперва 100—130 ф. (30—40 м.) абс. высоты, озъ является почти непрерывнымъ и достигаетъ относительныхъ высотъ отъ 70 до 90 ф. (21—27 м.); онъ разорванъ здѣсь только въ одномъ мѣстѣ рѣкою Тьерпсъ. Между Стюнгсбергомъ и Бьёрклинге, онъ идетъ по той же возвышенности, имѣющей здѣсь отъ 130 до 207 ф. абс. выс. (39—61 м.), съ относительною высотою въ 50 до 80 ф. (15—25 м.), послѣ чего начинается покатость къ Мелару, и озъ разбивается на отдѣльные холмы. Острова Мелара имѣютъ самую ничтожную абс. высоту, менѣе 5—10 ф., и здѣсь, проходя по нимъ, озъ хотя и разорванъ во многихъ мѣстахъ, но достигаетъ наибольшей относительной высоты, т.-е. отъ 70 до 100 ф. и даже до 180 ф. (20—30 и 54 м.). Къ Югу отъ Мелара разрѣзъ оза не продолженъ.

Кромѣ того, въ разрѣзахъ Эрдмана показана линія наибольшихъ высотъ, достигаемыхъ страною между двумя сосѣдними главными озами, и дано разстояніе отъ оза до этихъ высшихъ точекъ; но безъ чертежа положеніе этой линіи трудно изложить съ должною ясностью. Поэтому, мнѣ остается отослать читателя къ атласу Эрдмана, посовѣтовавъ только провести на картѣ, гдѣ проведены горизонтали черезъ 100 ф., озы по другой картѣ того же атласа [14]). Наконецъ, изъ атласа Эрдмана мы видимъ еще, что на всемъ своемъ протяженіи Упсальскій озъ, говоря вообще, идетъ параллельно изборожденію. Если и встрѣчаются нѣкоторыя мѣстныя уклоненія, то они навѣрно происходятъ отъ того, что бороздки, даже на небольшомъ пространствѣ, никогда не бываютъ всѣ параллельны между собою,

[14]) Книга Эрдмана есть и на французскомъ языкѣ подъ заглавіемъ: Essai sur les formations quaternaires de la Suède; при ней приложенъ тотъ же атласъ, съ нужными поясненіями. Французское изданіе составляетъ сокращенное, впрочемъ довольно подробное изложеніе шведскаго текста, и для незнающихъ шведскаго языка можетъ вполнѣ замѣнить оригиналъ. Эта книга (стоящая 8 риксд., т.-е. около 3 р. 60 к., и которую можно получить черезъ всѣ нѣмецкіе книжные магазины) положительно необходима для каждаго занимающагося наносами. Можно прибавить только, что занимающимся наносами очень слѣдовало бы ознакомиться со шведскимъ языкомъ, который очень легокъ для всякаго знающаго нѣмецкій языкъ.

такъ какъ слѣдуютъ мелкимъ изгибамъ поверхности почвы. Но тѣмъ не менѣе, параллелизмъ озовъ и бороздъ вовсе не „кажущійся“, какъ это говоритъ Эрдманъ [15]), а напротивъ—весьма постоянный. Нѣтъ сомнѣнія, что при болѣе тщательныхъ изслѣдованіяхъ частныя уклоненія отъ общаго правила, совершенно ясно бросающагося въ глаза, объяснились бы вполнѣ удовлетворительно. Читатель самъ убѣдится въ этомъ, просмотрѣвъ 8-й листъ картъ въ атласѣ Эрдмана. Изъ разрозненныхъ замѣчаній, попадающихся у Эрдмана, видно еще, что Упсальскій озъ отличается большимъ развитіемъ побочныхъ озовъ (bi-åsar), отдѣляющихся отъ него къ Востоку; хотя вообще эти озы не достигаютъ, какъ говоритъ Эрдманъ, такого развитія, какъ главные, но въ данномъ случаѣ они обращаютъ на себя вниманіе и своею непрерывностью и вовсе не незначительною высотою. Таковы озы Весслandскій, Вендельскій и Ваттхольмскій, идущій по долинѣ р. Фюриса до ея верховьевъ (Wesslands-, Wendels- и Wattholma-åsarna). Всѣ они отдѣляются отъ Упсальскаго оза подъ очень острыми углами и идутъ на С.-С.-В., по долинамъ рѣкъ, равно какъ и самъ Упсальскій озъ, который на значительной части своего протяженія идетъ по открытымъ долинамъ Дальельфа и р. Фюрисъ.

Вотъ то, что̀ мы находимъ у Эрдмана. Признаюсь, что длинный перечень именъ, изъ котораго состоитъ вышеприведенное топографическое описаніе оза, совершенно не удовлетворяетъ меня, какъ не удовлетворяютъ и продольные и поперечные разрѣзы озовъ, захватывающіе лишь самую южную ихъ часть, т. е. то пространство, гдѣ они идутъ уже по Меларской равнинѣ. Я гораздо охотнѣе предпочелъ бы дать описаніе извѣстныхъ шведскихъ озовъ въ ихъ совокупности, въ связи съ описаніемъ рельефа Швеціи. Но къ сожалѣнію, въ Швеціи сдѣлано слишкомъ мало для того, чтобы наглядно изобразить рельефъ страны,

---

[15]) Erdmann, l. c., pp. 123—124.

да и геологи повидимому слишкомъ мало обращали вниманія на это обстоятельство; карточка высотъ, правда съ горизонталями черезъ 100 футъ, помѣщенная у Эрдмана, составлена только для ничтожнаго пространства Швеціи, того, гдѣ уже сдѣлана геологическая съёмка; другихъ же гипсометрическихъ картъ, сколько мнѣ извѣстно, не существуетъ. Впрочемъ, я постараюсь все-таки дать читателю хоть нѣкоторое понятіе о рельефѣ страны, руководствуясь карточкою очень малаго масштаба (1:9.000,000) изъ атласа Эрдмана, на которой показано изборожденіе въ Норвегіи, Швеціи и Финляндіи и дано нѣсколько высотъ [16]). Прилагаемый рисунокъ 16-й, составленный по даннымъ, имѣющимся въ атласѣ Эрдмана, нѣсколько пояснитъ сказанное. Высшія точки Скандинавскаго нагорья, доходящія до 6000—8000 ф. (1800—2400 м.), а также самое массивное нагорье мы находимъ въ югозападной части полуострова, въ сплошномъ поднятіи юго-западной Норвегіи (Хардангерфьельдъ, Доврефьельдъ и др.). Далѣе къ Сѣверу уже не встрѣчается такого обширнаго массивнаго нагорья, а тянется широкій становой хребетъ Скандинавскаго полуострова, сохраняющій, правда, свой плоскогорный типъ, но уже значительно болѣе съуженный, чѣмъ въ южныхъ частяхъ. Онъ достигаетъ до 4000—6000 ф. (1200—1800 м.), и площадь наибольшихъ его высотъ образуетъ луновидную кривую,— родъ громаднаго цирка, обращеннаго вогнутостью къ Ю.-Ю.-В., въ составъ котораго входитъ на Востокѣ хребетъ Мàнсельке, достигающій на перевалахъ противъ Вадеö высотъ въ 1650 до 2300 р. ф. (500 — 690 м.) [17]). Склоны этого цирка, какъ извѣстно, круто падаютъ къ своей внѣшней сторонѣ, т.-е. къ морю, и довольно полого спускаются на внутренней сторонѣ къ Ботническому заливу, давая начало многочисленнымъ, довольно прямымъ и длиннымъ, вѣерообразно сходящимся рѣкамъ. Что

[16]) Erdmann, Qvart. bildn., Tab. III. Öfversigt af räfflornas rigtning i Sverige, Norge och Finland. Очень маленькій кусочекъ этой карты, касающійся средней Швеціи, помѣщенъ въ текстѣ книги Эрдмана, съ проведеніемъ горизонталей.

[17]) Ch. Martins, Du Spitzberg au Sahara.

касается до упомянутой южной части Скандинавскаго нагорья, т.-е. до массивнаго нагорья южной Норвегіи, то также круто падая къ З. и С.-З., оно довольно равномѣрно понижается къ Ю.-В., такъ что горизонталь 300 м. (1000 ф.) идетъ почти совершенно прямою линіею (конечно за исключеніемъ узкихъ выемокъ долинъ), съ С.-В. на Ю.-З., вдоль сѣв.-зап. берега втораго расширенія Ботническаго залива [18]), а потомъ круто поворачиваетъ на Западъ, къ заливу, гдѣ лежитъ Христіанія. Въ разсматриваемомъ сплошномъ поднятіи есть только одна глубокая выемка, именно та, которая обращена къ Югу, образуя южное раздвоеніе между Швеціею и Норвегіею (заливъ, гдѣ лежитъ Христіанія). Горизонталь 500 ф. не параллельна горизонтали 1000 ф.: пройдя параллельно ей по берегу Ботническаго залива, она не поворачиваетъ съ нею на З., а идетъ въ прежнемъ направленіи къ Вэнеру, гдѣ поворачиваетъ подъ угломъ на Ю.-Ю.-В. Горизонталь 300 ф. совершенно параллельна 500 футовой и проходитъ очень близко отъ нея. Въ южной Швеціи, Сконіи, мы имѣемъ другое сплошное поднятіе, отъ 600 до 800 ф. (180—240 м.) абс. высоты, отрѣзанное отъ становаго хребта узкимъ проливомъ; лишь немногія отдѣльныя точки выходятъ здѣсь за 300 м. (1000 ф.). Мѣстность въ Сконіи правда очень пересѣчена, но она представляетъ все-таки плоскую возвышенность, равномѣрно поднятую и полого спускающуюся во всѣ стороны (при проѣздѣ изъ Гётэборга въ Норрчёпингъ она очень напомнила мнѣ Финляндію). Между Сконіею и подошвою вышеупомянутаго сплошнаго поднятія южной Норвегіи, средняя Швеція прорѣзана большою низменностью, лежащею ниже 90 м. (300 ф.) абс. выс., и заполненною большими Шведскими озерами,—Вэнеромъ и Меларомъ (Вэттеръ лежитъ въ узкомъ фіордѣ, вдавшемся къ югу, въ сплошное поднятіе Сконіи); но эта низменность не прошла широкимъ проливомъ, а составляется изъ двухъ низменностей, изъ которыхъ

[18]) Первымъ расширеніемъ я буду называть сѣверное, вторымъ—южное.

одна вдалась тупымъ угломъ съ В., захватывая весь широкій и короткій полуостровъ восточной Швеціи, лежащій противъ Аландскихъ острововъ, а другая,—бассейнъ Вэнера, — вдалась также угломъ съ Запада. Онѣ сообщаются узкимъ проливомъ.

Вдоль берега Ботническаго залива, восточная низменность идетъ очень узкою полосою, но она значительно шире по берегу Балтійскаго моря (восточному берегу Сконіи).

Переходя теперь къ расположенію озовъ, мы прежде всего замѣчаемъ, что они изслѣдованы только въ восточной низменности. Они заходятъ и въ нагорье, и доходятъ нерѣдко до высотъ въ 300 м. (1000 ф.), какъ это видно изъ книги Эрдмана; по картѣ топографическіе разрѣзы и описанія озовъ распространяются только на ту ихъ часть, которая лежитъ въ низменности. Далѣе, всѣ озы, проходящіе по этой низменности, приблизительно параллельны между собою; говоря вообще,—они идутъ съ С.-С.-З. на Ю.-Ю.-В.; при этомъ восточные озы имѣютъ почти точно меридіональное направленіе, западные же болѣе приближаются къ направленію С.-З. — Ю.-В.; другими словами, всѣ большіе озы сходятся къ окрестностямъ Нючёпинга (Nyköping) и Норрчёпинга (Norrköping), стремясь образовать слегка-расходящійся изъ этой мѣстности лучеобразный пучокъ. Каждый озъ въ свою очередь,—если разсматривать главные озы вмѣстѣ съ побочными, — образуетъ также развѣтвляющійся пучокъ, безусловно сходный съ рѣкою, составляющеюся изъ нѣсколькихъ притоковъ и текущею къ югу. *Всѣ озы перпендикулярны горизонтали 300 м. (1000 ф.), и всѣ они выходятъ изъ нагорья по долинамъ рѣкъ:* главные — изъ главныхъ углубленій, побочные — изъ побочныхъ, меньшихъ долинъ [19]). Изъ этого

[19]) Эрдманъ совершенно упустилъ изъ виду это обстоятельство и упоминая о согласіи озовъ съ долинами рѣкъ какъ-то вскользь, неохотно говоритъ объ этомъ. Совпаденіе озовъ съ долинами рѣкъ было однако давно замѣчено, и недавно на него опять указывалъ одинъ изъ самыхъ дѣятельныхъ участниковъ Геологической Съёмки, г. Тёрнебомъ. Онъ выразилъ это на небольшой карточкѣ, которая есть собственно только повтореніе карты озовъ Эрдмана, но гдѣ главные озы не отдѣлены отъ побочныхъ, а показаны одинаковой толщины, и гдѣ отброшены лишнія

однако ясно слѣдуетъ, что причинъ образованія озовъ и причинъ, опредѣлившихъ ихъ положеніе въ данномъ мѣстѣ среди низменности, слѣдуетъ искать *не въ самой низменности, а въ нагорьѣ*. Упсальскій озъ и сосѣдній съ нимъ съ Запада—Энчёпингскій (Enköpingsås), имѣющіе направленіе наиболѣе близкое къ меридіальному, оба берутъ начало на западномъ берегу втораго расширенія Ботническаго залива и идутъ параллельно ему, причемъ Энчёпингскій озъ сѣвернѣе города Гефле (Gefle) идетъ вдоль самаго берега, а Упсальскій озъ, къ С. отъ этого города, идетъ подъ водою, гдѣ замѣчается отдѣльными, выступающими изъ воды островками. Дойдя, на своемъ пути къ югу, до того мѣста, гдѣ берегъ Швеціи задается противъ Аландскихъ острововъ, къ Востоку, широкимъ низменнымъ полуостровомъ, Энчёпингскій и Упсальскій озы вступаютъ на эту низменность и идутъ по ней.

Чтобы еще выяснить положеніе Упсальскаго оза въ этой низменности, нужно разсмотрѣть её подробнѣе. Я говорилъ уже, что эта низменность задалась къ З. широкимъ треугольникомъ, котораго бока идутъ отъ Гефле на Ю.-З., къ вост. оконечности озера Вэнера и отсюда—на Ю.-В. Въ этой низменности замѣчается еще впадина, лежащая ниже 30 м. (100 ф.), которую я буду называть Меларскою впадиною. Она вдалась къ западу широкимъ треугольнымъ заливомъ, которой сходится клиномъ у зап. оконечности Мелара и совершенно выклинивается у г. Арбога. Достигая наибольшей ширины въ меридіанѣ Упсалы, гдѣ она доходитъ до этого города, Меларская впадина сообщается съ Балтійскимъ моремъ только по узкому проливу у Стокгольма, такъ какъ сѣвернѣе и южнѣе этого пролива она отдѣлена отъ моря небольшою плоскою возвышенностью, достигающею отъ 30 до 75 м. (100—250 ф.); меридіанъ Упсалы,

---

подробности и показаны только рѣки. См. A. Törnebohm. Några anmärkningar med anledning af Dr. P. A. Levins uppsats: «Tankar om de Skand. sandåsarnes bildning», въ Geologiska Förenings i Stockholm Förhandlingar, Bd. I, 1872, pp. 55—63.

съ легкою выпуклостью на Западъ, служитъ слѣдовательно восточною границею Меларской впадины. По этой-то границѣ и идетъ къ Меларской впадинѣ Упсальскій озъ, окаймляя такимъ образомъ съ Запада небольшую плоскую возвышенность, отдѣляющую Меларскую впадину отъ Ботническаго залива. Слѣдуя легкой выпуклости, которою эта граница вдалась къ З., озъ также описываетъ соотвѣтственную кривую. Сѣвернѣе Упсалы, до Гефле, идетъ низкая плоская возвышенность равномѣрно поднятая до 130—200 ф. (40—60 м.) абс. выс., въ которую горизонталь 100 ф. заходитъ только по долинамъ рѣкъ. Озъ идетъ по этой возвышенности, поднявшись на неё съ Юга по главной долинѣ рѣки Фюрисъ, а въ побочныя долинки этой возвышенности заходятъ высокіе побочные озы, Ваттхольмскій Вендельскій и Весслянскій.

Итакъ, вотъ общій ходъ Упсальскаго оза: въ нагорьѣ онъ идетъ вмѣстѣ съ Энчёпингскимъ озомъ по западному берегу долины Ботническаго залива, съ С. на Ю.; здѣсь онъ большею части покрытъ водою; выйдя изъ нагорья, онъ вступаетъ на восточную низменность средней Швеціи, и идетъ прямою линіею на Югъ; для этого онъ идетъ по низкой площадкѣ, на высотѣ до 200 ф. (60 м.), съ нея спускается по долинѣ р. Фюрисъ въ Меларскую впадину и здѣсь слѣдуетъ восточной границѣ этой впадины, дѣлая съ нею изгибъ, выпуклый къ Западу, и пересѣкая Меларъ, послѣ чего онъ опять выходитъ къ берегу Балтійскаго моря, гдѣ и теряется (длинный островокъ Landsort).

Прочіе шведскіе озы приблизительно параллельны Упсальскому и перпендикулярны подошвѣ нагорья. Они выходятъ изъ долинъ нагорья, спускаются съ его нижней ступени,—*падающей иногда на 400 ф. (120 м.) на протяженіи около 25 верстъ*,—въ Меларскую впадину, пересѣкаютъ её, дѣлая мелкія извучины въ зависимости отъ небольшихъ разностей высотъ, и затѣмъ снова поднимаются на низкое нагорье южной Швеціи [20]).

[20]) Уже этого топографическаго описанія достаточно, чтобы читатель могъ убѣдиться въ несообразности гипотезы, объясняющей себѣ озы какъ береговые

Покончивъ съ топографическимъ очеркомъ положенія Упсальскаго оза, мы перейдемъ теперь къ его внутреннему строенію. У Эрдмана, или же въ „Геологической Съемкѣ Швеціи“ мы напрасно стали бы искать данныхъ по этому предмету (хотя Эрдманъ и упоминаетъ о дорогѣ, проложенной поперекъ оза); а потому я перехожу къ тому строенію, которое самъ наблюдалъ, какъ сказано выше, у города Упсалы. Прилагаемый поперечный разрѣзъ (рис. 17) составленъ мною глазомѣрно, съ помощью нѣкоторыхъ измѣреній, и имѣетъ цѣлью дать общее понятіе о строеніи оза. Слѣдующіе три рисунка (18, 19 и 20) даютъ нѣкоторое понятіе о характерѣ наслоенія песковъ, промытаго галечника и глинъ въ поверхностныхъ слояхъ оза.

Мы видимъ изъ рисунка 17-го, что озъ состоитъ изъ двухъ рѣзко разграниченныхъ частей. Смѣшивать ихъ въ одно одновременное, или даже однородное образованіе, нѣтъ никакой возможности [21]).

Въ данномъ случаѣ это различіе чрезвычайно рѣзко. Ядро, или болванка, на которой сложился озъ, абсолютно неслоисто, плотно; наружный покровъ состоитъ изъ рыхлыхъ наносовъ и весь мелко-слоистъ. *Перехода* отъ одного отложенія къ другимъ,— отъ ядра къ покрову, не существуетъ. Всюду, гдѣ обнаженіе не засыпано осыпью, рѣзко обрисовывается граница между неслоистымъ ядромъ и мелко-слоистымъ наружнымъ покровомъ [22]).

валы. Для этого нужно было бы, чтобы во время образованія озовъ *Меларская впадина не существовала*, т.-е. чтобы дно ея было поднято футовъ на 400, въ уровень съ нижними частями нагорья, остающагося неподвижнымъ. Но.... именно эта-то впадина и существовала и во время образованія озовъ (вторая часть ледниковаго періода, развитія арктическихъ морей); именно она-то и заполнена арктическими глинами! Да и верхняя граница арктическихъ глинъ именно въ средней Швеціи-то и идетъ, почти совершенно совпадая съ горизонталями, т.-е. на высотѣ отъ 500 до 550 ф. (150—165 м.) и положительно говоритъ такимъ образомъ, что относительныхъ измѣненій рельефа, въ родѣ провала Меларской впадины на 400 ф., не происходило со время отложенія этихъ глинъ.

[21]) Даже Эрдманъ призналъ рѣзкое различіе между ядромъ озовъ и ихъ мантіею, или внѣшнимъ покровомъ, хотя онъ же возражалъ противъ того же въ сущности воззрѣнія, высказаннаго г. Постомъ. См. объ этомъ ниже, во II-й части: Морены и Озы.

[22]) Этотъ фактъ, замѣчу я кстати, не есть явленіе единичное. Достаточно

Ядро и покровъ не менѣе разнятся по составу. Покровъ состоитъ изъ песковъ, глинъ и мелкаго щебня, тщательно разсортированныхъ на мелкіе слои и расположенныхъ съ самымъ разнообразнымъ наслоеніемъ. Нѣтъ возможности изобразить всѣ мельчайшія группы слоевъ, изъ которыхъ слагается озъ, и я передалъ, конечно, только самыя главныя. Въ иныхъ мѣстахъ тонкіе слои песковъ, мелко-переслоенные иломъ, носятъ явные признаки дѣйствія воды и того, что они нѣкогда составляли прибрежное отложеніе: ихъ покрываютъ мелкіе волноприбойные знаки. Можно замѣтить даже, что водоемъ, гдѣ отлагались эти слои, не былъ очень большихъ размѣровъ, такъ какъ разстоянія гребней волнъ меньше 1 дцм. (4 д.). Тончайшее наслоеніе свидѣтельствуетъ о медленномъ и спокойномъ осажденіи иловъ и песковъ, а разнообразныя положенія слоевъ (перекрестное наслоеніе) говорятъ о громадной продолжительности періода отложенія этихъ наносовъ. Примѣры такого, крайне разнообразнаго перекрестнаго наслоенія приведены въ рисункахъ 18—20. Водоемъ, изъ котораго осаждались наносы, образующіе наружный покровъ, покрывалъ не только подошву, или часть оза, но и весь озъ, до его вершины, такъ какъ такіе же наносы мѣстами покрываютъ верхнія части ядра; см. рис. 20. Что этотъ водоемъ былъ одно время моремъ, хотя и мало-соленымъ, видно изъ того, что на склонахъ Упсальскаго оза найдены (въ томъ числѣ и Ляйеллемъ еще въ 1834 году) миріады раковинъ Гребешка *(Cardium)*, Ракушки *(Mytilus)* и множества другихъ „нынѣ живущихъ видовъ моллюсковъ, перемѣшанныхъ съ прѣсноводными раковинами. Всѣ морскія раковины не велики“, замѣчаетъ Ляйэлль,“ и тождественны съ нынѣ-обитающими въ малосоленыхъ водахъ Балтійскаго моря“. Мергель, состоящій изъ этихъ раковинъ, говоритъ онъ, лежитъ теперь на абс. высотѣ

взглянуть на разрѣзы, напечатанные Эрдманомъ, чтобы замѣтить, что *во всѣхъ* изображенныхъ имъ озахъ, также оказывается *неслоистое ядро* и *слоистый наружный покровъ*; оба также рѣзко разграничены.

болѣе 100 ф. [23]). Слоистые наносы достигаютъ гораздо большей мощности на западной сторонѣ оза, чѣмъ на восточной,—вѣроятно, потому, что съ этой стороны (см. рис. 16) онъ болѣе открытъ прибою. Здѣсь попадаются и тонко-слоистыя, весьма нѣжныя глины, съ остатками корней растеній, и вышеупомянутыя морскія раковины.

Совершенно иной характеръ имѣетъ ядро оза, состоящее исключительно изъ хряща.

Прежде всего, оно вовсе *не слоисто*. Только въ верхнихъ частяхъ хряща, въ западной части оза, замѣтна слабая слоеватость; но она весьма мало развита, замѣчается только при внимательномъ изслѣдованіи и проявляется лишь отдѣльными мѣстами. Все ядро состоитъ изъ однородной массы хряща, т.-е. изъ однородной смѣси окатанныхъ гальки и валуновъ, начиная отъ нѣсколькихъ центиметровъ въ діаметрѣ до 0,1 и 02 м., изрѣдка—до 0,3 и 0,4 м., перемѣшанныхъ съ угловатымъ пескомъ и угловатою же галькою, и съ тонкимъ мучнистымъ цементомъ.

Эта масса совершенно *не сортирована*. Если я и употребилъ сейчасъ слово „слоеватость“ для нѣкоторыхъ ея частей, то только для того, чтобы показать, что въ такихъ случаяхъ наиболѣе округленные продолговатые валуны лежатъ горизонтально (большая ось—съ W на O) и группируются въ этихъ мѣстахъ *преимущественно* въ горизонтальные ряды, причемъ въ галькѣ замѣчается отсутствіе муки, и видно, что она была нѣсколько промыта водою. Но о *сортировкѣ* муки, песка, хряща и болѣе крупной гальки въ отдѣльные слои,—нѣтъ и помина.

Вся масса ядра довольно *плотна*. Въ этомъ можно убѣдиться даже издали: обнаженіе представляется почти на всемъ

---

[23]) Ч. Ляйэлль, Геологическія доказательства древности человѣка (Geol. Evid. of the Antiq of Man), Птб., 1864, с. 229. Что касается до утвержденія Мурчисона, будто озъ лежитъ *на* наносахъ, содержащихъ эти раковины, то это только одна изъ весьма многихъ невѣрностей, которыми переполненъ его отчетъ. См. объ этомъ XVII главу.

протяженіи хорошо сохранившимся, не смотря на свою крутизну. Лазя по обнаженію, правда съ большимъ трудомъ, такъ какъ щебень осыпается подъ ногами, — можно замѣтить въ нѣсколькихъ мѣстахъ совершенно *вертикальныя* стѣнки щебня, сохранившіяся при обвалахъ; если не ошибаюсь, эти стѣнки направляются преимущественно съ С. на Ю. Въ верхнихъ частяхъ обнаженія нуженъ бываетъ ударъ молотка, чтобы масса разсыпалась, но напримѣръ высѣкать въ ней ступени, какъ это приходится дѣлать въ нѣкоторыхъ плотныхъ отложеніяхъ ледниковаго щебня (большею частію желѣзистаго),—уже нельзя; мѣстами масса сыплется даже отъ порывовъ вѣтра.

Наконецъ, масса ядра *вовсе не промыта водою.* Она не только не сортирована, но вполнѣ сохранила *мучнистую* примѣсь, столь характерную для ледниковаго щебня и, какъ видно изъ XVIII главы, отнюдь не имѣющую сходства съ иломъ. Всѣ камни облѣплены этою твердо-приставшею къ нимъ мукою. Что эта мука — не цементъ, просочившійся сверху, а механическая смѣсь и примѣсь, едва ли нужно упоминать.

Словомъ, масса, составляющая ядро оза, имѣетъ всѣ признаки ледниковаго щебня поддонныхъ моренъ (см. XVIII главу), если не считать существеннымъ признакомъ послѣдняго большую плотность массы, т.-е. свойство, зависящее, какъ мы убѣдимся ниже, отъ совершенно побочныхъ причинъ. Можно замѣтить только, что она содержитъ болѣе камней и менѣе глины, чѣмъ многія разновидности поддонныхъ моренъ.

На поверхности оза мѣстами встрѣчаются гранитные и гнейсовые, мало-окатанные валуны; одинъ изъ нихъ, показанный на рисункѣ 17-мъ, достигалъ 0,8 м. (2,6 ф.) по наибольшему измѣренію. Всѣ видѣнные мною валуны лежали въ такихъ мѣстахъ, гдѣ наносы наружнаго покрова достигали весьма малой толщины. Ляйэлль тоже упоминаетъ, что «на вершинѣ одной изъ этихъ возвышенностей, называемыхъ по-шведски åsar (близь Упсалы), лежитъ нѣсколько огромныхъ валуновъ, состоящихъ преимущественно изъ неокругленнаго гнейса отъ 9

до 16 ф. (2,7—5) въ діаметрѣ“ [24]). Эти валуны состоятъ большею частью изъ породъ, принесенныхъ не издалека, замѣчаетъ г. Стольпе. Валуны вообще очень распространены въ окрестностяхъ Упсалы, и мѣстами покрываютъ поля въ громадныхъ количествахъ, на поверхности ледниковаго щебня [25]), гдѣ бы онъ ни выступалъ, слѣдовательно и у подошвъ оза [26]). Кромѣ валуновъ на поверхности и у подошвъ оза, заслуживаетъ вниманія одна большая группа крупныхъ булыжниковъ (сотни двѣ), лежащая у подошвы обнаженія ядра оза. Гдѣ она залегала ранѣе—неизвѣстно. Эти булыжники совершенно эллипсоидальны, обмыты и сглажены, и покрыты чернымъ налётомъ (ржавчиною?), который я замѣчалъ на камняхъ на берегу моря. Эта группа показана въ поперечномъ разрѣзѣ оза.

Разсматриваемое обнаженіе близъ Упсалы мы можемъ признать типичнымъ для всего оза. Всѣ разрѣзы Эрдмана и всѣ тѣ озы, съ которыми я ознакомился впослѣдствіи въ Финляндіи, принадлежатъ къ этому же типу. Вездѣ мы видимъ покровъ, состоящій изъ безчисленныхъ, самыхъ разнообразныхъ слоевъ глинъ, песка и промытой гальки, и неслоистое ядро, на которомъ отлагались эти слои. Такъ характеризуютъ озы и всѣ шведскіе изслѣдователи. Мы можемъ, слѣдовательно, по одному этому разрѣзу, не подвергаясь упрёку въ слишкомъ скоромъ обобщеніи, разсмотрѣть вопросъ, на который не дало намъ отвѣта изученіе топографіи оза, — вопросъ о томъ, какъ могло возникнуть это образованіе? И если одинъ разрѣзъ не дастъ намъ отвѣта на всѣ тѣ вопросы, которые возникнутъ при построеніи любой гипотезы происхожденія оза, то онъ дастъ намъ по крайней мѣрѣ возможность построить наиболѣе правдоподобную гипотезу, въ общихъ ея основаніяхъ; онъ дастъ намъ также возможность разсмотрѣть, насколько правдоподобны прежде-пред-

---

[24]) Ч. Лайэль l. c., стр. 229,

[25]) Sveriges Geologiska Undersökning, Häftet 31 = M. Stolpe, Några ord till upplysning om bladet „Upsala“. Sthlm., 1869, p. 22.

[26]) См. объ этомъ ниже, въ XVII главѣ.

ложенныя гипотезы, насколько онѣ удовлетворительно объясняютъ всю совокупность явленій, описанныхъ на предыдущихъ страницахъ? И если эти гипотезы окажутся въ противорѣчіи съ замѣченными явленіями, то мы должны будемъ ихъ отвергнуть, ибо если *нѣсколькихъ* фактовъ недостаточно для построенія гипотезы, то *одного* противорѣчащаго достаточно, чтобы признать ее несостоятельною.

Итакъ, какимъ образомъ объяснить себѣ происхожденіе Упсальскаго оза?

Прежде всего, ясно, что ядро и наружный покровъ не могутъ быть образованіями одновременными. Очевидно, какъ изъ разрѣза всего оза, такъ и изъ рисунковъ наслоенія отдѣльныхъ его частей, что наружный слоистый покровъ началъ отлагаться тогда, когда ядро уже существовало готовое, почти въ своей современной формѣ. Между ядромъ и покровомъ не только незамѣтно непрерывности образованія, но, напротивъ того, существуетъ ясная, рѣзкая граница, перерывъ. Слои покрова формируются по болванкѣ уже готовой, согласуются въ своемъ расположеніи съ очертаніями ея поверхности. Сила отлагающая ихъ даже не разрушаетъ этой поверхности ядра и только весьма мало видоизмѣняетъ ее въ западной части оза, отмывая муку, которою облѣплены были камни, быть можетъ слегка окатывая ихъ и внося хотя нѣкоторое подобіе слоеватости въ расположеніе болѣе крупныхъ камней въ наружныхъ частяхъ ядра. На этомъ, нѣсколько видоизмѣненномъ ложѣ отлагаются уже наклонные слои галечника, песка или глинъ. — Итакъ уже по расположенію слоевъ мы можемъ сказать, что ядро и наружный покровъ суть образованія разновременныя. Каждый изъ мельчайшихъ слоевъ покрова образовался въ то время, когда *все* ядро, *вся* болванка существовала въ формѣ весьма близкой къ современной; не было ничего подобнаго тому, чтобы на одной сторонѣ шло отложеніе слоевъ покрова, а на другой продолжалось увеличеніе ядра; или чтобы обѣ силы, работавшія надъ созиданіемъ ядра и покрова,

работали въ перемежку; иначе, мы хотя гдѣ-нибудь увидали бы внутри ядра проявленіе дѣятельности той силы, которая работала надъ созиданіемъ покрова, или хотя гдѣ-нибудь въ покровѣ увидали бы слои, тождественные по составу съ ядромъ. И такъ мы можемъ сказать, что все ядро, въ его теперешней формѣ, существовало уже въ то время, когда началъ отлагаться первый, хотя бы самый ничтожный слой песка изъ наружнаго покрова.

Мало того, мы можемъ сказать, что существовалъ *перерывъ* болѣе или менѣе продолжительный между образованіемъ ядра и образованіемъ покрова; каковы бы ни были силы, работавшія надъ образованіемъ ядра и покрова, еслибъ даже это были однѣ и тѣ же силы, во всякомъ случаѣ, въ ихъ дѣятельности долженъ былъ быть перерывъ. *До* него эти силы отлагали неслоистое ядро; *послѣ* него онѣ начали отлагать слоистый покровъ; ибо мы не можемъ допустить, чтобы продуктъ дѣятельности какихъ бы то ни было силъ измѣнился такъ рѣзко, какъ въ данномъ случаѣ, безъ значительнаго измѣненія окружающихъ условій; окружающія же условія (особенно въ данномъ случаѣ, гдѣ для образованія покрова нужно дѣйствіе воды озера или моря) не могутъ измѣняться внезапно, въ такой мѣрѣ и въ такихъ размѣрахъ, какія потребовались бы въ данномъ случаѣ. Итакъ, если бы надъ образованіемъ ядра и его покрова работали даже однѣ и тѣ же силы, напр. морскія волны или морскія теченія, то въ ихъ дѣятельности долженъ былъ произойти перерывъ, настолько продолжительный, чтобы во время его могло совершиться нужное измѣненіе условій.

Теперь посмотримъ, *могли ли* надъ образованіемъ ядра и покрова работать однѣ и тѣже силы?—Для этого намъ удобнѣе забѣжать впередъ и разсмотрѣть, какія это могли быть силы,—обѣ или по крайней мѣрѣ одна изъ нихъ. Такой скачокъ тѣмъ болѣе удобенъ, что въ данномъ случаѣ не можетъ быть спора объ одной изъ дѣйствовавшихъ силъ; мы можемъ прямо назвать ее по имени. Каждый, видавшій хотя бы отложенія любаго ру-

чейка послѣ сильнаго дождя, признаетъ, что наружный покровъ есть осадокъ изъ какихъ-нибудь водъ. Внимательно разсматривая эти слои, онъ скажетъ также, что во́ды трудившіяся надъ созиданіемъ этой слоистой оболочки, должны были быть очень разнообразны. Тончайшіе слои мельчайшаго песка съ ихъ нѣжною косою штриховатостью и толстые слои грубаго морскаго песка, о которыхъ, судя по одной ихъ мощности и однородности, не слѣдя ихъ даже по линіи простиранія, можно сказать, что они занимаютъ большія площади; тончайшіе горизонтальные слои ила и мощные слои грубаго промытаго хряща съ пескомъ, падающіе до 20° къ З.; слои мергеля образовавшіеся изъ хрупкихъ раковинъ моллюсковъ и крупная галька, промытая какъ на вашгердѣ золотопромывальной машины,—всѣ эти разнохарактерныя образованія, имѣющія общую черту,— отложеніе въ водѣ, несомнѣнно должны были образоваться однако въ самыхъ разнообразныхъ условіяхъ. Одни смыты съ болѣе высокихъ частей того же ядра, быть можетъ съ того высокаго холма, на которомъ теперь красуется замокъ (Slottsbacken), быть можетъ съ нѣкогда болѣе высокаго гребня ядра; или же они отложены ручьями, извивавшимися вдоль ядра и прихотливо мѣнявшими свое русло, какъ ручьи равнинъ. Другіе, болѣе мощные слои песковъ могли отложиться подъ вліяніемъ то сильнаго, бурнаго, то спокойнаго прибоя, нагонявшаго на отмелый берегъ свои мутныя волны; слѣды этихъ волнъ видны и теперь въ морщинкахъ (ripple-marks) сохранившихся на слояхъ песка, подъ тонкими прослойками ила. Третьи слои могли отлагаться либо тѣмъ же прибоемъ, но омывающимъ, въ силу отраженій, линіи берега, подобно тому какъ образуются косы Пунгахарью, либо такими же, временными или постоянными теченіями; матеріалъ, отмытый въ однихъ мѣстахъ ядра, отлагался, слѣдовательно, въ другихъ, увеличивая ширину послѣдняго, въ возвратъ за размыванье другихъ его частей. Четвертые слои наконецъ, какъ нѣжныя глины, отлагались уже въ болѣе глубокихъ и спокойныхъ водахъ мутныхъ озеръ, отдавав-

шихъ такою же синью какъ Женевское озеро [27]), или же въ водахъ моря, мало соленаго вслѣдствіе своей замкнутости, или наконецъ по обилію тающихъ въ немъ льдовъ. Словомъ, перебирая одинъ за другимъ безчисленные слои, изъ которыхъ составляется покровъ оза, мы увидимъ, что каждый изъ этихъ слоевъ могъ образоваться однимъ изъ перечисленныхъ способовъ, можно даже указать—какимъ именно. Но если исключить лишь немногіе слои, образующіеся осыпаніемъ верхнихъ частей обнаженій и принимающіе крутыя наклонныя положенія,—то всѣ слои наружнаго покрова имѣютъ общее происхожденіе въ томъ смыслѣ, что они образовались въ водѣ, находившейся въ движеніи, или при содѣйствіи такой воды.

Очевидно, что ни одна изъ этихъ силъ не работала надъ построеніемъ *ядра* Упсальскаго оза: оно не могло образоваться ни въ проточной водѣ, ни въ глубокомъ морѣ, ни силою прибоя. О проточной водѣ не можетъ быть и рѣчи. Грубая, безпорядочная, безформенная плотная масса абсолютно исключаетъ всякую мысль о распредѣляющей, сортирующей силѣ проточной воды.—Точно также не можетъ быть рѣчи о томъ, чтобы наносъ образующій ядро, могъ образоваться путемъ спокойнаго осажденія въ глубокой водѣ. Въ самомъ дѣлѣ мы не знаемъ той глубины, гдѣ вода не была бы въ движеніи; всюду, во всякой части океановъ, во́ды текутъ изъ одного пояса въ другой, на поверхности и на глубинѣ; во всякомъ, самомъ спокойномъ озерѣ, вода движется, хотя по временамъ, подъ вліяніемъ теченій или бурь. А всякая движущаяся вода *сортируетъ* матеріалъ различной плотности и объема. И если даже допустить, что на нѣкоторыхъ значительныхъ глубинахъ вода находится почти въ совершенномъ покоѣ [28]), то и въ этомъ случаѣ она

---

[27]) Признакъ присутствія въ водѣ мельчайшихъ твердыхъ частицъ, по Тиндаллю.

[28]) Это совершенно противорѣчило бы наблюденіямъ Уаллича въ сѣверныхъ частяхъ Атлантическаго океана, который и на большихъ глубинахъ находилъ въ области глубинныхъ арктическихъ теченій, либо окатанный булыжникъ безъ хрящя, либо промытый хрящъ, либо наконецъ крупный промытый песокъ, но всегда

обладаетъ сортирующею силою, такъ какъ мелкія твердыя частицы, какъ мельчайшій илъ, требуютъ тысячелѣтій, чтобы осѣсть въ такой спокойной водѣ, тогда какъ крупныя части падаютъ сравнительно быстро. Между тѣмъ въ ядрѣ Упсальскаго оза мы имѣемъ смѣсь самыхъ мельчайшихъ пылинокъ съ булыжниками и камнями въ 0,4 м. въ діаметрѣ. Такая смѣсь не могла отложиться въ спокойномъ, *глубокомъ* морѣ. Нечего и говорить уже о формѣ, принятой этимъ наносомъ. Образованіе, отложенное въ видѣ узкой грядки, среди обширной равнины, не можетъ быть осадкомъ глубокаго моря, если такіе же осадки не покрываютъ всей страны, и нѣтъ основаній предполагать, что они смыты со всего пространства, за исключеніемъ самой грядки (см. II главу). Остается только третій возможный способъ воднаго образованія ядра, именно сила прибоя, и на ней мы должны остановиться, такъ какъ къ ней-то и прибѣгаютъ сторонники воднаго образованія озовъ. Но и здѣсь намъ тоже не придется вдаваться въ длинныя разсужденія. Волны, нагоняемыя на берегъ, также не могутъ не сортировать двигаемаго ими матеріала. Болѣе крупныя части онѣ оставятъ на половинѣ своего пути по отлогому прибрежью, а до крайнихъ достигаемыхъ ими придѣловъ онѣ донесутъ лишь мельчайшій песокъ, который и отложатъ тонкимъ наклоннымъ слоемъ. Далѣе, сила прибоя далеко не постоянна; она мѣняется изо дня въ день, отъ одного времени года до другаго; отдѣльныя бури нагоняютъ массы булыжниковъ до тѣхъ мѣстъ, куда при обыкновенныхъ условіяхъ достигаетъ лишь мелкій песокъ; затѣмъ, когда стихнетъ буря, этотъ булужникъ снова станетъ покрываться пескомъ, и такимъ образомъ среди песка обозначится опредѣленный пропластокъ крупныхъ камней. Еще опредѣленнѣе скажется слоеватость, если измѣнятся очертанія береговой линіи, или измѣнится относительный уровень моря; берегъ, на которомъ бурунъ ворочалъ нѣкогда эллипсоидальные булыжники въ два фута величи-

---

промытый матеріалъ. Ср. Wallich, The North. Atlantic Sea-Bed. Ср. также слоистость ила на очень большой глубинѣ, доказанную шведскою Шпицбергенскою экспедиціею. Chydenius, Svenska Exped. till Spetsbergen.

ною, со временемъ, съ измѣненіемъ очертаній сосѣднихъ береговъ, станетъ покрываться лишь мелкою галькою; и можно будетъ прослѣдить слоеватость при переходѣ отъ болѣе крупнаго матеріала къ болѣе мелкому. Такъ по крайней мѣрѣ представляю я себѣ дѣйствіе прибоя, и если я не могу подтвердить своихъ дедуктивныхъ заключеній непосредственными наблюденіями надъ современными прибрежными образованіями (не знаю, существуютъ ли даже такія наблюденія), то тѣмъ болѣе можно привести примѣровъ изъ древнихъ отложеній. Въ самомъ дѣлѣ, есть много стратиграфическихъ признаковъ, по которымъ легко узнать прибрежныя отложенія, не говоря уже о такихъ признакахъ, какъ напримѣръ волноприбойные знаки, или еще лучше береговые наносы, плотно набитые раковинами [29]). Но такія отложенія всегда бываютъ явно слоисты, и составляющій ихъ матеріалъ также хорошо, даже лучше разсортированъ, чѣмъ наносъ, отлагающійся въ проточной водѣ. Намъ незачѣмъ даже далеко искать такихъ примѣровъ: они есть въ самомъ Упсальскомъ озѣ, особенно на западномъ склонѣ, гдѣ переслаиваются галечникъ, мелкій промытый хрящъ, крупные и мелкіе пески, и гдѣ волноприбойные знаки и плотно набитыя створки раковинъ прямо говорятъ за береговое отложеніе. Правда, что всѣ эти матеріалы—сравнительно мелкіе, и въ нашемъ разрѣзѣ Упсальскаго оза нѣтъ разсортированнаго крупнаго матеріала. Но мы можемъ найти его въ другихъ озахъ, какъ напримѣръ въ Хэйтіэйнскомъ озѣ, разсмотрѣнномъ въ предыдущей главѣ, и многихъ другихъ [30]). Впрочемъ, увѣренность геологовъ въ томъ,

[29]) Створки раковинъ часто бываютъ въ такихъ случаяхъ набиты одна въ другую, какъ вкладывающіяся другъ въ друга коробочки, собираемыя дѣтьми.

[30]) Вообще, такіе случаи, гдѣ *крупный* булыжникъ переслаивался бы съ мелкимъ наносомъ, должны быть очень рѣдки, такъ какъ прибой можетъ отлагать слой булыжника только тогда, когда нужный матеріалъ есть на лицо на мѣстѣ. *Приносить* булыжники въ достаточномъ количествѣ для отложенія слоя береговыя волны не могутъ. Поэтому слои булыжниковъ въ прибрежныхъ образованіяхъ *никогда* не достигаютъ большой толщины. По той же причинѣ они большею частію залегаютъ въ нижней части прибрежнаго наноса; исключеніе можетъ быть лишь въ томъ случаѣ, когда они могутъ быть принесены съ сосѣдней части берега, тогда они могутъ покрывать болѣе мелкій наносъ.

что прибой всегда разсортируетъ имѣющіеся въ его распоряженіи матеріалы, такъ велика, что *на ней то и основано заключеніе о прибрежномъ возникновеніи озовъ*. Именно, потому-то Эрдманъ и его послѣдователи и признавали озы прибрежными валами, что въ наружномъ покровѣ озовъ они находили слоистое расположеніе частей... Но здѣсь мы должны остановиться.

Уже изслѣдуя Упсальскій озъ и изучая превосходное, представляющееся возлѣ города обнаженіе, я упорно задавалъ себѣ вопросъ, какимъ образомъ могла встрѣтить какое бы то ни было сочувствіе гипотеза, въ самой основѣ которой лежитъ такая крупная и явная чисто-логическая ошибка, какъ въ основѣ гипотезы прибрежнаго образованія озовъ? Въ самомъ дѣлѣ, очищенная отъ постороннихъ примѣсей, эта гипотеза приметъ такой видъ: «озы состоятъ изъ ядра и изъ покрова. Покровъ состоитъ изъ глинъ, песка, хряща, гальки и булыжниковъ; ядро—изъ хряща и булыжниковъ. Покровъ слагается изъ мельчайшихъ и самыхъ разнообразныхъ слоевъ, онъ весь слоистъ, и слои, говоря вообще, падаютъ сѣдловидно и содержатъ волноприбойные знаки, иногда — морскія раковины, чѣмъ ясно доказывается, что эти слои отлагались на берегу озеръ или морей силою прибоя. Ядро вовсе не слоисто,—*но тѣмъ не менѣе оно также* образовано прибоемъ волнъ, который нагромоздилъ эти длинныя гряды»... и т. д.,—скачокъ уже сдѣланъ, узда снята, всѣ другія несообразности—уже ничто передъ этою главною. Мнѣ кажется, что я нисколько не преувеличиваю нелогичности этого разсужденія. Дѣйствительно, что́ послужило основаніемъ морской теоріи озовъ?—Слоистость ихъ наружнаго покрова и морскія раковины, найденныя въ этихъ слояхъ. Но ядро, которое Эрдманъ и всякій, пишущій объ озахъ на основаніи изученія ихъ, строго отличаетъ отъ покрова, слоисто или нѣтъ?—Нѣтъ; но оно *тоже* образовано прибоемъ.—Почему же? — *Потому*, что во всѣхъ озахъ мы находили, въ ихъ покровахъ, наклонные слои и морскія раковины!!!... И что́ всего болѣе занимало меня, это то, какимъ образомъ эта явная ошибка суж-

денія, о которой напоминаетъ каждый изъ разрѣзовъ самого Эрдмана (точнѣе—семь изъ восьми), не замѣчалась тѣми учеными, которые держатся этой «теоріи» уже послѣ появленія подробныхъ и точныхъ изслѣдованій, на которыхъ основывался Эрдманъ, и даже ссылаются на эти самыя изслѣдованія. Признаюсь, этотъ вопросъ не переставалъ занимать меня во время всей поѣздки въ Финляндію, но здѣсь я не нашелъ на него отвѣта: нужно было ознакомиться со всею исторіею ледниковой литературы, чтобы найти хотя приблизительный отвѣтъ,—приблизительный, потому что исторія науки много еще представитъ нерѣшенныхъ вопросовъ для будущаго историка... Но идемъ далѣе.

Такимъ образомъ, мы могли бы, на основаніи одного того факта, что ядро оза *неслоисто*, признать, что оно не могло быть отложено водою. Но мы еще ближе разсмотримъ составъ ядра и покрова, чтобы указать ихъ различія; такое разсмотрѣніе будетъ потому нелишнее, что иногда наносъ, въ которомъ даже проявляется нѣкоторая слоеватость, все таки еще не можетъ быть причисленъ къ воднымъ наносамъ. Такъ, во всѣхъ моренахъ, среди неслоистаго ихъ щебня, постоянно встрѣчаются на нѣкоторыхъ протяженіяхъ слоистые наносы, отложенные подледниковыми ручьями и рѣками.

Составъ наружнаго покрова оза мы уже знаемъ; любой слой гальки съ булыжниками или пескомъ, взятый въ наружномъ покровѣ, оказывается всегда очень хорошо *промытымъ*; гальки совершенно чисты, даже часто глянцовиты; если онѣ и покрыты пылью, то эту пыль легко удалить даже дуновеніемъ. Совершенно иное представляетъ ядро; каждый камешекъ изъ ядра, взятый хотя бы изъ самыхъ верхнихъ частей восточной части оза, окатанный онъ или нѣтъ, не только лежитъ среди бѣловатой муки, такъ типичной даже на ощупь, но еще весь плотно облѣпленъ ею; нужно тщательно отмывать его, чтобы удалить приставшую пыль изъ всѣхъ тѣхъ мелкихъ ямочекъ или углубленій камешка, гдѣ она засѣла; очевидно, что она не только пристала, но придавлена къ нему, спрессована съ нимъ, и что, при своей измельченности, она обладаетъ бо̀ль-

шею лѣпкостью, чѣмъ обыкновенная пыль и илъ. Этотъ признакъ, *присутствіе муки*, который я считаю главнымъ при классификаціи ледниковыхъ наносовъ [31]), заставляетъ меня признать, что ядро Упсальскаго оза состоитъ изъ ледниковаго щебня. Если бы ядро состояло даже исключительно изъ совершенно окатанныхъ камешковъ, я и тогда не задумался бы признать его состоящимъ изъ мореннаго щебня, какъ не задумался бы ни одинъ изъ изслѣдователей Альпійскихъ ледниковъ[32]). Но этого крайняго случая здѣсь даже и не представляется. Самое простое разсужденіе убѣдитъ въ томъ, что для того, чтобы дойти отъ угловатаго валуна до микроскопической песчинки, камень долженъ пройти множество ступеней истиранія, окатанности и округлости; слѣдовательно, всякая морена, особенно поддонная, должна состоять *также и* изъ округленныхъ обломковъ. Именно такой характеръ имѣетъ ядро Упсальскаго оза. Вотъ что́ писалъ я о формѣ валуновъ въ записной книжкѣ: «утверждать, что *большинство* валуновъ имѣетъ эллипсоидальную форму, было бы несправедливо. Встрѣчаются самые разнообразные, даже совершенно четырехугольные. Есть и эллипсоидальные, особенно въ одномъ мѣстѣ [33]). Мелкіе эллипсоидальные валуны встрѣчаются также въ изобиліи, но— рядомъ съ совершенно неокругленными, съ такими, у которыхъ едва округлены ребра». Первое мое замѣчаніе, записанное у подошвы оза, было: «прежде всего меня поражаетъ угловатый характеръ гравія среди совершенно округленныхъ камней оза» (гравіемъ я называлъ тотъ щебень, изъ котораго состоитъ все ядро; округленными камнями ту группу изъ сотни камней, которая прежде всего бросилась въ глаза и о которой я сейчасъ

[31]) См. II часть: Классификація наносовъ.

[32]) Замѣчательно, что если бы мы даже держались классификаціи Эрдмана, то оказалось бы, что масса, изъ которой состоитъ ядро Упсальскаго оза, не только не есть окатанный щебень, т.-е. rullstensgrus, но даже совмѣщаетъ въ себѣ отрицаніе всѣхъ признаковъ, которыми Эрдманъ охарактеризовалъ этотъ щебень: 1) она неслоиста; 2) камешки ея не окатаны такъ, какъ это опредѣляетъ Эрдманъ („полное округленіе и шлифовка"); 3) щебень не рыхлъ и не отмытъ отъ мелкой муки. Ср. Erdmann. Qvartära bildningar, p. 85.

[33]) Та кучка, о которой упомянуто выше, *g* на рисункѣ 17-мъ.

упоминалъ). „Угловатый хрящъ, совершенно угловатые камни“ записано дальше, и т. д. Словомъ, несомнѣнно, что ядро оза состоитъ изъ округленныхъ и угловатыхъ камней; округленные отнюдь не составляютъ большинства; болѣе мелкій хрящъ въ большинствѣ случаевъ угловатъ. Между тѣмъ мы знаемъ, что отложенія гальки и булыжниковъ на берегахъ морей и озеръ именно и отличаются эллипсоидальною формою громаднаго большинства камней; и тѣмъ болѣе эта форма должна была бы проявиться въ такомъ случаѣ, гдѣ для образованія прибоемъ возможно однородной массы ядра потребовалось бы постоянное, весьма продолжительное дѣйствіе. Ясно, слѣдовательно, что и по формѣ камней въ щебнѣ, и по присутствію облѣпляющей его муки ядро Упсальскаго оза оказывается тоже,—какъ и по отсутствію слоистости,—образованіемъ, которое не могло возникнуть дѣйствіемъ прибоя, или какой бы то ни было воды въ ея жидкомъ состояніи.

Намъ остается, слѣдовательно, обратиться къ водѣ въ твердомъ состояніи, т.-е. ко льду. Къ этому приводитъ какъ способъ исключенія, такъ и прямое наблюденіе. Дѣйствительно, ядро Упсальскаго оза, какъ мы въ этомъ сейчасъ еще болѣе убѣдимся, есть не что иное какъ морена древняго ледника. Заключеніе это не ново, къ нему приходили и раньше, и если такое объясненіе и не предлагалось спеціально для Упсальскаго оза, то оно предлагалось уже не разъ для шведскихъ озовъ вообще (Венецомъ, Шарпантье, Агассисомъ, г. Пайкуллемъ, г. Постомъ и др.). Но на это имъ упорно возражали: какимъ же образомъ эти озы могутъ быть моренами, когда они лежатъ въ равнинахъ? И это возраженіе, потому ли, что предположеніе о моренномъ происхожденіи озовъ было высказано когда еще не было достаточно наблюденій, по другимъ ли причинамъ, — но оно осталось не опровергнутымъ. Ученые геологи продолжаютъ повторять и по сіе время, что шведскіе озы не могутъ

быть моренами, ибо лежатъ въ равнинѣ, гдѣ нѣтъ условій для ихъ образованія.

Итакъ: озы лежатъ въ равнинѣ; морены же образуются только въ горныхъ долинахъ; слѣдовательно, озы не суть морены. И это положеніе, грѣшащее противъ самой азбучной логики, считается научнымъ положеніемъ! Въ силу этого, если громадный ледникъ, въ родѣ грёнландскаго, образовавшійся изъ многихъ отдѣльныхъ ледниковъ въ предѣлахъ высокаго и обширнаго нагорья, и покрывшійся тамъ десятками большихъ моренъ,— выйдетъ наконецъ на равнину, разстилающуюся у подножія нагорья, будетъ проходить по этой равнинѣ сотню верстъ, и наконецъ, по прошествіи нѣкотораго періода, съ уменьшеніемъ давленія верхнихъ фирновъ, остановится неподвижнымъ и затѣмъ растаетъ, оставляя громоздившіяся на немъ морены, которыя образуютъ такимъ образомъ на равнинѣ грядки, перпендикулярныя къ простиранію горной породы, или расходящіяся отъ нея вѣерообразно, и если, черезъ нѣсколько тысячелѣтій, къ одной изъ этихъ грядъ, возвышающихся на равнинѣ, подойдетъ естествоиспытатель, то онъ долженъ будетъ сказать: „нѣтъ, это не морена: въ рельефѣ мѣстности, гдѣ лежитъ эта гряда, нѣтъ условій для образованія морены!“— Такова однако логика господъ, отрицающихъ возможность мореннаго происхожденія шведскихъ озовъ, и эта логика имѣетъ ученыхъ сторонниковъ. Намъ нѣтъ пока дѣла до того, *дѣйствительно ли* шведскіе озы суть *поверхностныя* [33]) морены или нѣтъ, намъ важно только знать, *могутъ ли* они быть таковыми. Но надѣюсь, что всякія дальнѣйшія разъясненія становятся лишними: озы, лежащіе въ равнинѣ: *могутъ* быть поверхностными моренами. Еще однимъ абсурдомъ меньше въ этомъ разсужденіи; идемъ далѣе.

Мы знаемъ, что обширное нагорье южной Норвегіи, о которомъ говорено выше, было покрыто громаднымъ ледникомъ.

---

[33]) Я нарочно говорю только о поверхностныхъ моренахъ, такъ какъ споривше могли и не предполагать существованія грядовидной формы въ подобной моренѣ.

Но были ли здѣсь необходимыя условія для возникновенія поверхностныхъ моренъ? Если ледъ покрывалъ все нагорье, вплоть до его высшихъ точекъ, то поверхностныхъ моренъ не могло образоваться,—не могло, слѣдовательно, появиться поверхностныхъ моренъ и въ Меларской впадинѣ. Но въ томъ-то и дѣло, что такое положеніе Скандинавіи, когда она была сплошь покрыта ледниками, такъ что нигдѣ не обнажалось твердой горной породы,—если даже и было такое время,—не могло ни вдругъ появиться, ни вдругъ исчезнуть. Послѣ такого періода, необходимо долженъ былъ слѣдовать другой періодъ, когда нагорье еще оставалось подъ сплошнымъ ледянымъ покровомъ, а на склонахъ его, водораздѣлы между крутыми долинами, или по крайней мѣрѣ, стѣны долинъ уже обнажались ото льда. Такое состояніе переживаетъ теперь Грёнландія, гдѣ, какъ извѣстно, внутренность материка лежитъ подъ громадными толщами снѣга и льда, а береговая полоса (Ytterlandet Ринка) представляетъ множество мѣстъ, гдѣ уже обнажаются надъ ледниками крутыя скалы, и гдѣ по бокамъ ледника скопляются громаднѣйшіи морены въ 100 и даже 200 ф. (30 и 60 м.) высоты [34]) Нѣтъ сомнѣнія, что и Скандинавія представляла такой періодъ; сплошное нагорье было еще покрыто неразрывною ледяною пеленою, но на спускѣ съ этого нагорья уже обнажались отдѣльныя скалы и отроги горъ между долинами, которые и снабжали ледники боковыми моренами, или же давали имъ просторъ для того, чтобы вытѣснить по краямъ ледниковъ части ихъ поддонныхъ моренъ, какъ мы это видимъ теперь въ Грёнландіи и на Шпицбергенѣ. Выйдя изъ долинъ, ледники по всей вѣроятности снова сходились въ равнинѣ,—особенно если выходили въ котловину,—такъ какъ они снова находили нужный просторъ боковому расширенію, и такимъ образомъ сливались снова въ одно цѣлое. Словомъ, дѣло происходило такъ, какъ оно происходитъ теперь

---

[34]) G. Rink, Grönland. — Такое же состояніе долгое время представляла и Швеція, иначе мы не находили бы въ ея моренахъ остатковъ растеній. Ср. Nathorst, Arktiska Veget. Utbredn., въ K. Vet. Akad. Förh., 1873, № 6.

въ верхнихъ частяхъ ледниковъ, даже въ Альпахъ [35]): даже въ этой горной странѣ мы видимъ, что изъ одного общаго фирна образуется нѣсколько мелкихъ ледниковъ, сползающихъ по своимъ долинамъ, отдѣленнымъ другъ отъ друга скалистыми грядами, но потомъ, выходя въ одну общую долину, эти отдѣльные ледники сливаются въ одинъ общій потокъ, по длинѣ котораго и располагаются боковыя морены, вынесенныя отдѣльными ледниками. Нужно только представить себѣ явленіе въ бо́льшемъ масштабѣ, и вмѣсто тѣсной долины какого-нибудь Mer de Glace вообразить себѣ широкую равнину Меларской впадины и Ботническаго залива [36]). Словомъ, вслѣдствіе этого ли процесса, или по другимъ причинамъ, но громадные ледники, выходившіе изъ нагорья, могли быть покрыты моренами, и, выходя въ Меларскую впадину, они заполняли её, переходили её и распространялись далѣе на югъ, какъ мы это видимъ по изборожденію скалъ [37]). Но ясно въ такомъ случаѣ, что морены, вынесенныя ледниками изъ нагорья, не могли исчезнуть, а выходили вмѣстѣ со льдомъ въ Меларскую впадину и переходили ее по движущемуся ледяному мосту, заполнявшему эту впадину. Съ наступленіемъ того періода, когда ледники начали уменьшаться въ размѣрахъ, такое измѣненіе выражалось не только уменьшеніемъ

---

[35]) О сходствѣ арктическихъ ледяныхъ покрововъ съ верхними частями ледниковъ горныхъ странъ, см. *Ch. Martins* въ Bibl. Univ. de Geneve; nouv. série, t. 28, 1840.

[36]) Въ Альпахъ такое явленіе можетъ конечно представляться лишь въ очень малыхъ размѣрахъ, и, кромѣ аналогіи указанной въ текстѣ, можно еще указать на скалистые острова среди фирна или даже среди ледника (какъ напр. извѣстный „Садъ“); соединеніе ледниковъ на равнинѣ у подошвы Альпъ потому уже было бы теперь невозможно, что они очень рѣдки и далеко лежатъ другъ отъ друга. Но тамъ, гдѣ каждое углубленіе въ горной странѣ, каждая долина даютъ свой громадный ледникъ, соединеніе ихъ на равнинѣ было бы неизбѣжно. Судя по рисункамъ полярныхъ плавателей, надо думать что такое явленіе гораздо чаще встрѣчается на склонахъ материковъ, покрытыхъ сплошными ледяными покровами: тамъ отдѣльныя горы и скалистыя гряды, охваченныя ледниками, вовсе не рѣдкость.

[37]) Въ этомъ не сомнѣвается конечно никто изъ тѣхъ, кто принялъ ледниковую теорію со всѣми ея послѣдствіями, какихъ бы гипотезъ возникновенія озовъ онъ ни придерживался.

ихъ съ нижняго конца, но и уменьшеніемъ толщины всей ихъ массы и, слѣдовательно, замедленіемъ движенія всей массы ледника; морена подвигалась къ югу медленнѣе. Но это же уменьшеніе толщины ледника, сопровождаясь обнаженіемъ верхнихъ частей нагорья, давало возможность возникнуть въ нагорьѣ новымъ поверхностнымъ моренамъ, на тѣхъ же мѣстахъ, гдѣ прежде существовали старыя, и такимъ образомъ вело къ дальнѣйшему увеличенію или сплачиванію морены.

Вотъ это-то обстоятельство, что морены могли образоваться въ нагорьѣ и что морена, разъ образованная, движется не уничтожаясь и по той мѣстности, гдѣ нѣтъ условій для ея возникновенія (въ такомъ положеніи находятся *всѣ* срединныя морены),—и было упущено изъ вида озо-нептунистами: они забыли что морена *движется*, что она — не береговой валъ, который дѣйствительно не можетъ появиться въ такой мѣстности, гдѣ нѣтъ условій для его возникновенія, ибо не переносится съ мѣста на мѣсто [38]).

Итакъ, шведскіе озы представляютъ не водное, а ледниковое образованіе, т.-е. морены, и на равнины средней Швеціи ледники могли принести свои поверхностныя морены. Но озы могутъ быть и не поверхностными моренами. Теперь несомнѣнно, что поверхность поддонной морены всегда бываетъ покрыта, какъ въ долинахъ, такъ и на равнинахъ, безчисленнымъ множествомъ грядъ, расположенныхъ по направленію движенія ледника (читатель окончательно убѣдится въ этомъ, прочитавъ XIX главу). Объяснить механизмъ возникновенія такихъ грядъ мы не можемъ, но тѣмъ не менѣе онѣ существуютъ, а слѣдовательно болванки шведскихъ озовъ могутъ быть и такими моренами. Кромѣ того, въ ледникахъ долженъ существовать еще одинъ

[38]) Кстати не мѣшаетъ замѣтить, что озо-нептунисты, исписавъ цѣлыя статьи о своемъ предметѣ, никогда не позаботились показать, что для возникновенія береговыхъ валовъ дѣйствительно существовали въ данномъ мѣстѣ нужныя условія. Они даже не заботились о томъ, что въ данной мѣстности условія таковы, что возникновеніе береговаго вала *невозможно*, напр. въ долинѣ. Стоило ли думать о такихъ пустякахъ!

разрядъ моренъ, весьма еще мало-изслѣдованныхъ, которыя можно было бы назвать поддонно-боковыми или внутренними; возникаютъ онѣ вслѣдствіе того, что даже и тогда, когда страна покрыта сплошнымъ ледянымъ покровомъ, ледъ долженъ разрушать стѣны долинъ, вдоль которыхъ онъ движется, и накопляющіеся здѣсь обломки должны двигаться вдоль стѣнъ долинъ, хотя бы и подъ поверхностью ледника; при этомъ онѣ конечно могутъ двигаться *подъ* ледяною массою, или *внутри* ея. На существованіе такихъ моренъ есть нѣсколько указаній въ полярной литературѣ. Очевидно однако, что такія морены будутъ образовывать, по выходѣ ледника изъ нагорья, внутреннія срединныя морены, и оставшись на мѣстѣ послѣ таянія ледниковъ, онѣ также могли дать начало озамъ.

Такимъ образомъ шведскимъ озамъ могли дать начало три разныхъ рода моренъ: поверхностныя, поддонныя и внутреннія. Но рѣшить теперь же между этими тремя родами моренъ мы не можемъ, за недостаткомъ изслѣдованій. Поэтому я ограничусь только указаніями нѣкоторыхъ признаковъ, которыми должно было бы отличаться ядро оза во всѣхъ этихъ трехъ случаяхъ.

1) Если ядро оза есть складка поддонной морены, то оно не должно представлять никакого различія по составу отъ мѣстнаго ледниковаго щебня. Если въ окрестностяхъ встрѣчается два вида ледниковаго щебня (желтый и сѣрый, см. объ этомъ главу о классиф. наносовъ), то оно должно состоять изъ того и другаго, или изъ одной нижней разновидности. При этомъ, попадающіеся въ немъ камни должны состоять, какъ и ледниковый щебень, безразлично какъ изъ мѣстныхъ породъ, такъ и изъ породъ принесенныхъ издалека (первыя преобладаютъ только численно и составляютъ наиболѣе крупные обломки).

2) Если ядро оза есть поверхностная морена, то щебень его долженъ отличаться отъ мѣстнаго ледниковаго щебня по своему характеру, онъ можетъ быть плотнѣе или рыхлѣе, угловатѣе или округленнѣе, но во всякомъ случаѣ будетъ отличаться отъ него

форменными признаками [39]). Но еще легче будетъ узнать ядро, возникшее изъ поверхностной морены по тому, что въ немъ можно будетъ найти только породы встрѣчающіяся въ нагорьѣ; мѣстныхъ породъ, залегающихъ въ равнинѣ на нѣсколько верстъ въ окрестности, въ немъ нельзя будетъ встрѣтить.

3) Если, наконецъ, ядро оза будетъ состоять изъ внутренней, или поддонно-боковой морены, подобной вышеупомянутымъ, то оно тоже будетъ отличаться форменно отъ ледниковаго щебня поддонной морены. Оно тоже можетъ быть рыхлѣе или плотнѣе, угловатѣе или округленнѣе, но оно будетъ имѣть другой *habitus*, чѣмъ ледниковый щебень поддонной морены, залегающей въ окрестностяхъ. Что же касается до породъ, изъ которыхъ оно должно состоять, то вѣрнѣе всего, что это будетъ смѣсь обломковъ какъ отдаленныхъ, такъ и мѣстныхъ породъ, съ преобладаніемъ первыхъ (въ поддонной моренѣ—наоборотъ).—Таковы отличительные признаки различныхъ моренныхъ образованій, которыя можно указать теперь; дальнѣйшее разграниченіе будетъ дѣломъ болѣе обстоятельнаго изслѣдованія различныхъ моренъ современныхъ ледниковъ, — трудъ, собственно говоря едва только еще начатый, да и то не систематически, а случайно.

Предоставляя будущимъ изслѣдователямъ рѣшить, къ какому изъ этихъ трехъ видовъ моренъ принадлежатъ остовы шведскихъ озовъ, мы удовольствуемся тѣмъ результатомъ, что къ какому бы изъ этихъ трехъ разрядовъ они ни принадлежали, но во

---

[39]) Я не думаю, чтобы поверхностная морена непремѣнно должна была быть рыхлѣе поддонной; степень плотности наноса зависитъ болѣе всего отъ химическаго состава проникавшихъ его растворовъ: желѣзистый щебень вездѣ будетъ плотенъ,—въ поддонной и въ поверхностной моренѣ; щебень, болѣе обильный глинистою мукою, будетъ плотнѣе менѣе обильнаго, а это обиліе зависитъ отъ многихъ причинъ. Точно также я не думаю, чтобы щебень въ поверхностныхъ моренахъ непремѣнно долженъ былъ быть угловатѣе щебня поддонной морены,—хотя это было бы вѣрно какъ общее правило; угловатость зависитъ отъ пройденнаго разстоянія, отъ состава породъ, отъ первоначальнаго вида обломковъ и т. д. Замѣчательно, что боковыя (поверхностныя) морены въ Грёнландіи отличаются замѣчательною округлостью обломковъ; можетъ быть онѣ образовались изъ частей поддонной морены, выдавленной на краяхъ ледниковъ.

всякомъ случаѣ они суть не что иное, какъ морены. Читатель замѣтитъ конечно, какъ съ принятіемъ этого допущенія объясняются всѣ явленія противорѣчившія воднымъ гипотезамъ, т-е. выходъ озовъ изъ нагорья и спускъ ихъ съ высотъ въ 300 м. (1000 ф.) къ уровню моря, ихъ предпочтительное расположеніе въ долинахъ, расположеніе перпендикулярное или подъ большимъ угломъ къ горизонталямъ, переходъ черезъ Меларскую впадину и поднятіе на плоскую возвышенность южной Швеціи и т.-д.,— равно какъ и отсутствіе слоистости въ ядрѣ, непромытость щебня, присутствіе въ щебнѣ громаднѣйшихъ валуновъ, и проч. и проч.

Мы перейдемъ теперь къ Упсальскому озу, чтобы разсмотрѣть, гдѣ именно могъ онъ образоваться въ нагорьѣ. Для этого я попрошу читателя припомнить то, что́ сказано выше о строеніи Скандинавіи вообще. Мы имѣемъ, слѣдовательно, два громадныхъ ледяныхъ потока, двигающихся ко Югу: одинъ образуется на сплошномъ нагорьѣ южной Норвегіи, другой—въ громадномъ сѣверномъ циркѣ. Первый сползаетъ, по линіи наибольшаго склона, къ Ю.-В.; другой, встрѣчая открытыя пространства на В., Ю.-В. и Ю., распространяется, широко расходясь въ этихъ направленіяхъ. Массы снѣга и льда, накопившіяся въ этомъ циркѣ, ползутъ: однѣ на Востокъ, въ открытую для нихъ ложбину Кандалажской губы и Бѣлаго моря [40]), другія—на Ю.-В., въ при-Онежье [41]) и южную Финляндію, третьи — на Ю.-Ю.-В. и на Ю. по меридіональной части впадины Ботническаго залива, имѣющей до 200—400 шв. ф. (60 — 120 м.) глубины [42]). Встрѣчая Аландскіе острова

---

[40]) Изборожденіе слѣдуетъ здѣсь дугою вдоль Терскаго берега, см. Erdmann, Qvart. bildn., Atlas., tab. 3.

[41]) Изборожденіе у сѣв. оконечностей Онежскаго озера имѣетъ это направленіе.

[42]) Всѣ эти потоки составляли конечно одно цѣлое, но это цѣлое двигалось не какъ твердое тѣло, а какъ и всякій ледникъ,—по законамъ движенія жидкостей: части его имѣли различныя относительныя движенія. При этомъ, смѣшеніе льда различныхъ потоковъ, какъ это бываетъ съ водою въ озерахъ, не могло быть: каждый отдѣльный потокъ двигался рядомъ съ сосѣдними (какъ вода двухъ слив-

(прежде достигавшіе повидимому большихъ размѣровъ), этотъ послѣдній потокъ долженъ былъ отчасти заворачивать на В.,—гдѣ встрѣчалъ наименьшее сопротивленіе со стороны массы льда, находившей просторъ своему распространенію въ этомъ направленіи, отчего въ Абосской губерніи изборожденіе и принимаетъ почти восточное (В.-Ю.-В.) направленіе, — отчасти двигался поверхъ Аландскихъ острововъ (меридіональное изборожденіе), отчасти протискивался черезъ узкій проливъ, между этими островами и возвышенностями теперешняго материка Швеціи, оказывая— какъ и всегда въ этихъ случаяхъ — громадное разрушительное дѣйствіе на дно узкаго пролива (глубины въ 900 и 650 ф. [270—190 м.] въ этомъ проливѣ), отчасти наконецъ вытискивался на низкій плоскій выступъ теперешней Швеціи, имѣющій отъ 40 до 200 ф. (12—60 м.) абс. высоты, гдѣ и двигался къ югу (меридіональное изборожденіе). Ботническій ледникъ не могъ распространяться къ Ю.-З., такъ какъ здѣсь онъ встрѣчалъ напоръ массъ льда, сползавшихъ въ юго-восточномъ направленіи со сплошнаго поднятія южной Норвегіи, но онъ нѣсколько отклонялъ ихъ, измѣняя ихъ первоначальное юго-восточное движеніе на южное. Южнѣе 60^0 с. ш. ледяной покровъ, увеличиваемый конечно мѣстными массами накопляющагося льда, расползался во всѣ стороны наименьшаго сопротивленія: на Ю.-З. — въ долину Скагеррака и черезъ Каттегатъ въ Ютландію, на Ю.—въ Германію, на Ю.-В.—въ при-Балтійскія губерніи.

Понятно, что Ботническій потокъ Скандинавско-финскаго ледника долженъ былъ имѣть свои обширныя боковыя морены, (какъ бы онѣ ни образовывались—на поверхности или внутри его, вслѣдствіе бокового нажима на стѣны Ботнической долины), и весьма вѣроятно, что одну изъ нихъ, западную, составлялъ остовъ теперешняго Упсальскаго оза (и вѣроятно—остовъ параллельнаго ему Энчёпингскаго оза); другую же, восточную

шихся рѣкъ, на нѣкоторомъ протяженіи послѣ слитія), съуживаясь сообразно отношенію его мощности къ мощности совокупности всего ледника и отмежевываясь отъ смежныхъ потоковъ срединными моренами.

морену составляла та большая наносная гряда, которая тянется въ Финляндіи отъ Христіанштадта до Тавастхуса и въ составъ которой входитъ Кангасальскій озъ (см. VII главу). Такое предположеніе становится въ высшей степени вѣроятно, если всмотрѣться въ общія черты изборожденія Финско-Скандинавскаго Сѣвера, въ связи съ его рельефомъ и расположеніемъ озовъ. Оно подтверждается даже нѣкоторыми частностями; такъ, напримѣръ, нажимаемый на Востокъ, Ботническій ледникъ долженъ былъ оставить свою боковую морену на западныхъ склонахъ финскихъ возвышенностей,—какъ оно и есть въ дѣйствительности. Сюда же можно отнести дуговидный изгибъ Упсальскаго оза, въ зависимости отъ существованія на В. отъ него небольшихъ возвышенностей. Есть еще и нѣкоторыя другія частности, которыя вовлекли бы насъ однако въ слишкомъ большія подробности. Но есть одно обстоятельство, на которое мы должны обратить вниманіе. Если остовъ Упсальскаго оза есть морена, образовавшаяся на границѣ между двумя ледяными потоками, и если одинъ изъ этихъ потоковъ встрѣчалъ на своемъ пути такія горныя породы, которыхъ не встрѣчалось на пути другаго, то озъ долженъ служить границею распространенію этихъ породъ. По одну его сторону мы будемъ встрѣчать, въ ледниковомъ щебнѣ поддонной морены, такія породы, которыхъ не встрѣтимъ по другую сторону оза. Такъ оно и есть въ дѣйствительности. Пусть читатель возьметъ карточку, помѣщенную въ текстѣ книги Эрдмана (с. 58), гдѣ показано распространеніе валуновъ нѣкоторыхъ типичныхъ породъ и проведетъ на ней Энчёпингскій озъ (сосѣдній съ Упсальскимъ и парраллельный ему); онъ увидитъ, что этотъ озъ проходитъ по самой западной границѣ распространенія валуновъ силурійской формаціи Гефльскаго залива (Geflebugt); къ Западу отъ этого оза названныхъ валуновъ не встрѣчается. Упсальскій озъ (который и въ сѣверной части начинается немного восточнѣе зап. границы этой формаціи; см. карту 2-ую атласа Эрдмана) на всемъ своемъ протяженіи идетъ параллельно границѣ распространенія силурійскихъ валуновъ, но

немного восточнѣе; Энчёпингскій же озъ въ точности совпадаетъ съ этою границею [43]). Тоже замѣчается и относительно известковистаго содержанія въ ледниковомъ щебнѣ, которое встрѣчается только на В. отъ Упсальскаго оза, какъ это видно изъ карточки, помѣщенной на с. 61 книги Эрдмана [44]).

Но если легко показать, что остовъ Упсальскаго оза могъ возникнуть въ видѣ морены, и указать, почему морена образовалась въ данномъ мѣстѣ, то не такъ легко рѣшить, къ какому изъ трехъ вышеназванныхъ родовъ моренъ принадлежитъ онъ. Для этого нужно прежде всего знать, изъ какихъ породъ состоитъ щебень, а относительно этого имѣются слишкомъ недостаточныя указанія. Можно сказать только, что щебень оза состоитъ какъ изъ мѣстныхъ породъ, такъ и изъ чуждыхъ; но на сколько, среди породъ, чуждыхъ мѣстности,—которыхъ *очень* много въ щебнѣ оза [45]),—велико количество мѣстныхъ породъ,—неизвѣстно. Вопросъ долженъ, слѣдовательно, остаться нерѣшеннымъ.

На основаніи всего сказаннаго, мы приходимъ къ слѣдующимъ заключеніямъ:

1) Упсальскій озъ есть морена, покрытая толщами наносовъ, отложенныхъ частію въ морѣ, частію въ озерахъ.

2) Остовъ Упсальскаго оза составляетъ часть западной боковой морены той части ледянаго покрова, которая спускалась по меридіональной части Ботническаго залива.

3) Къ какому разряду моренъ принадлежала эта боковая морена: поддонныхъ, внутреннихъ или поверхностныхъ,—не мо-

---

[43]) Тоже справедливо и относительно восточной границы другой силурійской формаціи, составляемой Норрчёпингскимъ озомъ, который идетъ съ С.-З. на Ю.-В.

[44]) Ледниковый щебень *безъ* извести встрѣчается и на В. отъ Упсальскаго оза, но это, понятно, не противорѣчитъ сказанному. Примѣсь извести, заимствованной изъ породъ, лежащихъ въ Гефльскомъ заливѣ, съ прибавкою новыхъ породъ, конечно уменьшается, и наконецъ вовсе исчезаетъ по мѣрѣ удаленія къ Югу, ослабѣвая предпочтительно на окраинахъ,—отчего граница известковистаго ледниковаго щебня и имѣетъ видъ выпуклой кривой.

[45]) Sveriges Geolog. Undersökning, Häftet 31.

жетъ быть окончательно рѣшено въ настоящее время; но, по аналогіи съ другими озами и по другимъ причинамъ (разсматриваемымъ во второй части этой книги), есть основаніе думать, что это была одна изъ тѣхъ грядъ, которыя образуются въ поддонной моренѣ большихъ ледяныхъ покрововъ въ зависимости отъ рельефа почвы и слѣдуютъ вдоль склоновъ долинъ и продолговатыхъ впадинъ, а также и на продолженіи этихъ склоновъ, образуя такимъ образомъ развѣтвляющіеся пучки, сходные по формѣ и положенію съ надледниковыми моренами.

4) Въ періоды, слѣдовавшіе за уменьшеніемъ ледниковъ, т.-е. во время высшаго стоянія Арктическаго и Балтійскаго морей, а также во время высшаго стоянія озеръ Меларскаго бассейна, эта морена была покрыта водою, и въ это время, разрушаясь мѣстами отъ дѣйствія волнъ, она вмѣстѣ съ тѣмъ повсемѣстно покрывалась толщами слоистаго наноса. Значительныя части ея размыты и унесены такимъ образомъ водою, причемъ, переносясь теченіями и волнами въ направленіи длины оза, онѣ отлагались бо́льшею частію на его же склонахъ, но въ другихъ мѣстахъ, и уже въ видѣ промытаго, сортированнаго, слоистаго наноса.

ИНСТИТУТ НАСЛЕДИЯ

VI.

ОТЪ АБО ДО ТАММЕРФОРСА.

Аландскіе острова. — Характеръ страны между Або и Таммерфорсомъ. — *Береговая полоса*; ея строеніе. — *Окраинная гряда озерной Финляндіи.* — *Долина р. Лоимъ*: — Хвиттисъ. — Каменныя орудія. — Озъ у Хвиттиса. — Его положеніе и строеніе. — Слоистость въ верхнихъ частяхъ ледниковаго щебня: осыпи; ледниковые ручьи. — Аллувіальные покровы оза. — Его происхожденіе. — *Долина Раутавеси.* — Озы у Пави. — Характеръ долины; прежніе уровни озеръ.— Наносы на окружающихъ ее возвышенностяхъ.

Вернувшись изъ Швеціи, я высадился въ Або (Åbo) и отправился отсюда медленными переѣздами въ Куопіо, черезъ Таммерфорсъ и Ювескюле. Мы разсмотримъ этотъ путь по частямъ.

Або (Турку по-фински) лежитъ, какъ извѣстно, въ юго-западной оконечности Финляндіи, которая окружена безчисленнымъ лабиринтомъ Аландскихъ острововъ (вѣрнѣе Оландскихъ, Åland). Мнѣ, конечно, нельзя было и думать объ осмотрѣ, хотя бы даже бѣгломъ, этого будущаго материка, который возникаетъ теперь изъ воды тысячами острововъ и бугровъ, начиная отъ Большаго Аланда и кончая несчетнымъ числомъ маленькихъ бугорковъ или шхеръ, едва выдающихся изъ моря своими округленными маковками. Я говорю „возникающій материкъ“, ибо именно это впечатлѣніе выносишь изъ разсмотрѣнія на картѣ нѣсколько бо́льшаго масштаба этой группы островковъ и бугорковъ, о которой не даютъ никакого понятія наши обыкновенныя небольшія карты [1]). Нѣтъ сомнѣнія, однако, что для изученія вопроса, которому я особенно посвящалъ свое вниманіе,

[1]) Изъ Аландскихъ острововъ только 80 обитаемы

т.-е. вопроса объ озахъ, изслѣдованіе Аландскихъ острововъ могло-бы быть въ высшей степени поучительно. Тутъ мы могли-бы найти самыя выгодныя условія для образованія озовъ силою прибоя, или изъ рифовъ,—если такое происхожденіе дѣйствительно возможно,—и узнать, чѣмъ разнятся такія образованія отъ настоящихъ озовъ. Вмѣстѣ съ тѣмъ, такъ какъ въ Аландскихъ островахъ весьма замѣтно стремленіе шхеръ располагаться линейно (преимущественно съ С.-З. на Ю.-В.); то нѣтъ сомнѣнія, что здѣсь можно было бы собрать много любопытнаго по вопросу о возникновеніи самихъ рифовъ, тѣмъ путемъ, о которомъ я говорилъ во II-й главѣ, т.-е. благодаря предварительному существованію грядъ въ твердой горной породѣ, покрытой ледниковымъ наносомъ съ большими валунами.

Въ виду такого интереснаго матеріала, который могутъ дать Аландскіе острова, весьма желательно, чтобы они были посѣщены какимъ-нибудь хорошимъ физико-географомъ. Вполнѣ понимая однако, какъ полезно мнѣ было бы, прежде изслѣдованія древнихъ наносовъ, заняться изученіемъ современныхъ прибрежныхъ образованій, я не могъ отнимать времени изъ полутора мѣсяцевъ, остававшихся у меня на изслѣдованіе материковыхъ наносовъ, а потому отложилъ изученіе Аландскихъ острововъ до другого времени; 3-го августа я тронулся изъ Або въ дальнѣйшій путь.

Таммерфорсъ лежитъ уже въ озерной Финляндіи, на берегу озера Иляерви (Ylajärvi), имѣющаго 325 шв. ф. (96 м.) абс. высоты, и чтобы добраться до него изъ Або дорога должна пересѣчь *окраинную гряду* озерной Финляндіи, о которой я говорилъ во Введеніи. Для этого дорога идетъ сперва на С.-В., по широкой равнинѣ р. Ауры (Aura), при устьѣ которой построенъ городъ Або, затѣмъ поднимается на окраинную гряду, идетъ нѣкоторое время по ней къ С., и послѣ того спускается въ еще болѣе широкую долину р. Лóимъ (Loimjoki.) Вдоль р. Лóимъ дорога спускается къ С., до ея соединенія съ широкою

Ко́кемайоки (Kokemajoki), — однимъ изъ западныхъ стоковъ западнаго озернаго бассейна Финляндіи. Здѣсь дорога поворачиваетъ къ С.-В., и идетъ, по озеровидному расширенію этой формирующейся рѣки, вплоть до Таммерфорса, по берегамъ удлиненныхъ озеръ Ра́утавеси, Ку́ловеси и Пюхэерви [2]).

Такимъ образомъ, пространство между Або и Таммерфорсомъ естественно распадается на четыре части: долину Ауры, окраинную гряду, продольную долину Ло́има и поперечную долину упомянутой сейчасъ цѣпи озеръ. Первая изъ нихъ, — отъ берега моря до села Пёйттисъ (Pöyttis), — представляетъ совершенно равнину, по которой спокойно течетъ въ низкихъ берегахъ довольно многоводная Аура, со многими многоводными же притоками. Только мѣстами, изъ подъ наносовъ выдаются низкіе гранитные лбы, на которыхъ строятся крестьянскія избы, съ ихъ расширяющимися кверху амбарами, на высокихъ подставкахъ. Остальное же пространство сплошь покрыто наносами, по которымъ стелятся обработанныя поля, и только на очень незначительныхъ промежуткахъ дорогъ приходится проходить лѣсомъ. Возвышенности видны только близъ города, гдѣ поднимается между прочимъ высокая, одинокая гора, въ 200—300 ф. высоты, на которой построена морская школа съ ея обсерваторіею [3]); за городомъ же начинается равнина. Только вправо и влѣво отъ дороги, верстахъ въ трехъ-пяти, видны возвышенности, ограничивающія долину Ауры и поросшія густымъ лѣсомъ. Онѣ постепенно сближаются, и относительная ихъ высота постепенно уменьшается съ повышеніемъ дна долины, такъ что долина Ауры оказывается врытою въ довольно ровную возвышенность въ 150 — 200 ф. (50—60 м.) абс. высоты, — какъ оно видно впрочемъ и на картѣ г. Гюльдэна. Эти невы-

---

[2]) Подробнѣе объ этой мѣстности см. во Введеніи.

[3]) Не трудно представить себѣ, какъ великолѣпенъ видъ, открывающійся съ высоты обсерваторіи, на лабиринтъ острововъ и шхеръ залива съ одной стороны и на поля съ разбросанными среди ихъ, вишнево-красными домами съ другой стороны.

сокія возвышенности подступаютъ къ рѣкѣ уже у станціи Ля́хто (Lahto), гдѣ долина Ауры замѣтно съуживается.

Внутреннее строеніе этой равнины трудно узнать, такъ какъ обнаженій почти совершенно не встрѣчается. Только на 5-й верстѣ отъ первой станціи, Ху́куля (Hukula), попалась большая яма, гдѣ добываютъ матеріалъ для починки дороги; здѣсь выступаетъ, подъ тонкимъ слоемъ промытаго галечника въ полметра толщины, крупный морской песокъ, простирающійся на неизвѣстную глубину. Среди галечника лежалъ большой, совершенно угловатый валунъ, въ 3 м. (10 ф.) по наибольшему измѣренію, вѣроятно занесенный льдомъ въ періодъ высшаго стоянія уровня Балтійскаго моря. Но вообще въ этой равнинѣ, за исключеніемъ береговой полосы, валуны попадаются довольно рѣдко, особенно по сравненію съ восточною Финляндіею, и это конечно объясняется тѣмъ, что ледниковый щебень или сильно размытъ, или не выступаетъ здѣсь на поверхность, изъ подъ покрывающихъ его наносовъ. Въ маленькихъ попадающихся ямкахъ видно, что всюду на поверхности залегаетъ крупный песокъ, покрытый сверху довольно толстымъ слоемъ растительной земли. Даже углубляясь нѣсколько, не находятъ здѣсь ни хряща, ни гальки, такъ что вплоть до Мю̀станóя (Mustanoja), третьей станціи отъ Або, хрящъ для починки дороги привозятъ изъ-за нѣсколькихъ верстъ къ Западу, гдѣ проходитъ по всей вѣроятности озъ, обозначенный на картѣ Межеваго Управленія. Замѣчательно, какъ говорили мѣстные жители,—если только тутъ не вышло какого-нибудь недоразумѣнія,—что они и при копаньи колодцевъ не находятъ глины. Но сѣвернѣе Ляхто, на берегахъ Ауры, я уже нашелъ глину, въ обнаженіи въ $4^1/_2$ верстахъ отъ Ляхто; здѣсь залегаетъ, подъ слоемъ желтаго песка въ полметра толщиною коричневатая, слоистая, песчанистая глина въ 1,6 м. толщины, а подъ нею—нѣжная черная глина, вплоть до уровня рѣки, т.-е. на 4,3 метра; это отложеніе, по всей вѣроятности, рѣчное.

Вообще вся мѣстность до Ляхто (лежащаго на абс. высотѣ

не много болѣе 100 ф.=30 м.) имѣетъ характеръ дна высохшаго залива, о чемъ особенно свидѣтельствуютъ какъ равнинный характеръ страны, такъ и залегающія здѣсь толщи крупнаго морскаго песка. Нельзя не замѣтить кстати, что этотъ широкій заливъ, открытый юго-западнымъ вѣтрамъ, особенно если допустить погруженіе Аландскихъ острововъ метровъ на 30,— и слѣдовательно представляющій всѣ благопріятныя условія для сильнаго прибоя, нигдѣ не представляетъ ни малѣйшихъ слѣдовъ образованія береговыхъ валовъ.

За селомъ Орихпэ (Orihpää), гдѣ беретъ начало Аура, мы вступаемъ во вторую часть разсматриваемаго пространства, съ нѣсколько инымъ типомъ; дорога поднимается весьма полого на плоскую длинную возвышенность, о которой сказано выше, и достигающую здѣсь болѣе 500 шв. ф. (150 м.) абс. высоты по картѣ Гюльдэна, и не болѣе 360 ф. (110 м.) по моимъ барометрическимъ наблюденіямъ [4]). Густой лѣсъ покрываетъ ее. Въ ямахъ, вырываемыхъ возлѣ дороги, сперва виденъ только грубозернистый песокъ, но ближе къ вершинѣ начинаетъ выступать уже ледниковый хрящъ который затѣмъ попадается повсемѣстно по дорогѣ, вплоть до села Виртсано́я (Wirtsanoja), тоже лежащаго на гребнѣ этой возвышенности. Выступающій здѣсь хрящъ представляетъ нѣсколько промытый ледниковый щебень, т.-е. состоитъ вообще изъ угловатыхъ камешковъ, рядомъ съ которыми попадаются и совершенно круглыя, бомбовидныя галечки, или камешки очень окатанные, отчасти отмытые отъ болѣе мелкихъ частей; ледниковая пыль хотя и существуетъ, но въ малыхъ количествахъ, нѣсколько землиста и не всюду плотно

[4]) На картѣ г. Гюльдена показано, что главныя высоты лежатъ между Пёиттисомъ и Орихпэ, причемъ Аура беретъ начало у перваго изъ этихъ селъ. Это повидимому неправильно, такъ какъ по картѣ Межеваго Управленія, вполнѣ согласной съ моими барометрическими наблюденіями, возвышенность начинается сѣвернѣе Орихпэ и достигаетъ высшихъ точекъ у Виртсано́я. Ошибка произошла вѣроятно вслѣдствіе нѣсколько малаго масштаба первой карты. Что касается до абс. высоты данной г. Гюльдэномъ, то я считаю ее преувеличенною.

прилегаетъ къ камешкамъ. Этотъ ледниковый хрящъ, взятый изъ поверхностныхъ частей, несомнѣнно подвергался *нѣсколько* дѣйствію воды; внутреннія же его залежи не доступны.

Между Орихпэ и Виртсано́я дорога идетъ по той же возвышенности, которая тянется здѣсь къ С.-С.-З. и распространяется далѣе въ томъ же направленіи къ селу Хвиттисъ (Hvittis), но наша дорога тотчасъ за Виртсано́я свернула вправо, и мы скоро спустились въ широкую равнину рѣки Ло́имъ (Loimjoki). Ширина этой возвышенности, показанная на картѣ Межеваго Управленія около 5 верстъ, нѣсколько преувеличена; на самомъ дѣлѣ она едва-ли шире 2 верстъ. Есть впрочемъ мѣста гдѣ въ обѣ стороны отъ дороги, сквозь лѣсъ видна широкая площадка составляющая вершину этой гряды, — не менѣе двухъ верстъ въ каждую сторону. Даже безъ помощи барометра замѣтно, что возвышенность круче и больше падаетъ къ Ю.-З. чѣмъ къ С.-В.,—какъ оно и слѣдовало ожидать, такъ какъ она составляетъ окраинную гряду озерной Финляндіи. Вся эта возвышенность покрыта наносомъ, который такимъ образомъ придаетъ ей отчасти характеръ оза; по всей вѣроятности здѣсь дѣйствительно, на сѣв.-вост. склонѣ окраинной гряды и проходитъ озъ, т.-е. гряда изъ ледниковаго щебня, покрытая на поверхности слоистыми наносами. Такой характеръ сохраняетъ окраинная гряда и на всемъ дальнѣйшемъ протяженіи до Хвиттиса, такъ какъ между дер. Вампула (Wampula) и этимъ селомъ всюду возятъ щебень для починки дороги изъ этой-же возвышенности, которая тянется здѣсь непрерывно къ С.-З., между р. Ло́имъ и системою озера Пюхэерви. Очевидно однако что окраинная гряда обусловливается не грядовиднымъ расположеніемъ наноса, а соотвѣтственнымъ поднятіемъ твердыхъ горныхъ породъ, такъ какъ далѣе къ С.-З., у Хвиттиса, выступаетъ грядовидно, въ томъ же направленіи, сѣрый гнейсъ. Рыхлые наносы только усилили неровность, которую представляла прежде ихъ отложенія поверхность твердой горной породы, или

налегаютъ на одномъ изъ ея склоновъ [5]). О долинѣ рѣки Лóимъ можно только сказать, что здѣсь разстилается обширная равнина метровъ въ 50 абс. выс., наполненная наносами, по всей вѣроятности, озерными. Изъ подъ нихъ только изрѣдка выступаютъ гранитные бугры со шрамами, какъ напр. у Вàмпуля, гдѣ шрамы на возвышенности у церкви имѣютъ направленіе N50°W. По берегамъ Лóима обнажается сѣрая слоистая глина, весьма нѣжная, но съ довольно замѣтною примѣсью песка и съ прослойками красноватой, еще болѣе песчанистой глины; такая равнина тянется до Хвиттиса.

Въ Хвиттиссѣ я остановился на нѣсколько времени, чтобы

[5]) Г. Викъ, проѣзжая изъ Виртсанóя въ село Сэкюле (Säkylä), лежащее на берегу Пюхэерви, ѣхалъ по этой возвышенности. Онъ говоритъ: „затѣмъ выступаетъ однообразная песчаная возвышенность (sandhed), которая тянется вплоть до Сэкюле. Только въ двухъ-трехъ мѣстахъ видны выходы твердой породы (состоящей изъ сѣраго гнейса или изъ болѣе свѣтлаго гнейсо-гранита). Но за то здѣсь встрѣчается *множество валуновъ*". Далѣе онъ говоритъ: „здѣсь, въ Сэкюле, по берегу Пюхэерви, очевидно образованіе озовъ путемъ прибоя. Вдоль по берегу тянется высокій озъ изъ окатаннаго щебня (rullstenås) (онъ несомнѣнно составляетъ продолженіе возвышенности, о которой идетъ рѣчь въ текстѣ), ясно слоистый и состоящій какъ изъ мелкаго песка, такъ и изъ окатанныхъ булыжниковъ (большею частію песчаникъ и раппакиви). — Со стороны озера, озъ представляетъ два уступа или террасы, и ниже, близъ поверхности воды, есть еще третій уступъ, или вѣрнѣе озъ въ миніатюрѣ, только тамъ и сямъ замѣтный, какъ ничтожное возвышеніе. На вершинѣ самаго оза видно нѣсколько большихъ валуновъ, состоящихъ частію изъ раппакиви, частію изъ гранито-сіенита, весьма близкаго къ настоящему сіениту... Этотъ озъ идетъ по берегу Пюхэерви только до прихода Эйра (Eura) по восточному берегу р. Эйры, то повышаясь, то понижаясь; даже и въ приходѣ Эйра онъ часто прерывается и тянется какъ рядъ; холмовъ". F. Wiik. Geogn. iakttag. under en resa i sydversta Finland въ Bidr. till Känn. af Finl. Natur och Folk, 11-te Häftet, Hlfors, 1868.—Пользуюсь возможностью перепечатать эту страницу, чтобы прибавить, что хотя г. Викъ въ названной работѣ, коснувшись озовъ мимоходомъ, и высказался за ихъ водное происхожденіе (ссылаясь на слоистость наносовъ *на склонахъ* оза у Таммерфорса), но, ознакомившись съ моренными образованіями по берегамъ Лаго-Маджьоре, у Симьона и у Цюрихскаго озера, онъ убѣдился въ тѣсной аналогіи послѣднихъ съ озами, и замѣчаетъ, что его ошибка произошла отъ того, что онъ недостаточно обратилъ вниманія на внутреннее ядро. При чрезвычайной тщательности всѣхъ вообще наблюденій г. Вика, фактъ заслуживаетъ полнаго вниманія, такъ какъ указываетъ, гдѣ именно слѣдуетъ искать объясненія этихъ наносныхъ грядъ, слишкомъ долго уже служащихъ предметомъ безплодныхъ споровъ. Ср. Om ö Finl. Prim. Formationer.

осмотрѣть озъ, проходящій къ З. отъ села, и постараться добыть нерѣдко-находимыя здѣсь каменныя орудія; говорили, что ихъ частенько выпахиваютъ здѣсь на пашняхъ. Мои старанія добыть каменныя орудія оказались однако совершенно безуспѣшными. Хозяинъ станціи указалъ намъ на одного крестьянина, у котораго имѣлся каменный топоръ, и я надѣялся узнать отъ него мѣстонахожденіе топора, чтобы изслѣдовать его. Мы отправились для этого въ одно селеніе за три версты. Долго бродили мы отъ одной избы къ другой; мой товарищъ, г. М., усердно выспрашивалъ, гдѣ теперь этотъ топоръ, кто его нашелъ,—и все попусту... Окруженный миѳическими представленіями объ его цѣлебныхъ силахъ и небесномъ происхожденіи, топоръ скрывался точно кладъ въ сказкѣ. Только одинъ мальчуганъ, къ великому неудовольствію «большихъ», проговорился, что когда онъ былъ боленъ, то родители ходили куда-то за громовою стрѣлою и клали ее, завернутую въ тряпку, подъ его подушку; онъ даже видѣлъ ее—«какъ большое долото, только каменное», но, должно быть во время остановленный, мальчуганъ не могъ назвать хозяина этой вещи, цѣлебной во всѣхъ болѣзняхъ. Я бросилъ поиски, и съ тѣхъ поръ никогда болѣе не принимался за нихъ. Вообще я держусь того мнѣнія, что нѣсколько штукъ, или хоть десятковъ каменныхъ орудій, собранныхъ безъ точнаго геологическаго изслѣдованія ихъ мѣстонахожденія, имѣютъ цѣну для науки только въ томъ случаѣ, если они представляютъ какіе-нибудь новые типы орудій. Но, при однообразіи типовъ каменныхъ орудій во всѣхъ частяхъ свѣта, нахожденіе новыхъ формъ чрезвычайно рѣдко. Общій же типъ наиболѣе употребительныхъ каменныхъ и отчасти бронзовыхъ орудій и украшеній, употреблявшихся нашими финскими родичами, уже извѣстенъ изъ описанія и рисунковъ, изданныхъ неутомимымъ Хольмбергомъ [6]). На основаніи этихъ типовъ, зная

[6]) H Holmberg. Förteckning och afbildningar af Finska fornlemningar, въ Bidrag till Finlands Naturkännedom, Etnografi och Statistik, utgifna af Finska Vetenskap.-Societeten, 9-de häftet, съ 68-ю рисунками каменныхъ и бронзовыхъ.

что орудія выдѣланы изъ мѣстныхъ горныхъ породъ, археологъ уже можетъ строить свои выводы, не дожидаясь дальнѣйшаго увеличенія коллекцій (Хольмбергъ издалъ и карту распространенія орудій, основанную на указаніи селеній или приходовъ, гдѣ они были найдены); и увеличеніе финскихъ коллекцій нѣсколькими случайными экземплярами не имѣло бы никакой цѣны даже для археолога. Что же касается до точнаго указанія мѣстонахожденія орудій для геологическаго изслѣдованія, то узнать его отъ крестьянъ въ высшей степени трудно. Владѣльцы орудій, пользуясь ими для знахарскихъ цѣлей, тщательно скрываютъ гдѣ нашли эти чудесныя вещи, вѣроятно во избѣжаніе конкурренціи. А какъ дорожатъ ими крестьяне въ Финляндіи, видно изъ того, что бродячіе цыгане и всякіе знахари, по словамъ Хольмберга, находятъ выгоднымъ скупать или собирать ихъ, а потомъ продаютъ, или употребляютъ сами какъ особенно могучія средства противъ всякой болѣзни, несчастія или горя, спасающія даже отъ пожаровъ и вообще отъ всякаго худа [7]). Неудивительно послѣ этого, что изъ 632-хъ случаевъ нахожденія такихъ орудій, Хольмбергъ не могъ узнать ни одного въ точности, и могъ сказать только, что ихъ находили случайно при раскопкахъ, но всего болѣе, и даже большими количествами сразу,—въ высохшихъ болотахъ, и вообще послѣ осушенія части озеръ или рѣкъ; значительная часть найдена при распашкахъ. Поэтому, убѣдившись самъ въ трудности узнавать мѣстонахожденіе орудій отъ мѣстныхъ жителей, я уже болѣе не пускался на поиски, чтобы не тратить попусту времени.

Озъ, который я осматривалъ въ Хвиттисѣ, лежитъ въ двухъ верстахъ къ З. отъ станціи (Ля́утакю́лэ, Lautacylä,—церковь Хвиттисъ находится нѣсколько сѣвернѣе), по Бьёрнеборгской

орудій Helsingfors, 1863. Основаніемъ описанія послужила коллекція болѣе чѣмъ изъ 200 каменныхъ и 400 металлическихъ орудій и вещей.

7) Holmberg, l. c. p. 8.

дорогѣ. Дойдя до оза, эта дорога проходитъ около сотни сажень по самому озу и затѣмъ сворачиваетъ на З. Озъ начинается сперва низкою грядкою, едва возвышающеюся надъ равниною, немного южнѣе того мѣста гдѣ къ нему подступаетъ Бьёрнеборгская дорога, и идетъ почти прямо на З.-С.-З., по направленію N 50—57° W, [8]), т.-е. почти параллельно теченію р. Лоимъ и ея притока Пу́нкайоки, и параллельно направленію ледниковыхъ шрамовъ на возвышенностяхъ [9]). Озъ проходитъ по равнинѣ, и западнѣе его идетъ параллельно ему другой озъ, метровъ въ 12 (40 ф.) высоты надъ наносами, заполняющими равнину. Еще западнѣе, около третьяго верстоваго столба отъ Хвиттиса, начинаются уже возвышенности, состоящія изъ гнейса и имѣющія тоже направленіе. Также и по правому берегу р. Лоимъ (или Пункайоки.? Онѣ обѣ текутъ здѣсь параллельно, одна возлѣ другой) тянется въ томъ-же направленіи гряда, состоящая повидимому изъ гнейса; по крайней мѣрѣ немного южнѣе, другая гряда, составляющая ея ю.-в. продолженіе, состоитъ изъ сѣраго крупнозернистаго гнейса (бѣлый полевой шпатъ, свѣтло-сѣрый кварцъ и черная слюда мелкими табличками, кристаллы кварца и пол. шп. отъ 5 до 15 мм.).

Такимъ образомъ мы имѣемъ здѣсь долину р. Ло́имъ, проходящую между двухъ гнейсовыхъ грядъ; равнина заполнена наносами (глины и песка) и по ней, вдоль возвышенностей лѣваго берега, проходятъ, менѣе чѣмъ въ четверти версты одинъ

---

[8]) Склоненіе здѣсь около 11°W.

[9]) У Вампуля они имѣютъ направленіе N 50°W, у станціи Кивиньеми (10 вер. къ С. отъ Хвиттиса)—N 53 W°. По наблюденіямъ г. Вика, шрамы у церкви Кейкіё (Keikiö) имѣютъ среднее направленіе на N56°W; тоже и у Кивиньеми, гдѣ проходятъ большія борозды по гнейсо-граниту съ жилами пегматита, имѣющему N—S простираніе. Южнѣе, близъ *Хвиттиса*, шрамы идутъ на N 60°W въ такомъ же гнейсѣ съ NO-простираніемъ. У дер. Сойниля (противъ ст. Пуноля) мелкіе шрамы идутъ по различнымъ направленіямъ между N 40°W и N 60°W, по гнейсу весьма сходному съ Гельсинфорскимъ и имѣющему здѣсь простираніе на N 80°W. Въ 7,5 вер. южнѣе Пуноля шрамы идутъ на N 35°—40°W. У Бьёрнеборга—N35°W, у Ништата N45°W, наконецъ на о-вѣ Рафсъ-ö—N 55°W. См. F. Wiik. Geogn. iaktt. etc., l. c.

отъ другаго, два оза; оба несомнѣнно состоятъ исключительно изъ наноса [10]).

Я изслѣдовалъ крайній восточный озъ, прослѣдивъ его на $1\frac{3}{4}$ версты, т.-е. на $\frac{1}{4}$ версты къ С.-З. отъ западнаго поворота Бьёрнеборгской дороги. Здѣсь онъ прерывается лугами, но въ 150—200 м. (75—100 саж.) сѣвернѣе начинается снова такою же грядою, съ тѣмъ же направленіемъ. Западный, параллельный ему озъ, доходитъ только до этого мѣста. Ширина восточнаго оза достигаетъ до 65 м. (215 ф.) у подошвы, высота—отъ 3 до 6 м. (10—20 ф.) надъ аллувіальными наносами равнины.

Такъ какъ изъ оза добываютъ хрящъ, то мѣстами онъ весь изрытъ сверху до низу и оказывается состоящимъ изъ ледниковаго щебня, съ небольшимъ покровомъ гальки или песковъ. Ледниковый щебень представляетъ массу, вообще неслоистую, состоящую изъ самыхъ разнообразныхъ частей, отъ валуновъ въ 3 м. (10 ф.) по одному измѣренію до микроскопической ледниковой пыли; масса совершенно неразсортирована. Большіе угловатые валуны очень многочисленны, и ихъ особенно много выступаетъ на поверхности холмика 6 м. (20 ф.) высоты, лежащаго къ С. отъ Бьёрнеборгской дороги и входящаго въ составъ оза. Въ большинствѣ представляющихся обнаженій ледниковый щебень является совершенно типичнымъ: его камни большею частью угловаты, хотя и встрѣчается примѣсь яйцевидныхъ галекъ; всѣ они плотно облѣплены мучнистою пылью, и масса представляетъ неслоистую однородную смѣсь обломковъ, самыхъ разнообразныхъ по величинѣ. Но мѣстами, на поверхности, проявляется даже въ самомъ ледниковомъ щебнѣ, нѣкоторая наклонная слоеватость. Рис. 21 представляетъ возможно-точное изображеніе ея.

Въ другомъ случаѣ видна на поверхности нѣкоторая сорти-

[10]) Не есть ли грядка идущая по лѣв. берегу Пункайоки на Ю.-В. отъ Хвитиса, отъ дер. Wäkilä къ Kouvola (см. карту Меж. Упр.), тоже озъ, составляющій продолженіе разсматриваемаго? Это весьма вѣроятно.

ровка ледниковаго щебня, который представлялъ два, нѣсколько различныхъ слоя (см. рис. 22).

Слой *c* можно было бы назвать по терминологіи Эрдмана окатаннымъ щебнемъ, вслѣдствіе округлой, даже нерѣдко яйцевидной формы камней; но это было бы невѣрно, такъ какъ эти округлые камни тѣсно перемѣшаны съ щебнемъ, состоящимъ изъ совершенно неокругленныхъ камешковъ облѣпленныхъ типичною пылью, и еще потому, что это образованіе непосредственно переходитъ въ типичный ледниковый щебень, выступающій рядомъ, въ сосѣднемъ обнаженіи (рисунокъ 23-й). Тотъ же ледниковый щебень выступаетъ и въ наиболѣе высокихъ частяхъ оза, какъ напр. въ вышеупомянутомъ холмикѣ, покрытомъ валунами.

Валуны, залегающіе въ щебнѣ, состоятъ изъ самыхъ разнообразныхъ кристаллическихъ породъ; въ числѣ ихъ мнѣ попался между прочимъ обломокъ плотнаго краснаго песчаника, съ волноприбойными знаками,—повидимому шведскій силурійскій.

Итакъ, озъ состоитъ вообще изъ неслоистаго ледниковаго щебня; но мѣстами, на очень маленькихъ протяженіяхъ, въ немъ проявляется близъ поверхности нѣкоторая слоеватость, причемъ однако щебень не теряетъ своей муки, и камешки остаются угловатыми и непромытыми. Чѣмъ же объяснить такую слоеватость, если принимать, что неизбѣжнымъ дѣйствіемъ проточной воды было бы уничтоженіе типичныхъ признаковъ ледниковаго щебня?

Что касается до слоеватости, изображенной въ рис. 21-мъ, то она объясняется очень просто, осыпаніемъ сверху. Прежде всего нужно замѣтить, что объясненіе, предлагаемое для такихъ случаевъ Эрдманомъ, рѣшительно не годится. Онъ полагаетъ, что ледниковый щебень, лежащій поверхъ слоевъ отложенныхъ въ водѣ, принесенъ вѣроятно ледниками и остался на мѣстѣ послѣ ихъ таянія. Если бы льдина таяла на сухомъ берегу, то это объясненіе еще было бы правдоподобно; но никакъ нельзя согласиться, чтобы ледниковый щебень, состоящій изъ такихъ разнородныхъ матеріаловъ, могъ бы отлагаться цѣликомъ и въ

томъ случаѣ, когда льдина таетъ въ водѣ, сидя на мели или вообще у берега; въ такихъ условіяхъ мелкая мука будетъ отмучена, разнесена волнами, и на мѣстѣ останутся только одни промытые камешки. Осыпаніе же весьма часто даетъ такіе же слои, какъ и вода, но весьма мало сортируетъ ихъ. Правда, что большіе камни уносятся дальше и отлагаются у самой подошвы обнаженія, но части средней величины и самыя мелкія не успѣваютъ разсортироваться, и такимъ образомъ получаются наклонные слои изъ болѣе мелкаго хряща, совершенно сохранившіе свою типичную ледниковую муку. Слѣдующіе примѣры подтвердятъ сказанное. Первый изъ нихъ (рис. 24) представляетъ осыпаніе на склонахъ Упсальскаго оза.

Гальки въ слоѣ *b* лежатъ здѣсь однако горизонтально, а потому не представляютъ слоя въ настоящемъ смыслѣ слова, хотя и получается наклонная слоеватость, если разсматривать всѣ три отложенія вмѣстѣ. Слѣдующій примѣръ изъ оза у Кӯорти (рис. 25), еще убѣдительнѣе.

Слои здѣсь такъ ясно выражены какъ присутствіемъ въ мучнистомъ пескѣ тонкихъ прослойковъ хряща, такъ и существованіемъ отдѣльнаго слоя довольно крупной гальки *b*, что ихъ можно было бы признать отложенными водою при дѣйствіи прибоя, если бы пластина *c*, съ сохранившеюся на ней травою, ясно не свидѣтельствовала о томъ, что слоеватость вызвана въ этомъ случаѣ исключительно осыпаніемъ, и если бы слои *a* въ свою очередь не представляли несортированной смѣси песка съ мельчайшею мукою и галькою.

Такихъ примѣровъ можно бы привести десятки, но довольно и этихъ двухъ, такъ какъ и изъ нихъ ясно слѣдуетъ, что наклонная слоеватость въ небольшихъ размѣрахъ можетъ быть слѣдствіемъ осыпанія наноса. Очевидно, что слоеватость изображенная на рисункѣ 23-мъ, есть не что иное, какъ результатъ такого же осыпанія. И во всѣхъ тѣхъ случаяхъ, гдѣ слоистое налеганіе ледниковаго щебня на другихъ породахъ, будетъ видно на склонѣ такой возвышенности, гдѣ встрѣчается въ верхнихъ ея

частяхъ ледниковый щебень, однородный съ налегающимъ слоисто, намъ не будетъ никакой надобности прибѣгать къ приносу его на плавающихъ водахъ. Фактъ гораздо проще и вѣрнѣе объясняется въ такихъ случаяхъ осыпаніемъ сверху.

Но предложенное сейчасъ объясненіе не годится для случая, изображеннаго въ рисункѣ 22-мъ; ледниковый щебень, изъ котораго состоитъ здѣсь слой *b*, не сходенъ съ тѣмъ, который залегаетъ въ верхнихъ частяхъ оза; съ нимъ сходенъ только, и то не совсѣмъ, слой *a*. Какъ же они отложены? Ясно, что и здѣсь объясненіе очень просто и вѣроятно готово у всякаго читателя. Если бы мы имѣли чрезвычайно мутную воду, переполненную ледниковою пылью,—не такую, какую будетъ представлять вода моря или озера у береговъ, хотя бы тутъ таяли массы льдинъ, а такую какую представляетъ молочная вода ручьевъ вытекающихъ изъ подъ ледниковъ, то такая вода могла бы давать отложеніе, которое мы теперь несомнѣнно назвали бы ледниковымъ щебнемъ, не смотря на его слоеватость. Такой ручей конечно также сортировалъ бы матеріалы размываемой имъ поддонной морены, т.-е. мѣстами отлагалъ бы болѣе крупные матеріалы, мѣстами—болѣе мелкіе. Но осаждая несомые имъ камешки гдѣ-нибудь вскорѣ послѣ выхода его изъ-подъ ледника, онъ непремѣнно отложилъ бы ихъ облѣпленными ледниковою мукою. Также и осаждая гдѣ-нибудь въ тихомъ омутѣ ледниковую муку, съ случайною примѣсью мелкихъ галечекъ, ледниковый ручей оставилъ бы по себѣ образованіе, тождественное съ ледниковымъ щебнемъ поддонной морены. Только пройдя по долинѣ нѣсколько далѣе, т.-е. сотню или двѣ метровъ, такъ чтобы несомый имъ матеріалъ успѣлъ разсортироваться, ручей будетъ отлагать уже промытую, а потомъ — даже окатанную гальку; въ верхнихъ же частяхъ своего подледниковаго теченія такой ручей будетъ отлагать вещества, хотя и съ нѣкоторою слоеватостью, но однородныя съ ледниковымъ щебнемъ. Такіе ручьи дѣйствительно существуютъ во всякомъ ледникѣ, и мы знаемъ, что они дѣйствительно даютъ слоеватыя отложенія среди

ледниковаго щебня, представляющія нѣкоторое начало сортировки частицъ [11]). Къ числу такихъ отложеній относятся и слои, замѣтные въ озѣ у Хвиттиса, что́ ясно видно еще изъ того, что такая слоеватость ледниковаго щебня проявляется здѣсь только на протяженіи какой-нибудь сажени, такъ что прибѣгать здѣсь къ какимъ-нибудь болѣе общимъ силамъ было бы совершенно неумѣстно.

Что касается до пласта *c*, рис. 22, то овоидная форма, проявляющаяся въ большихъ камняхъ этого пласта (рядомъ съ угловатою формою мелкихъ камней), нисколько не мѣшаетъ мнѣ признать ихъ также за ледниковый щебень; во 1-хъ потому, что это отложеніе рядомъ же переходитъ безъ перерыва въ совершенно-типичный ледниковый щебень, а во 2-хъ потому, что всѣ изслѣдованія ледниковъ прямо противорѣчатъ абсолютно-ложному убѣжденію, утвердившемуся въ литературѣ, будто морены должны состоять преимущественно изъ угловатыхъ камней.

Какъ ни длинно это отступленіе по поводу слоевъ, имѣющихъ такое ничтожное распространеніе, но оно будетъ не безполезно, если оно обратитъ вниманіе читателя на то, какъ различны слоеватость, проявляющаяся въ ледниковомъ щебнѣ, и слоистость промытыхъ наносовъ, каковы: пѣсокъ, галька и т. п., отлагаемыхъ наклонными слоями силою прибоя.

Наносы, отложенные проточною водою или прибоемъ, встрѣчаются и въ озѣ у Хвиттиса. Воды отложившія аллувій долины Лóимъ, отложили нѣкоторые наносы и на склонахъ оза. Они впрочемъ не достигаютъ большаго развитія и покрываютъ ледниковый щебень только тонкимъ слоемъ, какъ видно изъ рисунковъ.

Изъ всего сказаннаго само собою вытекаетъ объясненіе происхожденія оза. Мы имѣемъ, слѣдовательно, широкую долину р. Лóимъ, открытую на С.-З. и ограниченную съ обѣихъ сторонъ невысокими гнейсовыми возвышенностями. Направленіе какъ до-

---

[11]) Подробнѣе о слоеватости въ моренномъ щебнѣ см. въ XIX главѣ.

лины, такъ и ограничивающихъ ее грядъ совпадаетъ съ направленіемъ шрамовъ, наблюдаемыхъ на высокихъ точкахъ. Изъ подъ аллувіальныхъ наносовъ, заполняющихъ долину, выступаетъ гряда изъ ледниковаго щебня съ большими угловатыми валунами; валуны всюду встрѣчаются въ щебнѣ, въ томъ числѣ и на вершинѣ одного изъ холмовъ, входящихъ въ составъ этой гряды, который достигаетъ 6 м. (20 ф.) высоты надъ общемъ уровнемъ равнины. Гряда эта идетъ параллельно гнейсовымъ возвышенностямъ, приближаясь къ лѣвому берегу долины; параллельно ей, ближе къ возвышенностямъ, проходитъ другая, такая же гряда. Восточная покрыта на склонахъ и у подошвы наносомъ воднаго происхожденія, который по всей вѣроятности образовался вслѣдствіе размыванія и переработки ледниковаго щебня, составляющаго упомянутую гряду. Такое образованіе есть конечно не что иное, какъ одна изъ продольныхъ моренъ большаго ледника (боковая или срединная), которой матеріалъ подвергся на склонахъ нѣкоторой водной переработкѣ; причемъ дѣятелемъ были во́ды того озера, которое нѣкогда покрывало широкую долину Ло́има и котораго осадки мы видимъ въ толщахъ глины, заполняющихъ теперь долину. Это озеро вѣроятно покрывало и вершину вышеупомянутаго холма, такъ какъ хотя ни здѣсь, ни на сосѣднихъ гнейсовыхъ возвышенностяхъ въ томъ же уровнѣ мы не находимъ осадковъ воднаго происхожденія, но они встрѣчаются въ другихъ мѣстахъ на высшемъ уровнѣ,—такъ, напр., въ окраинной грядѣ. Идеальный разрѣзъ, представится слѣдовательно въ такомъ видѣ, какъ изображено на рис. 26-мъ.

Чтобы рѣшить, была ли эта морена боковою или срединною мореною ледника, нужно было бы точнѣе знать какъ топографію мѣстности такъ и составъ окрестныхъ горныхъ породъ. Во всякомъ случаѣ, эта морена могла быть и боковою, и срединною: боковою—потому что она занимаетъ положеніе, которое имѣла бы морена ледника, двигающагося вверхъ по долинѣ р. Ло́имъ; срединною—если предположить обширный ледникъ, двигающійся съ С.-З.

Въ такомъ случаѣ, отъ отрога Сатукýнансéльки (направляющагося къ Ю.-В., къ култуку, описываемому рѣкою Кýмо около села того же имени) *должна* была направляться срединная морена, (на поверхности ледника, или подъ него), къ тому самому мѣсту, гдѣ мы теперь видимъ озъ у Хвиттиса. Причемъ вслѣдствіе движенія льда обусловленнаго возвышенностями, окаймляющими р. Лóимъ, эта морена могла быть нажата къ восточнымъ склонамъ этихъ возвышенностей. Таково наиболѣе вѣроятное, а по всей вѣроятности и единственно-возможное объясненіе явленій, представляемыхъ озомъ у Хвиттиса.

За Хвúттисомъ дорога въ Таммерфорсъ поворачиваетъ къ С.-В. и идетъ сперва по лѣвому, восточному, а потомъ по правому, западному, берегу широкаго фьерда, или, вѣрнѣе, цѣпи узкихъ озеръ, которою большое озеро Нэсиерви (Näsijärvi) сообщается съ р. Кумо, притокомъ Ботническаго залива. До ст. Нáви (Paavi) эта формирующаяся рѣка течетъ по совершенной равнинѣ, въ очень низкихъ берегахъ, и дорога пересѣкаетъ только невысокія грядки, состоящія повидимому изъ того же сѣраго гнейса, который залегаетъ у Хвиттиса. Но отъ Нàви начинается пересѣченная мѣстность; дорогѣ приходится описать большую дугу, чтобы обогнуть высоты, подступающія къ рѣкѣ, и она пробирается среди множества невысокихъ бугровъ или грядъ, покрытыхъ наносомъ, или состоящихъ изъ него. Также и на правомъ берегу фьерда, перебравшись по большому мосту черезъ сужéніе длиннаго озера Раутавеси (Rautavesi), лежащаго на высотѣ 181 шв. ф. (53,7 м.) надъ ур. моря, дорога продолжаетъ идти по мѣстности пересѣченной и богатой всякими буграми и озами. Такая мѣстность продолжается вплоть до Таммерфорса и представляетъ большой геологическій интересъ; но по плану моей поѣздки, я не рѣшился посвятить нѣсколькихъ дней на подробное изученіе этихъ накопленій наноса и потому долженъ буду ограничиться изложеніемъ того, чтó представляется на проѣзжей дорогѣ. Прилагаемая карточка, рис. 27,

составленная по картѣ Межев. Упр., пояснитъ нижесказанное [12]).

Первый холмъ изъ наноса, встрѣчающійся по выѣздѣ изъ Пàви, находится въ $2^1/_4$ верстахъ отъ станціи, вправо отъ дороги. Онъ имѣетъ удлиненную, грушевидную форму и возвышается на 25 м. (ок. 80 ф.) надъ станціею Пàви. Большая ось его имѣетъ направленіе N 75^0 0. Параллельно ему проходитъ другой такой-же холмъ, но гораздо длиннѣе, тоже состоящій изъ наноса. Первый изъ этихъ холмовъ весь изрытъ и представляетъ обнаженіе до 9 м. (30 ф.) высоты, нижнія части котораго впрочемъ засыпаны. Холмъ состоитъ преимущественно изъ желтаго ледниковаго щебня или хряща, и только на склонѣ его налегаетъ песокъ и нѣсколько окатанный галечникъ. Впрочемъ, ледниковый щебень является здѣсь, особенно въ верхнихъ частяхъ холма, уже замѣтно видоизмѣненнымъ и переходитъ въ ледниковый хрящъ (промытый щебень). Онъ состоитъ изъ камешковъ и камней самыхъ разнообразныхъ величинъ; большіе камни, доходящіе до 2 м. по одному измѣренію, всѣ весьма угловаты и совершенно неправильны, хотя ихъ углы большею частію нѣсколько обтёрты; при этомъ нерѣдко попадаются валуны, у которыхъ какая-нибудь одна плоскость очень хорошо сохранила полировку; одинъ угловатый валунъ сѣраго гнейса особенно отличался превосходно-отполированною плоскостью, но шрамовъ на ней не было. Болѣе мелкіе камни сохранили, очень многіе, этотъ типичный ледниковый характеръ; одна плоская сторона превосходно отполирована (иногда не по спайности), тогда какъ прочія поверхности сохранили свой шероховатый изломъ. Но болѣе мелкіе камни, отъ 20 до 40 мм. (1—$1^1/_2$ д.), всѣ закруглены, или иногда совершенно круглы; самые же мелкіе, отъ 5 до 10 мм. (2—4 л. д.), опять совершенно угловаты. Ледниковая пыль сохранилась, но въ образцѣ взятомъ изъ верхнихъ частей обнаженія (чистый образецъ изъ

[12]) Такъ какъ карта г. Гюльдена сдѣлана въ значительно меньшемъ масштабѣ, то положеніе этой горизонтали только приблизительное.

нижнихъ частей трудно получить, такъ какъ верхній щебень осыпается), тончайшая пыль уже отмыта, и вообще ея меньше, чѣмъ бываетъ въ типичномъ ледниковомъ щебнѣ, почему такую породу я называю уже ледниковымъ хрящемъ, (svallgrus Эрдмана). Въ одномъ мѣстѣ ледниковый хрящъ представляетъ нѣкоторое подобіе грубой слоеватости, т.-е. болѣе крупные камни располагаются рядовидно, а нѣкоторые валуны лежатъ большими осями въ одной плоскости. Въ другомъ мѣстѣ ледниковый хрящъ переходитъ въ скопленіе совершенно эллипсоидальныхъ булыжниковъ, доходящихъ до 15 цм. (6 д.); среди ихъ также есть пыль, съ примѣсью неправильныхъ, но закругленныхъ камешковъ, но уже иловатая; тончайшая ледниковая пыль вся отмыта; очевидно, что это образованіе подвергалось дѣйствію воды,—по всей вѣроятности озернаго прибоя.

Желтый ледниковый щебень покрывается на склонахъ и отчасти на вершинѣ слоемъ въ 0,2 м. большею частью весьма мелкаго и всегда весьма плотнаго, сѣраго ледниковаго хряща, т.-е. промытаго ледниковаго щебня; онъ состоитъ изъ камешковъ до 20 — 25 мм., которые слежались въ очень плотную массу: молотокъ беретъ ее съ трудомъ; тончайшая пыль почти вся отмыта; на склонахъ такой щебень отличается округленностью камешковъ. Это отложеніе также подвергалось дѣйствію воды.

Наконецъ на склонахъ, ледниковый щебень покрывается глиною и песками. И тѣ и другіе имѣютъ лишь весьма незначительное распространеніе, и въ разрѣзѣ представляются какъ на рис. 28-мъ.

Въ сосѣднемъ параллельномъ озѣ, имѣющемъ уже значительно бо́льшую длину, и который пересѣкается дорогою, а также въ оконечностяхъ двухъ другихъ холмовъ, подходящихъ къ дорогѣ съ С. (на прав. бер. Юлистенйоки), также выступаетъ ледниковый щебень, совершенно типичный. Но лучшее обнаженіе этого щебня попадается въ 5,2 вер. отъ Наяви, на вершинѣ большаго оза, идущаго съ С.-С.-З., по которому прохо-

дитъ дорога передъ тѣмъ, какъ спуститься въ равнину, составляющую непосредственные берега Раутавеси (см. рис. 27). Здѣсь видно, почти на вершинѣ оза, въ началѣ его восточнаго склона, обнаженіе въ 2,2 м., гдѣ выступаетъ совершенно-типичный, желтый ледниковый щебень. Послѣдовательность породъ (сверху внизъ) здѣсь такова:

a, мелкій, желтый ледниковый щебень (осыпь). . . .	0,2—0,3 м.
b, сѣрая глина	0,1 „
c, сѣрый ледниковый щебень (слегка промытый) . . .	0,2 „
d, желтый типичный ледниковый щебень	1,6 „

Мы видимъ здѣсь, слѣдовательно, опять, что ледниковый щебень лежитъ тонкимъ слоемъ сверхъ прослойка глины, и хотя этотъ прослоекъ такъ тонокъ, что его могъ отложить любой ледниковый ручей, но я полагаю, что и въ этомъ случаѣ верхній ледниковый щебень есть только продуктъ осыпанія; онъ тождественъ по составу съ нижнимъ и отличается только тѣмъ, что составныя части нѣсколько мельче. Сѣрый щебень *c* очень схожъ съ сѣрымъ хрящемъ предыдущаго обнаженія.

Едва-ли нужно говорить, что всѣ эти холмы суть не что иное, какъ морены. Ихъ составъ и ихъ расположеніе исключаютъ всякое сомнѣніе. Вмѣстѣ съ тѣмъ, покрывшись на склонахъ до половины своей высоты песками и глинами, они образуютъ, и по формѣ и по составу, несомнѣнные озы. При этомъ слѣдуетъ замѣтить, что, судя по конфигураціи мѣстности, морены, замѣчаемыя на лѣвомъ берегу Юлистенйоки, едва-ли не относятся къ тому періоду, когда ледники уже не составляли сплошнаго покрова надъ всею Финляндіею, а заполняли лишь отдѣльныя долины. По крайней мѣрѣ правдоподобнѣе, что эти морены образовались ледниками двигавшимися *внизъ* по Раутавеси и Юлистенйоки, а не ледниками, двигавшимися съ С.-З. Окончательное рѣшеніе этого вопроса будетъ, впрочемъ, возможно только тогда, когда будетъ имѣться подробная геологическая карта твердыхъ горныхъ породъ, залегающихъ въ окрестностяхъ, и когда можно будетъ узнать, откуда принесенъ наносъ, составляющій морены.

Что касается до высоты, которой прежде достигало Раутавеси, то такъ какъ вершина перваго наноснаго холма (въ 2 вер. отъ Пави) лежитъ на высотѣ 25 м. надъ станціею, т.-е. около 28 м. надъ уровнемъ рѣки, и такъ какъ слоистый наносъ не доходитъ до вершины этого холма на 5 м., то получается, что Раутавеси должно было стоять на 23 м. (76 ф.) выше теперешняго своего уровня и едва-ли достигало большей высоты.

Спустившись съ послѣдняго оза, дорога выходитъ уже на равнину, которая тянется по берегу озера Раутавеси, и гдѣ выступаютъ уже только небольшіе бугорки. По такой-же равнинѣ идетъ дорога и на сѣверо-западномъ берегу озера, куда она переходитъ по большому красивому мосту. По такой ровной мѣстности она идетъ вплоть до ст. Лямминтака (Lammintaka), и еще на 6 верстъ за этою станціею, придерживаясь самаго берега озера. Здѣсь она снова отдаляется отъ берега, описывающаго большой изгибъ къ Югу, и идетъ по сѣверо-западному склону длинной возвышенности, которую тоже можно было бы назвать озомъ, если бы изъ подъ наносовъ въ ней не выступала твердая горная порода. Мы имѣемъ здѣсь, значитъ, каменный озъ перваго типа (см. ниже: Морены и озы); нѣсколько раскопокъ, сдѣланныхъ вправо отъ дороги, дали мнѣ возможность составить разрѣзъ, изображенный на рис. 29-мъ.

Выступающій здѣсь ледниковый щебень совершенно типиченъ. Онъ покрывается песками, которые достигаютъ высоты 30 м. (100 ф.) надъ уровнемъ озерка и лежатъ наклонными слоями, падающими по весьма различнымъ направленіямъ: какъ напримѣръ на W 30° и на N 60° 0, 28°. Сѣрыя глины, начинающіяся на высотѣ 18 м., простираются вплоть до озера и образуютъ болотистое прибрежье, нѣсколько болѣе широкое, чѣмъ въ рисункѣ [13]).

---

[13]) Верстахъ въ 3—5 къ С. отъ этого мѣста, по дорогѣ изъ села Тавасткюро, видно множество валуновъ краснаго порфировиднаго гранита. Имя же покрытъ озъ у деревушки Хэйе (Haijä). Wiik, Geogn. iakttag. i SW. Finland. l. c., p. 67.

Озеро, виднѣющееся въ правой сторонѣ разрѣза, есть маленькое безымянное озерко, сообщающееся съ Раутавеси и лежащее на абс. высотѣ около 56 м. (185 ф.).

Между станціями Сальмисъ (Salmis) и Хàвиста (Haavista) дорога идетъ по весьма неровной мѣстности, по самому берегу протока, которымъ Пюхэерви сообщается съ Раутавеси, но любопытныхъ обнаженій здѣсь не попадается. За станціею Хàвиста, послѣднею передъ Таммерфорсомъ, уже въ двухъ верстахъ отъ нея, начинается большой озъ, который затѣмъ тянется непрерывно до города. Но такъ какъ онъ входитъ въ составъ другаго большаго оза, который тянется за городомъ, то мы оставимъ разсмотрѣніе его до слѣдующей главы.

VII.

ОТЪ ТАММЕРФОРСА ДО ЮВЕСКЮЛЕ.

Строеніе юго-западной части озерной Финляндіи.—Система озовъ, развитая въ долинѣ рр. Кумо и Лѣнма и въ параллельной ей Таммерфорсъ-Тавастхусской долинѣ.—*Кангасальскій озъ*: его простираніе.—Изслѣдованная часть на В. отъ Таммерфорса.—Обнаженія въ озѣ: у Биркаля;—у Таммерфорса; недостаточность послѣднихъ;—у Мэндю.—Ледниковый щебень въ озѣ, между Мэндю и Пэлькенэ.—Происхожденіе оза. Пересѣченная мѣстность за Хутіерви.—Поля валуновъ.—Періоды, пережитые этою мѣстностью.—Отдѣльныя обнаженія.—Возвышенность за Халлиппенки; каменный озъ.—Морена у Лохикоски. — Озъ и морена у Корпилякса.—Озъ по берегу озера Мурамэнъ.—Морена по западному берегу долины.

Проѣзжая между станціею Хáвиста и Таммерфорсомъ, уже въ двухъ верстахъ отъ первой я встрѣтилъ озъ, идущій по сѣверному берегу Пюхэерви, въ направленіи N 75°—80° О. Достигая наибольшаго развитія у церкви Бúркkаля онъ, скоро вслѣдъ за тѣмъ соединяется съ другимъ большимъ озомъ [1]), который подходитъ съ С.-З. и идетъ черезъ Таммерфорсъ, на В. и Ю.-В. Этотъ послѣдній озъ, или, вѣрнѣе, эта послѣдняя его часть, лежащая на В. отъ Таммерфорса, извѣстна на мѣстѣ подъ именемъ Кангасальскаго оза (Kangasala åsen). Озъ у Бúркалля и озъ Кангасальскій составляютъ часть довольно обширной системы озовъ, которая, какъ по своему горизонтальному распространенію, такъ и по вертикальному развитію отдѣльныхъ ея частей, заслуживаетъ особаго вниманія. Подробное и полное ея изслѣдованіе несомнѣнно повело бы къ открытію весьма любопытныхъ законовъ распространенія и развитія этихъ

[1]) По крайней мѣрѣ я не замѣтилъ, какъ дорога перешла съ оза у Биркаля къ тому, который идетъ къ Таммерфорсу и считается продолженіемъ большаго оза, пришедшаго съ С.-З.

наносныхъ грядъ. Но такъ какъ мнѣ пришлось бы распространить изысканія не менѣе какъ на 200 верстъ въ длину, дополняя отсутствіе топографическихъ картъ своими съемками, и слѣдовательно употребить на это, можетъ быть, около мѣсяца, то я долженъ былъ ограничиться ознакомленіемъ только съ частью Кангасальскаго оза отъ села Бѝркkаля до села Пэлькенэ (Pälkäne). Для пополненія же собственныхъ изслѣдованій, я соберу здѣсь то, что́ извѣстно изъ другихъ источниковъ о наносныхъ грядахъ, развитыхъ въ разсматриваемой мѣстности.

Конечно въ Финляндіи не можетъ быть и рѣчи о глубокихъ, ясно-выраженныхъ долинахъ. Удлиненныя углубленія, по которымъ во́ды центральнаго поднятія стекаютъ въ низменности береговой полосы, такъ мало врѣзаны въ окрестную страну, и ихъ боковые склоны такъ пологи, что въ большинствѣ случаевъ эти корытовидныя впадины и раздѣляющія ихъ возвышенности трудно даже замѣтить при простомъ общемъ обозрѣніи страны. Тѣмъ не менѣе, такія углубленія, вполнѣ подходящія подъ общее понятіе долинъ, существуютъ; и, будучи врѣзаны въ окрестную страну на 80—100 м. (250—300 ф.),—хотя бы разности высотъ въ 100 м. замѣчались въ поперечномъ сѣченіи долинъ лишь на протяженіяхъ отъ 10 до 15 верстъ,—эти углубленія, или, говоря вообще—эти неровности почвы, какъ бы ни были онѣ мало замѣтны для глаза, тѣмъ не менѣе должны были оказывать вліяніе на направленіе движенія и вообще на способъ дѣйствія тѣхъ дѣятелей, которые дѣйствовали на поверхность Финляндіи въ каждый изъ фазисовъ ледниковаго періода [2]). Поэтому читатель не найдетъ, надѣюсь, страннымъ, если я буду говорить о большихъ долинахъ: какъ бы ни были онѣ мало-замѣтны для глаза, ихъ нельзя оставлять безъ вниманія при изу-

[2]) Напримѣръ, направленіе движенія ледниковъ измѣнялось даже долиною Лоимйоки; это замѣтно даже на нынѣшнихъ, въ сущности весьма недостаточныхъ картахъ шрамовъ. Вступая въ эту долину,—какъ ни слабо она выражена,—ледники, слѣдуя ей, замѣтно заворачивали на В., на 15°—20°, т.-е. измѣняли свое направленіе изъ S 20°—25° O въ S 40°—50° O.

ченіи ледниковыхъ дѣятелей; мало того, только въ связи съ этими неровностями почвы, можно объяснить себѣ истинный смыслъ каждаго отдѣльнаго ледниковаго образованія и извлечь изъ него полезное указаніе на состояніе мѣстности въ данный фазисъ ледниковаго періода.

Рельефъ мѣстности, по которой проходятъ разсматриваемые озы, представляется въ такомъ видѣ. Въ сплошное поднятіе, представляемое среднею Финляндіею, вдалась отъ Ботническаго залива (между Христинёштадтомъ и Бьёрнеборгомъ) къ Ю.-В. широкая долина, длиною около 120 верстъ и лежащая вся на высотахъ менѣе 60 м. (200 ф.); по ней течетъ теперь широкая рѣка Кю́мо, а выше—большая рѣка Ло́имйоки. Съ Ю.-З. эта долина ограничена южною окраинною грядою озерной Финляндіи и ея низкими продолженіями; а къ С.-В. отъ нея, верстахъ въ сорока, проходитъ параллельно ей другая долина, нѣсколько болѣе тѣсная и лежащая на нѣсколько большей высотѣ,—отъ 200 до 270 ф. (60 до 80 м.); здѣсь тянутся (съ Ю.-В. на С.-З.): рѣка Пю́йоки, узкое озеровидное расширеніе,—фьердъ (fjärden) Тавастхузскій,—цѣпь озеръ между Тавастхусомъ и Таммерфорсомъ, и наконецъ, къ С.-З. отъ этого послѣдняго города,—другая цѣпь озеръ, которыми Кюкосъерви сообщается съ рѣкою Кю́мо. Эти двѣ долины, главная и параллельная ей, соединены между собою перпендикулярною долиною, занятою узкимъ озеромъ Раутавеси, о которой мы говорили уже въ предыдущей главѣ. Въ нижнихъ частяхъ, главная долина отдѣляется отъ параллельной ей отрогами Хэмэнкангаса (Hämeenkangas), а въ верхнихъ частяхъ Лоимйоки отдѣляется отъ Таммерфорсъ-Тавастхусской цѣпи озеръ широкимъ, лѣсистымъ, мало населеннымъ поднятіемъ [3]), выходящимъ за 120 м. (400 ф.) абсолютной высоты.

По краямъ всей главной долины, а также по обоимъ краямъ выше-лежащей параллельной долины, тянутся болѣе или менѣе

[3]) Holmberg, Materialier till Finlands Geognosi, въ Bidrag till Finlands Naturkännedom, Etnografi och Statistik, 4-de häftet. Helsingfors, 1853.

высокіе озы. Ихъ можно прослѣдить, съ небольшими перерывами, уже на основаніи имѣющихся свѣдѣній. Слѣдя снизу вверхъ юго-западный, лѣвый берегъ главной долины, мы видимъ слѣдующіе озы. По лѣвому берегу р. Кѵ̀мо, въ приходахъ Ульфсбю (Ulfsby) и Кѵ̀мо, т.-е. между Бьёрнеборгомъ и Хвиттисомъ, тянутся большіе песчаные озы, говоритъ Хольмбергъ [4]). Далѣе, между с. Кѵ̀мо и с. Вампуля (Wampula или Wambula) тянется озъ, о которомъ говорятъ г. Викъ и Хольмбергъ, и о которомъ я упоминалъ уже въ предыдущей главѣ; онъ достигаетъ особаго развитія въ приходѣ Сэкюлэ (Säkylä). Далѣе, вдоль по возвышенности, состоящей изъ твердой горной породы, тянутся озовидныя образованія, пересѣченныя мною у села Орихпэ (см. главу VI). На томъ же склонѣ долины, залегаютъ параллельные ея берегу озы у Хвйттиса. Наконецъ мы находимъ еще у Хольмберга указаніе, что въ самыхъ верхнихъ частяхъ этой долины есть озъ, идущій съ С. на Ю., отъ дер. Пóртасъ до церкви Таммеля, и образующій перемычку между озерками Кѵ̀йво- и Пюхэерви [5]). Этотъ озъ, говоритъ Хольмбергъ, идетъ въ приходъ Урдіаля [6]), и такимъ образомъ онъ повидимому огибаетъ главную массу того небольшаго сплошнаго поднятія, которое, какъ упомянуто выше, раздѣляетъ между собою въ верхнихъ частяхъ главную долину отъ параллельной ей. Есть ли озы по правому берегу долины Лоимйоки, — неизвѣстно. Но по правому берегу долины Кѵ̀мо идетъ большой озъ, о которомъ Хольмбергъ говоритъ, что „изъ прихода Ильмоля въ Вазасской губерніи выходитъ высокій песчаный озъ (sandås), который начинается въ этомъ приходѣ у Кю̀роскà̀нсъ (Kyroskans), построенной на самомъ озѣ. Затѣмъ онъ идетъ къ дер. Нѝнисало (Niinisalo, въ приходѣ Канканпэ), черезъ Емиерви (Jämijärvi), и проходитъ въ $2^1/_2$ верстахъ западнѣе Сойни (Soini),

---

[4]) Holmberg, Materialier, l. c., p. 95.

[5]) Id., p. 145.

[6]) Urjala на картѣ г. Гюльдэна, Id., p. 138.

послѣ чего тянется съ С.-З. на Ю.-В., въ приходъ Тавастъкюро“ [7]).

По берегамъ параллельной долины, образуемой Таммерфорсъ-Тавастхусскою цѣпью озеръ, мы также находимъ цѣпь озовъ. Въ верхнихъ ея частяхъ, по *лѣвому* ея берегу, встрѣчается нѣсколько озовъ, о которыхъ мы будемъ говорить при описаніи Тавастхусско- Гельсингфорсской желѣзной дороги; здѣсь достаточно сказать, что они есть, и что они имѣютъ направленіе самой долины. Далѣе, у Кальволя, по берегу озерка того же имени, идетъ невысокій песчаный озъ на склонахъ глинисто-сланцевой возвышенности [8]). Встрѣчаются ли озы въ мало-заселенной мѣстности между селами Аккасъ и Тюрвисъ—неизвѣстно. По *правому* берегу Таммерфорсъ- Тавастхузской долины мы видимъ на картѣ г. Альфтана озъ, начинающійся отъ ст. Хэйнекангасъ (первой отъ Тавастхуса по тракту въ г. Хэйноля), и направляющійся къ Кюлло (Kyllo); по этому озу идетъ дорога въ Таммерфорсъ, и хотя неизвѣстно, состоитъ ли онъ изъ твердой породы или изъ наносовъ, но послѣднее болѣе вѣроятно, такъ какъ онъ падаетъ прямо на продолженіе Кангасальскаго оза. Далѣе, по той же дорогѣ, тянется большой Кангасальскій озъ, непрерывною лентою, черезъ села Пэлькенэ и Кангасала, черезъ городъ Таммерфорсъ и села Илеерви (Yläjärvi) и Тавасткюро [9]).

Наконецъ, въ поперечной долинѣ, соединяющей обѣ параллельныя, мы имѣемъ систему небольшихъ озовъ у Пави, описанную въ VI главѣ.

Итакъ, мы видимъ, что по обоимъ берегамъ долины рр. Кѵмо и Лоима, а также параллельной ей долины, тянутся озы, болѣе или менѣе высокіе, болѣе или менѣе непрерывные. Въ эту систему входятъ всѣ наносныя гряды, разсмотрѣнныя нами въ

---

[7]) Holmberg, l. c., p. 104.
[8]) Holmberg, l. c., p. 137.
[9]) Wiik, Geogn. iakttagelser i SV. Finland, l. c.

ИНСТИТУТ НАСЛЕДИЯ

предыдущей главѣ; сюда же принадлежитъ и Кангасальскій озъ, которымъ мы и займемся теперь.

Я прослѣдилъ этотъ озъ на В. отъ Таммерфорса до села Кангасала и потомъ на Ю.-В., до села Полькенэ, т.-е. на протяженіи 33-хъ верстъ; но это составляетъ только небольшую часть его длины. Правда, что на картѣ Межеваго Управленія большой озъ, идущій отъ Таммерфорса на В. и Ю.-В. черезъ Кангасала и Пэлькенэ, продолженъ только на 10 верстъ къ Ю.-В. отъ этого послѣдняго села; но на картѣ г. Альфтана показано, что тамъ, гдѣ кончается этотъ озъ за Пэлькенэ, начинается другой, идущій совершенно параллельно ему и проходящій близъ села Хаттуля (Hattula), и черезъ станцію Хэйненкангасъ и еще нѣсколько далѣе, — всего на 42 версты. Но еще большее протяженіе имѣетъ озъ на С.-З. отъ Таммерфорса: карта Межеваго Управленія проводитъ его, согласно съ изслѣдованіями г. Вика, черезъ села Илеерви (Jläjärvi) и Тавасткюро (Tavastkyrö) [10]) и еще далѣе, до болотистыхъ возвышенностей, названныхъ на картѣ г. Гюльдэна Хэйненкангасъ. Тоже подтверждаетъ, какъ мы видѣли, и Хольмбергъ, который доводитъ его до села Ильмоля въ Вазасской губерніи. Такимъ образомъ на С.-З. отъ Таммерфорса его можно прослѣдить въ видѣ оза еще верстъ на 70,—т.-е. всего съ перерывами—верстъ на 140.

Конечно такой длинный озъ представляетъ не непрерывное образованіе, и нельзя было бы ожидать, чтобы онъ на такое большое разстояніе тянулся въ видѣ правильной желѣзно-дорожной насыпи. Но именно такой характеръ онъ имѣетъ на протяженіи около 30 верстъ, между Таммерфорсомъ и Пэлькенэ Вся дорога отъ города до ст. Хѵтиерви (Huutijärvi) и затѣмъ по Тавастхусской дорогѣ до Пэлькенэ идетъ по прекрасновыраженному озу. Сперва, ближе къ городу, онъ мало замѣтенъ

[10]) Здѣсь посѣщалъ его г. Викъ.

и смѣшивается съ возвышенностями изъ твердой горной породы. Но скоро онъ выступаетъ правильною насыпью, и дорога поднимается на его вершину, лежащую на высотѣ 25—26 м. (82—86 ф.) надъ уровнемъ озера (уровень Пэлькенэ лежитъ на абс. выс. 84 м.). Но особаго развитія онъ достигаетъ за ст. Мэндю (Mändy); онъ идетъ здѣсь сперва по равнинѣ, а потомъ между двумя озерами, длиннымъ узкимъ гребнемъ, причемъ, достигая мѣстами высоты въ 35 м. (115 ф.) надъ озеромъ, онъ имѣетъ гребень всего въ 10—15 м. (5—7 саж.) ширины. У ст. Хутиерви онъ проходитъ между двухъ придатковъ, подобныхъ тѣмъ, которые мы видѣли у Пунгахарью, но затѣмъ опять выступаетъ одинокимъ валомъ между двухъ озеръ и прерывается только въ одномъ мѣстѣ искусственнымъ каналомъ. На всемъ этомъ протяженіи онъ пересѣкаетъ (при ея устьи) большую поперечную долину, занятую озеромъ Лянгельмэвеси (Langelmävesi).

Здѣсь открываются самые широкіе виды на окрестности, не только не уступающіе извѣстнымъ видамъ Пунгархарью, но по моему мнѣнію даже нѣсколько изящнѣе ихъ. Если средняя высота Кангасальскаго оза вообще нѣсколько меньше, а самъ онъ шире, и озера открывающіяся съ его вершины не такъ велики, какъ озера окружающія Пунгахарью, то ландшафтъ выигрываетъ въ разнообразіи и оживленности. Мелкіе острова, разбросанные по озерамъ, деревни по берегамъ озеръ, крылья вѣтряной мельницы, мелькающія изъ-за лѣса, — все это, вмѣстѣ взятое, дѣлаетъ ландшафтъ въ высшей степени привлекательнымъ. Не менѣе выигрываетъ видъ съ Кангасальскаго оза своеобразною прелестью нерасчищеннаго лѣса, — здѣсь лѣсъ является въ своей нетронутой красотѣ, тогда какъ на Пунгахарью онъ хорошо подчищенъ; особенно хороши дѣвственныя сосны, которыя своими корявыми красноватыми сучьями, при косомъ вечернемъ освѣщеніи такъ украшаютъ всякій ландшафтъ. Правда, что здѣсь многіе виды теряются для зрителя, такъ какъ на Кангасальскомъ озѣ не сдѣлано тѣхъ просѣкъ, чрезъ которыя на Пунгахарью открываются такія далекія перспективы на озеро; но за то тамъ,

гдѣ откроется изъ-за лѣса видъ на окрестности, кругозоръ несравненно шире и обнимаетъ иногда чуть не весь горизонтъ [11]).

Изъ этого видно уже, что Кангасальскій озъ значительно возвышается надъ ближайшими окрестностями. И дѣйствительно, принявъ въ разсчетъ, что онъ достигаетъ высотъ въ 20 и 30 м. надъ озеромъ, которое само лежитъ на абс. высотѣ 84 м. (284 шв. ф.), мы получаемъ для оза абсолютныя высоты отъ 105 до 115 м. (340—380 ф.), которыя въ поперечной долинѣ озера Лянгельмэвеси (Langelmävesi) встрѣчаются только на склонахъ долины,—хотя впрочемъ вообще къ С.-В. отъ Таммерфорса уже начинается сплошное поднятіе въ 400—500 шв. ф. (120—150 м). абс. высоты.

Наконецъ еще слѣдуетъ замѣтить, что наибольшей правильности развитія Кангасальскій озъ достигаетъ между Мендю и Хутиерви; далѣе же, т.-е. тамъ, гдѣ онъ идетъ между двухъ озеръ, гребень его не вездѣ такъ правильно выраженъ, и самъ озъ болѣе измѣнчивъ въ высотѣ, — вѣроятно вслѣдствіе болѣе продолжительнаго размыванія, которому онъ подвергался со стороны озеръ.

У церкви Пэлькенэ онъ возвышается высокимъ гребнемъ, но вслѣдъ за тѣмъ сейчасъ понижается и теряется, прорѣзываясь каналомъ; на другомъ берегу канала онъ снова показывается, но далѣе я уже его не изслѣдовалъ.

Къ З. и С.-З. отъ Таммерфорса я видѣлъ его только между ст. Хàвиста и городомъ; но такъ какъ именно въ той части этого переѣзда, гдѣ начинается собственно Кангасальскій озъ (озъ у Биркkаля составляетъ вѣроятно его вѣтвь), насъ засталъ проливной дождь, то замѣтки въ этой части пути слишкомъ бѣглы и не заслуживаютъ довѣрія.

Относительно внутренняго строенія озовъ у Биркkаля и Кангасальскаго можно сказать слѣдующее. Озъ у Биркkаля начинается въ двухъ верстахъ отъ ст. Хàвиста и тянется вдоль

[11]) Близъ ст. Хутиерви есть павильонъ, откуда открываются лучшіе виды, но я узналъ объ его существованіи лишь тогда, когда вернулся въ Хутиерви.

сѣвернаго берега Пюхэерви; наибольшей высоты онъ достигаетъ у церкви Биркkаля, послѣ чего проходитъ между Пюхэерви и сосѣднимъ озеромъ, гдѣ прорѣзывается каналомъ. Далѣе онъ сливается съ большимъ Кангасальскимъ озомъ. Всюду, гдѣ видно его внутреннее строеніе, замѣтно, что онъ состоитъ изъ ледниковаго щебня, на склонахъ котораго налегаютъ пески, достигающіе высоты 25,6 м. (84 ф.) надъ Пюхэерви. Въ одномъ небольшомъ обнаженіи въ 1 метръ высоты, въ двухъ верстахъ отъ Хàвиста, видны были сперва желтые пески съ неясною слоеватостью, подъ ними—сѣрые пески, въ перемежку съ глиной, совершенно горизонтальные; а подъ песками—окатанная галька неизвѣстной толщины. Немного далѣе, на этой же высотѣ выступаетъ ледниковый щебень. Далѣе опять видны наклонные слои песковъ. У седьмой версты, въ одномъ обнаженіи, идущемъ *вдоль* оза, видно, что пески, падающіе наклонно на В., покрыты слоемъ эллипсоидальныхъ булыжниковъ, которые въ свою очередь покрываются мелкимъ желтымъ ледниковымъ щебнемъ, осыпающимся сверху. Нѣсколько выше, въ этомъ же мѣстѣ, видѣнъ въ озѣ ледниковый щебень; онъ же выступаетъ и на вершинѣ оза у церкви. Всѣ эти обнаженія не даютъ впрочемъ вполнѣ яснаго, опредѣленнаго понятія о строеніи оза, такъ какъ захватываютъ только самые поверхностные слои.

Большія обнаженія у Таммерфорса также не даютъ никакого понятія о строеніи оза, такъ какъ здѣсь обнажается только толща его наружнаго покрова. Эти обнаженія находятся противъ пароходной пристани, т.-е. ниже пороговъ, которыми Нэсиерви прорывается въ Пюхэерви, въ большомъ култукѣ, образуемомъ здѣсь при поворотѣ воды изъ пороговъ къ З. Самъ же озъ, прорываемый въ порогахъ, какъ это видно и по картѣ Межеваго Управленія, лежитъ сѣвернѣе. Хорошихъ обнаженій здѣсь нѣтъ, и можно сказать только, что въ составъ оза входятъ также бугры твердой горной породы, которые и образуютъ здѣсь пороги. Наружный покровъ оза состоитъ здѣсь, на южномъ его склонѣ, изъ безчисленныхъ слоевъ желтоватаго песка, па-

дающихъ на W, и перемежающихся со слоями глины и ила; на поверхности песковъ нерѣдко бываютъ волноприбойные знаки. Главную массу составляютъ желтые пески; они покрываются сѣрою глиною, различной, но вообще небольшой толщины. Мѣстами, поверхъ желтыхъ песковъ лежатъ бѣлые, съ тонкими прослойками буро-желѣзистыхъ песковъ, весьма мелкихъ и плотныхъ; эти послѣдніе вполнѣ сходны по составу и положенію съ бѣлыми и бурыми песками Хэйтіэйнскаго оза (см. IV главу). Такъ какъ всѣ эти пески падаютъ въ одну сторону, именно на W, то уже изъ этого ясно, что здѣсь обнаженъ лишь одинъ склонъ оза, а такъ какъ, зная составъ одного склона, мы не можемъ судить о составѣ всего оза и его ядра, и не можемъ сказать, какія именно образованія обусловливали это наклонное отложеніе песковъ, то ясно, что Таммерфорское обнаженіе не даетъ намъ никакого понятія о причинахъ возникновеніи оза. Утверждать въ этомъ случаѣ, что озъ возникъ дѣйствіемъ прибоя, рѣшительно все равно, что приписать прибою образованіе гранитнаго холма, на склонахъ котораго залегали бы такія же наслоенія песковъ и глинъ. Между тѣмъ, всѣ защитники воднаго образованія озовъ, начиная съ Ляйэлля, именно такъ и дѣлаютъ. Въ ту же ошибку впалъ и г. Викъ, осмотрѣвъ обнаженія у Тиммерфорса и коснувшись происхожденія въ нѣсколькихъ строчкахъ. И онъ также наблюдалъ здѣсь одни поверхностные слои; ознакомившись же съ внутреннимъ строеніемъ такихъ образованій, онъ, какъ мы видѣли выше (стр. 203), измѣнилъ свое мнѣніе и призналъ ихъ видоизмѣненными моренами.

Гораздо поучительнѣе обнаженія за городомъ, сперва, близъ

---

[12]) F. Wiik, Geogn. iakt. under en resa i S.V. Finland, въ Bidrag till kännedom af Findlands Natur och Folk. 11-de häftet. Helsingfors 1868, p. 65. „Слои песковъ, въ перемежку болѣе или менѣе крупные, падаютъ по сторонамъ (уже по сторонамъ) оза и весьма напоминаютъ о слояхъ песковъ, которыя я, между прочимъ, имѣлъ случай наблюдать на берегахъ озера Веттера, близъ Эйчёпинга".

города, Кангасальскій озъ мало-замѣтенъ; дорога идетъ по его склону. Но скоро она поднимается почти до его вершины, достигающей здѣсь 26 м. (85 ф.) высоты надъ Нэсиерви. Вездѣ въ верхнихъ частяхъ оза виденъ ледниковый щебень. Въ 2 вер. отъ Мэндю, деревушки на дорогѣ, встрѣчается обнаженіе, изображенное на рис. 30-мъ.

Щебень *a* составляетъ главную массу оза и выступаетъ въ очень многихъ мѣстахъ. Онъ принадлежитъ къ совершенно типичнымъ: камешки, среднимъ числомъ отъ 10 до 40 мм. хотя значительно закруглены, но сохранили неправильныя угловатыя формы; пыль изобильна и совершенно не тронута водою; въ мелкихъ частяхъ наноса замѣтно много кварца и черной слюды. Щебень *b* принадлежитъ къ типу бурыхъ щебней, отличительныхъ по пыли болѣе крупной и нѣсколько землистой, и составляетъ по всей вѣроятности осыпь; крупныхъ камней въ немъ вовсе нѣтъ. Щебень *c* сѣрый; его камешки большею частію очень неправильны, хотя есть и близкіе къ эллипсоидальнымъ формамъ; мука облегаетъ ихъ очень плотно, и щебень едвали подвергался дѣйствію воды. Онъ вѣроятно осыпался изъ верхнихъ частей оза. Эти два слоя, *b* и *c*, падаютъ на S 25°W, подъ угломъ въ 40°; такое крутое паденіе говоритъ междупрочимъ также противъ ихъ воднаго отложенія. На этихъ щебняхъ налегаютъ пески, тонко-слоистые, падающіе на S 20° W, но подъ гораздо меньшимъ угломъ, именно около 15°. Это обнаженіе такъ ясно говоритъ о происхожденіи оза, что не требуетъ дальнѣйшихъ разъясненій.

Между Мэндю и ст. Хутиерви, особенно за церковью Кангасала озъ принимаетъ весьма ясную, типичную форму. Онъ идетъ длиннымъ, узкимъ валомъ между двухъ озеръ, причемъ, достигая въ нѣкоторыхъ точкахъ высоты въ 35 м. (115 ф.) имѣетъ гребень не болѣе 10—15 м. (5—7 саж.) ширины. Отсюда-то и открываются тѣ роскошные виды, о которыхъ я говорилъ выше. На вершинѣ оза, въ ямахъ выкопанныхъ для починки дороги, повсемѣстно виденъ типичный ледниковый ще-

бень, подобный щебню *a* въ сейчасъ описанномъ обнаженіи. Въ немъ лежатъ очень большіе валуны, изъ которыхъ многіе теперь уже выступили на поверхность оза; мелкіе валуны въ 0,6 и 0,7 м. (2 ф.) попадаются всюду непрерывно на вершинѣ гряды, но и на поверхности и въ щебнѣ нерѣдки валуны доходящіе до 3 м. (10 ф.) въ діаметрѣ. Попадаются также большіе валуны, совершенно плотно спёкшіеся съ ледниковымъ щебнемъ,—до того плотно, что щебень не отстаетъ отъ дѣйствія дождей, изъ года въ годъ обмывающихъ эти камни. Хотя весьма значительная часть валуновъ имѣетъ форму совершенно округленныхъ эллипсоидовъ, или бомбъ, но они такъ тѣсно перемѣшаны съ валунами совершенно угловатыми, такъ часто попадаются среди самаго типичнаго ледниковаго щебня, который, конечно, былъ бы отнесенъ шведскими геологами къ прекраснымъ образцамъ Krossstensgrus'a, такъ тѣсно смѣшаны съ валунами сохранившими до сихъ поръ свое ледниковое отличіе въ видѣ *одной* отполированной стороны, что ихъ присутствіе можетъ только служить доказательствомъ того, какъ шатокъ признакъ округленности камней при классификаціи наносовъ. Наконецъ мѣстами, но изрѣдка, въ верхнихъ частяхъ ледниковаго щебня попадалась слоеватость, подобная той, о которой я говорилъ въ предыдущей главѣ, и обязанная своимъ происхожденіемъ по всей вѣроятности ледниковымъ ручьямъ. Выходовъ горной породы на поверхности оза нигдѣ не замѣчено.

На пути изъ Хутиерви въ Пэлькенэ дорога, тоже идущая по озу, постоянно переходитъ съ одной его стороны на другую, или же идетъ по самому гребню. Но гребень здѣсь не такъ правильно выраженъ какъ ранѣе и не имѣетъ такой ровной высоты. Обнаженій здѣсь гораздо меньше; но въ отдѣльныхъ ямахъ на вершинѣ оза выступаетъ вездѣ ледниковый щебень, съ валунами до 3 м. въ діаметрѣ. Тотъ же ледниковый щебень попался и у озера, въ сторонѣ отъ дороги; здѣсь замѣтна въ немъ слабая слоеватость. Въ одномъ обнаженіи на сѣверо-восточномъ склонѣ оза видно, что мелкіе слоистые пески

налегаютъ на склонахъ ледниковаго щебня. Одно порядочное обнаженіе представилось у канала Кайванто, которымъ озъ пересѣкается между Кангасалою и Пэлькенэ. Здѣсь прорыли нѣкогда канаву для спуска части озера Ройне въ Лангельмевеси, но въ послѣдствіи эту канаву размыло, и образовался цѣлый каналъ, метровъ въ 25 ширины. Ширина оза въ этомъ мѣстѣ очень не велика, а именно отъ 40 до 50 м. (20—25 саж.), и самъ онъ здѣсь нѣсколько понижается. Въ обнаженіи на сѣверномъ берегу канала виденъ также ледниковый щебень, выступающій на высотѣ 6—8 м. (20—25 ф.) надъ уровнемъ озера; на южномъ же берегу, въ обнаженіи захватывающемъ края оза, выступаетъ слоистый песокъ, который очевидно долженъ налегать на ледниковомъ щебнѣ выступающемъ по сѣверному берегу канала. Пески достигаютъ бо́льшаго развитія на сѣверо-восточномъ берегу оза, чѣмъ на юго-западномъ.

На пескахъ, покрывающихъ склоны оза, налегаютъ сѣрыя глины, которыя въ одномъ мѣстѣ разработываются для выдѣлки кирпича.

Затѣмъ озъ тянется также непревывно до села Пэлькенэ, и на его вершинѣ построена церковь этого села. За церковью, какъ я уже говорилъ, онъ понижается, прорѣзывается каналомъ но снова показывается на другомъ берегу. Мои изслѣдованія простираются только до этого мѣста.

Изъ всего сказаннаго мы видимъ, слѣдовательно, что Кангасальскій озъ состоитъ изъ сѣро-желтаго ледниковаго щебня, типичнаго, не тронутаго водою, съ большими валунами, носящими слѣды ледниковыхъ дѣйствій. Этотъ щебень мѣстами покрывается на поверхности сѣрымъ ледниковымъ же щебнемъ, иногда слегка промытымъ. На щебнѣ лежатъ, какъ на западномъ, такъ и на восточномъ берегу, толщи слоистыхъ песковъ съ иловатыми прослойками. Пески покрываются сѣрою глиною. Такимъ образомъ происхожденіе оза совершенно безспорно. Ясно, что онъ есть громадная морена громаднаго же ледника, на склонахъ которой волны озеръ, поднимавшихся метровъ на 25 (80 ф.)

выше теперешняго ихъ уровня, отлагали толщи песковъ и глинъ. Нѣтъ никакого сомнѣнія, что бо́льшая часть матеріала, изъ котораго состоятъ эти пески, есть ничто иное, какъ ледниковый щебень той же морены, переработанный и разсортированный волнами. Нечего и говорить, что никакія другія объясненія въ данномъ случаѣ неприложимы. Такая странная гипотеза, какъ та, что озы могутъ быть уцѣлѣвшіе во время размыванія остатки сплошного покрова наноса (въ данномъ случаѣ въ 25—35 м. толщины), конечно ужъ никогда не возникла бы на вершинѣ Кангасальскаго оза. Нужно на мѣстѣ испытать впечатлѣніе, производимое этою громадною насыпью, свободно возвышающеюся надъ ближайшими окрестностями, чтобы понять всю несостоятельность подобной гипотезы. И гипотеза станетъ еще невѣроятнѣе, если вспомнить то, что сказано выше о длинѣ Кангасальскаго оза и всей системы наносныхъ грядъ, въ составъ которой онъ входитъ.—Также несостоятельною окажется гипоте́за образованія этой массы силою прибоя. Если, при поверхностномъ изслѣдованіи, можно еще удовлетворяться подобною гипотезою разсматривая какой-нибудь озикъ въ 2—3 метра вышины, то въ данномъ случаѣ такая гипотеза,—въ видѣ ли береговаго, въ видѣ ли встрѣчнаго прибоя,—просто покажется вымысломъ. Я думаю даже, что такая гипотеза никогда и не возникла бы на Кангасальскомъ озѣ.—Во 1) онъ идетъ на значительномъ протяженіи не между озерами, какъ Пунгахарью, а по сухому пути, и такимъ образомъ простота объясненія нынѣ дѣйствующими силами исчезаетъ. Приходится допустить громадное повышеніе уровня сосѣднихъ озеръ,—до такой высоты гдѣ мы уже не находимъ никакихъ ихъ слѣдовъ, т.-е. до высоты гребня самаго оза, такъ какъ пространства, имѣющія болѣе 120 м. (400 ф.) абс. высоты (наибольшая абсолютная высота отдѣльныхъ точекъ оза доходитъ до 400 ф.), встрѣчаются въ очень недалекихъ разстояніяхъ отъ оза, и слѣдовательно для полученія значительнаго прибоя необходимо было бы допустить ихъ погруженіе подъ во́ды озеръ. Современный же ландшафтъ вѣроятно никогда

и не подалъ бы мысли о возможности образованія такой громадной насыпи силою прибоя: онъ слишкомъ тѣсенъ для этого. Если ландшафтъ и кажется просторнымъ, то только для ученаго вырвавшагося изъ стѣнъ своей дымной комнаты,—для бѣшенаго же разгула вѣтра и волнъ онъ слишкомъ замкнутъ. Во 2) если на Пунгахарью можно не замѣтить, или игнорировать присутствіе громадныхъ валуновъ въ 3 метра по одному измѣренію, лежащихъ на вершинѣ оза, то здѣсь это невозможно: они слишкомъ часто попадаются на глаза на высотахъ въ 20—30 м. (60—100 ф.), а валуны въ 0,6 и 0,7 м. (1 арш.) въ діаметрѣ лежатъ на такой же высотѣ непрерывными кучами на значительныхъ протяженіяхъ. Наконецъ, если на Пунгахарью ихъ еще можно съ натяжкою счесть пришлецами, внѣшними отложеніями, сронившимися съ плавающихъ льдинъ на тѣ наносы которые составляютъ главную массу оза, то здѣсь и это невозможно: они оказываются неразлучною составною частью того ледниковаго щебня, который составляетъ болванку и главную составную часть насыпи.

Оставляя слѣдовательно, въ сторонѣ эти гипотезы, никогда, впрочемъ, ничѣмъ не доказывавшіяся, мы должны признать, на основаніи состава оза, что онъ есть морена громаднаго древняго ледника. Положеніе этой морены даетъ намъ право предположить, что по всей вѣроятности это была боковая морена (поверхностная или поддонная) ледника, поднимавшагося по вышеупомянутой долинѣ. А принимая въ соображеніе громадную длину этого оза, доходящаго до береговъ Ботническаго залива и его положеніе у подножія сплошныхъ поднятій западной окраинной гряды озерной Финляндіи, вмѣстѣ съ параллелизмомъ его изборожденію, слѣдуетъ думать, что этотъ громадный озъ былъ восточною боковою мореною Ботническаго потока Скандинавско-Финскаго ледника,—въ томъ смыслѣ, въ какомъ Упсальскій и Энчёпингскій озы составляли его западную боковую морену (см. V-ю главу).

Вернувшись въ Хутиерви, я отправился далѣе на С.-В., по дорогѣ въ Ювескюлѣ. Какъ и слѣдовало ожидать, за Хутиерви мѣстность совершенно измѣняется; мы пересѣкли озъ и теперь вступили въ пересѣченную мѣстность, которою возвышенности западной окраинной гряды озерной Финляндіи падаютъ къ вышеупомянутой долинѣ. Повсемѣстно стали выступать твердыя горныя породы, или ледниковый щебень сплошными покровами и слѣдовательно валуны. Мѣстность становится мало заселенною, и дорога по-долгу проходитъ густыми лѣсами (преимущественно сосновыми, но съ большою примѣсью березы); она постоянно идетъ то въ гору, то подъ гору, или же извивается среди отдѣльныхъ холмовъ, состоящихъ изъ твердыхъ горныхъ породъ. Всюду выступаютъ округленные бугры со шрамами, впрочемъ не слишкомъ ясными. Ледниковый щебень покрываетъ все: онъ виденъ повсемѣстно, на горахъ и на поляхъ, усыпанныхъ большими валунами; мы снова встрѣчаемся здѣсь съ тѣми „полями валуновъ“, съ которыми познакомились удаляясь отъ другого большаго оза, Пунгахарью, на переѣздѣ въ Нишлотъ,— только здѣсь валуны нѣсколько мельче. Кучки ледниковаго щебня лежатъ повсемѣстно и вдоль дороги: за неимѣніемъ гальки, приходится пользоваться имъ для шоссировки; но здѣсь онъ крупнѣе, разнообразнѣе и угловатѣе, чѣмъ до Таммерфорса. Валуны встрѣчаются въ громадныхъ количествахъ; сперва ихъ еще меньше, но за селомъ Оривеси (Orihvesi) они особенно изобильны: между станціями Эрескякскъ (Eräslaks) и Ленкипохья (Länkipohja) по сѣверному берегу озеру они встрѣчаются въ громадномъ числѣ, и нерѣдко располагаются весьма живописно и фантастически, въ видѣ blocs perchés, на склонахъ горъ и на изрытыхъ буграхъ горныхъ породъ. Въ высыхающихъ мульдахъ озеръ накопляются сѣрыя глины, которыя часто употребляются для выдѣлки кирпича. Озёра положительно уменьшаются въ теперешній періодъ,—вокругъ всѣхъ большихъ озеръ видно множество мелкихъ озерковъ, отдѣлившихся отъ большихъ озеръ и окруженныхъ пологими, болотистыми берегами.

Вообще, глядя на эту страну, лежащую на высотахъ отъ 250 ф. до 500 и 550 ф. (75—150 и 165 м.), замѣчая положительное отсутствіе какой-бы то ни было правильности въ расположеніи наноса, — хотя бы въ родѣ, напр., группировки валуновъ на водораздѣлахъ, или предпочтительнаго расположенія въ извѣстныхъ уровняхъ, — замѣчая рѣшительное отсутствіе слоистыхъ образованій, кромѣ глинъ, скопляющихся въ отдѣльныхъ, разрозненныхъ впадинахъ, нельзя не придти къ заключенію, что характеръ страны рѣшительно несовмѣстимъ съ существованіемъ въ былыя времена общаго воднаго покрова. Нѣтъ никакихъ ни слѣдовъ, ни даже указаній на присутствіе здѣсь когда-нибудь моря. Напротивъ того, все не только напоминаетъ о громадныхъ ледникахъ, но даже прямо въ руки даетъ матеріалы для возсозданія картинъ прошлаго. Въ этой именно мѣстности особенно очевидно, какъ ледники, сползавшіе съ нагорья, отлагали въ долинахъ свои большія морены, нынѣшніе озы; какъ затѣмъ, уменьшаясь въ объемѣ, они оставляли послѣ себя свои равномѣрно-распространенныя поддонныя морены и „поля валуновъ“ (terrains erratiques, fonds, Bödeli), и только по временамъ, случайно задержанные въ своемъ отступленіи, или же въ силу вліянія мѣстныхъ, мелкихъ топографическихъ условій, оставляли тамъ-и-сямъ небольшія зачаточныя морены; видно наконецъ, какъ одновременно съ этимъ начался громадный озерный періодъ, когда озёра занимали въ нынѣшней озерной Финляндіи всѣ долины, располагаясь террасовидно до высотъ, нынѣ лежащихъ на 300—350 ф. (90—110 м.) надъ уровнемъ моря, и отлагали на склонахъ кристаллическихъ возвышенностей и озовъ толщи мелко-слоистыхъ песковъ и ила, съ ихъ мелкими волноприбойными знаками; какъ затѣмъ, по мѣрѣ измельченія матеріала, эти озёра отлагали все болѣе и болѣе прослойковъ глинъ среди песковъ и наконецъ чистыя глины, а съ другой стороны, постоянно подтачивая каменныя перемычки, мѣшавшія ихъ стоку, постоянно понижались все болѣе и болѣе, до своего теперешняго уровня въ 250—300 ф. (75—90 м.) абс. высоты, и

вносили такимъ образомъ въ геологическія лѣтописи свидѣтельства объ озерномъ періодѣ громадной продолжительности, который тянулся многіе десятки тысячелѣтій и который мы застаемъ еще теперь. Слѣды этихъ періодовъ такъ очевидны, что картины прошлаго прямо напрашиваются воображенію наблюдателя; слѣдовъ же моря нигдѣ не замѣтно, и ихъ приходилось-бы только изобрѣтать въ угоду предвзятой теоріи или унаслѣдованной традиціи.

Изъ отдѣльныхъ обнаженій, представляющихся на пути изъ Хутиерви къ Ювескюле, я упомяну лишь тѣ, которыя заслуживаютъ почему либо вниманія. Въ 5 верстахъ за станціею Пóнса (Ponsa) видно большое обнаженіе очень типичнаго ледниковаго щебня, который залегаетъ значительною толщею на обращенномъ къ Сѣверу склонѣ возвышенностей. Въ двухъ верстахъ не доѣзжая Оривéси также видно хорошее обнаженіе ледниковаго щебня, на которомъ налегаютъ слоистые пески. Пески покрываются глинами, которыя близь озера разрабатываются для приготовленія кирпича.

У Оривéси, говоритъ Хольмбергъ, тотчасъ къ С. отъ церкви, проходятъ съ С. на Ю. довольно значительные песчаные озы, но къ сожалѣнію я ихъ не осмотрѣлъ [13]); они очевидно отложены въ долинѣ рѣчки, впадающей въ Нихуаерви (Nihuajärvi). Въ 8 вер. отъ Оривéси, т.-е. въ долинѣ рѣки впадающей въ заливъ озера Кольонселькэ (Koljonselkä), проходитъ также небольшой озъ въ миніатюрѣ, состоящій изъ весьма плотно-слежавшагося сѣраго ледниковаго щебня, лежащаго на гранитѣ и покрытаго небольшою толщею желтыхъ, мелко-слоистыхъ песковъ [14]).

---

[13]) Holmberg, Materialier, p. 149. Онъ упоминаетъ также, что „довольно большой озъ тянется въ сѣверо-западномъ направленіи вплоть до Алаво“ (въ какомъ приходѣ?).

[14]) Гранитъ, раппакиви я замѣтилъ впервые у Оривéси, послѣ области гнейсовъ и глинистыхъ сланцевъ, распространенныхъ у Таммерфорса. Объ этой послѣдней области есть много любопытныхъ свѣдѣній у г. Вика. F. Wiik, Geognostiska Iakttagelser etc., l. c.

У ст. Ленкипохья дорога подступаетъ къ одной очень длинной и довольно широкой возвышенности, протянувшейся съ С. на Ю. (см. карту Межев. Упр.), и до ст. Хàллинпéнки (Hallinpenki) она идетъ по зап. склону этой возвышенности. Мѣстность здѣсь очень пересѣчена и достигаетъ въ высшихъ точкахъ отъ 130 до 140 м. (430—460 ф.) абс. высоты; при этомъ характеръ ея чрезвычайно однообразенъ: всюду видны гранитные или гнейсовые бараньи лбы, массы ледниковаго щебня и густой лѣсъ, въ которомъ ель уже беретъ преобладаніе надъ сосной. Любопытны здѣсь только разнообразныя и прихотливыя положенія, занимаемыя валунами въ видѣ *blocs perchés*. При этомъ бросается въ глаза довольно значительное количество такихъ валуновъ, которые совершенно округлены и конечно наводятъ на то соображеніе, что если ледники могли такъ округлять большіе валуны (а эти валуны несомнѣнно посажены льдомъ въ ихъ прихотливыя положенія), то конечно ледники могли также округлять и маленькіе камни, а поэтому болѣе чѣмъ странно думать, что ледниковые щебни непремѣнно должны состоять только изъ угловатыхъ камней.

Въ $1^1/_2$ вер. передъ станціею Хàллинпéнки дорога начинаетъ подниматься на возвышенность, о которой я сейчасъ упомянулъ. Отсылая читателя къ картѣ Межеваго Управленія, гдѣ хорошо показано положеніе и распространеніе этой возвышенности, я замѣчу только, что она идетъ съ С. на Ю. и видна также на картѣ высотъ г. Гюльдэна, обозначаясь горизонталью 150 м. (500 ф.). Эта возвышенность не есть, собственно говоря, озъ, такъ какъ она обусловливается соотвѣтственнымъ поднятіемъ горныхъ породъ и слишкомъ широка, чтобы заслуживать такое названіе; но она имѣетъ, какъ мы сейчасъ увидимъ, много чертъ общихъ съ озами. Передъ станціею дорога поднимается на нее, пересѣкая нѣсколько грядокъ и постепенно поднимаясь все выше и выше. Потомъ дорога круто поворачиваетъ вправо и тутъ снова пересѣкаетъ двѣ низкія грядки. Затѣмъ, поднявшись на возвышенность, она идетъ уже по совершенно ровной площади,

совершенно прямою линіею. Такую же прямизну дорога сохраняетъ, сдѣлавъ второй поворотъ вправо, у деревни Хэйневехмайсъ (Heinäwehmais). Спускъ съ этого широкаго лентовиднаго поднятія къ В. начинается только въ 4 вер. передъ ст. Сепполя, лежащею въ приходѣ Емсэ (Jämsä).

Поверхность этой возвышенности поросла густымъ лѣсомъ, среди котораго мѣстами выдаются совершенно безлѣсныя болотистыя полянки. Обнаженій встрѣчается очень мало, но несомнѣнно, что поднятіе обусловлено здѣсь выступами твердыхъ горныхъ породъ, такъ какъ на верхней площадкѣ нерѣдко попадаются гранитные лбы. На верхней-же площадкѣ видны выходы ледниковаго щебня; наконецъ болотистыя полянки, встрѣчающіяся на поверхности, безъ сомнѣнія суть высохшія озерки, вѣрнѣе пруды, и потому заполнены по всей вѣроятности глинами и торфяниками. На склонахъ этой возвышенности залегаютъ слоистые пески наклонными слоями, падающими на З. и на В.

Наиболѣе любопытныя обнаженія въ этой возвышенности были слѣдующія. Передъ станціею Хáллинпéнки, тамъ, гдѣ дорога поднимается на возвышенность, выступаютъ мелко-слоистые пески (рѣчные?), состоящіе почти исключительно изъ кварца съ примѣсью черной слюды, толщиною болѣе 1 м.; они покрываются крупнымъ желтымъ пескомъ, вѣрнѣе хрящемъ, содержащимъ значительную примѣсь угловатыхъ камешковъ, нерѣдко съ довольно острыми углами. Эти слои падаютъ на S 65° W, около 15°. Вообще-же наносы, которыми покрыта эта возвышенность, особенно въ верхнихъ ея частяхъ, преимущественно состоятъ изъ ледниковаго щебня, пески же, попадающіеся въ среднихъ и верхнихъ ея частяхъ, бываютъ крупные, близкіе къ ледниковому хрящу; мелкіе пески встрѣчаются на ея склонахъ только ниже.

Въ 8 вер. отъ Хáллинпéнки видно хорошее обнаженіе ледниковаго щебня, и вслѣдъ затѣмъ сейчасъ обнаруживается маленькій озъ, около 2 м. (7 ф.) высоты и 9 м. (30 ф.) ширины и незначительной длины, имѣющій направленіе S 26° O;

рядомъ съ нимъ идетъ другой такой же маленькій озъ, параллельный ему; внутреннее строеніе ихъ неизвѣстно. За озомъ площадка принимаетъ характеръ совершенной плоскости, и только на 10-й верстѣ отъ Хàллинпéнки въ ней видно небольшое пониженіе, при переходѣ черезъ маленькую рѣчку. Въ обнаженіяхъ по обѣ стороны моста выступаетъ ледниковый щебень, съ нѣкоторымъ отдаленнымъ подобіемъ слоеватости. Наклонъ пластовъ—около 6°—7° на S.

Наконецъ въ $4^1/_2$ вер. не доѣзжая Емсэ начинается склонъ къ С.—В., и здѣсь выступаютъ мелкіе слоистые пески, вмѣстѣ съ которыми появляются въ изобиліи сосны. Пески переслоены съ мелкою галькою и падаютъ на N 35° O, 33°; подъ ними лежитъ другой песокъ, очень мелкій и мелко-слоистый, падающій на S 85° O, 40°. Затѣмъ идетъ спускъ, послѣ котораго разстилается снова горизонтальная площадь, гдѣ выступаютъ въ одномъ обнаженіи горизонтальные слои песковъ, послѣ чего дорога выходитъ на равнину, большею частію разработанную подъ пашни и хорошо заселенную.

Такимъ образомъ, строеніе этой возвышенности представляется въ слѣдующемъ видѣ: выходы гранита и гнейсо-гранита, покрытые ледниковымъ щебнемъ и крупными песками, большею частію близкими къ мелкому ледниковому хрящу; въ маленькихъ углубленіяхъ на верхней площадкѣ—глины и торфъ; на склонахъ возвышенности—наклонные слои мелкихъ, тонко-слоистыхъ песковъ съ иловатыми прослойками, покрытые у подошвы горизонтальными слоями песка, а потомъ—озерными глинами. Мы видимъ, слѣдовательно, что по своему строенію, не смотря на свою ширину, разсматриваемая возвышенность вполнѣ подходитъ подъ типъ *каменнаго оза*, т.-е. такого, въ которомъ ядро состоитъ изъ твердыхъ породъ и покрыто наносами. Такіе каменные озы, но не большихъ размѣровъ, встрѣчаются въ Финляндіи очень нерѣдко.

У Емсэ дорога вышла на равнину, мало возвышающуюся

надъ уровнемъ озера Пэйенэ (Päijäne), лежащаго на абс. высотѣ 75 м. (253 шв. ф.). Нѣтъ сомнѣнія, что разстилающаяся здѣсь равнина была нѣкогда дномъ большаго озера, котораго Пэйенэ представляетъ теперь лишь нѣкоторую часть. Отдѣльные гранитные холмы, выступающіе надъ этою равниною, были по всей вѣроятности островами этого большаго озера, котораго слѣды мы видимъ теперь въ тонко-слоистыхъ, залегающихъ здѣсь глинахъ. Прежній уровень его, судя по высотѣ песковъ на склонахъ вышеупомянутой возвышенности, стоялъ на 26 м. (86 ф.) выше, чѣмъ теперь, т.-е. на абс. высотѣ около 100 м. (330 ф.).

За Е̨мсэ снова начинается гористая мѣстность, и видны выходы гранита [15]).

Между станціей Юокслаксъ (Juokslaks), и Корпиляксомъ, лежащими въ глубинѣ заливовъ того же имени, дорога пересѣкаетъ небольшую рѣчку, вытекающую изъ одного озерка. Здѣсь, у лѣсопильной мельницы Ло́хико́ски (Lohiḳoski), построенной на этой рѣчкѣ, есть небольшой озъ, довольно любопытный. Рѣчка течетъ въ долинкѣ, сравнительно довольно глубокой и тѣсной: надъ нею почти вплотную поднимаются бугры изъ твердой горной породы, высотою около 15—20 м. (50—60 ф.). Но не смотря на тѣсноту долинки, въ ней проходитъ небольшой озъ, около 12 м. (40 ф.) высоты, вдоль по лѣвому берегу ручья; выше мельницы онъ пересѣкается ручьемъ и переходитъ, слѣдовательно, на правый его берегъ. Онъ идетъ параллельно подошвѣ гранитныхъ возвышенностей, въ направленіи N 5° O. Возлѣ мельницы, на лѣвомъ берегу ручья, есть прекрасное обнаженіе, гдѣ хорошо виденъ составъ этой грядки (см. рис. 31).

Главное ея ядро состоитъ изъ ледниковаго щебня, совершенно типичнаго, не тронутаго водою. Хотя онъ заплываетъ смываемою сверху глиною, но тѣмъ не менѣе представляетъ отвѣсныя стѣны, съ большими, иногда даже очень большими камнями. Щебень такъ плотенъ, что для того, чтобы взобраться

---

15) Въ 2 вер. отъ Сепполя выступаетъ еще раппакиви; обыкновенный красный гранитъ я увидѣлъ только на 6-й верстѣ отъ станціи при подъемѣ въ гору.

на отвѣсную стѣну обнаженія, приходится высѣкать себѣ ступени. Нѣкоторые камни иногда имѣютъ видъ совершенно угловатыхъ параллелопипедовъ, очень часто отполированныхъ и изборожденныхъ; ледниковая политура и бо́розды сохранились превосходно. Но рядомъ съ ними попадаются камни совершенно округленные, такіе, какіе встрѣчаются въ любомъ окатанномъ булыжникѣ. Ледниковая пыль вполнѣ сохранилась. Пески, покрывающіе ледниковый щебень, состоятъ изъ перемежающихся слоевъ желтаго и бураго песка; мѣстами слои ихъ горизонтальны; въ другихъ обнаженіяхъ они наклонны. Глина, залегающая у подножія оза, содержитъ сравнительно небольшую примѣсь песка, вязка и сѣраго цвѣта. Она лежитъ *не подъ* ледниковымъ щебнемъ, какъ это можно бы подумать по плохо-сдѣланному рисунку, но у подошвы оза, въ долинѣ ручья.

Этотъ озъ очевидно есть не что иное, какъ морена. Это ясно, какъ изъ его строенія, такъ и изъ его положенія. Дѣйствительно, онъ состоитъ несомнѣнно изъ ледниковаго щебня, прикрытаго слоистымъ наносомъ и лежитъ въ небольшой долинѣ, и параллеленъ возвышенностямъ, отдѣляющимъ дорогу отъ Сувиерви. Нѣкогда покрытая водами озера, эта морена была отчасти разрушена и покрылась на вершинѣ—горизонтальными слоями песковъ, а на склонахъ—наклонными слоями. Моренное происхожденіе оза здѣсь очевидно; но особенно любопытно то, что морены могутъ образовываться въ зависимости отъ такихъ ничтожныхъ неровностей почвы, какъ въ данномъ случаѣ.

У ст. Корпилаксъ также есть довольно любопытный озъ, осмотру котораго я посвятилъ одно утро. Мѣстность близъ станціи представляется въ такомъ видѣ. Озеро вдалось здѣсь въ с.-з. направленіи заливомъ Ки́рколя́хти (Kirkkolahti). На продолженіи залива тянется, въ томъ же сѣв.-западномъ направленіи, небольшая узкая долина, ограниченная съ обѣихъ сторонъ гранитными буграми, достигающими до 30 м. (100 ф.) надъ озеромъ. Хотя эта высота очень не велика, да и гранитные бугры

образуютъ ровную непрерывную возвышенность только по ю.-з. берегу долины, но тѣмъ не менѣе она выражена довольно ясно. На сѣверо-восточномъ берегу долины видно нѣсколько гранитныхъ округленныхъ бугровъ, а вдоль ихъ, у подошвы долины, тянутся параллельно ей, одна морена и одинъ небольшой озъ, на которомъ построена церковь. Гранитные бугры, образующіе бараньи лбы, покрыты валунами, точно такъ же, какъ и морена. Этотъ короткій бугоръ (рис. 32) имѣетъ направленіе N 20° W, и на сторонѣ, обращенной къ озеру, сильно размытъ, и поэтому весь покрытъ большими валунами, иногда почти съ небольшую избушку; валуны состоятъ изъ самыхъ разнообразныхъ породъ и многіе изъ нихъ до сихъ поръ еще зарыты въ ледниковомъ щебнѣ. Высота морены 23 м. (76 ф.) надъ уровнемъ Пэйенэ, а относительная высота—около 12 м. (40 ф.).—Слѣдующій къ западу удлиненный бугоръ есть озъ, длиною около 1½ версты, на которомъ построена церковь. Онъ имѣетъ удлиненно-грушевидную форму и вытянутъ въ направленіи N 26° W, т.-е. въ общемъ направленіи впадинъ и бугровъ въ этой мѣстности. Высота его у церкви 30 м. (100 ф.) надъ озеромъ и около 20 м. (66 ф.) надъ подошвою. Вся восточная и южная сторона этого бугра состоитъ исключительно изъ ледниковаго щебня и большихъ валуновъ. На западномъ же и юго-западномъ склонахъ, обращенныхъ къ долинѣ, залегаютъ пески. Возможно, что бугоръ состоитъ не исключительно изъ наноса, но что здѣсь есть и соотвѣтственное поднятіе горной породы, такъ какъ къ Ю. отъ церкви видно множество гранитныхъ валуновъ, расположенныхъ такъ, что ихъ можно счесть за разрушенный выходъ гранита; но во всякомъ случаѣ ледниковый щебень возвышается еще на 6—8 м. (20—25 ф.) надъ этимъ мѣстомъ; и при этомъ если въ составъ оза и входитъ какой-нибудь гранитный бугоръ, то только—въ расширенной, южной его части, такъ какъ въ сѣверной половинѣ, гдѣ бугоръ принимаетъ наиболѣе опредѣленную форму оза, онъ состоитъ исключительно изъ наноса. На юго-западномъ склонѣ этой гряды,—и только на юго-западномъ, т.-е.

со стороны долины,—наслоены толщи песковъ, которые поднимаются до самой церкви, т.-е. до высоты 30 м. надъ уровнемъ озера. Не мѣшаетъ замѣтить при этомъ что озъ закрытъ совершенно съ обоихъ сторонъ. Къ С.-В. отъ него, по лѣвому берегу долины, поднимаются гранитные бугры равной съ нимъ высоты, а далѣе,— возвышенности превышающія его, а къ Ю.-З., т.-е. по правому берегу долины, тянется гранитная гряда, тоже превышающая озъ, и въ ней только въ одномъ мѣстѣ, и то южнѣе, есть небольшая сѣдловина. Поэтому объ образованіи оза прибоемъ не могло бы быть и рѣчи даже и тогда, если бы его внутреннее строеніе не было извѣстно.

Къ С.-З. отъ оза тянутся, также вдоль склона долины, холмы меньшей высоты, покрытые на зап. склонѣ слоистыми песками.

Итакъ, мы видимъ, что въ узкой долинѣ, лежащей на продолженіи залива Корпилякса, тянется вдоль ея склоновъ, параллельно имъ, нѣсколько моренъ, состоящихъ изъ ледниковаго щебня съ большими валунами; морена, ближайшая къ долинѣ, покрыта на склонахъ песками, доходящими до высоты около 30 м. (100 ф.) надъ уровнемъ озера. Такимъ образомъ получается озъ, который очевидно произошелъ не воднымъ путемъ, а есть не что иное, какъ морена, отчасти разрушенная водою, но потомъ увеличенная съ боковъ слоистыми наносами, отложенными въ озерѣ, которое нѣкогда стояло на 30 м. выше теперешняго. И здѣсь морены и озъ являются въ очень маленькой долинкѣ.

Отъ Корпилякса до города Ювескюле дорога продолжаетъ идти по западному берегу озера Пэйенэ, въ нѣкоторомъ отдаленіи отъ него, приближаясь къ самому озеру только у ст. Мýрамэ, гдѣ она проходитъ по перешейку между озерами Мýрамэнъерви (Muuramenjârvi) и Пэйенэ. Мѣстность на этомъ протяженіи довольно пересѣченная, а между Мýрамэ и городомъ даже гористая. До озера Мýрамэнъ она представляетъ

мало интереснаго, и вовсе нѣтъ обнаженій; но здѣсь она пересѣкаетъ поперечную долину, занятую озеромъ Му́рамэнъ и его стокомъ, и снова появляются интересныя обнаженія и озы. На 9-й верстѣ отъ Корпилякса, дорога подходитъ къ озеру по болотистой полянѣ. Вправо, т.-е. къ В. отъ дороги, видны низкіе бугры, состоящіе изъ слоистаго гранита, котораго слои падаютъ на Ю.-В. подъ угломъ въ 50°—60°. Влѣво же отъ дороги тянется длинный озъ, вышиною въ 18 м. (60 ф.) надъ равниною и достигающій 70 м. (230 ф.) высоты надъ уровнемъ Му́рамэна, которое, въ свою очередь, лежитъ на абс. высотѣ 83 м. (73 ф.). Ширина оза около 80 м. (40 саж.). Съ высоты его гребня открывается далекій видъ на оз. Му́рамэнъ, къ которому мѣстность падаетъ сперва круто, а потомъ—волнистыми холмами. Направленіе этого оза сперва N 82° О, но, миновавъ ю.-з. уголъ озера, озъ поворачиваетъ нѣсколько влѣво и идетъ на N 37° О. Образуется ли онъ исключительно наносами, или же наносы лежатъ на соотвѣтственной грядѣ твердой горной породы,—нельзя сказать навѣрно; можно сказать только, что послѣднее мало вѣроятно, потому что въ формахъ сосѣднихъ гранитныхъ холмовъ вовсе не проявляется грядовидной испаханности, и еще потому, что существованіе такой длинной и такой узкой гранитной гряды невѣроятно. Въ обнаженіяхъ же, на поверхности оза, всюду виденъ ледниковый щебень съ очень большими валунами, которые покрываютъ всю поверхность оза, вплоть до вершины. Они доходятъ весьма часто до 2 и 3 м. длины и состоятъ изъ самыхъ разнообразныхъ горныхъ породъ,—краснаго гранита, раппакиви, сѣраго гранита, гнейсовъ, слюдистаго сланца (иногда съ примѣсью хлорита) и розоватаго кварцита. Песковъ совершенно не видно; они попались только тогда, когда мы спустились къ озеру.

Далѣе дорога идетъ у подошвы оза, и его можно прослѣдить вплоть до 13-й версты отъ Корпилякса, гдѣ онъ достигаетъ еще, въ одной изъ болѣе высокихъ точекъ, 36-ти метровъ (118 ф.) надъ уровнемъ озера Му́рамэнъ и имѣетъ относи-

тельную высоту около 15—17 м. (50—55 ф.). Здѣсь онъ весь состоитъ изъ ледниковаго щебня, съ валунами въ 2 и 3 м. (7—10 ф.) по одному измѣренію; только у подошвы его, послѣ маленькаго террасовиднаго уступа (épaulement въ фортификаціи), виденъ мелкій (озерный или рѣчной) слоистый песокъ. Ледниковый щебень принадлежитъ къ типичнымъ: камешки, среднимъ числомъ въ 20—30 мм., угловаты, но углы нѣсколько закруглены; болѣе мелкіе камешки совершенно угловаты; пыль хорошо сохранилась, и щебень, взятый не съ самой поверхности, оказывается вовсе не подвергавшимся дѣйствію воды. Мѣстами, на склонахъ оза, видна въ щебнѣ слоеватость, и среди его залегаетъ ледниковый песокъ, состоящій изъ камешковъ среднимъ числомъ отъ 1 до 4 мм. (отдѣльные камешки доходятъ до 25—30 мм.); большіе камешки округлы, мелкіе-же совершенно угловаты; вообще здѣшній ледниковый песокъ представляетъ типичную форму; пыли въ немъ вовсе нѣтъ, и камешки почти совершенно обмыты.

Какъ далеко простирается этотъ озъ за станціею Мýрамэ, я не могу сказать, такъ какъ, вступивъ въ гористую мѣстность за этою станціею, я потерялъ его изъ вида. Весьма вѣроятно, что, прорѣзанный стокомъ Мýрамэна, онъ вслѣдъ затѣмъ снова выступаетъ въ томъ же направленіи и соединяется съ озомъ, который показался близъ дороги въ 3 вер. передъ Ювескюле; съ дороги же его не было видно вѣроятно потому, что онъ оставался вправо, т.-е. у поднятія возвышенностей, окаймляющихъ долину Пэйенэ. Во всякомъ случаѣ несомнѣнно, что по западному берегу большой западной продольной долины озерной Финляндіи, нынѣ отчасти занимаемой озеромъ Пэйенэ, тянется въ сѣверо-восточномъ направленіи, очень высокая морена состоящая изъ ледниковаго щебня съ очень большими валунами; она идетъ довольно прямою линіею, близъ подошвы возвышенностей, окаймляющихъ долину съ Запада, и подошва ея лежитъ на высотахъ отъ 5 до 55 м. (15—180 ф.) надъ теперешнимъ уровнемъ Мýрамэна. Въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ эта морена, или этотъ озъ,

выходитъ на мѣстности, лежащія ниже 25—30 м. (80—100 ф.) надъ уровнемъ Пэйенэ, склоны ея покрываются слоистыми песками. Есть ли это конечная морена ледника, сползавшаго съ С.-З., со сплошнаго поднятія, лежащаго къ С.-З. отъ Пэйенэ, какъ я это предположилъ въ моихъ путевыхъ письмахъ, или же боковая морена позднѣйшаго ледника, сползавшаго—въ періодъ существованія разрозненныхъ ледниковъ—съ С.-В., по долинѣ Пэйенэ,—рѣшатъ будущія изслѣдованія, на основаніи сравненія состава обломковъ въ этой моренѣ съ составомъ твердыхъ горныхъ породъ. Изборожденіе (NW — SO) говоритъ въ пользу перваго предположенія.

Озъ у Ювескюле, составляющій продолженіе описанной сейчасъ морены, мы разсмотримъ уже въ слѣдующей главѣ, въ связи съ озами, лежащими къ сѣверу отъ города.

VIII.

ОТЪ ЮВЕСКЮЛЕ ДО КУОПІО.

Ювескюльскій озъ—Его простираніе.—Отдѣльныя обнаженія.—Массы валуновъ на вершинѣ и ледниковый щебень.—Высота песковъ на склонахъ.—Невозможность водянаго происхожденія.—Его продолженіе на С.-З. отъ города.—Озы и рифы.—Переѣздъ до Саркиля; поля валуновъ.—Пересѣченная мѣстность до Керккасъ.—Отыскиваніе ископаемыхъ раковинъ, упоминаемыхъ Хольмбергомъ. — „Бѣлый слой".—Переѣздъ между Керккасъ и Хютёля; ледниковый щебень и морены.—Гора Кильпимяки; опредѣленіе высоты анероидомъ.—С. Рауталампи.—Прежнія озёра лежали тоже террасовидно.—Коса у Суоненъйоки; ея сходство съ озами и происхожденіе.—Переѣздъ черезъ меридіональную гряду озерной Финляндіи.—Куопіо: известнякъ по дорогѣ къ перевозу; озъ тутъ-же. — Известнякъ у Хенрикнэса.

Мы видѣли въ предыдущей главѣ, что вдоль западнаго берега озера Пэйенэ, между Корпиляксомъ и станціею Мýрамэ, тянется высокій озъ, который былъ прослѣженъ мною болѣе четырехъ верстъ, при приближеніи къ озеру. Но за станціею Мурамэ я потерялъ его изъ виду: дорога удаляется здѣсь верстъ на пять отъ Пэйенэ, пересѣкая напрямикъ гранитныя возвышенности, въ 180—200 м. (600—660 ф.) высоты, [1]) которыя широкимъ выступомъ отклоняютъ берегъ озера къ Востоку; и озы если существуютъ здѣсь, то не поднимаются на возвышенности, а огибаютъ ихъ, придерживаясь подошвы долины. Только въ 3—4 верстахъ отъ города Ювескюле открылся впереди, послѣ гористаго переѣзда, видъ на широкую долину, идущую къ С.-В. и обрамленную слѣва и особенно справа высокими лѣсистыми возвышенностями; въ этой широкой долинѣ свѣтились голубыя воды Пэйенэ и Леппэвеси, а у западнаго

[1]) Отдѣльная гора Роннинмяки, вошедшая въ градусную сѣть при измѣреніи дуги меридіана, достигаетъ даже 787 шв. ф. (234 м.).

берега перваго изъ этихъ озеръ раскинулся небольшой, чистенькій городокъ, Ювескюле; тутъ же показался и озъ, идущій вдоль западнаго берега Пэйенэ. Онъ тянется, съ небольшими перерывами влѣво отъ дороги, вплоть до города, проходитъ мимо его съ Запада, причемъ крайніе городскіе дома построены у подошвы оза, и поворачиваетъ на С.-З., въ неширокую долину рѣки Ювесъйоки, которая соединяетъ между собою цѣпь озеръ: Па́локкаерви (Palokkajärvi), Альваерви (Alvajärvi) и Люонетъерви (Luonetjärvi). Хольмбергъ (Materialier, l. c.) говоритъ даже, что этотъ озъ, или вѣрнѣе эти озы тянутся въ восточной части Ювескюльскаго прихода еще далѣе, переходя въ приходъ Са̀риерви (Saarijärvi). Если это справедливо, то надо думать, что большіе озы существуютъ не только по правому берегу долины Пэйенэ, но и по правому берегу другой большой долины, впадающей въ первую и имѣющей Юго-Восточно—сѣверо-западное направленіе (въ этой долинѣ лежатъ озера Lannevesi, Summas-, Saari- и Pyhäjërvi).

Первое хорошее обнаженіе въ Ювескюльскомъ озѣ я встрѣтилъ въ 3 вер. передъ городомъ, когда мы спустились съ возвышенностей; здѣсь сдѣлана въ пескѣ большая выемка, гдѣ строится винный заводъ и въ выемкѣ обнажаются пески, (рис. 33-й); но и здѣсь захвачены только слои наружнаго покрова оза.

Характеръ наслоенія ясенъ изъ рисунка, и я прибавлю только, что слои *a*, хотя и наклонны, но очевидно отложены не прибоемъ; перемежаемость песковъ и глинъ и присутствіе бураго желѣзняка свидѣтельствуютъ, что они осаждались на днѣ озера, принимая наклонное положеніе только потому, что ложились на склоны бугра; причемъ различная степень измельченія ихъ составныхъ частей соотвѣтствуетъ различной степени измельченія твердыхъ частицъ, носящихся въ водѣ озеръ въ различныя времена года,—во время таянія снѣговъ, лѣтнихъ дождей и т. п. Весьма вѣроятно, что ядро бугра состоитъ здѣсь,—также какъ и сѣвернѣе—изъ ледниковаго щебня; но такъ какъ

нижніе слои покрыты здѣсь осыпью, то нельзя сказать ничего положительнаго объ ихъ составѣ. Интересны здѣсь также извилистыя положенія слоевъ глины, *b* на рисункѣ; они показываютъ, что валуны лежали на своемъ теперешнемъ мѣстѣ прежде отложенія этихъ глинъ; по всей вѣроятности, озъ первоначально имѣлъ здѣсь такой же видъ, какой онъ имѣетъ теперь нѣсколько сѣвернѣе (см. рис. 35) и, когда онъ былъ погруженъ подъ водо́ды озера, стоявшаго на 25—30 м. выше теперешняго, то покрывался озерными глинами, которыя при своемъ отложеніи слѣдовали всѣмъ изгибамъ его поверхности. На вершинѣ оза видно здѣсь множество большихъ валуновъ; также и на днѣ выемки, гдѣ строится заводъ, лежитъ много большихъ угловатыхъ камней. Это обстоятельство дѣлаетъ также весьма вѣроятнымъ, что озъ состоитъ и здѣсь изъ ледниковаго щебня; такіе громадные валуны, какъ, напримѣръ, одинъ валунъ въ 5 м. длины и 2 м. ширины, выступающій изъ земли на 1 м. (16, 6.6 и 3.3 ф.) и лежащій на высотѣ не менѣе 8 м. (25 ф.) надъ теперешнимъ уровнемъ Пэйенэ, очевидно не были заброшены сюда водою, а входили въ составъ первоначальнаго ядра оза.

Высота оза получилась здѣсь въ 23 м. (75 ф.) надъ уровнемъ Пэйенэ, которое само лежитъ на абсолютной высотѣ 262 шв. ф. (77, 8 м.); но вся относительная высота оза не превышаетъ 15 м. (50 ф.). Высшая точка, до которой доходятъ здѣсь пески, лежитъ на 16 м. (52 ф.) надъ уровнемъ озера. Озъ еще не имѣетъ здѣсь правильной формы узкаго гребня; поднявшись на него, я видѣлъ передъ собою широкую площадку не менѣе 400 м. ширины, по которой тянутся въ направленіи оза, т.-е. на N 33° O [2]), короткія и невысокія грядки. Затѣмъ онъ понижается и теряется около тюрьмы, послѣ чего снова появляется, уже въ видѣ узкаго вала, въ которомъ только у южнаго конца города есть поперечное пониженіе; при этомъ онъ заворачиваетъ немного на З., а потомъ—снова на В., и по-

[2]) По магнитному меридіану, слѣдовательно—около N 25° O.

стоянно повышается, достигая наибольшей высоты противъ середины города, почти противъ оконъ гостинницы. Здѣсь онъ доходитъ до 54 м. (177 ф.) надъ уровнемъ Пэйенэ; относительная высота ея надъ площадкою, полого склоняющеюся къ озеру, на которой построенъ городъ, равна 37 м. (120 ф.). Въ поперечномъ разрѣзѣ онъ имѣетъ видъ, какъ на рис. 34-мъ.

Хорошихъ обнаженій на этомъ протяженіи не попадается. Правда, что въ озѣ сдѣланы мѣстами довольно большія раскопки, гдѣ добываютъ песокъ, но онѣ захватываютъ только наружные слои, не доходя до ядра оза. Здѣсь видны только наклонные, иногда волнистые слои мелкихъ песковъ, съ иловатыми прослойками и изрѣдка—съ тонкимъ пропласткомъ мелкой гальки. Среди песковъ попадаются по временамъ довольно большіе валуны; одинъ изъ нихъ доходилъ до 2,5 м. (8 ф.), но нельзя навѣрно сказать, лежалъ-ли онъ первоначально въ пескѣ, или только засыпанъ сверху осыпью обнаженія [3]).

Изъ этихъ обнаженій ясно только одно, что подъ толщами песковъ есть внутреннее ядро, обусловившее наклонное напластованіе, но именно это-то внутреннее ядро здѣсь и не видно, Защитники, во что бы то ни стало, воднаго происхожденія озовъ конечно и въ такихъ обнаженіяхъ,—и даже только въ такихъ обнаженіяхъ,—видятъ доказательства своихъ теорій; но насколько поступаютъ они въ такомъ случаѣ логично, пусть судитъ самъ читатель.

Почти противъ церкви, въ одномъ пониженіи оза, лучше видно его строеніе. Здѣсь на вершинѣ оза залегаетъ совершенно типичный желтый ледниковый щебень, съ превосходно сохранившеюся пылью, а на склонахъ выступаютъ слоистые пески, падающіе на S, 12°. Здѣсь-же видно, что не только озъ вообще,

---

[3]) Обнаженіе, о которомъ упоминаетъ г. Викъ, находилось вѣроятно въ этихъ мѣстахъ. Онъ находилъ «слои отъ ½ до 1 ф. толщиною, состоящіе внизу изъ грубаго песка, который выше становится все мельче и мельче и наконецъ кончается совершенно мелкимъ иломъ». F. Wiik. Några iakttag. beträff. S. Finlands qvart. form., въ Bidr. till känned. af. Finl. Geogr., Etn. o. Stat., 6 häftet, p. 351.

но даже и отдѣльныя выемки въ немъ, образовались ранѣе отложенія песковъ; такъ напримѣръ, сейчасъ возлѣ этого послѣдняго пониженія, слои песковъ падаютъ уже на NO, согласно наклону бугра, а въ другомъ мѣстѣ—на SW; такимъ образомъ пески, отлагаясь наклонными слоями, падающими одни на S и SW, другіе—на NO, заполняли, заровнивали поперечную выемку, случайно образовавшуюся въ моренѣ. Аллувіальный наносъ въ этомъ случаѣ вполнѣ исполнялъ свое назначеніе—сглаживалъ существующія неровности, а отнюдь не усиливалъ ихъ, какъ это допускаютъ защитники воднаго происхожденія озовъ.

Достигнувъ высшей своей точки противъ гостинницы, озъ круто понижается. Но онъ тотчасъ же начинается въ полсотнѣ метровъ западнѣе, въ томъ же направленіи, подобно жилѣ нѣсколько отодвинутой сдвигомъ горной породы. Здѣсь онъ принимаетъ уже нѣсколько иной характеръ, высокаго крутаго вала, загроможденнаго громадными массами большихъ валуновъ, самыхъ разнообразныхъ формъ и строенія [4]); направленіе онъ сохраняетъ прежнее, а потомъ заворачиваетъ немного на С.-В. Видъ вершины оза въ этой части, между озерами Туомьоерви и Ювесъерви, представленъ на рисункѣ 35-мъ.

Озъ достигаетъ здѣсь высоты 55 м. (181 ф.) надъ уровнемъ Пэйенэ, и верхняя его площадка имѣетъ 288 м. (135 саж.) ширины. Къ Ю.-В. онъ падаетъ довольно круто, а къ С.-З. спускается сперва крутою, а потомъ—пологою покатостью, теряющеюся въ болотистой равнинѣ, среди которой нѣсколько сѣвернѣе лежитъ озеро Туомьоерви. Весь озъ усѣянъ здѣсь въ верхней части камнями, иногда очень большими, какъ это видно изъ рисунка; а между камней, въ небольшихъ ямкахъ, попадающихся тамъ и сямъ, виденъ ледниковый щебень. Слоистые наносы, т.-е. пески, не достигаютъ и половины высоты оза, и начинаются только тогда, когда спустишься метровъ на 25: на высотѣ 42 м. надъ уровнемъ Пэйенэ ледниковый ще-

[4]) Изъ озовъ, извѣстныхъ по напечатаннымъ ихъ рисункамъ, совершенно такой же характеръ имѣетъ озъ у Ловизы; ср. Helmersen. Wanderblöcke etc.

бень еще не покрытъ никакимъ наносомъ; и хотя очень трудно опредѣлить точно, какой высоты достигаютъ здѣсь пески, но можно сказать, что они отнюдь не поднимаются выше 28 м. (92 ф.) надъ Пэйенэ.

Я надѣюсь, что самый ярый гидроманъ, изъ писавшихъ объ озахъ, отступитъ передъ возможностью накидыванія волнами такой горы, состоящей изъ такихъ валуновъ—въ 27 м. (89 ф.) выше крайняго уровня, котораго достигала вода въ озерѣ, а потому я не останавливаюсь долѣе на этой части оза, которая сама говоритъ о своемъ происхожденіи.

Въ этой точкѣ, лежащей противъ сѣверной оконечности города, озъ далеко еще не кончается, но нѣсколько понизившись онъ идетъ далѣе на С.-З.,—до Сариерви, какъ говоритъ Хольмбергъ, т.-е. еще верстъ на пятьдесятъ. Я не знаю, насколько онъ непрерывенъ въ этомъ направленіи, и даже сомнѣваюсь, судя по характеру мѣстности, чтобы здѣсь тянулся на такое значительное разстояніе *одинъ* большой озъ. Но если взглянуть на карту высотъ г. Гюльдэна, то мы увидимъ, что дѣйствительно къ С.-З. отъ Ювескюле, отъ долины Пэйенэ отдѣляется узкая прямая вѣтвь, сообщающаяся вершиною съ другою долиною, гдѣ лежатъ Сариерви, Пюхэерви и Суммасъерви, и весьма вѣроятно, что въ этой побочной долинѣ, открытой къ С.-З., дѣйствительно существуетъ цѣпь древнихъ моренъ,—тѣмъ болѣе, что эта долина есть крайняя въ одной изъ трехъ широкихъ долинъ или впадинъ, замѣчаемыхъ въ озерной Финляндіи (см. карту высотъ, долина *A* и Введеніе).

Пройдя верстъ за десять отъ города, по дорогѣ къ Сариерви, я нѣсколько прослѣдилъ этотъ озъ въ сѣверо-западномъ направленіи. И здѣсь онъ имѣетъ тотъ же характеръ морены, т.-е. представляетъ ряды параллельныхъ грядокъ, состоящихъ изъ ледниковаго щебня и валуновъ; по окрестности также разбросаны крупные валуны въ большомъ изобиліи.

На сѣверной, достигнутой мною оконечности оза, гдѣ онъ теряется,—вѣроятно выступая снова нѣсколько далѣе,—есть по-

добіе рифовиднаго образованія, (рис. 36), т.-е. видна масса эллипсоидальныхъ или округленныхъ валуновъ, расположенныхъ грядою и зарытыхъ въ горизонтальныя толщи желтаго, озернаго песка. Это мѣсто заслуживаетъ нѣкотораго вниманія. Слѣдившіе за литературою ледниковаго періода знаютъ, что нѣсколько лѣтъ тому назадъ, ак. Ф. Б. Шмидтъ [5]) пытался объяснить происхожденіе эстляндскихъ озовъ такимъ же способомъ, какимъ, по его мнѣнію, возникаютъ рифы, т.-е. путемъ скопленія въ извѣстномъ мѣстѣ валуновъ, приносимыхъ льдомъ и прибоемъ, и отложенія ихъ по линіи, на которой, вообще говоря, происходитъ интерференція двухъ прибоевъ, дѣйствующихъ съ разныхъ сторонъ. Теперь эта гипотеза, о которой мы говорили во II-й главѣ, уже оставлена ея авторомъ относительно эстляндскихъ и финскихъ озовъ, но такъ какъ она еще будетъ воскресать по временамъ, то здѣсь не лишнее будетъ показать, что бываютъ случаи, когда каменные рифы начинаютъ показываться тамъ, гдѣ уже ранѣе существовалъ озъ, и что такимъ образомъ озъ бываетъ *причиною* появленія рифа, а не наоборотъ. Такой случай представляетъ сѣверная оконечность Ювескюльскаго оза. Никому конечно не придетъ въ голову предположить, чтобы этотъ озъ, достигающій противъ города высоты въ 40—50 м. и состоящій изъ нетронутаго водою ледниковаго щебня съ массою валуновъ, могъ образоваться какъ рифъ,—не придетъ уже потому, что слѣды озеръ, явные до высоты 25—30 м. надъ теперешнимъ ихъ уровнемъ, абсолютно отсутствуютъ выше, и потому еще, что ледниковый щебень, находимый на вершинѣ гряды, не есть продуктъ прибоя. Слѣдовательно, гряда должна была образоваться безъ всякаго содѣйствія озеръ и существовала даже ранѣе ихъ появленія. Но если вообразить себѣ уровень Пэйпэ поднятымъ до той высоты, которой онъ дѣйствительно достигалъ, т.-е. на 25—30 м. выше теперешняго, то окажется, что

[5]) F. Schmidt. Untersuch. üb. die Erscheinungen der Glacialformation in Estland und auf Oesel, въ Mél. phys. et chim. tirés du Bulletin de l'Ac. d. Sc. de Pétersb., t. VI.

нѣкоторыя части этой гряды представляли бы самые обыкновенные рифы. Низкая сѣверная оконечность оза возвышается всего на 31,4 м. (103 ф.) надъ теперешнимъ уровнемъ Пэйенэ, и слѣдовательно, во время высшаго стоянія озера возвышалась всего на два—три метра надъ его уровнемъ и, состоя изъ щебня съ массою валуновъ, она дѣйствительно представляла бы не что иное какъ низкій рифъ. Волны вымывали бы мелкія части щебня, оставляя на мѣстѣ валуны, и при постепенномъ пониженіи уровня озера, изъ воды выступалъ бы каменный рифъ, тождественный съ тѣми, которые мы теперь видимъ по берегамъ финскихъ озеръ или Финскаго залива. Такимъ образомъ существованіе оза обусловливало бы появленіе рифа, а не наоборотъ.

Все, что́ могли бы здѣсь сдѣлать волны, это то, что онѣ—если только существовали благопріятныя условія допускавшія сильный прибой, — иногда выворачивали бы камни со дна, т.-е. со склоновъ оза и нѣсколько надвигали бы ихъ на гребень,—представляющій въ данномъ случаѣ рифъ,—увеличивая такимъ образомъ крутизну склоновъ оза и производя кажущееся увеличеніе рифа; такой процессъ весьма обыкновененъ теперь на островахъ Финскаго залива [6]).

Такъ какъ относительно того, что Ювескюльскій озъ есть морена, покрытая до нѣкоторой высоты слоистымъ наносомъ, не можетъ быть никакого сомнѣнія, то мы не будемъ долѣе останавливаться на этомъ. Замѣчу только, что судя по положенію этой морены вдоль западнаго склона долины Пэйенэ и впадающей въ нее побочной долины, есть основаніе думать, что это была *боковая* морена ледника, сползавшаго съ сѣверо-запада и двигавшагося потомъ на Ю.-В. Что же касается до изборожденія въ этихъ мѣстахъ, то оно почти неизвѣстно: у Норденшильда показано только два наблюденія шрамовъ въ окружностяхъ Ювескюле: N 55° W и N 12° W, а у меня вовсе не записано на-

---

[6]) Подробнѣе объ этомъ см. ниже: Морены и озы.

блюденій. За неимѣніемъ пока болѣе подробныхъ свѣдѣній приходится, слѣдовательно, оставить нерѣшеннымъ вопросъ о томъ, какую именно морену представляетъ Ювескюльскій озъ.

Изъ Ювескюле я отправился далѣе на С.-В. по дорогѣ въ Куопіо. На первомъ переѣздѣ, къ станціи Сàркиля [7]), дорога уже отдаляется отъ берега озера и идетъ западнѣе его черезъ горы. Сперва попадаются довольно большія, но пологія возвышенности, покрытыя лединковымъ щебнемъ и массами валуновъ, занимающихъ иногда весьма живописныя положенія. Мы встрѣчаемъ тутъ, слѣдовательно, тоже что замѣтили у Пунгахарью и у Кангасальскаго оза, т.-е. оставивши озъ и вступая на склоны возвышенностей, окаймляющихъ долину въ которой онъ расположенъ, мы находимъ что мѣстность покрыта массами громадныхъ валуновъ, подобно швейцарскимъ *terrains erratiques*. Это обстоятельство, какъ я упоминалъ уже во II главѣ, весьма хорошо согласуется съ мореннымъ происхожденіемъ озовъ и едва ли не повторяется вблизи всѣхъ озовъ. Высота одной изъ горъ, особенно изобилующихъ такими валунами, и показавшейся мнѣ высшею точкою на нашемъ пути, оказалась въ 52 м. (170 ф.) надъ уровнемъ Пэйенэ, т.-е. въ 130 м. (427 ф.) абс. высоты. Горы имѣютъ весьма округленныя, куполовидныя очертанія; онѣ покрыты сосною, березою и елью, но вообще, тамъ гдѣ выступаетъ особенно много валуновъ, древесная растительность довольно скудная. Въ трехъ верстахъ отъ города мы впрочемъ спустились съ горъ на ровную площадь аллувіальныхъ наносовъ, но скоро дорога снова вступила въ горы, и только съ приближеніемъ къ станціи, мѣстность стала довольно открытою.

На слѣдующемъ переѣздѣ до дер. Керккасъ (Kärkkas) мѣстность открытѣе: видны широкія долины, и гранитные холмы становятся ниже; только на поворотѣ дороги идущей въ С.-Михель видна вправо большая гора, совершенно безлѣсная и по-

[7]) Прежняя станція была въ Сàкари, какъ это показано на картѣ Межеваго Управленія.

крытая громадными голыми камнями. Впрочемъ всѣ горы вообще покрыты ледниковымъ щебнемъ, большею частью—сѣрымъ и совершенно типичнымъ: въ одномъ обнаженіи, на 7-й верстѣ отъ станціи Рутанэнъ, онъ даже такъ плотенъ, что съ трудомъ работается молоткомъ. Взятый отсюда образецъ принадлежитъ къ однимъ изъ самыхъ типичныхъ ледниковыхъ щебней; онъ состоитъ изъ очень крупныхъ валуновъ самыхъ прихотливыхъ очертаній и въ 2, 3, 4 и болѣе метровъ по одному измѣренію (7—14 ф.), и изъ очень мелкаго щебня, который плотно заполняетъ промежутки между валунами. Въ самомъ щебнѣ почти вовсе нѣтъ крупныхъ камешковъ: самые большіе изъ нихъ это обломки въ 2—3 мм., которые всѣ имѣютъ очень острые углы,—особенно острые въ кристаллахъ и самыя неправильныя формы, составляющіяся изъ прихотливыхъ ломаныхъ линій. Главную же составную часть щебня составляетъ бѣловато-сѣрая пыль, довольно жирная на ощупь; составныя ея части такъ мелки, что ихъ невозможно разсмотрѣть съ сильно увеличивающею лупою,—только изрѣдка блеститъ песчинка кварца; она чрезвычайно плотно облегаетъ камешки и отмывается только съ большимъ трудомъ. Въ этой пыли и погребены большіе валуны, изъ которыхъ одинъ доходилъ даже до 6 м. (20 ф.) въ длину. Мѣстный гранитъ, сѣрый среднезернистый и порфировидный, а также смѣсь самыхъ разнообразныхъ гранитовъ преобладаютъ въ этихъ валунахъ, но попадаются и валуны изъ темно-сѣраго, мелко-кристаллическаго, роговообманковаго гнейса.

Пески встрѣтились только на склонѣ одной горы, на поворотѣ дороги ведущей къ церкви Ляуккасъ (Laukkas). Они падаютъ на S 37° W, 15° и лежатъ здѣсь на высотѣ 26 м. (85 ф.) надъ уровнемъ озера Пеурýнка (Peurunkajarvi), который вѣроятно не болѣе какъ на нѣсколько футъ превышаетъ уровень Пэйенэ [8]). И здѣсь встрѣчается небольшой озъ, вы-

[8]) Дорога повидимому идетъ здѣсь не такъ, какъ показано на картѣ Межеваго Управленія, а нѣсколько западнѣе; по крайней мѣрѣ, если я не ошибаюсь, мы не ѣхали по узкому перешейку между Кухаерви (Kuhajärvi) и Лепневеси, гдѣ проведена дорога на картѣ.

сотою въ 10 м. (33 ф.), только довольно широкій. И въ немъ очень ясно, что онъ состоитъ изъ ледниковаго щебня съ большими валунами; на склонахъ же залегаютъ упомянутые сейчасъ пески; въ нихъ также попадаются большіе валуны.

Здѣсь я сдѣлаю небольшое отступленіе, чтобы разсказать о моей попыткѣ разыскать залежь ископаемыхъ раковинъ близъ Ювескюля, о которой упоминаетъ Хольмбергъ. У него есть слѣдующее мѣсто. „Близъ Ювескюля была повидимому открыта нѣсколько лѣтъ тому назадъ, довольно обширная залежь глины съ раковинами (snäckmylla)". Въ выноскѣ онъ прибавляетъ: „къ владѣльцу этой залежи, который, по словамъ сообщеннаго извѣстія, возилъ землю съ ископаемыми на свои пашни [9]), обращались письменно изъ Гельсингфорса, 15 марта 1856, съ просьбою, во имя науки, прислать образцы раковинъ въ Гельсинфорсъ, но до настоящаго времени онъ не отвѣтилъ на приглашеніе. Ему конечно безразлично, отъ какихъ моллюсковъ происходятъ остатки, которые онъ возитъ на свое поле,—отъ рѣчныхъ или морскихъ,—но наука могла бы извлечь весьма важные выводы изъ этого обстоятельства" [10]). Хотя примѣчаніе рѣшительно не обнадеживало успѣхомъ, но возможность нахожденія ископаемыхъ морскихъ раковинъ на высотахъ свыше 75 м. (250 шв. ф.) была такимъ любопытнымъ фактомъ, что я конечно употребилъ всѣ старанія разыскать, кто именно распространилъ это извѣстіе. Но на мои разспросы въ гостинницѣ мнѣ смотрѣли съ удивленіемъ въ глаза, и никто не могъ дать никакихъ разъясненій. Я рѣшился обращаться съ разспросами на улицѣ; первыя попытки были неудачны, но потомъ я подошелъ къ одному проѣзжему студенту и на ломанномъ шведскомъ языкѣ, по которому меня сперва приняли за норвежца, объяснилъ въ чемъ

---

[9]) Этотъ способъ удобренія весьма распространенъ въ Швеціи.

[10]) H. Holmberg. Materialier till Finlands Geognosi, 1-ta Serien, въ Bidrag till Finlands Naturkännedom, Etnografi och Statistik, 4-e Häftet, Hfors, 1858.

дѣло. Развернутая страница изъ Хольмберга разъяснила то, чего я, можетъ быть, не съ умѣлъ бы понятно объяснить. Молодой человѣкъ немедленно принялъ меня подъ свое покровительство и съ величайшимъ радушіемъ принялся разспрашивать у своихъ знакомыхъ, гдѣ бы получить болѣе точныя свѣдѣнія. Мы исходили полъ-города, меня познакомили съ десяткомъ лицъ, которыя всѣ приняли живое участіе въ разспросахъ, пока наконецъ не добрались до одного мѣстнаго старожила, который назвалъ и лицо огласившее это извѣстіе,—владѣльца означенной земли. Присутствующіе подтвердили его догадку, замѣтивши вскользь что конечно земля, гдѣ нашлось бы такое прекрасное удобреніе, цѣнилась бы выше другихъ, а извѣстіе появилось какъ разъ передъ продажею участка; но дѣйствительное существованіе такой залежи крайне сомнительно. Впрочемъ, для болѣе точныхъ свѣдѣній, мнѣ совѣтовали обратиться къ одному агроному, живущему недалеко отъ станціи Керккасъ,—верстахъ въ двадцати если ѣхать въ лодкѣ. Какъ ни грустно было подобное извѣстіе, но я все-таки рѣшилъ отправиться къ названному мнѣ агроному. Долго проѣздили мы съ моимъ товарищемъ по озерамъ, и наконецъ добрались до мѣста. Намъ подтвердили, что все это было пуфомъ, что никакихъ раковинъ въ этомъ участкѣ не бывало. Случайно мы нашли здѣсь кстати и правительственнаго агронома этой части губерніи, который очень хорошо знакомъ съ своимъ участкомъ и могъ сказать совершенно утвердительно, что въ немъ нигдѣ нѣтъ никакихъ залежей ископаемыхъ раковинъ, ни морскихъ, ни прѣсноводныхъ. Такимъ образомъ раковинъ не оказалось, но я былъ совершенно доволенъ поѣздкою. Мнѣ впервые удалось ознакомиться здѣсь съ чисто-финскимъ гостепріимствомъ,—не городскимъ, а деревенскимъ, вполнѣ національнымъ. Впрочемъ этнологическія наблюденія, къ тому же сравнительныя (мы столкнулись тутъ же съ однимъ натурализированнымъ русскимъ), хотя и небезынтересныя, были бы здѣсь неумѣстны; еще менѣе умѣстно было бы разсказывать здѣсь весь интересъ, и пожалуй лингвистическіе курьезы дружеской бе-

сѣды, конечно политической, ведущейся на шведскомъ языкѣ между финнами, шведами и русскими.

Розыски глины съ ископаемыми имѣли еще одну полезную сторону: они заставили меня обращать болѣе вниманія на одинъ бѣлый слой, который, повидимому очень распространенъ въ Финляндіи. Весьма вѣроятно, что онъ попадался и ранѣе, но впервые обратилъ я на него должное вниманіе, бродя въ окрестностяхъ Керккаса, именно у церкви Ляуккасъ, когда глаза особенно искали всякаго слоя земли съ бѣловатымъ оттѣнкомъ. Съ тѣхъ поръ я постоянно замѣчалъ положеніе этого бѣлаго слоя и бралъ образцы. Не зная, какъ точнѣе опредѣлить его, я такъ и буду его называть „бѣлымъ слоемъ". Я буду говорить о немъ подробнѣе ниже, когда читатель ознакомится изъ описанія съ его признаками и способомъ залеганія. У Ляуккаса онъ занимаетъ довольно большое пространство, около $^1/_4$ квадратной версты, если не болѣе, на ровной площадкѣ, въ небольшой котловинкѣ. Впрочемъ по составу онъ здѣсь не особенно типиченъ.

Вернувшись въ Керккасъ, я направился далѣе, по дорогѣ къ Куопіо. Дорога продолжаетъ здѣсь идти по западному берегу долины, гдѣ тянется цѣпь озеръ Ку́свеси, Кюнсивеси и Ко́ннэ́веси, (Kuusvesi, Kynsivesi, и Konnevesi), сообщающихся между собою широкими протоками; но она, конечно, не слѣдуетъ всѣмъ изгибамъ западнаго берега озеръ, а по временамъ нѣсколько удаляется отъ него, поднимаясь на сосѣднія горы. При этомъ, всякій разъ какъ дорога спускается съ окрестныхъ возвышенностей и выходитъ въ долину, т.-е. къ берегу озеръ, встрѣчаются болѣе или менѣе развитыя морены.

Выѣхавъ изъ Керккаса, мы поднялись на небольшую горку, чтобы пересѣчь перешеекъ, отдѣляющій Пеурункаерви отъ Ватіяерви (Watiajärvi). Горка достигаетъ высоты 22 м. (72 ф.) надъ Нурмиерви, — однимъ изъ побочныхъ озеръ Кусвеси,

лежащимъ на высотѣ 89—92 м. (300—310 шв. ф.) [11]), — и почти до этой высоты достигаютъ пески; но и тутъ изъ подъ песковъ выступаетъ ледниковый щебень съ большими валунами въ 2—3 м. длины. Въ 4 вер. отъ станціи дорога пересѣкаетъ Ватіяерви, у Кỳсанкоски; тутъ тоже выступаетъ ледниковый щебень, но въ наружныхъ слояхъ онъ отмытъ водою и переходитъ въ ледниковый хрящъ, состоящій изъ совершенно угловатыхъ обломковъ, отъ едва видимыхъ простымъ глазомъ песчинокъ до камешковъ въ 15—20 мм.; мельчайшая пыль отмыта, и осталась только болѣе крупная. Тутъ же, на поверхности, выступаетъ бѣлый слой, который по всей вѣроятности происходитъ отъ вывѣтриванія крупно-зернистаго гранита (свѣтло-розовый полевой шпатъ, сѣрый кварцъ и черная слюда), встрѣчающагося въ наносѣ въ видѣ совершенно разрушенныхъ обломковъ, разсыпающихся въ рукѣ.

Затѣмъ дорога пересѣкаетъ небольшой полуостровъ и въ 3 вер. передъ ст. Изолякъ подходитъ къ сѣверо-западному углу Кỳсвеси. Здѣсь она опять встрѣчаетъ небольшой озъ, идущій почти на С., по западному краю долины, занятой однимъ заливомъ Кỳсвеси. Эта морена, состоящая изъ ледниковаго щебня съ очень большими валунами, лежитъ на склонѣ горъ, и въ разрѣзѣ имѣетъ видъ какъ по рис. 37-мъ. Песковъ здѣсь не видно; ихъ надо искать восточнѣе. Нѣсколько далѣе, черезъ полверсты, морена имѣетъ уже болѣе крутые скаты въ обѣ стороны. Любопытно то, что она лежитъ въ очень небольшой долинѣ; трудно было бы даже думать, чтобы такія маленькія углубленія почвы могли оказывать какое-нибудь вліяніе на движеніе льда въ громадномъ ледникѣ.

Между станціями Изолякъ (Isolaks), и Хютöле (Hytölä) мѣстность по дорогѣ имѣетъ двоякій характеръ: въ первой по-

---

[11]) Высота Кỳсвеси не опредѣлена, но оно лежитъ между Кюнсивеси имѣющимъ 91,4 (308 шв. ф.) абс. выс., и Леппэвеси, имѣющимъ 80,4 (271 шв. ф.) абс. выс., ближе къ первому изъ нихъ. Его высота должна быть очень близка къ высотѣ Кюнсивеси. Нурмиерви лежитъ на нѣсколько футъ выше Кỳсвеси.

ловинѣ, почти до границъ Куопіосской губерніи, дорога проходитъ близъ небольшаго озера Ураерви (Urajärvi) и мимо безчисленныхъ крошечныхъ озерковъ, разбросанныхъ по равнинѣ; во второй половинѣ переѣзда она вступаетъ уже въ гористую мѣстность, пересѣкая горный отрогъ, вдавшійся съ С. между Кюнсивеси и системою озерковъ Кусевеси. Мы приближаемся здѣсь къ сѣвернымъ предѣламъ озерной Финляндіи въ большой западной продольной долинѣ страны озеръ, по которой двигались до сихъ поръ (см. Гипс. карт., долина *A*). Въ первой половинѣ этого переѣзда видно множество параллельныхъ грядокъ, состоящихъ изъ разнообразнаго наноса и идущихъ на N 28° O (около N 18° O по астроном. мерид.), т.-е. параллельно подошвѣ горъ, окаймляющихъ здѣсь небольшую долину. У самой станціи начинается маленькій озъ, имѣющій это направленіе; при 5 м. (16 ф.) высоты, онъ достигаетъ до 40 м. (20 саж.) ширины и состоитъ въ верхнихъ частяхъ изъ сѣраго и желтаго песка, покрытыхъ свѣтло-сѣрою глиною. Песокъ есть озерный или рѣчной песокъ (Mosand шведскихъ геологовъ), весьма мелкій (частицы среднимъ числомъ въ 0,1 мм.), желтый, съ примѣсью черной и бѣлой серебристой слюды, или же—болѣе темный, сѣроватый, съ значительною примѣсью черной слюды и состоящій изъ песчинокъ въ 0,2—0,5 мм.; песчинки въ обоихъ угловаты но нѣсколько закруглены, послѣдній болѣе окатанъ. Параллельно озику, нѣсколько западнѣе, идетъ еще нѣсколько короткихъ грядокъ, въ 300 — 500 м. (150 — 250 саж.) длины, составъ которыхъ не виденъ. Еще нѣсколько западнѣе проходитъ другой маленькій озъ, уже несомнѣнно морена, состоящій изъ ледниковаго щебня, покрытаго наносами. Всѣ эти гряды лежатъ въ долинкѣ, которая закрыта горами и съ В., и съ З., такъ что прибою негдѣ было дѣйствовать для ихъ образованія.

Поднявшись въ вершинѣ этой долинки на возвышенность, мы увидали болѣе ровную мѣстность, покрытую множествомъ мелкихъ озерковъ и буквально усыпанную громадными валунами, образующими цѣлыя каменныя поля. Хлѣбопашество встрѣчаетъ

здѣсь страшныя трудности, подобно тому какъ мы это видимъ въ восточныхъ частяхъ Выборгской губерніи.

Вторая половина переѣзда до Хютёле, гдѣ приходится пересѣкать отрогъ горъ, о которомъ было сказано сейчасъ, чрезвычайно гориста: дорога постоянно то поднимается въ гору, то спускается, и по сторонамъ мелькаютъ маленькія озерки, длинныя и узкія, занимающія небольшія котловинки. Передъ станціею, гдѣ дорога полого спускается съ горъ къ Ліесвеси (Liesvesi), видъ открытѣе, и вправо виднѣется это небольшое, красивое озеро, съ совершенно альпійскимъ характеромъ, окаймленное съ С.-В. красивыми лѣсистыми горами, изъ которыхъ гора Охимяки (Ohimäki) достигаетъ 713 шв. ф. (212 м.) абс. высоты. Со спускомъ къ озеру снова показывается береза, которая совсѣмъ было исчезла при переѣздѣ черезъ отрогъ горъ, или появлялась только въ видѣ отдѣльныхъ особей, вдоль дороги,—хотя этотъ отрогъ и не поднимается выше 200 м. (600 шв. ф.).

Отъ станціи Хютёле дорога поворачиваетъ болѣе на В., описывая крутую дугу къ сѣверу, и подходитъ къ Конневеси; потомъ она пересѣкаетъ это озеро въ узкомъ мѣстѣ у ст. Кивисальми, и идетъ на В.-Ю.-В. къ селу Рауталямпи (Rautalampi). На всемъ этомъ протяженіи мѣстность большею частію гориста и достигаетъ въ отдѣльныхъ точкахъ болѣе 180 м. (600 ф.) абсолютной высоты. Болѣе открытыя мѣста представляются только близъ ст. Хѝнтикка (Hintikka), лежащей недалеко отъ сѣверо-западнаго угла одного изъ озеръ системы Конневеси, и тутъ изъ подъ аллувія выступаютъ округленныя и изборожденныя маковки гранита. Вообще же все покрыто ледниковымъ щебнемъ и валунами: одна котловинка между Хѝнтикка и Кивисальми особенно богата ими. Нѣкоторыя наблюденія надъ шрамами давали для ихъ направленія NW—SO, согласно съ общимъ направленіемъ впадинъ и озёръ въ этой мѣстности; озёра здѣсь опять принимаютъ ясно выраженное юго-западно—сѣверо-восточное направленіе. Въ высшихъ точкахъ,

какъ на горѣ Нангасинмяки (Nangasinmäki), шрамы особенно хорошо сохранившіеся на сѣромъ гранитѣ, оказались имѣющими направленіе N 16° W; здѣсь же можно наблюдать очень хорошо срѣзываніе ледниками болѣе плотныхъ жилъ: жилы свѣтло-розоваго, болѣе плотнаго гранита срѣзаны прекрасными ровными площадками, вровень съ прочимъ сѣрымъ гранитомъ. Я поднимался также на гору Кильпимяки (Kilpimäki), гдѣ астрономы, измѣрявшіе дугу меридіана, ставили свой сигналъ. Суевѣрные финны, приписывая таинственное, непріязненное значеніе знаку, вдѣланному въ камень, уничтожили его и выломали кругомъ горную породу; уцѣлѣли только нѣкоторыя буквы именъ нашихъ сочленовъ, какъ A. S., H. W. и др. и годъ 1869.— Геодезическое опредѣленіе высоты этой горы дало 670 шв. ф. (199 м.) [12]); любопытно сравнить съ этимъ высоту, полученную мною по наблюденіямъ анероида, и потому прилагаю полное вычисленіе. 15 августа н. ст. я наблюдалъ:

		B°	t
10 ч. 30 м.	ур. оз. у Кивисальми.	750,08 мм.	14°,0 С.
2 „ 25 „	— — у Рауталямпи.	747,45 „	16, 4
12 „ 50 „	гора Кильпимяки . .	739,96 „	14, 6 [13]).

Озеро у Кивисальми лежитъ (по Гюльдэну) на абс. высотѣ 314 шв. ф. (93,2 м.), а озеро у Рауталямпи лежитъ между Нинивеси, имѣющимъ 327 шв. ф. (97,0 м.) абс. выс. и Конневеси (93,2 м. абс. выс.); поэтому можно принять, что его уровень лежитъ на высотѣ около 320 шв. ф. (95 м.), Приведя оба наблюденія къ уровню Конневеси, мы получаемъ. слѣдовательно:

10 ч. 30 м.	ур. Конневеси	750,08 мм.,	14°,0 С.
2 „ 25 „	— т.	747,80 „	16, 4.

Беря изъ этихъ величинъ среднюю, которая и можетъ быть принята для стоянія барометра и термометра въ 12 ч. 50 м.

---

[12]) Я беру эту величину съ карты г. Гюльдена.

[13]) Абсолютныя поправки анероида не приданы.

(изъ наблюденій на другихъ станціяхъ видно, что высота барометра измѣнялась въ этотъ день весьма мало), мы получаемъ для высоты горы Кильпимяки надъ уровнемъ Конневеси 103,0 м., или для ея абсолютной высоты: 196,1 м. Геодезическое опредѣленіе этой высоты дало 198,8 м.; ошибка = —2,7 м. (9 ф.). Я нарочно привелъ здѣсь для примѣра одно полное вычисленіе, но могу сказать, что дѣлая ежедневно не менѣе 8—20 наблюденій анероида и всегда вычисляя высоты, которыя могли быть контролированы (напр. разности уровней озеръ), я постоянно получалъ результаты, весьма близкіе къ истиннымъ, поэтому я полагаю, что ошибки въ относительныхъ высотахъ опредѣленныхъ мною анероидомъ (при малыхъ горизонтальныхъ разстояніяхъ), не превышаютъ (если принять нужныя предосторожности въ опредѣленіи температуръ воздуха) 3—5 м. (10—15 ф.), а въ большинствѣ случаевъ еще меньше, т.-е. не болѣе 1—2 м. (3—7 ф.). Читатель вѣроятно замѣтилъ также, во II главѣ, близкое совпаденіе опредѣленій высоты бельведера на Пунгахарью.

Близъ церкви села Рауталямпи встрѣчается маленькій озъ, незначительной длины, имѣющій направленіе съ W на O. Эта маленькая морена обусловлена направленіемъ совершенномѣстнаго отрога возвышенностей, окаймляющихъ широкій протокъ Таллявирта.

Отъ села Рауталямпи до села Суоненъйоки (Suonenjoki) дорога идетъ въ озерной равнинѣ, заполненной аллувіальными наносами и нѣкогда составлявшей дно большаго озера, котораго разрозненныя части уцѣлѣли и донынѣ въ многочисленныхъ здѣшнихъ озерахъ и озеркахъ. Пески достигаютъ теперь высоты 38 м. (125 ф.) надъ уровнемъ озера Суонтенселькэ (Suontenselkä), и если не ошибаюсь, эта величина и есть наибольшая высота, достигаемая ими въ этомъ бассейнѣ. Принимая въ соображеніе, что уровень Суонтенселькэ лежитъ, по г. Гюльдэну, на абсолютной высотѣ 331 шв. ф. (98 м.), мы полу-

чаемъ, что это озеро нѣкогда достигало абс. высоты 136 м. (446 ф.). Если вспомнить при этомъ, что Суонтенселькэ сообщается съ Пэйенэ, котораго прежній уровень не превышалъ 108 м. (355 ф.) (см. начало этой главы), то мы получимъ, что и въ тотъ періодъ, когда озёра достигали своего наибольшаго развитія, они также располагались уступами одни надъ другими; при этомъ по всей вѣроятности, разности ихъ уровней были *больше*, чѣмъ теперь: такъ напр., разность уровней Суонтенселькэ и Пэйенэ равна теперь 20,5 м. (67 ф.), тогда какъ прежде она была повидимому въ 28 м. (92 ф.). Такой результатъ вполнѣ согласенъ съ тѣмъ, чего можно было ожидать à priori, такъ какъ дѣйствіе водъ, поддерживающихъ сообщеніе между озерами, именно въ томъ и состоитъ, чтобы сглаживать неровности руслъ въ протокахъ и такимъ образомъ выравнивать уровни сообщающихся озеръ.

У церкви Су́оненъйо́ки есть озеро, занимающее узкую долину и перехваченное узкою косою, которая имѣетъ направленіе N 45° O. По ней проходитъ дорога. Въ одномъ поперечномъ обнаженіи (См. рис. 38) видно, что эта маленькая коса, выступающая надъ поверхностью воды на 3—5 м. (10—16 ф.) и имѣющая въ ширину около 35 м. (17 саж.), состоитъ изъ ледниковаго хряща (промытаго ледниковаго щебня), покрытаго сѣдловидно песками съ мелкимъ щебнемъ. Въ нижнихъ частяхъ ледниковый хрящъ постепенно переходитъ въ ледниковый щебень. Камешки въ ледниковомъ хрящѣ, изъ которыхъ состоитъ эта коса, довольно разнообразны: большіе, въ 30—60 мм., совершенно окатаны; мелкіе камешки, до 6 мм., совершенно угловаты; средніе же, въ 6—30 мм., угловаты, но углы ихъ закруглены. По формамъ преобладаютъ плоскіе камешки, потомъ—закругленныя галечки. Пыль есть, но ея мало и мелкіе камешки совершенно обмыты. Въ нижнихъ частяхъ представившагося обнаженія пыли больше и хрящъ нѣсколько менѣе промытъ; мало по малу онъ переходитъ въ непромытый ледниковый щебень. Такимъ образомъ ясно, что мы здѣсь имѣемъ мо-

рену, первоначально состоявшую изъ ледниковаго щебня, который впослѣдствіи однако промытъ на поверхности водою озеръ и значительно окатанъ ею; морена однако не разрушена волнами, но на ея пологой поверхности отложились пески и мелкій хрящъ. Думать, что даже эта маленькая коса накидана волнами озера, было бы большою ошибкою, такъ какъ даже этотъ промытый ледниковый хрящъ не имѣетъ никакого сходства съ отложеніями, накидываемыми прибоемъ; его происхожденіе изъ ледниковаго щебня очевидно, и не столько по присутствію въ немъ пыли,—такъ какъ темная, землистая пыль этого хряща болѣе всего сходна съ иломъ, замѣчаемымъ среди камней въ прибрежныхъ образованіяхъ,—сколько по различной степени промытости и окатанности составныхъ частей и по незамѣтному переходу хряща въ непромытый ледниковый щебень.

Если бы мы вообразили себѣ мѣстность черезъ нѣсколько сотъ лѣтъ, то мы увидѣли бы, что волны озеръ удалились отъ этой гряды, маленькое озеро высохло, и мы получили бы недалеко отъ берега большаго озера, параллельно береговой линіи, небольшой озъ, который вполнѣ подходилъ бы по характеру составныхъ частей подъ то представленіе, которое составилъ себѣ Эрдманъ объ озахъ вообще. Онъ и теперь состоитъ изъ ядра и наружнаго покрова, и при этомъ ядро состоитъ въ наружныхъ частяхъ изъ промытаго волнами и нѣсколько окатаннаго ледниковаго щебня, наружный же покровъ — изъ слоистыхъ песковъ и глинъ. Но и про это маленькое образованіе, въ 3 — 5 м. (10 — 15 ф.) высоты, отнюдь нельзя сказать, чтобы оно было *создано* волнами. Волны работали надъ перераспредѣленіемъ его составныхъ частей въ наружныхъ слояхъ; перекидывая, во время прибоя, камешки на поверхности оза, онѣ отмучивали ледниковую пыль и уносили ее, а камешки нѣсколько округляли, или окатывали въ плоскія галечки; при этомъ онѣ отлагали между ними илъ, который оставался послѣ удаленія мутной воды, задерживавшейся среди камешковъ; волны захватывали слои до различной глубины, быть можетъ даже

на одинъ или два метра въ глубь, смотря по различной силѣ прибоя; быть можетъ даже, выхвативъ наносъ въ одномъ мѣстѣ, онѣ выбрасывали его въ другомъ,—но напремѣнно тамъ, гдѣ *ранпе существовавшая* преграда останавливала ихъ движеніе; онѣ увеличивали крутизну склоновъ этой преграды, какъ онѣ это дѣлаютъ теперь съ берегами усыпанными большими валунами, т.-е. выхватывая ихъ со дна, наносили ихъ на выступающую изъ воды часть берега. *Но не онѣ создали первые зачатки этой преграды*, и не онѣ возвели ее камень за камнемъ. Онѣ работали только надъ существующимъ, нѣсколько видоизмѣняя форму цѣлаго и его составныхъ частей.

Суоненъйо́ки лежитъ въ сѣверныхъ частяхъ западной продольной долины озерной Финляндіи, у самой подошвы меридіональнаго горнаго отрога, который отдѣляетъ эту долину отъ параллельной ей средней долины (B, см. Гипс. карту, черт. I). Куопіо лежитъ въ этой второй долинѣ, а потому Куопіосская дорога направляется на В., и на слѣдующихъ переѣздахъ пересѣкаетъ меридіональную гряду. Она имѣетъ здѣсь около 30 верстъ ширины и отъ 150 до 180 м. (500 — 600 шв. ф.) абсолютной высоты. Отдѣльныя одиноко выдающіяся горы поднимаются однако значительно выше; такъ напр. Хонкамяки доходитъ по геодезическому измѣренію до 236 м. (797 шв. ф.). Не смотря на это, разсматриваемый отрогъ представляетъ мѣстность гораздо менѣе пересѣченную чѣмъ та, которая попадалась на нѣсколькихъ переѣздахъ по закраинамъ страны озеръ, упоминавшихся въ этой главѣ. Подъемъ на отрогъ не крутъ, да и самъ онъ имѣетъ довольно ровную поверхность, покрытую наносами мелкихъ озерковъ, нынѣ уже высохшихъ. Вообще характеръ этого отрога такой же, какъ и характеръ другой каменной гряды, Каянскаго кряжа, о которомъ будетъ рѣчь въ слѣдующей главѣ. Обнаженій, при переѣздѣ черезъ этотъ отрогъ, вовсе не видно.

Пересѣкши эту возвышенность, дорога идетъ до Куопіо вдоль юго-восточной ея подошвы, въ долинѣ озера Ка́ллавѣси

(Kallavesi) и другихъ озеръ, которыми это озеро сообщается съ Саймою. Здѣсь однако представляется мало любопытнаго для изученія наносовъ. Выйдя въ долину Ка́ллавéси, естественно было ожидать появленія моренъ и озовъ, но ни того, ни другаго здѣсь не видно, и объясняется это вѣроятно тѣмъ, что дорога идетъ еще не у самой подошвы возвышенностей, которая должна лежать восточнѣе, у самаго берега озера, а проходитъ по волнистой мѣстности, по склонамъ береговыхъ возвышенностей. Быть можетъ, морены будутъ найдены немного восточнѣе (берегъ озера остается верстахъ въ 5—7 вправо отъ дороги); удлиненная форма полуострововъ и острововъ дѣлаетъ это предположеніе нѣсколько вѣроятнымъ.

16-го августа н. с. я добрался до Куопіо, и пробылъ здѣсь шесть дней, прежде чѣмъ тронулся въ дальнѣйшій путь, къ Каянѣ. Нужно было осмотрѣть нѣкоторыя окрестности, на которыя имѣлись указанія у Хольмберга; нужно было также написать Обществу о ходѣ моихъ занятій, и я воспользовался этимъ, чтобы сдѣлать обзоръ отдѣльныхъ наблюденій, собранныхъ на пройденномъ пространствѣ, свести въ одно всякіе разрозненные замѣтки и вопросы, накопившіеся за двѣ недѣли. Такимъ образомъ я уже въ Куопіо могъ высказать тѣ выводы о строеніи озовъ, которые подробнѣе развиты въ этихъ главахъ [14]), а на дальнѣйшемъ пути могъ обратиться уже къ частностямъ, упущеннымъ въ началѣ изслѣдованія.

Такъ какъ у Хольмберга [15]) сказано, что въ $2^1/_2$ вер. къ С. отъ города есть двѣ ломки известняка, то я осматривалъ ихъ, по дорогѣ къ Келлоньеми, въ надеждѣ найти интересныя обнаженія въ наносѣ, покрывающемъ известнякъ. Известнякъ (котораго образцы переданы М. П. Ребиндеру для микроскопическаго изслѣдованія) лежитъ здѣсь, по словамъ Хольмберга, на гнейсѣ. Въ той ломкѣ, которую я осматривалъ, онъ однако *покрывается* чернымъ гнейсомъ, и слѣдовательно представляетъ

[14]) См. Извѣстія Геогр. Общ. Т. VII (1871), Отд. II, стр. 293—311.
[15]) Holmberg. Materialier, l. c., p. 209.

въ немъ вѣроятно жилу. Въ нижнихъ слояхъ известнякъ принимаетъ зеленоватый оттѣнокъ и прорѣзанъ розовыми жилами. Паденіе его S 17° O, 37°; высота залежи равна 25 м. (82 ф.) надъ уровнемъ Ка́ллавéси. Твердая горная порода покрывается здѣсь сѣрою, весьма тонко-слоистою глиною (27 слоевъ въ 1 дюймѣ), съ тонкими прослойками песка, которая достигаетъ высоты 32 м. (105 ф.) надъ уровнемъ озера. Глина доходитъ вплоть до уровня воды. Въ небольшихъ мульдахъ выступаетъ бѣлый слой, о которомъ упоминалось выше.

По этой же дорогѣ (къ перевозу Келлоньеми) виденъ удлиненный холмъ, — небольшой озъ, проходящій по берегу Ка́ллавéси въ направленіи N—S. Вершина его лежитъ на высотѣ 39 м. (128 ф.) надъ уровнемъ озера; относительная его высота—не болѣе 10 м. (35 ф.); вся вершина его покрыта довольно округленными валунами въ 0,4 до 0,7 м. Часть этого холма раскопана, но къ сожалѣнію обнаженіе захватываетъ только наружные слои наноса; оно имѣетъ видъ, изображенный на рис. 39-мъ.

Обнаженіе, гдѣ выступаютъ пески и хрящъ, почти перпендикулярно къ плоскости, въ которой сдѣланъ рисунокъ 39-й. Здѣсь видно напластованіе, какъ на рис. 40-мъ.

Ледниковый щебень, изъ котораго состоитъ холмъ, обнаруживается только въ верхнихъ частяхъ (рис. 39, *a*), и потому нѣсколько промытъ водою, хотя все-таки еще можетъ быть отнесенъ къ ледниковымъ щебнямъ. Ледниковый же хрящъ *a*, изображенный на рисункѣ 40-мъ, уже совершенно промытъ водою и весьма сходенъ съ тѣмъ, который залегаетъ въ косѣ у Суоненъйоки (см. выше). Своимъ положеніемъ сверхъ слоистыхъ наносовъ онъ очевидно обязанъ силѣ воды.

По всей вѣроятности, холмъ, о которомъ идетъ рѣчь, есть тоже остатокъ древнихъ моренъ. Впрочемъ составъ его слишкомъ неясенъ изъ имѣющихся обнаженій, чтобы можно было на основаніи ихъ дѣлать прочные выводы касательно строенія и происхожденія озовъ. Въ разсматриваемомъ обнаженіи интересно

только то, что изъ него видно, что Кàллавéси нѣкогда стояло на высотѣ 39 м. (128 ф.) выше своего теперешняго уровня.

Слѣдующій день я весь употребилъ на поѣздку въ Туовилянлаксъ (Tuoviljanlaks), для осмотра тамошнихъ пещеръ, гдѣ думалъ найти каменныя орудія. Объ этой поѣздкѣ уже сказано въ моемъ путевомъ письмѣ изъ Куопіо, помѣщенномъ въ свое время въ „Извѣстіяхъ“ [16]).

Кромѣ того я подробнѣе осмотрѣлъ еще известнякъ у станціи Хéнрикснэсъ (Henriksnäs), лежащей по дорогѣ въ Ювескюле и С. Михель. Нѣкоторыя пустоты въ этомъ известнякѣ заставили меня заподозрить возможность нахожденія въ немъ сохранившихся органическихъ остатковъ, но послѣ долгаго обшариванія ломки я принужденъ былъ отказаться отъ дальнѣйшихъ поисковъ. Известнякъ имѣетъ здѣсь простираніе N 88° O, паденіе на N 12° W, около 60°. Онъ тождественъ съ тѣмъ, который залегаетъ по дорогѣ въ Келлоньеми.

Наконецъ я упомяну еще объ одной наносной грядѣ у самаго города, имѣющей направленіе N 75° W; но такъ какъ я вовсе не нашелъ въ ней обнаженій, то и не даю здѣсь болѣе обстоятельнаго ея описанія; можно сказать только, судя по обилію на ней валуновъ, что это должна быть морена.

---

[16]) Извѣстія Геогр. Общ., l. c., c. 310.

IX.

ОТЪ КУОПІО ДО КАЯНЫ.

Каянскій кряжъ.—Развитіе аллувіальныхъ наносовъ.—Выше-лежащія части страны озеръ переживаютъ фазисъ, котораго еще не достигли ниже-лежащія части.—Развитіе фьердовъ.—Величина пониженія уровней озеръ въ верхнихъ и въ нижнихъ частяхъ озерной Финляндіи.—**Переѣздъ до Каяны.**—Мѣстность до Казуриля.—Озъ у Казуриля, åsgropar.—Долина цѣпи озеръ до Иденсальми.—Озъ у Нэркотъ-ерви: скопленіе валуновъ. — Иденсальми.—Переѣздъ въ долину Палойсенвирты.—Каянскій кряжъ: — Со вступленіемъ въ эту гористую мѣстность, признаки ледниковаго періода исчезаютъ.—Необходимость въ большомъ размываніи для ихъ обнаруженія.—**Долина г. Каяны.**— Топографическій очеркъ. — Рядъ параллельныхъ моренъ; ихъ строеніе.—**Берегъ озера Улео**: Изогнутые слои.—Толщина аллувія; продолжительность озернаго періода.

До сихъ поръ, на всемъ пути отъ Або, или — вѣрнѣе отъ с. Хвиттиса, до г. Куопіо мы находились въ странѣ, которую въ общемъ обзорѣ я назвалъ озерною Финляндіею. Медленно двигаясь на этомъ пути, мы пересѣкали эту страну съ Ю.-З. на С.-В. и видѣли такимъ образомъ юго-западный озерный бассейнъ, потомъ—западную продольную долину страны озеръ и теперь перешли наконецъ въ среднюю продольную долину (В на гипс. карт. I). Теперь, направляясь изъ Куопіо на Сѣверъ, въ Каяну, мы должны будемъ покинуть озерную Финляндію и пересѣчь ту гряду, которая отдѣляетъ эту послѣднюю отъ страны замѣтно другого типа, водоы которой сливаются въ сѣверную часть Ботническаго залива; т.-е. отъ бассейна озера Улео [1]). Но мы не займемся этою страною, такъ какъ моя поѣздка не распро-

[1]) Я говорилъ уже, что эта страна отличается болѣе гористымъ характеромъ береговъ озеръ, несравненно меньшимъ количествомъ самихъ озеръ и гораздо большею опредѣленностью руслъ тѣхъ рѣкъ, которыми озёра сообщаются между собою.

странялась на нее, и спустившись только до берега озера Улео (Uleå träsk), я вернулся назадъ. Въ этой главѣ мы разсмотримъ слѣдовательно только сѣверные предѣлы озерной Финляндіи и Каянскій кряжъ.

Какъ мы видѣли выше, Куопіо лежитъ въ средней изъ трехъ долинъ, на которыя мы подраздѣляемъ для удобства озерную Финляндію. По этой средней долинѣ мы и поднялись на Каянскій кряжъ. Немного сѣвернѣе Куопіо долина раздвояется на двѣ вѣтви, изъ которыхъ въ западной лежатъ озёра и озерки системы собственно Каллавеси,—по которымъ расположены приходы Ляпинлаксъ и Иденсальми,—а въ восточной—озёра системы Урусвеси, лежащаго восточнѣе Каллавеси и сообщающагося съ нимъ. Раздѣляются онѣ короткимъ грядовиднымъ и лѣсистымъ поднятіемъ, параллельнымъ прочимъ грядамъ озерной Финляндіи.—Переѣхавъ на лодкахъ черезъ озеро Каллавеси, мы были сперва въ восточной вѣтви Куопіосской долины, и потому должны были, на первыхъ переѣздахъ изъ Кàзуриля (Kàsurila) въ Пöлье (Pöljä) и Паюерви (Pajujärvi), пересѣчь эту грядку, отдѣляющую оба развѣтвленія, послѣ чего двигались уже по западной вѣтви. Здѣсь, до Иденсальми, и даже нѣсколько далѣе, мы все еще находились въ странѣ озеръ, и только между ст. Сỳкева (Sukeva) и Каяною пересѣкли Каянскій кряжъ, которымъ она отдѣляется отъ бассейна сѣверныхъ озеръ.

Этими общими замѣчаніями объясняется характеръ мѣстностей, о которыхъ будетъ рѣчь въ этой главѣ. На первомъ переѣздѣ отъ Куопіо мы уже поднялись метровъ на 50 (около 150 ф.) на южную оконечность гряды, раздѣляющей оба развѣтвленія Куопіосской долины; но затѣмъ скоро спустились опять къ берегу цѣпи озеръ, лежащихъ между Иденсальми и Куопіо, — слѣдовательно опять вступили въ сѣверныя части озерной Финляндіи. Но здѣсь страна озеръ имѣетъ уже нѣсколько иной типъ, чѣмъ въ южныхъ частяхъ. Съ типомъ страны въ южныхъ частяхъ мы уже знакомы: это большія озёра, усыпанныя безчисленнымъ количествомъ всевозможныхъ, мелкихъ и

большихъ полуострововъ, островковъ и бугровъ, т.-е. шхеръ. Эти шхеры, эти острова и полуострова пестрятъ повсемѣстно большіе водоемы южныхъ частей озерной Финляндіи. На сушѣ—такой-же архипелагъ и холмовъ и бугровъ, и слѣдовательно—безпрестанные подъемы спуски, и переѣзды съ одного бугра на другой; мѣстность пересѣчена до невозможности, какъ ни миньятюрны эти неровности. Здѣсь—наоборотъ. Казалось бы, что съ приближеніемъ къ болѣе высокимъ частямъ страны, достигающимъ до 250 м. (800 ф.) абс. высоты, мѣстность должна становиться болѣе пересѣченною. Казалось-бы, что тутъ-то, гдѣ на небольшихъ промежуткахъ встрѣчаются различія высотъ отъ 100 м. до 200 м. и болѣе (отъ 300 до 700 ф)., должны встрѣтиться и узкія прохладныя долинки, и бурные ручейки съ каменистымъ ложемъ, и подточенныя водою скалы... Ничуть не бывало. Мѣстность представляется повсюду гораздо болѣе ровною, чѣмъ въ южныхъ частяхъ; только на переѣздѣ черезъ самую водораздѣльную гряду, именно между ст. Сукева и Каяною, мѣстность гористая, на всемъ же остальномъ протяженіи дорога идетъ по мѣстности довольно ровной, съ мягкими, волнистыми очертаніями. Подъемы происходятъ въ нѣсколько пріемовъ, съ одной волнистой площадки на другую, нѣсколько выше лежащую и ровный характеръ мѣстности исчезаетъ лишь на самое короткое время, на очень малыхъ промежуткахъ. Даже камней, валуновъ, видно на пашняхъ гораздо меньше, чѣмъ гдѣ-нибудь южнѣе, напр. въ окрестностяхъ Нишлота.

Ясно, что причинъ этой аномаліи надо искать въ новѣйшей исторіи страны, которою обусловливается современный рельефъ поверхности,—и эти причины очень легко угадать. Достаточно всмотрѣться въ округлыя, волнистыя очертанія, которыми пашни и холмы спускаются къ озеркамъ, — а озерковъ здѣсь очень много, — чтобы понять, что неровности поверхности сглажены значительными толщами аллувіальныхъ наносовъ, заполняющихъ всѣ долинки, всѣ котловины, всѣ впадины и поднимающихся на самыя вершины возвышенностей. Ясно, что въ недавнемъ

прошломъ, страна въ продолженіи долгаго времени переживала озерный періодъ.

Правда, что и въ мѣстностяхъ южнѣе и ниже лежащихъ мы тоже видимъ слѣды существованія весьма продолжительнаго озернаго періода, который застаемъ еще и теперь. Но дѣло въ томъ, что мѣстности ниже лежащія еще живутъ теперь во времена полнаго развитія въ нихъ этого періода, тогда какъ мѣстности лежащія выше уже отживаютъ этотъ періодъ. Берега Саймы, Пэйенэ, Пэлькенэ и другихъ большихъ водоемовъ должны прожить еще много столѣтій или тысячелѣтій, прежде чѣмъ достигнутъ того фазиса, который мы видимъ теперь въ болѣе высокихъ частяхъ Финляндіи. Такъ и слѣдовало, впрочемъ, ожидать a priori. Послѣ сплошнаго ледянаго покрова, одѣвавшаго страну, когда началось таяніе ледяныхъ толщъ, страна конечно должна была покрыться массами озеръ, такъ какъ ея слабо-покатая поверхность и въ прежнія времена, до ледниковаго покрытія, не представляла опредѣленныхъ долинъ для ската водъ. Но по мѣрѣ таянія ледниковъ постоянно уменьшался приходъ воды (непосредственный—отъ ледниковъ и косвенный—отъ изобилія водныхъ осадковъ), и увеличивался ея расходъ, съ уменьшеніемъ влажности климата. Озёра должны были уменьшаться. Кромѣ этихъ внѣшнихъ причинъ, дѣйствовали въ томъ же направленіи и внутреннія причины,—сама жизнь этихъ водоемовъ. Въ озёра неслись съ береговъ всевозможные наносы, и, скопляясь въ отдѣльныхъ мѣстахъ, содѣйствовали увеличенію перемычекъ между озерами. Перемычки ранѣе существовавшія или вновь образованныя, неизбѣжно содѣйствовали появленію разностей въ уровняхъ раздѣлившихся частей озера, или различныхъ сосѣднихъ озеръ. Но сами перемычки тѣмъ временемъ размывались въ нѣкоторыхъ мѣстахъ, и въ нихъ прорѣзывались протоки, по которымъ верхнія озёра находили себѣ стокъ въ ниже-лежащія озёра и въ море. Затѣмъ, при постепенномъ углубленіи этихъ протокъ размывающею силою проточной воды, постоянно стремилось уничтожиться различіе уровней смежныхъ соединен-

ныхъ озеръ и нижняго изъ нихъ — съ уровнемъ моря, вслѣдствіе чего пониженіе уровня всей цѣпи озеръ должно было идти непрерывно; а это въ свою очередь вело къ уменьшенію ихъ поверхностей и обращенію цѣпи большихъ озеръ, соединенныхъ узкими протоками, — въ узкія длинныя озёра (фьерды) и наконецъ—въ широкія рѣки.

Таковъ долженъ быть характеръ озернаго періода. Таковъ онъ и былъ въ дѣйствительности. Очевидно однако, что это уменьшеніе озеръ должно начаться раньше и идти быстрѣе въ верхнихъ частяхъ страны. Прибыль наносовъ должна быть здѣсь больше, и абсолютно — вслѣдствіе близости болѣе высокихъ мѣстностей, и относительно — вслѣдствіе меньшаго размѣра водоемовъ, заливающихся въ развѣтвленія поднятой части страны. Далѣе, всякое усиленіе стока воды изъ верхняго озера въ нижнее ведетъ къ пониженію уровня перваго и задерживаетъ пониженіе уровня втораго. Если большая прибыль наноса въ верхнее озеро и повышаетъ временно его уровень, то оно только съ тѣмъ большею силою размываетъ преграды, мѣшающія его водамъ переливаться въ нижнее озеро, и т. д. Такой процессъ происходитъ и нынѣ на нашихъ глазахъ, въ озерной Финляндіи, и мы видѣли выше, говоря о Хэйтіэйнѣ, какъ самой ничтожной канавки, установившей сообщеніе между этимъ озеромъ и Пюхеселькe, было достаточно для того, чтобы разорвать перемычку, сложившуюся прежде изъ озерныхъ-же наносовъ, понизить уровень Хэйтіэйна на цѣлыхъ 10 м. (35 ф.) и обнажить изъ подъ воды значительное количество земли. Мы знаемъ наконецъ, что спуская верхнія озёра въ нижнія, Финляндія такимъ образомъ ежегодно пріобрѣтаетъ искусственно все новыя приращенія своей суши; причемъ не мѣшаетъ замѣтить, что человѣкъ въ этомъ случаѣ не создаетъ новыхъ процессовъ: онъ только ускоряетъ совершающіеся, дѣлаетъ то, что роковымъ образомъ совершилось бы и безъ его вмѣшательства, но только нѣсколько позже.

Поэтому понятно, что, поднимаясь изъ ниже-лежащихъ частей

страны озеръ въ болѣе высокія (хотя бы все различіе ограничивалось какою-нибудь сотнею футъ), мы должны встрѣчать все болѣе и болѣе высохшихъ озеръ, все болѣе и болѣе аллувіальныхъ наносовъ. А такъ какъ всякій аллувіальный покровъ сглаживаетъ неровности почвы, достигая въ углубленіяхъ большей мощности чѣмъ на высотахъ, то этимъ и объясняется, почему приближаясь къ предѣламъ страны озеръ, мы должны вступать въ мѣстности, имѣющія болѣе и болѣе ровный характеръ, — почему, даже поднимаясь на возвышенности, мы будемъ подниматься по ряду ровныхъ террасъ, а не по узкимъ долинамъ. Такъ оно и есть въ дѣйствительности, и мы видимъ, что на протяженіи отъ Куопіо до Сукева и даже далѣе, дорога постоянно идетъ по толщамъ аллувіальныхъ наносовъ. Тоже самое видѣли мы, удаляясь къ Сѣверу, нѣсколько восточнѣе, по третьей долинѣ озерной Финляндіи, именно въ окрестностяхъ Іоенсу.

Если сказанное сейчасъ о большей быстротѣ прогресса въ вышележащихъ частяхъ страны справедливо, то мы должны ожидать, что здѣсь цѣпи озеръ болѣе подвинулись на пути преобразованія своего въ будущія рѣки, т.-е. что здѣсь озёра должны уже превращаться въ узкіе фьерды,—будущія русла рѣкъ,—и что протоки, которыми они сообщаются, должны достигать здѣсь большей длины и правильности (болѣе приближаться къ идеалу рѣки—ломаной линіи съ большими составляющими). И дѣйствительно оно такъ. Мы видимъ на картѣ Финляндіи (листъ Д, 4 карты Меж. Управ.), что, не смотря на то, что поверхность страны изрыта корытообразными углубленіями, имѣющими С.-З.—Ю.-В. направленіе (продуктъ ледниковыхъ дѣйствій), и что въ этихъ углубленіяхъ озера и озёрки располагаются по линіи общаго уклона страны, одно *возлѣ* другаго, а не одно на продолженіи другаго,—тѣмъ не менѣе въ странѣ опредѣлилось русло будущей рѣки, въ видѣ цѣпи длинныхъ, узкихъ сообщающихся озеръ, и эта цѣпь вытянута съ С. на Ю. соотвѣтственно *общему* уклону страны. Нѣкоторыя изъ этихъ озеръ уже обратились положительно въ рѣки, какъ напримѣръ Нэркотъерви (Nerckotjärvi) и

часть Поровеси (Porovesi), имѣющія не болѣе $^1/_2$—$^3/_4$ вер. ширины, при длинѣ болѣе 20 верстъ. А выше Иденсальми (пароходы ходятъ до этого мѣста) мы имѣемъ уже просто рѣку, которая лишь иногда разливается въ маленькія озерки. При этомъ аллувіальные наносы, покрывающіе окрестную страну, и безчисленное множество разбросанныхъ кругомъ мелкихъ озерковъ прямо говорятъ, что эта уцѣлѣвшая цѣпь соединенныхъ озеръ и озерковъ есть только остатокъ одного большаго озера, заполнявшаго всю обширную долину. Тоже видно и въ другихъ мѣстахъ, особенно—въ цѣпи озеръ, на которой лежитъ Таммерфорсъ, въ юго-западномъ бассейнѣ (см. Введеніе и VII главу).

Второе слѣдствіе указаннаго порядка дѣлъ должно быть то, что въ частяхъ страны болѣе отдалившихся отъ ледниковаго періода (въ которыхъ прогрессъ совершался быстрѣе), уровни, которыхъ достигали прежнія озёра, должны лежать выше надъ теперешними озерами, чѣмъ въ нижележащихъ странахъ. И дѣйствительно мы видимъ, что чѣмъ далѣе подвигаемся мы къ верхнимъ предѣламъ страны озеръ, тѣмъ болѣе становятся разности уровней прежнихъ озеръ и нынѣшнихъ. Въ слѣдующей таблицѣ даны крайнія высоты (надъ теперешними озерами), на которыхъ я встрѣчалъ слѣды высшаго стоянія уровня озеръ. Они расположены послѣдовательно, идя съ Юга на Сѣверъ [2]).

	метр.	ан.ф.
Между оз. Сайма и Иммаляерви, надъ Саймою (76 м.=249 ф.)	26	86
Южнѣе Катисенлякса, надъ Хаукивеси (76 м.=249)	27	87
Близъ Пави, надъ Раутавеси (54=176 ф.)	23	76
» ст. Лямпитаю т.	30	100
У Хависта, надъ Пэйенэ (78 м.=255 ф.)	26	86
У Сепполя т.	26	86
У Корпиляксa т.	30	100
У Ювескюле т.	28	92
Id., сѣв. окон. оза т.	27	90

[2]) Я не включилъ сюда высоты, которыя можно найти въ XII главѣ, такъ какъ онѣ всѣ лежатъ или въ отдѣльномъ юго-западномъ бассейнѣ озерной Финляндіи, или на южномъ склонѣ огромной гряды, т.-е. внѣ страны озеръ.

У Ляуккаса, надъ Пеурункаерви (ок. 93 м.=305 ф.)		26	85
У Суоненъйоки, надъ Суонтенселькe (98 м.=322 ф.)		38	125
Сѣвернѣе Казисенлякса, надъ Уннука (ок. 79 м.=260 ф.) . . .		35	115
У Куопіо, надъ Каллавеси (82 м.=268 ф.)		39	128
У Келлоньеми т.	болѣе	32	105
У Казуриля т.	отъ	30	98
	до	35	115
У Пёлье т.		34	112
У Палотамо, надъ оз. Улео (116 м.=380 ф.)	отъ	43	150
	до	45	165
У Каяны т.		41	135

Теперь мы перейдемъ къ частному описанію явленій, замѣченныхъ на пути.

Переправившись черезъ Каллавеси, у станціи Тóйваля (Toivala) мы переѣхали изъ западной вѣтви Куопіосской долины въ восточную, отдѣленную отъ первой меридіональнымъ отрогомъ горъ; онъ достигаетъ до 50 м. (160 ф.) надъ уровнемъ озера и состоитъ изъ двухъ грядъ одинаковой высоты, раздѣленныхъ широкимъ пониженіемъ, версты въ четыре шириною. Затѣмъ, станція Кáзуриля (Kasurila) лежитъ уже на самомъ берегу Юрусвеси (Juurusvesi), на равнинѣ гдѣ стелятся большія широкія поля. Вся мѣстность, на переѣздѣ изъ Тóйваля въ Кàзуриля, довольно ровная; возвышенности въ 30—60 м. (100—200 ф.) относительной высоты, выступаютъ либо въ одиночку, либо грядами, но всегда съ очень пологими склонами, и покрыты полями. На крестьянскихъ поляхъ видно очень мало валуновъ, а на фермерскихъ—и вовсе ихъ нѣтъ; въ лѣсахъ они тоже очень рѣдко замѣтны, и только при довольно крутомъ, первомъ подъемѣ съ юга на возвышенность, они видны шпалерами по сторонамъ дороги, свидѣтельствуя такимъ образомъ, что подъ аллувіемъ, или подъ покровами мха скрывается обычный ледниковый щебень.—Обнаженій не встрѣчается; только въ од-

номъ, въ 9 вер. отъ Тóйваля, на высотѣ 20 м. (60 ф.) надъ ур. озера, выступалъ свѣтло-сѣрый гнейсъ, разсѣченный жилами мелкозернистаго краснаго гранита и имѣвшій простираніе N 88° W и паденіе на S 2°W, 85°—90°. Станція Кàзуриля построена на наносахъ, на высотѣ 14 м. (45 ф.) надъ уровнемъ озера.

Отъ Кàзуриля дорога идетъ сперва къ С.-З., по берегу маленькаго залива Сулинъерви (см. листъ Д,4 карты Меж. Упр.) и затѣмъ, на 2-й верстѣ, подступаетъ къ возвышенностямъ, пересѣченнымъ нами во время предыдущаго переѣзда. Она поднимается здѣсь полого, по волнистымъ скатамъ, пересѣкая нѣсколько низкихъ грядокъ изъ ледниковаго щебня, имѣющихъ направленіе N 55°—60°O, затѣмъ идетъ вдоль склона возвышенности, къ Сѣверу. Здѣсь, въ 3,6 верстахъ отъ станціи, она встрѣчаетъ небольшой озъ, о которомъ слѣдуетъ сказать нѣсколько словъ.

Этотъ озъ я прослѣдилъ на 1,3 версты, послѣ чего онъ заворачиваетъ къ З., тогда какъ дорога идетъ въ прежнемъ направленіи. Онъ лежитъ на восточномъ склонѣ гнейсовой возвышенности, и въ общихъ чертахъ, разрѣзъ его имѣетъ видъ какъ на рис. 41-мъ.

Направленіе его N 4° W, слѣдовательно онъ не параллеленъ съ грядками изъ ледниковаго щебня, о которыхъ сейчасъ было упомянуто; но это происходитъ отъ того, что какъ озъ, такъ и эти грядки опоясываютъ выдающуюся здѣсь возвышенность, описывая такимъ образомъ кривую, выпуклую къ Востоку. Озъ имѣетъ совершенно опредѣленный, ясно-выраженный гребень, и на вершинѣ состоитъ исключительно изъ ледниковаго щебня, судя по ямкамъ, которыя я здѣсь выкапывалъ; слоистыхъ наносовъ на этой высотѣ не видно. Такъ какъ гребень оза доходитъ до 50 метровъ (164 ф.) надъ уровнемъ Каллавеси, то можно сказать, слѣдовательно, что уровень озера не достигалъ этой высоты; пески доходятъ только до высоты 30—35 м. (98—115 ф.).

У этого оза особенно заслуживаетъ вниманія яма, которая показана на прилагаемомъ рисункѣ влѣво отъ оза (пунктирован-

ная линія d выражаетъ общій уровень почвы, причемъ къ востоку отъ оза уклонъ почвы показанъ гораздо круче, чѣмъ въ дѣйствительности). Глубина ея 21 м. (70 ф.), склоны чрезвычайно круты, и дно ея возвышается всего на 9,4 м. надъ уровнемъ озера; длина ея по дну 122 м. (400 ф.), ширина между верхними краями по линіи d, всего 60 м. (180 ф.). Что за причина могла образовать такую странную яму въ 20 м. глубиною — я рѣшительно не могу объяснить; повидимому, она должна быть сродною тѣмъ причинамъ, которыя образовали на склонахъ шведскихъ озовъ ихъ странныя воронки (åsgropar) остающіяся до сихъ поръ загадкою для шведскихъ геологовъ (ледниковые водопады?). Подобную-же яму я видѣлъ также возлѣ С.-Михельскаго оза (см. XI главу).

Ледниковой щебень въ самой верхней части оза коричневатый и не принадлежитъ къ самымъ типичнымъ; камешки одни совершенно окатаны, другіе совершенно угловаты и сохранили даже мелкія неровности поверхности; въ немъ очень много пыли, но темно-бурой, землистой, которая скорѣе напоминаетъ береговой илъ чѣмъ ледниковую пыль, и поэтому если бы былъ виденъ только такой щебень, то его нельзя было бы считать нетронутымъ водою [3]); но во многихъ ямахъ, выкопанныхъ для починки дороги да и на всемъ протяженіи дороги, идущей по озу, виденъ совершенно типичный ледниковый щебень, нисколько не слоистый и положительно нетронутый водою.

У озерка Кевэтöинъерви озъ заворачиваетъ на западъ, но вдоль дороги, вправо отъ нея, опять выступаетъ узенькій невысокій озъ изъ ледниковаго щебня; его можно прослѣдить почти на 1 версту; на сѣверной оконечности онъ покрытъ массами большихъ валуновъ, нерѣдко достигающихъ до 2 и 4 м. (7 и 12 ф.) по одному измѣренію.

Въ 2 вер. передъ ст. Пöлье (Pöljä) видно обнаженіе ро-

[3]) Быть можетъ уровень водъ какого-нибудь побочнаго озерка достигалъ до этой высоты,—хотя здѣсь и не видно слѣдовъ слоистыхъ наносовъ. Близъ Kyonio слѣды высшаго стоянія Каллавеси встрѣчались только на высотѣ 39 м. (128 ф.).

говообманковаго гнейса, съ прослойками темно-сѣраго, мелкозернистаго, порфировиднаго гранита. Простираніе гнейса около S 60° W. Шрамовъ не видно, только на сѣв. концѣ бугра замѣтна неясная полировка и очень неясныя бороздчатости (каннелюры) по направленію N 33° W.

На 3-й верстѣ послѣ ст. Пёлье мы пересѣкли озъ, обозначенный на картѣ Межеваго Управленія. Онъ довольно широкъ, мѣстами — до полуверсты и поднимается на 49 м. (162 ф.) надъ уровнемъ озерка Пёлье (которое должно лежать на десятокъ футъ выше Каллавеси). Пески я наблюдалъ здѣсь до высоты 31 м. (103 ф.) надъ ур. Пёлье, и едва ли они поднимаются выше. Въ маленькомъ обнаженіи на склонѣ горы видно налеганіе ледниковаго щебня *на* пескахъ, несомнѣнно озёрныхъ, причемъ ясно видно, что онъ не смытъ, а просто *осыпался* сверху. (См. рис. 42).

Въ другихъ мѣстахъ на поверхности оза выступаетъ ледниковый щебень, обнаженный во многихъ выемкахъ дороги и ямахъ. Но по всей вѣроятности, судя по ширинѣ этого оза и еще болѣе—по его длинѣ, какъ она показана на картѣ Межеваго Управленія, и наконецъ—по его значенію для гидрографической сѣти, надо думать, что это каменный озъ, т.-е. гряда изъ твердой горной породы, покрытая наносомъ (озъ перваго типа).

Спустившись съ оза, дорога вступаетъ въ обширную равнину, которая тянется вплоть до Иденсальми. Изрѣдка разнообразится она мелкими буграми гнейсовъ, которые выступаютъ изъ подъ ровнаго покрова наносовъ и, покрытые лѣсомъ, придаютъ чрезвычайно миловидный, живописный характеръ мѣстности. Безчисленное множество озерковъ и прудовъ покрываетъ страну, а ручьи, правильными руслами врѣзавшіеся въ наносъ на 2—3 метра глубины, лѣниво бороздятъ равнину. Лѣсистыя возвышенности виднѣются не ближе какъ въ 5—10 верстахъ отъ дороги, а обиліе разнообразныхъ предметовъ, представляющихся глазу на этомъ протяженіи, еще увеличиваетъ ихъ кажущееся разстояніе.

Въ 7 вер. отъ ст. Мюккеле (Mykkälä), на берегу Нэркотъерви, мы подъѣхали къ небольшему озу идущему съ юга, вдоль берега цѣпи озёръ. Направленіе его N 66° W; южнѣе онъ на нѣсколько градусовъ загибается въ В., слѣдуя очертанію долины. Несмотря на незначительную высоту 10—15 м. (33—50 ф.) надъ подошвою и 23 м. (75 ф.) надъ уровнемъ Нэркотъерви, озъ выраженъ очень ясно; его гребень на вершинѣ не болѣе 1 метра. (См. рис. 43).

Онъ состоитъ весь изъ крупныхъ, большею частію эллипсоидальныхъ валуновъ, среднимъ числомъ въ 0,4—0,5 м. (16—20 д.) по наибольшему измѣренію. Эти формы и размѣры валуновъ преобладаютъ, но встрѣчаются совершенно угловатые камни въ пропорціи около одной десятой всѣхъ валуновъ. Породы изъ которыхъ состоятъ эти валуны—розовато-бѣлый кварцитъ, средне-зернистый красный гранитъ, желтый гнейсъ съ черною слюдою, сѣрый гнейсъ съ фіолетовымъ прозрачнымъ кварцемъ, мелкозернистый розовой гранитъ и роговообманковый гнейсъ, такой же какъ въ окрестностяхъ Куопіо. Озъ состоитъ исключительно изъ камней, никакого слѣда песка или глины между ними на поверхности не видно. Такой же наносъ виденъ и къ Ю.-З. отъ оза, ближе къ озеру. У самаго озера выступаютъ слоистые пески. Къ С.-В. отъ оза, напротивъ, залегаютъ на поверхности пески, почти вовсе безъ примѣси камня.

Словомъ, этотъ озъ совершенно подходитъ подъ тотъ типъ озовъ, который создалъ себѣ Эрдманъ, и вполнѣ похожъ на ту косу, которая описана въ предыдущей главѣ, у Суоненйоки. Но тѣмъ не менѣе, и въ этомъ случаѣ, происхожденіе его не можетъ быть иное, какъ и прочихъ, разсмотрѣнныхъ до сихъ поръ озовъ. Прежде это была морена, — одна изъ тѣхъ, которыя мы въ такомъ изобиліи видимъ кругомъ, — но потомъ она была покрыта водами озера, вся вплоть до вершины. Въ то время, когда уровень озера, постепенно понижаясь, доходилъ до верхнихъ частей этой морены, волны вымывали весь рыхлый матеріалъ, заключавшійся среди камней и уносилъ его. Этимъ и

объясняется то, что теперь мы видимъ одни камни, безъ всякаго наноса между ними, тогда какъ во всякомъ береговомъ *отложеніи*, мы непремѣнно находимъ песокъ или илъ, нанесенные вмѣстѣ съ камнями. Меньшими изъ этихъ валуновъ волны даже играли во время сильнаго вѣтра и окатывали ихъ, обращая въ овоиды тѣ изъ нихъ, которыхъ первоначальная форма благопріятствовала такому измѣненію; крупные валуны должны были оставаться неподвижными и сохранили свои острыя очертанія. Иначе объяснить такія скопленія невозможно, тогда какъ предложенное объясненіе вполнѣ согласно со всѣмъ тѣмъ, что мы видимъ во всей странѣ (*взятое отдѣльно*, такое скопленіе валуновъ могло бы быть объяснено и по Эрдмановой гипотезѣ, —конечно если бы было доказано, что прибой *можетъ* отлагать такіе валы въ 10 м. высоты). Наконецъ, оно согласно и съ характеромъ оза на дальнѣйшемъ его протяженіи. Дѣйствительно, проѣзжая далѣе изъ Тайпале въ Иденсальми, причемъ дорога идетъ все въ томъ же направленіи, мы опять видимъ среди равнины тотъ же озъ. Мало замѣтный возлѣ самой станціи, онъ уже въ 2 вер. отъ нея выступаетъ въ видѣ опредѣленнаго гребня, съ ясными уступами (épaulements). Затѣмъ онъ тянется между озёрами Нэркотъ и Кирмаерви, причемъ на его ровной поверхности видно нѣсколько грядокъ въ направленіяхъ N 25^0—50^0 W (самъ озъ держится направленія около N 30^0 W). Здѣсь пески доходятъ только до высоты 16,8 м. (55 ф.) надъ уровнемъ озера, лежащаго у Иденсальми, и выше ихъ выступаетъ уже ледниковый щебень.

Иденсальми (Idensalmi, Iisalmi)—одинъ изъ тѣхъ городковъ, которые быстро возникаютъ въ Финляндіи, если только есть благопріятныя условія для какой-нибудь промышленности. Съ проведеніемъ между озерами небольшихъ каналовъ (Віанто, Нэрко), при помощи которыхъ установилось непрерывное сообщеніе по цѣпи озёръ между Куопіо и Иденсальми, это послѣднее село быстро стало разростаться, и теперь въ нѣсколькихъ верстахъ южнѣе прежняго поселенія, въ точкѣ соединенія

трехъ цѣпей озёръ, оканчивающихся озёрами Поровеси, Ивеси и Кирвиерви, возникаетъ красивый городокъ; въ 1871 году онъ почти весь состоялъ изъ вновь строющихся или совершенно новыхъ домовъ. Имѣя къ Югу прямое водное сообщеніе съ Финскимъ заливомъ, а къ Сѣверу — цѣлую сѣть озёръ съ громаднымъ запасомъ двигателей въ многочисленныхъ ко́ски, а также неистощимыя лѣсныя богатства, этотъ городокъ имѣетъ совершенно обезпеченную будущность,—такую же, если даже не лучшую, чѣмъ Іоенсу́.

Пройдя нѣсколько верстъ къ С. по будущей рѣкѣ, кончающейся у Иденсальми озеромъ Ивеси (Iivesi), дорога сворачиваетъ къ С.-В., чтобы перейти къ другой такой-же формирующейся рѣкѣ, бо́льшая часть которой зовется Пало́йсенвирта (Paloisenvirta). Для этого она пересѣкаетъ небольшую гряду горъ, состоящую большею частію изъ гнейса, спускается въ равнину у ст. Раухалянма [1]), и затѣмъ опять пересѣкаетъ нѣсколько возвышенностей. Станція Хюрвиерви опять лежитъ въ равнинѣ. Мѣстность на всемъ этомъ пути очень однообразна: горы покрыты толщами ледниковаго щебня, равнины— аллувіемъ; обнаженій совсѣмъ не видно. Только въ 7 вер. отъ города выступаетъ средне-зернистый желтовато-сѣрый гнейсъ съ черною слюдою, имѣющій простираніе N 70°O. У подошвы горъ, передъ ст. Раухалянма, видны въ поперечной долинкѣ холмы изъ ледниковаго щебня, въ нѣсколько десятковъ метровъ длины и метровъ въ шесть (20 ф.) высоты. Щебень мѣстами типичный, мѣстами промытъ водою; тогда пыль совершенно отмучена и ее замѣняетъ промытый ледниковый песокъ, зёрна котораго, отъ 0,5 до 2 и 3 мм., совершенно угловаты; камешки въ щебнѣ также всѣ угловаты; они сохранили мельчайшіе острые углы и выступчики, иногда представляютъ типичную для ледниковыхъ наносовъ сглаженность одной стороны, иногда явля-

[1]) Близъ прежней станціи Свеннинмяки, показанной на картѣ Межеваго Управленія.

ются шероховатыми и угловатыми пластинками. Всѣ камешки совершенно обмыты, но присутствіе *очень* мелкаго песка, неразсортированность матеріала, оставшагося послѣ уноса ледниковой пыли и превосходное сохраненіе угловъ и шероховатостей у камешковъ, свидѣтельствуютъ, что этотъ наносъ подвергался на весьма непродолжительное время дѣйствію *быстрой* проточной воды, унесшей ледниковую пыль. По всей вѣроятности, это были нечто иное какъ ледниковые ручьи. Щебень покрывается крупно-зернистымъ ледниковымъ пескомъ (зёрна отъ 0,5 мм. до 8 мм., средняя величина 2—3 мм., всѣ они очень угловаты), а ледниковый песокъ покрывается озернымъ мелкимъ пескомъ. Направленіе этихъ грядокъ N 58° W.

Отъ станціи Хирвиерви (Hirvijervi), лежащей уже на абс. высотѣ 147 м. (482 ф.) [5]), дорога идетъ по долинѣ Палòйсенвúрты, но до ручья Орава-ойя (Orava-oja), пересѣкаетъ нѣсколько возвышенностей, достигающихъ до 200 м. (600 ф.) абс. выс. и отдѣленныхъ другъ отъ друга нѣсколькими узкими долинками. Эти возвышенности состоятъ изъ чернаго, очень мелко-зернистаго, почти слитно-кристаллическаго рогово-обманковаго гнейса, выступающаго въ небольшомъ обнаженіи у Орава-ойи. Слоистость его очень трудно услѣдить, но если судить по растрескиванію породы, то надо бы думать, что она имѣетъ простираніе S 25° O и паденіе на SW 69½°.

Отъ Сýкева (Sukeva), дорога начинаетъ становиться гористою и пересѣкаетъ нѣсколько большихъ возвышенностей. Горы, впрочемъ, не велики и не круты, и только приходится то взбираться, то спускаться. Въ общемъ замѣтно однако, что до ст. Кàрьяля (Karjala), дорога идетъ въ гору. Отъ Кàрьяля, лежащей на абс. высотѣ 238 м. (782 ф.) до ст. Хàнавàра (Haapavara), лежащей на высотѣ 202 м. (662 ф.) и даже до

[5]) Высота вычислена относительно уровня озера у Иденсальми, которое, по Гюльдену, лежитъ на высотѣ 287 ш. ф. Озеро Хирвиерви лежитъ на 4 м. ниже станціи.

ст. Кàйкколя (Kajkkola), лежащей на абс. выс. 214 м. (700 ф.) дорога все еще идетъ въ горахъ; она, правда, спускается послѣ Хàпавàры, но затѣмъ снова поднимается; Кàйкколя лежитъ, какъ видно, на значительной высотѣ [6]); возвышенности въ 200 м. (660 ф.) встрѣчаются и на пути изъ Хàпавáры въ Кайкколя, на 11-й верстѣ. Наконецъ, послѣ Кайкколя, дорога еще разъ поднимается на возвышенности между озерками Рýхи (Ruuhijärvi) и Каранка (Karankajärvi) и спускается къ равнинѣ, на которой расположена Каяна.

Общій характеръ этой возвышенности заслуживаетъ особаго вниманія, такъ какъ онъ поможетъ намъ нѣсколько уяснить одинъ фактъ, чрезвычайно важный для изслѣдованій ледниковаго періода. До сихъ поръ, въ переѣздѣ отъ Або до этихъ мѣстъ мы постоянно находились,—за исключеніемъ двухъ небольшихъ переѣздовъ передъ Таммерфорсомъ и передъ Куопіо,—или въ береговой полосѣ Финскаго залива, или въ озерной Финляндіи. Мы видѣли, какъ изобильны во всей этой мѣстности всевозможные слѣды ледниковаго періода. Достаточно пройти здѣсь или проѣхать какой-нибудь десятокъ верстъ, чтобы встрѣтить непремѣнно нѣсколько бараньихъ лбовъ, полированныя и изборожденныя поверхности, заброшенные валуны (blocs perchés), большіе или ясно выраженные озы. Всѣ эти явленія такъ многочисленны, такъ непрерывны, что невольно напрашиваются на вниманіе даже самому невнимательному наблюдателю.

Можно было бы думать, что съ поднятіемъ въ болѣе высокія части страны всѣ эти явленія будутъ еще многочисленнѣе. Здѣсь, казалось бы, гдѣ ледникамъ приходилось подниматься въ гору, они должны были оставить наибольшее количество шрамовъ; здѣсь гдѣ льды двигались по узкимъ долинкамъ, они болѣе всего разрушали горныя породы и выламывали изъ нихъ большіе валуны; здѣсь, наконецъ, могли они отлагать громад-

---

[6]) По картѣ Межеваго Управленія можно было бы думать, что дорога спускается съ возвышенностей тотчасъ послѣ Карьяля. Но орографія на этой въ другихъ отношеніяхъ весьма хорошей картѣ невѣрна.

ныя толщи наносовъ. Все это почти совершенно справедливо; а между тѣмъ оказывается, что какъ только геологъ поднялся въ болѣе высокія части страны, онъ уже не видитъ ни одного изъ знакомыхъ ему явленій. Обнаженія горной породы исчезаютъ, пропадаютъ и бараньи лбы; изрѣдка, кое-гдѣ, выглянетъ довольно ровная поверхность скалы; но ея полировка исчезла, а шрамовъ нѣтъ и слѣда. Я *искалъ* шрамовъ,—въ высшихъ мѣстахъ страны они гораздо важнѣе, чѣмъ въ низшихъ, — но на всемъ переѣздѣ черезъ этотъ водораздѣлъ я нашелъ только въ одномъ мѣстѣ неясные признаки изборожденія (выбоины); ясныхъ же опредѣленныхъ шрамовъ нѣтъ и слѣда. Тоже самое и съ валунами. Все кругомъ покрыто лѣсомъ; во всѣ стороны видны лишь мохнатыя ели, съ ихъ бородатыми лишаями,—и мохъ, мохъ, въ изобиліи. Онъ застилаетъ все, имъ покрыты всѣ камни подледниковой морены, и только изрѣдка, изрѣдка попадется въ лѣсу большой валунъ,—да и его легко проглядѣть, изъ-за густой зелени лѣса. Мало того, если и попадается большой валунъ, то большею частію онъ оказывается изъ мѣстнаго же гнейса или гранита: какъ и всякій большой валунъ, онъ принесенъ лишь изъ ближайшихъ окрестностей, но между тѣмъ, для гипотезы ледниковаго покрытія онъ уже не имѣетъ той доказательности, которую представляетъ валунъ принесенный издали. Наконецъ, объ *озахъ*, конечно, нечего и говорить; ихъ не можетъ быть; но даже и маленькія моренки очень рѣдки въ гористой полосѣ. Онѣ лѣпятся здѣсь на днѣ узенькихъ долинокъ, гдѣ не могутъ достигать большой величины, да и тамъ большею частію размыты горными ручьями (которые въ узкой долинѣ размываютъ ихъ, вмѣсто того, чтобы обтекать, — какъ это бываетъ въ равнинѣ). Словомъ, я глубоко убѣжденъ, что если бы естествоиспытатели были знакомы только съ этою, возвышенною частію Финляндіи, вовсе не зная береговой полосы, то, при бѣдности искусственныхъ обнаженій, они точно также отрицали бы ледниковое покрытіе Финляндіи, какъ они отрицаютъ его, напримѣръ, въ Сибири.

Но дорога спускается съ возвышенностей на ихъ сѣверный склонъ и выходитъ къ прибрежьямъ озера Улео, которыя лежатъ на высотахъ около 120 м. (400 ф.),—и тутъ снова разомъ появляется все,—и бараньи лбы, и изборожденныя поверхности, и валуны, и морены,—все, чего геологъ напрасно искалъ въ болѣе высокихъ частяхъ страны.

Это явленіе не одиночное. Въ первый разъ замѣтивши его на пути въ Каяну, я узналъ впослѣдствіи, что Форбзъ и Сексъ сдѣлали тоже наблюденіе въ Норвегіи, поднимаясь на фьельды, и что тоже замѣчено было во время съёмки въ Швеціи и во многихъ другихъ мѣстахъ. Требуется объяснить этотъ фактъ. Ниже, въ отдѣлѣ о признакахъ ледниковаго періода (въ XV-й главѣ), мы и займемся этимъ объясненіемъ, а теперь ограничимся указаніемъ—съ одной стороны, на климатическія вліянія, съ другой—на отсутствіе размыванія. Въ самомъ дѣлѣ, такъ какъ послѣ исчезновенія сплошныхъ ледниковъ, страна была вплоть покрыта ледниковымъ щебнемъ, то для того, чтобы обнаружить бараньи лбы и изборожденныя поверхности, необходимо было прежде всего, чтобы вода снесла толщи щебня; это необходимо не только для того, чтобы обнажить скалы, обточенныя и изборожденныя ледниками и сдѣлать ихъ видимыми глазу, но еще для того, чтобы сохранить изборожденіе: вѣчно-влажный, пропускающій воду *тонкій* слой щебня дѣйствуетъ на поверхность скалы разрушительнѣе, чѣмъ слой воды, или вліяніе атмосферы; еще губительнѣе дѣйствуетъ влажная подушка мха, съ ея химическими растительными процессами. Слѣдовательно, для обнаженія и сохраненія слѣдовъ ледниковаго періода нужно обширное смываніе (dénudation), т.-е. сила воды. Тамъ, куда эта сила не достигала, слѣды ледниковъ или исчезли, или скрыты отъ наблюдателя. Наиболѣе ясно они выражены въ тѣхъ мѣстахъ, которыя въ сравнительно недавнее время были береговою полосою, но не успѣли покрыться такими толщами аллувія, которыя заровняли бы всѣ неровности. Этимъ и объясняется та поразительная бѣдность слѣдовъ ледниковаго періода въ разсматрива-

мыхъ нами высокихъ частяхъ страны. Эти возвышенности не были покрыты водою. Спустившись съ водораздѣльной гряды, въ бассейнъ озера Улео, въ мѣста, куда достигали нѣкогда его во́ды, мы опять нашли все тѣ же слѣды въ прежнемъ изобиліи. Это обстоятельство, по моему мнѣнію, чрезвычайно важно для нашихъ разсужденій о распространеніи прежнихъ ледниковъ, но до сихъ поръ на него не обращали никакого вниманія.

Переходя послѣ этого отступленія къ моему маршруту, я замѣчу только, что единственный, встрѣчавшійся мнѣ признакъ ледниковаго покрытія страны,—это былъ наносъ, т.-е. ледниковый щебень. Благодаря тому, что дорога во многихъ мѣстахъ углублена здѣсь въ почву, мы можемъ видѣть въ выемкахъ, или въ ямахъ, выкопанныхъ возлѣ дороги для ея починки, что повсемѣстно залегаетъ ледниковый щебень. Онъ покрываетъ все сплошнымъ покровомъ и мѣстами располагается грядками въ 10—15 м. (35—50 ф.) высоты, какъ, напр., послѣ Ка̀рьяля, въ долинѣ Сювэйоки (Syväjoki), гдѣ онѣ имѣютъ направленіе N 35° W, или при спускѣ съ горъ послѣ Ха́пава́ра, гдѣ онѣ направляются на N 45° W; наконецъ у подошвы возвышенностей передъ Каяною есть цѣлая система параллельныхъ моренъ, о которой рѣчь будетъ ниже. Единственные слѣды шрамовъ, которые я видѣлъ на этомъ переѣздѣ, были широкія продолговатыя ямины на твердомъ роговообманковомъ гнейсѣ близъ рѣчки Оравпой, которыя можно было признать ледниковыми только потому, что знаешь по другимъ причинамъ, что страна была покрыта ледниками. Эти короткія каннелюры имѣли направленіе N 14° W. Ледниковый щебень, встрѣчающійся здѣсь сплошнымъ покровомъ, или въ грядкахъ, обыкновенно принадлежитъ къ совершенно типичнымъ и не тронутъ водою. Въ двухъ мѣстахъ я видѣлъ подъ слоемъ щебня сѣрый ледниковый песокъ, состоявшій изъ камешковъ отъ 1 до 40 мм. (этой величины достигалъ письменный гранитъ), совершенно угловатыхъ, иногда даже роговидныхъ; ихъ углы также свѣжи, какъ если бы они только-

что вышли изъ подъ молотка; даже кусочки рыхлаго, чернаго слюдистаго сланца также угловаты; ледниковая пыль почти совершенно отсутствуетъ, хотя очень мелкія песчинки изобилуютъ. Песокъ представлялъ въ обоихъ случаяхъ нѣкоторое отдаленное подобіе слоистости,—скорѣе неправильную листоватость.—Ледниковый щебень является въ обѣихъ разновидностяхъ, бѣлый и желтой. При этомъ бѣлый щебень состоитъ почти исключительно изъ муки и песчинокъ, среди которыхъ встрѣчается кое-гдѣ нѣсколько камешковъ (отъ 30 до 40 мм.), округлыхъ въ общихъ чертахъ, но угловатыхъ въ частностяхъ. Кромѣ мелкихъ камешковъ, среди муки залегаютъ въ довольно большомъ числѣ большіе валуны, формы которыхъ заслуживаетъ вниманія. Большею частію они совершенно *эллипсоидальны* или очень близки къ эллипсоидамъ. По бѣглому наружному осмотру никто бы не задумался сказать, что они несомнѣнно были окатаны на берегу моря, или озера, а геологи, считающіе угловатость отличительнымъ признакомъ ледниковыхъ валуновъ, ни за что бы не признали ихъ ледниковыми.—Но они сплошь да рядомъ покрыты ледниковыми бороздами, особенно въ тѣхъ случаяхъ, когда ихъ поверхности близки къ поверхностямъ эллипсоида съ очень большимъ эксцентриситетомъ, и лежатъ они въ нетронутомъ водою ледниковомъ щебнѣ. Многіе изъ этихъ валуновъ *шарообразны*. Ясно, что они передвигались въ поддонной моренѣ; округленную же форму они пріобрѣли потому, что при значительномъ давленіи и вслѣдствіе этого — нѣсколько большей рыхлости льда, часто мѣняли свое положеніе, какъ это описываетъ Добрэ, въ своихъ опытахъ надъ движеніемъ камней въ вязкой, но не довольно плотной массѣ.

Въ Каянѣ я пробылъ два дня и употребилъ ихъ на осмотръ ближайшихъ окрестностей, — особенно ряда моренъ у подошвы водораздѣльной гряды, а также на поѣздку въ Пáльтамо, къ берегу озера Улео. Къ сожалѣнію, дождь, который безпрестанно

шелъ 27 августа, помѣшалъ вполнѣ воспользоваться этою поѣздкою.

Каяна лежитъ въ долинѣ, открытой къ С.-З., по которой тянутся продолговатыя озера Нýасерви (Nuasjärvi) и Рехьенселькэ (Rehjänselkä) и широкая рѣка, которою они сливаются въ озеро Улео. Съ юга эта долина ограничена отрогомъ Каянскаго кряжа, который тянется къ С.-З., мимо группы озеръ, между Кайккоця и Каяною, съ Сѣвера — другою такою же грядою, гдѣ гора Рупуккавара достигаетъ 271 м. (888 ф.) абс. высоты. Южная гряда очень хорошо видна на значительномъ протяженіи, если смотрѣть на нее съ сѣверной гряды (съ дороги въ Пáльтама); она тянется совершенно ровною лѣсистою полосою, причемъ отсутствіе выемокъ въ ея профили свидѣтельствуетъ о значительной ширинѣ водораздѣла. Только къ Ю.-В. видно пониженіе, сквозь которое вдали синѣютъ двѣ округленныя, нѣсколько высшія вершины,—быть можетъ Нахрасмяки. Южная гряда, какъ мы видѣли, достигаетъ высотъ свыше 200 м. (700 ф.). а отдѣльною вершиною, какъ Лѣхтовáра, доходитъ до 268 м. (878 ф.); такую же высоту, по крайней мѣрѣ тотчасъ къ С. отъ Каяны, имѣетъ и сѣверная гряда.

Если спуститься съ южной гряды, по довольно крутому спуску, то дорога выходитъ на болотистыя низины, поросшія жидкимъ еловымъ лѣсомъ; большею частію ели низкорослы, но густо развѣтвлены, и внизу покрыты бородатыми лишаями; иногда же среди болота торчатъ голыя мачты нѣсколько болѣе рослыхъ, но уже засохшихъ елей,—ландшафтъ чисто сибирскій. Затѣмъ, дорога пересѣкаетъ нѣсколько параллельныхъ моренъ, протянувшихся вдоль подошвы возвышенностей и достигающихъ значительной ширины и высоты (до 22 м. = 72 ф. надъ подошвою). Но уже потому, что ихъ здѣсь нѣсколько параллельныхъ и что онѣ лежатъ близко другъ отъ друга, онѣ не достигли той высоты, которой достигаютъ иногда морены, выходящія на равнину. Послѣ этихъ моренъ, ближе къ городу, тянýтся аллувіальныя равнины, испещренныя множествомъ мелкихъ озерковъ; тамъ и

сямъ, изъ подъ аллувія выступаетъ нѣсколько уцѣлѣвшихъ бугровъ весьма кварцеватаго гранита. Всѣ эти мелкіе озерки очевидно нѣкогда были заливами озера Улео, вдававшимися къ Ю.-В., но они либо совершенно уже утратили сообщеніе съ большимъ озеромъ, либо сообщаются съ нимъ только тихими рѣчками; берега ихъ поросли кочковатыми моховинами.—Самый городъ расположенъ на площади озерныхъ песковъ, на высотѣ 5—12 м. (16—40 ф.). надъ уровнемъ рѣки, и въ ближайшихъ его окрестностяхъ выступаютъ опять бугры твердыхъ породъ и нѣсколько бараньихъ лбовъ.

Если пересѣчь затѣмъ рѣку, по длинному мосту, для котораго воспользовались развалинами стараго шведскаго за́мка, построеннаго среди рѣки и взорваннаго финнами, и затѣмъ направиться къ Сѣверу, въ Па́льтамо, то дорога снова поднимается на совершенно плоскія возвышенности, достигающія до 180 м. (600 ф.) абс. выс., и только въ 7 вер. отъ города выходитъ на аллувіальныя равнины бывшаго здѣсь водоема, главнымъ представителемъ котораго служитъ теперь озеро Улео.

Рѣка у самаго города сливается небольшимъ водопадомъ, метровъ въ пять высоты, но довольно многоводнымъ, подковообразнымъ и очень красивымъ. Зеленовато-желтыя во́ды скатываются ровными каскадами, а подъ ними клубится густая бѣлая пѣна, просвѣчивающая сквозь слой воды. У подошвы водопада, вода конечно бурлитъ очень красиво, образуя густую пѣну; облачка пыли постоянно поднимаются у лѣваго берега.

На лѣвомъ же берегу расположился лѣсопильный заводъ, который конечно превращаетъ въ полезную работу лишь самую ничтожную часть громадной силы водопада; четыре большія вертикальныя пилы, каждая въ 7 лезвій, неустанно распиливаютъ здѣсь толстыя сосновыя бревна, а круглыя пилы обрѣзываютъ края досокъ. Лѣсъ пригоняется по озеркамъ, какъ и всѣ тѣ громадныя количества лѣса, которыя ежегодно вывозятся за границу норвежскими компаніями. На правомъ берегу тоже былъ какой-то заводъ, но онъ уже заброшенъ.

Тотчасъ у лѣсопилки, на лѣвомъ берегу поднимается бугоръ мелко-слоистаго волнистаго гнейса, разсѣченнаго жилами крупно зернистаго розоваго гранита. Его простираніе N 80° O, паденіе на N 10° W, почти 90°. Бугоръ покрытъ шрамами, которыхъ направленіе N 44° W.—Затѣмъ, въ верстѣ отъ водопада, уже начинается аллувіальная равнина, идущая по лѣвому берегу рѣки. вплоть до озера Улео. Она едва на 4—6 м. (12—20 ф.) возвышается надъ уровнемъ рѣки и состоитъ сверху изъ рѣчнаго песка, внизу—изъ тонкихъ слоевъ сѣраго песка съ сѣрою-же глиною, по всей вѣроятности дельтоваго происхожденія. Самъ городъ расположенъ на такихъ же аллувіальныхъ наносахъ, но лежитъ на нѣсколько высшей площадкѣ. Наконецъ, по дорогѣ въ Куопіо, озерные наносы видны недалеко отъ города на высотѣ 46 м. (150 ф.) надъ уровнемъ озера Улео. Это есть повидимому высшій предѣлъ, котораго достигали здѣшнія озёра.

Переходя теперь къ моренамъ, лежащимъ у подошвы водораздѣльной гряды, мы прежде всего замѣтимъ, что всѣ онѣ—продольныя, т.-е. параллельны какъ изборожденію, такъ и общему направленію долины, близъ склона которой онѣ лежатъ. Рисунокъ 44-й даетъ объ нихъ общее понятіе; вертикальный масштабъ въ немъ сильно преувеличенъ,—онъ въ 10 разъ болѣе горизонтальнаго; въ горизонтальномъ направленіи сдѣланы въ трехъ мѣстахъ перерывы, чтобы не слишкомъ удлинять рисунокъ; версты и ихъ десятыя обозначенныя внизу, даютъ понятіе о величинѣ перерывовъ; всѣ высоты показаны надъ уровнемъ озера Улео.

Послѣ широкой, болотистой долины въ 2, 7 версты, разстилающейся у подошвы горъ (*a* на рисункѣ), мы встрѣчаемъ первую широкую гряду въ *b*; она образована однако повидимому не однимъ наносомъ, такъ какъ на южномъ ея склонѣ выступаетъ твердая горная порода (если только это не очень большой валунъ, выдающійся изъ прочаго наноса). Въ верхнихъ частяхъ эта грядка покрыта очень крупнымъ ледниковымъ щебнемъ. Первая несомнѣнная морена есть гряда *c*, вышиною въ 11, 2 м.

(37 ф.) надъ подошвою, отдѣленная отъ *b* низкимъ желобообразнымъ углубленіемъ, которое теперь сверху покрыто торфомъ. Она имѣетъ направленіе N 58° W, и вся состоитъ исключительно изъ ледниковаго щебня. Въ низшихъ частяхъ морены щебень свѣтло-сѣраго цвѣта; это — почти исключительно бѣлая мука, нѣжная какъ пудра, въ которой попадается очень мало мелкихъ камешковъ, но за то лежатъ большіе валуны. Средняя величина камешковъ—не болѣе какъ отъ 2 до 4 мм. (0,8—1,6 д.) по наибольшему измѣренію; достигающіе величины въ 20—25 мм. (8—10 д.) уже рѣдкость и почти исключеніе; валуны-же доходятъ до 1,2 и 1,5 м. (4 и 5 ф.). При этомъ они нерѣдко имѣютъ эллипсоидальныя формы, о которыхъ сказано выше и иногда покрыты бороздами; камешки въ 20 — 25 мм. почти всѣ совершенно округлены (съ шероховатыми поверхностями), и только мелкіе камешки болѣе угловаты. Вообще этотъ щебень, въ ледниковомъ происхожденіи котораго не можетъ быть сомнѣнія, весьма поучителенъ для тѣхъ, которые привыкли считать угловатость обломковъ необходимымъ признакомъ мореннаго щебня. Сѣрый ледниковый щебень покрывается желтымъ; переходъ между ними не рѣзокъ. Желтый щебень отличается бо́льшими размѣрами мелкихъ камешковъ, которыхъ средняя величина отъ 5 до 7 мм. (2—3 д.), и представляетъ весьма плотную массу, съ трудомъ разбивающуюся на комья.

Въ этой моренѣ можно хорошо видѣть образованіе бѣлаго слоя. Какъ видно изъ рисунка 45-го, онъ образуется во впадинахъ, по всей вѣроятности—сносомъ изъ вышележащихъ образованій; состоитъ онъ изъ вывѣтрѣлыхъ кусочковъ зеренъ полеваго шпата съ небольшою примѣсью кварцевыхъ зернышекъ.

Слѣдующая моренка, *d*, имѣетъ такой же составъ, какъ и предыдущая; дорога идетъ здѣсь глубокою выемкою, и видно, что грядка состоитъ только изъ наноса. Въ нижнихъ ея частяхъ залегаетъ сѣрый ледниковый щебень, который сверху покрывается слоемъ въ 0,6 — 0,8 м. желтаго щебня. Въ сѣромъ щебнѣ, также какъ и раньше, ледниковая мука преобладаетъ; камешки,

среднимъ числомъ въ 10—15 мм. (4—6 д.), частію округлы, частію угловаты; первыхъ однако больше, чѣмъ вторыхъ. Эта моренка имѣетъ незначительную длину и удлиненно-грушевидную форму; юго-восточною своею оконечностью она упирается въ озеро, надъ которымъ возвышается на 11,3 м. (37 ф.). Направленіе ея N 45° W.

Широкая гряда *f* тоже есть морена, — дорога идетъ здѣсь выемкою въ 2 м. (7 ф.) глубины и обнажаетъ сѣрый ледниковый щебень, покрытый сверху желтымъ. Вся морена усыпана массою валуновъ, и на самомъ верху ея виденъ одинъ очень большой камень. Между валунами нѣтъ мелкаго щебня, и, безъ всякаго сомнѣнія, верхнія части залегавшаго здѣсь наноса размыты водою, причемъ мелкія части унесены. Это подтверждается тѣмъ, что на сѣв. склонѣ дѣйствительно видно слоистое образованіе, котораго слои наклонны на N и которое, судя по бурому желѣзистому песку, есть озерное отложеніе (см. рис. 46-й). Эти наносы лежатъ въ самыхъ верхнихъ частяхъ морены, которая достигаетъ 41 м. (135 ф.) надъ уровнемъ Улео.

Впадина *g* есть низменная долина, имѣющая направленіе N 45° W, и вся покрытая торфянымъ болотомъ.

Слѣдующая возвышенность, *h*, образована поднятіемъ твердой горной породы, которая, начиная отсюда, уже часто выходитъ на поверхность въ видѣ бараньихъ лбовъ. На южномъ склонѣ этой возвышенности, на высотѣ 30 м. (100 ф.) надъ Улео опять видны слоистые пески, несомнѣнно озернаго происхожденія, насыпанные на разрушенномъ выходѣ морены, т.-е. на массахъ большихъ валуновъ. Далѣе слѣдуютъ уже безпрестанно выходы чернаго, мелко-зернистаго, плотнаго, роговообманковаго гнейса. Его слои очень изогнуты, такъ что на протяженіи двухъ верстъ я получилъ для его простиранія такія разнорѣчивыя числа, какъ NO 41°, 43° и 30°; паденіе на SO около 45°. Листованіе—отъ N 63° O до S 87° O. Этотъ гнейсъ, какъ и слѣдовало ожидать, преобладаетъ въ мѣстномъ наносѣ. Въ 1½ вер. отъ города онъ прорѣзанъ большою жилою весьма кварцеватаго

бѣлаго гранита, который скорѣе можно было-бы назвать кварцитомъ, если-бы въ немъ не встрѣчалось нѣсколько полеваго шпата и нѣсколько слюды. Эта жила разработывается въ ломкѣ возлѣ дороги (на высотѣ 42 м. надъ Улео); ея простираніе S 87° O, паденіе на N 3° W, 10°; полной мощности ея нельзя было опредѣлить.

Послѣдняя моренка передъ городомъ, *i*, поднимается всего на 4,6 м. (15 ф.) надъ равниною. Она тоже состоитъ только изъ ледниковаго щебня и имѣетъ направленіе непараллельное прочимъ, а именно N 79° W.

Ледниковые шрамы, замѣченные въ нѣкоторыхъ мѣстахъ, имѣютъ направленіе NW 44°—46°; слѣдовательно, въ предѣлахъ нѣсколькихъ градусовъ параллельны общему направленію, какъ моренъ, такъ и большихъ углубленій въ горной породѣ, и долинокъ, раздѣляющихъ морены.

Наконецъ, послѣ моренки *i* тянется аллувіальная равнина, образуемая наносами, о которыхъ уже сказано выше.

Озеро Улео лежитъ всего въ 10 вер. отъ Каяны, на высотѣ 116 м. (390 шв. ф.), и, чтобы посѣтить его берега, я ѣздилъ въ село Пальтамо. Я думалъ, что если искать слѣдовъ морскаго покрытія Финляндіи, то скорѣе всего можно найти ихъ на берегахъ этого обширнаго водоема, теперь сливающагося въ Ботническій заливъ, а прежде, можетъ быть, сообщавшагося съ нимъ.

Пересѣкши возвышенность, достигающую здѣсь 52 м. (170 ф.) надъ Улео,—о которой сказано уже выше,—дорога спускается къ озеру. Здѣсь поражаетъ прежде всего значительная высота, на которой встрѣчаются озерные наносы: слоистые пески на склонахъ горы, гдѣ они не могли быть отложены никакою рѣкою, лежатъ на высотѣ 43—50 м. (150—165 ф.) надъ уровнемъ озера [7]).

---

[7]) Опредѣленіе можетъ быть ошибочно только въ этихъ предѣлахъ, причемъ вторая величина должна быть ближе къ дѣйствительной. Сомнѣніе является вслѣдствіе быстрыхъ измѣненій высоты барометра въ этотъ день.

Село Пальтамо расположено на аллувіальной равнинѣ, состоящей изъ наносовъ прежняго, большаго Улео, и лежащей теперь на высотѣ 15 м. (50 ф.) надъ уровнемъ озера. Составъ этихъ наносовъ легко видѣть въ громадномъ обнаженіи, которое тянется близъ деревни вдоль всего берега; постоянно размываемое водою, оно представляетъ совершенно свѣжіе, вертикальные обрывы, въ нѣсколько сотъ саженъ длины. По общему характеру, эти наносы почти совершенно тождественны съ наносами обнаженными въ прорывѣ Хэйтіэйна (см. IV главу). Въ самыхъ верхнихъ частяхъ обнаженія залегаетъ мелкій желтый песокъ,—береговое образованіе; мощность его очень различна, такъ какъ онъ заполняетъ выемки въ ниже-лежащемъ наносѣ; но на горизонтальныхъ площадкахъ она вообще отъ 0,5 до 1 метра. Затѣмъ весь обрывъ состоитъ изъ тончайшихъ слоевъ (менѣе миллиметра) желтоватыхъ, желѣзистыхъ песковъ, съ такими же тонкими прослойками сѣрой иловатой глины. Въ верхнихъ частяхъ этого наноса, прослойки глины рѣдки; ниже они переслаиваютъ каждый тоненькій слой песка. Положенія принимаютъ слои самыя прихотливыя: иногда цѣлая толща слоевъ падаетъ на SW, слѣдовательно *отъ* озера, иногда рядъ слоевъ въ полметра толщины изгибается красивою дугою, переходя на небольшомъ протяженіи изъ горизонтальнаго положенія въ вертикальное; но всего чаще слои представляютъ тѣ безчисленные извороты и перегибы, которые Ляйэлль весьма справедливо приписываетъ боковому нажиму береговаго льда. Рис. 47 и 48 представляютъ два образца такихъ перегибовъ.

Нѣтъ сомнѣнія, что эти наносы отлагались преимущественно не въ дальнемъ разстояніи отъ береговъ озера, въ мелко-водной полосѣ (въ среднихъ частяхъ озера содержаніе песка было бы нѣсколько меньше и слои были бы тоньше). Берегъ же, на которомъ они залегаютъ теперь, и въ настоящее время открытъ сильному вѣтру: когда я посѣтилъ озеро, онъ такъ и рвалъ и ломалъ вѣтви сосноваго лѣса, растущаго на береговыхъ пескахъ; а прежде, при большихъ размѣрахъ озера, онъ необходимо дол-

женъ былъ бывать еще сильнѣе. Такой вѣтеръ нагонялъ весною ледъ на берега, и ледъ, въ своемъ движеніи, выпахивалъ иловатый наносъ, залегавшій на небольшой глубинѣ, двигалъ его большими комьями передъ собою и придавалъ слоямъ ихъ теперешнія прихотливыя положенія. Читатель замѣтитъ конечно, что для этого объясненія нѣтъ никакой надобности въ арктическихъ ледяныхъ горахъ: самая обыкновенная льдина, менѣе метра толщиною, — какая ежегодно образуется хоть у насъ на Невѣ,— достаточна для этого.

Доказательствомъ тому, что даже въ настоящее время льды нерѣдко надвигаются на берегъ озера съ большою силою, служатъ довольно большіе валуны, разбросанные на песчаной каргѣ берега, или въ водѣ, вдоль береговой линіи. Одинъ изъ нихъ, въ 1,25 м. длины и 0,40 ширины (4,1 и 1,3 ф.), расколотый на двое, былъ выдвинутъ изъ воды, какъ говорили мѣстные жители, прошлою весною (1870 г.); такіе камни, говорили рыбаки, выдвигаются льдомъ со дна,—какъ оно и слѣдовало, впрочемъ, ожидать. Нѣкоторые изъ валуновъ, лежащихъ въ водѣ, доходятъ до 2 м. длины, но „эти, говорили финны, лежатъ на своемъ мѣстѣ уже споконъ вѣку“.

Подъ сѣрыми глинистыми песками залегаютъ бѣлые пески; слои ихъ большею частію горизонтальны, и только въ верхнихъ частяхъ бываютъ по временамъ немного изогнуты, какъ это видно въ рисункѣ 48-мъ. Эти бѣлые пески, по всей вѣроятности опять составляютъ береговое отложеніе.

Если мы представимъ себѣ мысленно тотъ промежутокъ времени, который потребовался на то, чтобы отложить эти наносы, то мы невольно будемъ поражены его громадностью. Для отложенія толщи глинисто-песчанаго наноса въ 12 м. толщины, при толщинѣ слоевъ менѣе миллиметра, конечно требовалось не менѣе 6000—10,000 лѣтъ, но если вспомнить затѣмъ, что эта толща есть только весьма малая часть всей толщи озёрнаго наноса, если имѣть въ виду, что уровень озера успѣлъ уже понизиться на 45—50 м., а до этого долженъ былъ, со времени

начала таянія ледниковъ, подняться не только на такую, но даже на гораздо бо́льшую высоту (50 м. + теперешняя глубина озера),—то легко представить себѣ, какъ громаденъ долженъ былъ быть послѣ-ледниковый озёрный періодъ. Въ виду громадности этого періода, остается только удивляться тому, что слѣды ледниковаго покрытія могли еще такъ хорошо сохраниться до настоящаго времени, при всѣхъ тѣхъ вліяніяхъ, которымъ они должны были подвергаться въ продолженіе этого чрезвычайно продолжительнаго озернаго періода.

ИНСТИТУТ НАСЛЕДИЯ

X.

ОТЪ КУОПІО ДО С.-МИХЕЛЯ.

Общій характеръ мѣстности. — Пересѣченная мѣстность до Люттиля. — Развитіе ледниковаго щебня. — Валуны. — Желтый и сѣрый щебень; поверхностная и поддонная морена? — Отличіе моренъ отъ озовъ. — Валуны. — Береговая полоса до Тураккаля. — Развитіе озовъ. — Озъ у Лахналякса. — Известнякъ въ озахъ, служащій для добычи извести. — Гористый переѣздъ до С.-Михеля. — Озъ у С.-Михеля: обнаженія. — Вѣроятное происхожденіе.

Вернувшись изъ Каяны въ Куопіо, тою-же дорогою, которою я ѣхалъ въ передній путь, я выѣхалъ 1 сентября въ Тавастхусъ, черезъ С.-Михель. Дорога отъ Куопіо до С.-Михеля идетъ все время по средней долинѣ озерной Финляндіи, вдоль той цѣпи узкихъ озеръ, которою Хаукивеси (системы Саймы) сообщается съ Каллавеси, и направляется прямо къ югу [1]) сворачивая на Ю.-З. только на послѣднихъ переѣздахъ передъ С.-Михелемъ. Это-же сѣверно-южное направленіе имѣетъ и упомянутая цѣпь озеръ,—слѣдуя въ этомъ случаѣ крупной чертѣ рельефа страны, т.-е. медленному ея пониженію къ Югу. Но достаточно бросить бѣглый взглядъ на подробную карту, чтобы убѣдиться въ томъ, что сохраняя въ общихъ чертахъ этотъ склонъ, страна однако вся изрѣзана безчисленными углубленіями, имѣющими сѣверо-западное – юго-восточное направленіе. Сама цѣпь озеръ складывается изъ трехъ колѣнъ, пересѣкающихся подъ прямыми углами и имѣющими направленія С.-З.—Ю.-В., или С.-В.—Ю.-З. (среднее колѣно). Но еще рѣзче видно преобладаніе этого направленія въ безчи-

---

[1]) Черезъ села Лéппэвирта (Leppävirta), Йóройсъ (Jorois, Joroisten) и Йòккасъ (Jokkas, Juwan).

сленныхъ изгибахъ береговой линіи озеръ,—въ ихъ узкихъ заливахъ (особенно, напр., въ Сэркиляхти, близъ Леппэвирты), въ ихъ вытянутыхъ косахъ, полуостровахъ и островахъ, и въ безчисленныхъ же узкихъ, длинныхъ озеркахъ, разбросанныхъ вокругъ большихъ озеръ. Наконецъ берега Хаукивеси буквально испещрены узкими заливами, а его воды — длинными островами и косами, имѣющими это С.-З.—Ю.-В. направленіе.

Приписывать эту черту строенія поверхности простиранію слоистыхъ кристаллическихъ породъ, какъ это дѣлали раньше, невозможно: оказывается что простираніе породъ пересѣкаетъ направленіе этой поверхностной бороздчатости подъ углами въ 20^0, 30^0, даже 90^0. Все, что можно предположить,—и то пока à priori, — это то, что сила, придавшая поверхности этотъ рельефъ, проявлялась съ наибольшею интенсивностью тамъ, гдѣ направленіе ея дѣйствія совпадало съ простираніемъ породы. Но мы знаемъ что это испахиваніе твердой горной породы повсемѣстно является параллельнымъ, съ одной стороны — ледниковымъ шрамамъ, съ другой—простиранію многочисленныхъ грядокъ, состоящихъ изъ наноса, т.-е. моренокъ и озовъ. Приближаются-ли направленія шрамовъ и ледниковыхъ грядъ къ С.-С.-З.—Ю.-Ю.-В., какъ въ среднихъ частяхъ Куопіосской долины, къ тому же направленію приближаются и преобладающія направленія въ очертаніяхъ озеръ. Уклоняются ли шрамы и ледниковыя гряды къ В.. переходя въ направленіе С.-З.—Ю.-В., или З.-С.-З.—Ю.-Ю.-В., какъ въ Ю.-В. частяхъ этой долины,—въ томъ же направленіи вытягиваются заливы и полуострова большихъ и малыхъ озеръ. И такое явленіе повсемѣстно; его можно наблюдать во всѣхъ системахъ озеръ Финляндіи. Если оно гдѣ-нибудь и незамѣтно, какъ въ болѣе высокихъ частяхъ Финляндіи, то происходитъ это,—какъ я имѣлъ уже случай говорить раньше, — оттого, что неровности поверхности твердой горной породы замаскированы здѣсь толщами аллувія, — какъ напр. въ окрестностяхъ Іоенсу, къ С. отъ Куопіо и т. д., и достаточно, чтобы этотъ аллувій былъ смытъ (какъ напр.

въ каналѣ Хэйтіэйна), чтобы та же испаханность породы проявилась со всею ясностью. Въ единствѣ происхожденія всѣхъ трехъ явленій,—испаханности, изборожденія и расположенія моренъ, не можетъ быть никакого сомнѣнія, а потому, самымъ подходящимъ названіемъ для этого испахиванія твердыхъ горныхъ породъ было бы, я думаю, названіе телескопическаго изборожденія.

Не мѣшаетъ замѣтить, что это телескопическое изборожденіе (а слѣдовательно также и обыкновенное, т.-е. шрамы) не совпадаетъ, какъ мы сейчасъ видѣли съ направленіемъ линій наибольшаго уклона страны. Общій уклонъ страны идетъ внизъ по Куопіосской долинѣ, т.-е съ С. на Ю, а изборожденіе пересѣкаетъ его подъ углами отъ 20^0 до 30^0, и даже до 45^0, —въ южныхъ и юго-восточныхъ частяхъ. Между тѣмъ, казалось бы, что ледникъ, какъ тѣло пластическое, и слѣдовательно подчиненное законамъ движенія жидкостей, долженъ былъ бы, какъ и всякая жидкость, слѣдовать линіямъ наибольшаго уклона почвы. Отчего-же онъ не слѣдовалъ имъ, а напротивъ того *перескалъ* долину, положимъ — подъ острымъ угломъ, но все-таки пересѣкалъ ее, слѣдовательно спускался въ долину, хотя бы и весьма неглубокую, а потомъ поднимался изъ нея? Дѣло въ томъ, что нельзя разсматривать одну долину совершенно особнякомъ; нужно разсматриватъ ее въ связи съ рельефомъ *всей той страны*, по которой двигалось жидкое или полужидкое тѣло. Вода точно также пересѣкаетъ гряды встрѣчающіяся ей на пути, если только эти гряды ниже той высоты, съ которой она несется. Если живая сила движущейся воды достаточна, чтобы подняться на эти гряды,—она пересѣкаетъ ихъ. Тоже и въ ледникѣ, гдѣ роль живой силы воды играетъ давленіе верхнихъ частей ледника. Мы знаемъ, что наши ледники двигались изъ Скандинавіи, гдѣ накопленіе фирна должно было происходить наивысшее и наибольшее количественно, при значительныхъ горизонтальныхъ размѣрахъ тѣхъ возвышенностей гдѣ онъ скоплялся. Принявши же въ разсчетъ сравнительныя величины

массъ льда въ Скандинавіи и въ горахъ къ С. отъ Куопіо и давленія, оказываемыя этими массами, мы поймемъ, почему Скандинавско-Финскій ледникъ долженъ былъ двигаться въ Финляндіи съ С.-З на Ю.-В., причемъ мѣстный уклонъ почвы въ различныхъ мѣстахъ могъ лишь слегка видоизмѣнять направленіе движенія большого потока. Мы это увидимъ въ Куопіосской долинѣ. Въ сѣверныхъ ея частяхъ ледникъ, — весь, или быть можетъ только низшія его части [2]), замѣтно уклоняется къ югу; но съ восходомъ въ болѣе южныя части долины, гдѣ уклонъ несравненно меньше и гдѣ открывается просторъ для спуска льда въ углубленіе Ладожскаго бассейна, онъ снова уклоняется къ Востоку, какъ видно и по изборожденію (мелкому и телескопическому), и по направленію грядовидныхъ скопленій мореннаго щебня. И вообще, если принять въ разсчетъ рельефъ страны на большомъ протяженіи и представить ее себѣ покрытою сплошною толщею льда, а затѣмъ, сообразуясь съ рельефомъ разсчитать, куда должны были направиться ледяныя массы, то всегда теоретическій результатъ такъ хорошо согласуется съ направленіемъ телескопическаго изборожденія, что въ этомъ явленіи нельзя не видѣтъ одного изъ лучшихъ признаковъ ледянаго покрытія страны.

На протяженіи отъ Куопіо до С.-Михеля мы вообще не встрѣчаемъ большихъ возвышенностей, такъ какъ все время находимся въ долинѣ. Но на различныхъ частяхъ этого протяженія мы встрѣчаемъ различные типы мѣстностей. Отъ Куопіо да Люттиля (первая станція послѣ села Лéппéвирта) дорога идетъ въ нѣкоторомъ, правда небольшомъ разстояніи отъ берега цѣпи озеръ (въ 2—5 верстахъ), и здѣсь мы имѣемъ мѣстность, весьма пересѣченную, покрытую безчисленными буграми твердой горной породы; дорога постоянно идетъ то въ гору, то подъ

---

[2]) Извѣстно,—что Дана въ С. Америкѣ тоже допускаетъ различіе въ направленіяхъ движенія различныхъ частей ледника лежащихъ въ одной вертикальной плоскости.

ИНСТИТУТ НАСЛЕДИЯ

гору, и всѣ эти неровности покрыты ледниковымъ щебнемъ, который безспрестанно принимаетъ форму небольшихъ, короткихъ грядокъ. Только на небольшомъ протяженіи, близъ Па́нкарля́кса, дорога выходитъ къ берегу озера и идетъ по равнинѣ. Такой характеръ мѣстности объясняется тѣмъ, что возвышенности западной меридіональной гряды падаютъ здѣсь къ В. довольно круто: высоты отъ 120 до 150 м. (400—500 шв. ф.) подходятъ здѣсь очень близко къ западному берегу озеръ, а отдѣльныя точки поднимаются и свыше 200 м.; какъ напр. гора Хонкамяки, близъ Куопіо, достигающая 237 м. (797 шв. ф.). Уровень цѣпи озеръ лежитъ при этомъ на высотахъ отъ 82 м. (Каллавеси) до 76 м. (Сайма) (275 и 256 шв. ф.). Южнѣе Леппэвирты возвышенности нѣсколько отходятъ отъ берега озеръ, и до с. Йоккасъ дорога идетъ уже по равнинѣ, среди аллувіальныхъ наносовъ. Морены скопляются уже въ большія гряды, и на склонахъ покрываются слоистыми наносами; такимъ образомъ озы характеризуютъ эту часть долины. Наконецъ, за с. Йоккасъ дорога уклоняется къ Ю.-З. и переходитъ опять въ пересѣченную мѣстность. Она пересѣкаетъ здѣсь отроги меридіональной гряды, и у С.-Михеля подходитъ къ самой этой грядѣ. Строеніе этой мѣстности чрезвычайно любопытно. Трудно вообразить себѣ, не имѣя подъ руками подробной карты, до чего страна испещрена самыми маленькими озерками, въ 1, 2, 3 версты длиною, или маленькими водоемами, которые скорѣе можно было бы назвать прудами [3]). Замѣчательно при этомъ, что на пространствѣ въ 10—15 верстъ кругомъ С.-Михеля, къ В. отъ города, всѣ эти водоемы вытягиваются преимущественно съ С. на Ю., или даже уклоняясь на нѣсколько градусовъ къ Ю.-З., тогда какъ водоемы въ смежныхъ частяхъ страны имѣютъ обычное направленіе къ Ю.-В. Уклоняются-ли также

[3]) Карты гг. Гюльдэна и Норденшильда, гдѣ показаны только большія озера, не даютъ никакого понятія объ изобиліи здѣсь озеръ, такъ что напримѣръ на картѣ Норденшильда эта часть страны вовсе не отличается отъ другихъ мѣстностей. Нужно обращаться къ картѣ Межеваго Управленія, листъ E. 4.

шрамы и морены въ этомъ направленіи, я, къ сожалѣнію, не могу сказать, такъ какъ на мѣстѣ не обратилъ вниманія на это обстоятельство, и на послѣднихъ двухъ станціяхъ передъ С.-Михелемъ у меня записано только одно направленіе шрамовъ, у ст. Топплайсъ (Toploses? на картѣ Межев. Управ.), именно N 16° W; принимая въ разсчетъ склоненіе (8° W?), это будетъ около N 24° W. Въ С.-Михелѣ я тоже не обратилъ на это вниманія, посвятивъ весь проведенный здѣсь день на съемку и изученіе оза. Замѣчу только, что этотъ озъ имѣетъ направленіе почти меридіональное, и только на 4°—5° уклоняется къ С.-З. отъ магнитнаго меридіана; гранитныя же возвышенности вытягиваются въ сѣверо-восточномъ направленіи, уклоняясь къ Востоку градусовъ на 5—10 отъ магнитнаго меридіана; направленіе озерковъ видимо согласуется съ этимъ послѣднимъ направленіемъ.

Ограничившись этими общими замѣчаніями, мы перейдемъ теперь къ частному описанію пройденнаго пути.

Выше сказано уже, что мѣстность отъ Куопіо до Лю́ттиля (Luttila) вся очень пересѣченная, даже гористая, въ обыденномъ смыслѣ слова [4]). Вся страна покрыта здѣсь массами ледниковаго щебня; и изъ подъ него безпрестанно выступаютъ отполированныя и нерѣдко изборожденныя поверхности баранихъ лбовъ. Въ нѣкоторыхъ мѣстахъ полировка и изборожденіе очень типичны; такъ напр. иногда можно видѣть, какъ съ иного круглаго бугра совершенно срѣзана ровная площадка, которая потомъ отполирована у Хэрикснэса; шрамы идутъ на известнякѣ по превосходно-отполированнымъ, совершенно вертикальнымъ плоскостямъ; въ другомъ мѣстѣ, между ст. Палякáнгасъ (Palakangas) и с. Лéппэвúрта, видны глубокія, горизонталь-

[4]) Первыя двѣ станціи, до Вехмасмяки, мы проѣхали по дорогѣ ведущей въ Ювескюле (см. VIII главу).

ныя корытообразныя выемки (каннелюры) на склонахъ скалы, имѣющихъ уклонъ въ 45°. Нужно впрочемъ замѣтить, что обычные, тонкіе ледниковые шрамы являются здѣсь не въ большомъ изобиліи, и полированныя поверхности, которыя попадаются повсемѣстно,—гораздо чаще изборожденныхъ. За то вся страна покрыта выбоинами, имѣющими направленіе N 45° W—S 45° O астр., о которыхъ сказано выше; особенно заслуживаютъ вниманія гряды, которыя видны между станціями Паукарляксъ и Палякáнгасъ. Направленіе этихъ выбоинъ не совпадаетъ съ простираніемъ породы. У Хэнрикснэса въ известнякѣ я наблюдалъ простираніе N 88½° O, паденіе на NW, около 60°; въ гнейсѣ у Кансаля оно оказалось N 60° O; простираніе гнейса у Лéппэвúрты было N 87° O. Южнѣе, простираніе тальковаго сланца между Хэйрила и Лярпаляксомъ было S 63° O, паденіе на SW до 55°; изборожденіе здѣсь же—на S 51° O и S 55° O (это мѣсто лежитъ уже въ южной части долины, близъ Хаукавеси, гдѣ, какъ сказано выше, изборожденіе заворачиваетъ къ В.).

Ледниковый щебень, выступающій здѣсь, чрезвычайно обилуетъ валунами; грунтъ также каменистъ, какъ и въ окрестностяхъ Нишлота. На спускѣ отъ Вехмасмяки лежатъ массы громаднѣйшихъ валуновъ, достигающихъ до 5 и 6 м. (16 и 20 ф.) въ длину; также и передъ Лéпэвúртою, гдѣ встрѣчаются самые разнообразные валуны, отъ камешковъ щебня въ 1 цм. до валуновъ въ 2, 3 и даже 6 метровъ по одному измѣренію. Во многихъ мѣстахъ валуны лежатъ грудами, представляя явно остатки разрушенныхъ водою бугровъ ледниковаго щебня. Таковы, напримѣръ, кучи валуновъ близъ Сэркиерви. Нерѣдко встрѣчаются громадные валуны, въ самыхъ изящныхъ положеніяхъ на склонахъ возвышенностей (blocs perchés), преимущественно передъ Лéппэвúртой.

Содержа большіе валуны, ледниковый щебень, особенно желтый, вообще гораздо мельче, чѣмъ къ С. отъ Куопіо. Этотъ фактъ бросался въ глаза, какъ въ передній путь къ Сѣверу, такъ и въ

обратный, и мнѣ кажется, что вообще можно принять за правило, что размѣры камешковъ въ ледниковомъ щебнѣ уменьшаются по мѣрѣ удаленія къ Югу отъ высокихъ кряжей. Такъ какъ породы, изъ которыхъ щебень состоитъ здѣсь и тамъ, однѣ и тѣже, то объяснить это ириходится только тѣмъ, что камни измельчались по мѣрѣ прохожденія своего пути къ югу. Что же касается до того, что по временамъ встрѣчаются отдѣльные большіе валуны, то они не противорѣчатъ общему правилу относительно щебня, такъ какъ всегда состоятъ изъ породъ чистомѣстныхъ, или принесенныхъ изъ ближайшихъ окрестностей. Все, что̀ можно сказать, основываясь на этихъ валунахъ, это-то что ледники, вступая въ пересѣченную мѣстность, встрѣчали болѣе случаевъ, гдѣ имъ приходилось передвигать отрывавшіяся отъ склоновъ горъ большія глыбы горной породы.

И здѣсь, какъ и почти повсемѣстно, мы постоянно видимъ, во всѣхъ ямахъ и почти во всѣхъ обнаженіяхъ, двѣ разновидности ледниковаго щебня, *желтый* и *бѣлый*. Эти разновидности, какъ я уже говорилъ въ предыдущей главѣ, отличаются не однимъ цвѣтомъ. Желтый щебень *всегда* лежитъ выше бѣлаго, небольшимъ слоемъ, большею частію менѣе одного метра толщины. Оба неслоисты, но желтый щебень изрѣдка залегаетъ выше слоистыхъ образованій (ледниковыхъ песковъ), причемъ это залеганіе не всегда можно объяснить осыпаніемъ сверху, сѣрый же—никогда; въ рѣдкихъ случаяхъ въ немъ самомъ замѣчаются прослойки грубаго, сѣраго же, ледниковаго песка. Желтый ледниковый щебень состоитъ преимущественно изъ угловатыхъ обломковъ отъ 2-хъ, 3-хъ до 10 цм. (отъ 1 до 3 д.) тѣсно перемѣшанныхъ съ ледниковою пылью; бѣлый—состоитъ преимущественно изъ ледниковой пыли; рѣдкіе, попадающіеся въ немъ камешки бываютъ вообще гораздо мельче (не болѣе 5 цм.) и весьма часто округлены и изборождены; но, вмѣстѣ съ тѣмъ, въ бѣломъ щебнѣ преимущественно залегаютъ большіе валуны, причемъ эти валуны сплошь да рядомъ имѣютъ округлыя (неправильно-эллипсоидальныя, часто—шаровидныя) формы,

и покрыты шрамами. На разсматриваемомъ протяженіи Куопіосской долины, объ эти разновидности особенно ясно выражены, какъ въ сплошныхъ покровахъ наноса, такъ и въ нѣкоторыхъ низкихъ грядахъ, напр. близъ с. Йоккасъ. При этомъ, на взаимной ихъ границѣ объ разновидности иногда бываютъ нѣсколько смѣшаны, но всегда—на небольшомъ протяженіи, и переходъ одной въ другую совершается довольно быстро.

Объяснить это различіе (замѣчаемое и въ Швеціи) довольно трудно. По составу горныхъ породъ оба щебня совершенно сходны: оба суть продуктъ размельченія однихъ и тѣхъ же гранитовъ, гнейсовъ и сланцевъ. Приписывать желтый цвѣтъ верхняго щебня присутствію какой-нибудь породы (напр. желѣзистаго тальковаго сланца), которой не встрѣчается въ нижнемъ щебнѣ—невозможно, такъ какъ не могли же немногія такія породы распространиться такъ равномѣрно по всей Финляндіи,—желтый щебень встрѣчается вездѣ, скорѣе замѣчается отсутствіе (дѣйствительное или кажущееся) бѣлаго щебня; также и въ бѣломъ щебнѣ незамѣтно присутствія какой-нибудь породы, способной обусловить эту бѣлую окраску, напр. известняка,—известковистаго содержанія въ немъ нигдѣ не замѣтно. Объяснить это явленіе перемѣною въ направленіи движенія ледниковъ тоже невозможно; нужно было бы допустить, что сперва *во всей* Финляндіи ледники двигались въ одномъ направленіи, принося, напр. щебень изъ Скандинавіи, а потомъ во всей же Финляндіи двигались въ другомъ направленіи, напримѣръ съ Сѣвера. Но это и à priori невѣроятно, и á posteriori невозможно. Въ такомъ случаѣ мы гораздо чаще встрѣчали бы перекрестное изборожденіе (которое вообще чрезвычайно рѣдко, и наблюдалось лишь на очень небольшихъ пространствахъ), и еще чаще не встрѣчали-бы бѣлаго щебня: невозможно, чтобы ледники повсемѣстно сохранили слой ранѣе отложившагося щебня, не снеся его; ледникъ *можетъ* идти по щебню, не разрушая его, но не повсемѣстно: въ узкихъ долинахъ это невозможно. Наконецъ, объ единствѣ происхожденія обоихъ родовъ щебня такъ по-

стоянно говоритъ сходство ихъ залеганія, совмѣстное участіе въ построеніи грядъ и вообще постоянная тѣсная связь между ними, что едва ли оно можетъ быть подвержено какому-нибудь сомнѣнію.

Вообще, сколько я ни старался объяснить себѣ различіе между этими щебнями, я не могъ дойти ни до какого результата, и только въ видѣ гипотезы могу высказать предположеніе, не составляетъ-ли сѣрый щебень поддонной морены, тогда какъ желтый щебень есть поверхностная морена древнихъ ледниковъ, — остатокъ грязевыхъ полосъ, столь извѣстныхъ въ Альпахъ? Въ пользу этого предположенія говорятъ нѣкоторые факты; таковы напр. бо́льшая толщина сѣраго щебня, его бо́льшая измельченность и округлость встрѣчаемыхъ въ немъ валуновъ, преобладаніе въ немъ изборожденныхъ валуновъ, сравнительное преобладаніе глинистыхъ частей [5]); желтый цвѣтъ верхняго щебня объяснился бы при этомъ окисленіемъ щебня, разбросаннаго тонкимъ слоемъ на поверхности ледника, при полномъ доступѣ атмосфернаго воздуха. Единственная, но немаловажная трудность при этомъ допущеніи, была бы—присутствіе въ желтомъ щебнѣ *ледниковой пыли*, которая есть несомнѣнно продуктъ истиранія камешковъ подъ сильнымъ давленіемъ. Такъ какъ, судя по изслѣдованіямъ въ Альпахъ, поверхностная морена образуется сносомъ съ сосѣднихъ скалъ (водою и вѣтромъ) хряща и пыли, то это уже не будутъ продукты ледниковаго истиранія породы; наконецъ при сплошномъ ледниковомъ покрытіи, и отсутствіи скалъ надъ поверхностью ледника, этимъ путемъ не можетъ образоваться непрерывной поверхностной морены. Но въ томъ-то и дѣло, что едва-ли поверхностная морена образуется только этимъ путемъ; едва-ли она не пополняется

---

[5]) Извѣстно изъ опытовъ Добрэ надъ искусственнымъ изборожденіемъ, что при этомъ процессѣ получается не только песокъ, т.-е. раздробленныя части горныхъ породъ, но и глина,—какъ продуктъ химическихъ процессовъ, совершающихся, при содѣйствіи воды, во время раздробленія. См. Daubrée. Sur le striage des roches etc.

внутреннимъ моренами, судя по одному мѣсту у Агассиса, гдѣ говорится, что при нѣкоторыхъ условіяхъ изъ фирна выходятъ на поверхность ледника внутреннія морены, образовавшіяся изъ обломковъ скалъ, попадающихъ на поверхность фирна и потомъ засыпанныхъ снѣгами [6]). Матеріалъ такихъ моренъ, сперва разсѣянный на поверхности ледника, а потомъ собранный внутри ледника въ одну полосу, и двигавшійся такимъ образомъ, несомнѣнно подвергался бы сильному истиранію.—Во всякомъ случаѣ, вопросъ о сѣромъ и желтомъ ледниковомъ щебнѣ остается еще совершенно открытымъ; вышеприведенныхъ соображеній недостаточно для его рѣшенія.

Ледниковый щебень въ этой мѣстности, какъ мы уже сказали, постоянно стремится расположиться въ видѣ грядокъ, параллельныхъ общему изборожденію страны. Онѣ встрѣчаются въ большомъ изобиліи, на всѣхъ высотахъ, даже наибольшихъ въ этой части страны. Такъ напр. гряда нѣсколько сѣвернѣе ст. Кàнсаля лежитъ на высотѣ 68 м. (223 ф.) надъ Каллавеси (81 м. абс. выс.); направленіе этой большой морены, которую можно прослѣдить болѣе версты, есть N 16° W; мелкія моренки, которыхъ слишкомъ много, чтобы ихъ перечислять, имѣютъ тоже направленіе. Вообще, эти морены,—состоящія изъ сѣраго и желтаго щебня,—достигаютъ небольшой относительной высоты, отъ 3 до 5 м. (10—15 ф.), и незначительной длины, при довольно значительной ширинѣ. Въ этой пересѣченной мѣстности, изрытой безчисленными мелкими долинами, онѣ и не могли достигнуть того развитія, которое имѣютъ въ большихъ долинахъ. Всѣ эти грядки суть не что иное, какъ складчатости поддонной морены,—ни одна изъ нихъ не можетъ быть признана боковою или срединною мореною.

На второй половинѣ переѣзда отъ ст. Кàнсаля (близъ Лап-

[6]) Le Agassiz. Système glaciaire p. 49.

пэвирты) къ ст. Люттиля [7]), дорога спускается съ возвышенностей, состоящихъ изъ сѣраго волнистаго гнейса, покрытаго щебнемъ, пересѣкаетъ затѣмъ множество обмытыхъ, полированныхъ скалъ, и выходитъ къ берегу озёръ, на равнину, по которой и идетъ до Тўраккаля. Изъ наносовъ мы встрѣчаемъ здѣсь большею частію пески, которые достигаютъ значительной высоты надъ озеромъ: передъ ст. Катисенлякс (Katisenlaks) они лежатъ на высотѣ 35 м. (115 ф.). Мы видимъ здѣсь на склонѣ горы, на высотѣ около 50 м. (164 ф.), площадку, образуемую ледниковымъ щебнемъ, затѣмъ ниже идетъ другая площадка, на высотѣ 35 м., образуемая слоями песка и промытаго хряща; эти слои падаютъ выпуклою дугою къ озеру, съ уклонами отъ 28° до 31°; затѣмъ видна третья площадка, не болѣе 3—5 м. надъ озеромъ, образуемая слоистыми глинами. Такой же характеръ имѣютъ здѣсь наносы на склонахъ всѣхъ гнейсовыхъ бугровъ, обращенныхъ къ цѣпи озеръ.

Уже въ двухъ верстахъ передъ Катисенляксомъ виденъ первый озъ. Онъ очень невысокъ, плоскій и покрытъ на вершинѣ большими валунами; на склонахъ его залегаютъ пески. Его направленіе параллельно берегу озера (N 35° W астр.), и весьма возможно, что этимъ озомъ обусловливается узкая коса въ озерѣ у Катисенлякса [8]).

Вскорѣ за станціею того же имени дорога подступаетъ къ цѣлой грушѣ озовъ. Первый изъ нихъ принадлежитъ къ типу каменныхъ озовъ, т.-е. на бугрѣ изъ твердой породы залегаетъ ледниковый щебень, а сверху его—пески,—крупные (2—3 мм.), не окатанные и промытые, очевидно вымытые изъ ледниковаго щебня и подвергавшіеся дѣйствію прибоя. Высота ихъ надъ

---

[7]) Близъ ст. Люттиля находится извѣстный финскій машинный заводъ Ва'ркхаузъ (Warkhaus).

[8]) Обращаю вниманіе будущихъ изслѣдователей на систему развитыхъ здѣсь озовъ,' и на тѣ, которые встрѣтятся на пространствѣ между Йоройсомъ, Рантасальми и Пишлотомъ. Здѣсь должны мы искать продолженій Пунтахарью. Мы имѣемъ здѣсь цѣлую систему грядъ въ островахъ Рантасало, Вахерсало, Лавасари и т. д.

ИНСТИТУТ НАСЛЕДИЯ

теперешнимъ уровнемъ озера 27 м. (87 ф.). Слѣдующій озъ, верстахъ въ 4-хъ отъ Катисенлякса, состоитъ изъ однихъ наносовъ: онъ очень хорошо выраженъ, достигая высоты 8 м. (25 ф.) надъ подошвою и 27 м. надъ озеромъ; съ узкимъ гребнемъ, всего въ 1,5 м. (5 ф.), и крутыми склонами. Направленіе его N 49° W. Весьма вѣроятно, что онъ продолжается далѣе къ Ю.-В., въ узкомъ полуостровѣ у Кóткалякса (см. карту Меж. Упр.). Въ обнаженіи близъ самаго гребня этого оза видно, что въ верхнихъ частяхъ онъ состоитъ изъ песковъ, подобныхъ сейчасъ упомянутымъ, причемъ эти пески покрываются небольшимъ слоемъ ледниковаго щебня. Но этотъ щебень—уже промытый; въ немъ нѣтъ типичной ледниковой пыли, и ея мѣсто заступила темная иловатая пыль; онъ неслоистъ, такъ какъ очевидно подвергался только непродолжительному дѣйствію воды; это видно потому, что въ то время, какъ камешки въ 40—50 мм. (1,6—2 д.) въ немъ совершенно округлены, также какъ и мелкіе въ 2—3 мм.,—средніе, въ 10—15 мм. (4—6 лин.), остались совершенно угловатыми. Такъ какъ это обнаженіе лежитъ на высотѣ, гдѣ приходился прежде *берегъ* озера, во время его высшаго стоянія, такъ что озъ выдавался изъ воды лишь самою вершиною, то волны озера очевидно разрушали эту вершину при болѣе сильномъ волненіи и разсыпали ее по каргѣ.

Церковь Йоройсъ построена на удлиненной возвышенности, но ближе узнать строеніе этой возвышенности мнѣ не удалось.

На нѣкоторомъ незначительномъ протяженіи послѣ ст. Хэйриля (Häyrilä) дорога идетъ по озу, совершенно опредѣленной формы; но этотъ озъ есть каменный озъ: на самой его вершинѣ виденъ въ одномъ мѣстѣ гребневидный выходъ сѣраго волнистаго гнейса.

Въ 2 вер. отъ ст. Ляхналякса (Lahnalaks) у Хольмберга (Materialier, l. c.) упоминается озъ; дѣйствительно въ 1 вер. передъ этою станціею дорога пересѣкаетъ нѣсколько параллельныхъ грядокъ. Первая изъ нихъ, высотою отъ 3 до 5 м., шириною отъ 80 до 120 м., имѣющая направленіе N 54° W,

интересна обиліемъ въ ней известковыхъ валуновъ. Ихъ такъ много, что одинъ промышленникъ вздумалъ добывать эти валуны для пережиганія извести,—и дѣло идетъ удачно: выстроены двѣ большія печи и большой складочный магазинъ. Встрѣчающійся здѣсь известнякъ — очень похожъ на Куопіосскій, изъ Хенрикснэса, по своимъ зеленымъ и розовымъ включеніямъ минераловъ, но можетъ конечно происходить и изъ большихъ жилъ въ тальковомъ сланцѣ, залегающемъ гдѣ-нибудь въ меридіональной грядѣ. Какъ видно, валуны этого известняка здѣсь очень обильны, ибо иначе конечно не стóило бы начинать разработки; и дѣйствительно, они преобладаютъ въ наносѣ. Правда, что вмѣстѣ съ ними попадаетъ въ обжигательныя печи и кварцеватый известнякъ, а иногда и куски тальковаго сланца, которые даютъ зеленое, черное или зелено-красное стекло, но говорятъ, что при этомъ обжиганіи валуновъ остается менѣе необожженыхъ кусковъ, чѣмъ вообще при обжиганіи кристаллическихъ известняковъ. Это обиліе валуновъ одной породы и ихъ локализація весьма любопытны. Если эти валуны пришли и не изъ Хэнрикснеса, который лежитъ въ вер. 80-ти отсюда, то во всякомъ случаѣ они принесены издалека, такъ какъ вблизи нѣтъ залежей известняка (иначе обратились бы къ ихъ разработкѣ), и тѣмъ не менѣе валуны могли оставаться такъ сосредоточенными, могли такъ не смѣшаться съ милліардами прочихъ, что разработка ихъ оказывается не безвыгодною. Кромѣ бѣлаго известняка, сходнаго съ Хенрикснэсскимъ, въ здѣшнемъ наносѣ встрѣчаются: сѣрый кристаллическій известнякъ, мѣстный зеленоватый тальковый сланецъ, темно-сѣрый волнистый гнейсъ, рѣдкомелко-зернистый красноватый гранитъ; сѣрый гранитъ попадается *весьма* рѣдко.

Недалеко отсюда, у самой станціи, обнажается тальковый сланецъ, совершенно сходный съ залегающимъ у Іоенсуу. Его простираніе—отъ N 56° W до N 63° W, паденіе на S, 55°; шрамы (довольно неясные) идутъ на N 35°—39° W.

Станція Ляхналяксъ построена на ровной, небольшой возвышенности, гдѣ проходитъ нѣсколько продолговатыхъ бугровъ и, въ томъ числѣ,—морена съ известковыми валунами, о которой мы только-что говорили. Передъ станціею (къ С.-В.) идетъ низкая долина, протянувшаяся отъ Сюсмаерви и его залива Ляхна въ направленіи S 65° O. На сѣв.-вост. сторонѣ этой долины разбросаны низкіе, широкіе, удлиненные бугры, изъ которыхъ особенно заслуживаетъ вниманія одинъ бугоръ, въ 560 м. длины, метровъ въ 6 высоты, описывающій слегка вогнутую линію, которой общее направленіе также N 65° W, т.-е. параллельно долинѣ. Въ этой грядѣ,—моренѣ,—особенно заслуживаетъ вниманіе то, что мы находимъ здѣсь цѣлый рядъ наносовъ, несомнѣнно отложенныхъ водою у самаго ледника ледниковыми ручьями. Прилагаемые рисунки (49 й и 50-й) поясняетъ сроеніе этихъ наносовъ. При этомъ замѣчу еще, что во всей окрестности, твердая горная порода покрыта сѣрымъ ледниковымъ щебнемъ, который сверху покрывается желтымъ. Сѣрый щебень, судя по выкопанному возлѣ станціи колодцу, достигаетъ мощности не менѣе 5 м. (16 ф.).

Налеганіе ледниковаго щебня *a* на бѣломъ слоѣ очевидно не представляетъ ровно ничего удивительнаго; понятно, что это осыпь выше-лежащихъ слоевъ (обнаженіе находится у подошвы морены). Самъ бѣлый слой доказываетъ это, такъ какъ это отложеніе есть чисто атмосферическое. — Щебень *c* — бурый; нѣкоторые камешки (около 40 мм.) округлы, но большею частію угловаты; мелкіе камешки совершенно угловаты; ледниковой пыли въ немъ довольно много, но часть ея какъ-бы нѣсколько отмучена; камешки слегка обмыты. Въ расположеніи этого щебня видна нѣкоторая слоеватость; она сказывается въ группировкѣ по извилистымъ линіямъ болѣе мелкихъ камешковъ, и около нихъ—крупнаго ледниковаго песка, т.-е. смѣси угловатыхъ камешковъ безъ ледниковой пыли.

Такая слоеватость въ ледниковомъ щебнѣ не должна насъ удивлять; она встрѣчается вовсе не рѣдко, и приводимый при-

мѣръ принадлежитъ не къ единственнымъ, замѣченнымъ мною, а только — къ болѣе типичнымъ; въ Шведской Геологической Съемкѣ слоеватость ледниковаго щебня упоминается довольно часто. Мы не должны однако видѣть въ этой слоеватости указанія на водное его происхожденіе. Въ самомъ дѣлѣ, во всякомъ слоистомъ водномъ наносѣ его водное происхожденіе сказывается не только въ слоистости данной толщи наноса, но и въ характерѣ каждаго отдѣльнаго слоя; *каждый отдѣльный слой есть продуктъ сортировки водою:* въ глинистомъ слоѣ собраны мельчайшія части наноса, въ песчаномъ—болѣе крупныя, наконецъ въ галечномъ—самыя крупныя части. Въ ледниковомъ же щебнѣ съ признаками слоеватости этого никогда не бываетъ,— оно видно уже изъ рисунка, гдѣ я постарался потщательнѣе зарисовать характеръ наноса; но къ этому нужно еще прибавить то, чего на рисункѣ не видно, а именно, что среди нарисованныхъ камней залегаетъ мелкій наносъ, отъ мельчайшихъ пылинокъ до камешковъ въ 10—20 мм. Въ этомъ случаѣ, слѣдовательно, *каждый слой самъ по себѣ вовсе не разсортированъ;* если въ немъ и замѣчается сортирующая сила воды, то только въ томъ, что слегка отмучены и унесены самыя мельчайшія части ледниковой пыли, но и то это было скорѣе дѣйствіе фильтраціи, чѣмъ промывки, такъ какъ въ щебнѣ все-таки сохранилось достаточное количество ледниковой муки. Объяснить происхожденіе такого наноса нѣтъ ничего легче. Мы знаемъ, что подъ всякимъ ледникомъ и вдоль его склоновъ обращается масса воды, въ видѣ струекъ воды, ручейковъ и ручьевъ. Всякій ручеекъ, всякая струйка, какъ бы малы они ни были, непремѣнно выносятъ ледниковую пыль изъ щебня, попадающагося имъ на пути. Не въ силахъ будучи сдвинуть съ мѣста какой-нибудь камешекъ въ 1 цм. или даже менѣе, эти струйки способны переносить ледниковую муть; ручейки двигаютъ уже даже ледниковый песокъ, т.-е. камешки въ 2—3 цм., а ручьи способны уже передвигать камни съ кулакъ величиною. Ясно, что поэтому во всякой моренѣ, особенно боковой, мы будемъ встрѣ-

чать такія слоистыя образованія, немного тронутыя ручьями или струйками воды. Въ разсматриваемомъ наносѣ вся замѣчаемая сортировка можетъ быть продуктомъ дѣятельности самыхъ маленькихъ струекъ воды или ручейковъ; слои камешковъ въ лѣвой части рисунка могли быть отложены самыми небольшими, ручейками; для отложенія слоевъ *c* достаточно самыхъ ничтожныхъ струекъ воды. Наконецъ, что касается до линейнаго расположенія камней въ правой части рисунка 49-го и въ рис. 50-мъ, то объясняется оно тѣмъ, что съ уносомъ болѣе мелкихъ частей эти камни естественно принимаютъ положеніе болѣе устойчиваго равновѣсія, ложась большою осью вдоль по существующему склону.

Такія отложенія должны встрѣчаться повсемѣстно въ моренахъ, особенно грядовидныхъ и преимущественно на ихъ склонахъ; разъ отложенныя прослойки потомъ снова покрываются нетронутымъ щебнемъ, надвигаемымъ сбоку или сваливаемымъ съ верхнихъ частей морены; потомъ вся эта масса опять можетъ быть передвинута боковымъ давленіемъ и т. д. Поэтому, такая слоеватость, и первоначально неправильная, впослѣдствіи еще болѣе утрачиваетъ правильности.

Слѣдующее обнаженіе въ той же моренѣ, тоже на склонѣ, представляетъ еще большую степень сортировки матеріала. Оно изображено на рисункѣ 51-мъ, причемъ часть, лежащая вправо отъ линіи *AB*, перпендикулярна лѣвой (въ природѣ онѣ не вполнѣ соприкасаются; оттого—и несоотвѣтствіе слоевъ).

Итакъ, мы и въ этомъ обнаженіи видимъ, что ледниковый щебень не только покрываетъ нѣсколько слоевъ промытаго и сортированнаго наноса (слой *g* поверхъ слоевъ *b*—*f*), но также и самъ переслаивается съ промытымъ наносомъ (слои *h* со слоями *e*). Всматриваясь однако ближе въ составъ этихъ наносовъ, мы не удивимся этому. Желтый ледниковый щебень *g* уже нѣсколько тронутъ водою; его камешки (среднимъ числомъ въ 25 мм.) угловаты, а особенно мелкіе камешки, которые вполнѣ сохранили свои острыя ребра, но ледниковой пыли въ немъ уже не

много, хотя камешки еще облѣплены ею. Въ нижнихъ частяхъ онъ вполнѣ переходитъ въ промытый ледниковый хрящъ, т.-е. состоитъ изъ разнообразныхъ камешковъ всѣхъ величинъ до 50 мм., очень угловатыхъ и смѣшанныхъ съ мелкимъ угловатымъ пескомъ, безъ ледниковой пыли. Ясно, что онъ на самый короткій промежутокъ времени подвергался дѣйствію медленнотекущей воды, которая смыла его съ верхнихъ частей морены. Что же касается до ледниковаго хряща *h*, который переслаивается съ сѣрыми песками *e*, образуя на склонѣ морены наклонные слои, падающіе подъ углами отъ 23^0 до 27^0, то онъ имѣетъ такой же характеръ, какъ ледниковой щебень *g*, только еще немного болѣе промытъ и очень приближается къ ледниковому хрящу и пескамъ *e*, съ которыми переслаивается, больше отличаясь отъ нихъ цвѣтомъ, чѣмъ составомъ. Ясно, что онъ также подвергался дѣйствію воды, хотя и весьма непродолжительному (камешки не обмыты, только пыль отмучена). Пески *e* весьма сходные съ песками *b*, представляютъ ровный мелкій ледниковый песокъ, съ зёрнами въ 2—3 мм., въ которомъ пыль отмыта но не вполнѣ (признакъ непродолжительнаго пребыванія въ водѣ), или же сѣрый ледниковый хрящъ, т.-е. смѣсь нѣсколько болѣе крупныхъ угловатыхъ камешковъ, съ очень малою примѣсью ледниковой пыли; такимъ образомъ послѣдній переходитъ въ сѣрый, промытый ледниковый щебень, отличаясь отъ слоевъ *g* только цвѣтомъ; въ такомъ случаѣ слои не рѣзко отдѣляются другъ отъ друга, а почти расплываются одинъ въ другомъ.

Таково слабое понятіе, которое можно дать описаніемъ объ этихъ различныхъ слояхъ. Если разсматривать ихъ въ совокупности, то для насъ несомнѣнно одно,—что въ разсматриваемой моренѣ были на лицо сѣрый и желтый ледниковый щебень, что они подвергались, на самое короткое время, слабой промывкѣ проточною водою, и этою водою сносились на склоны морены. При этомъ то сползалъ въ видѣ полу-жидкаго тѣста ледниковый щебень, превращаясь въ хрящъ отмучиваніемъ нѣкоторой части ледниковой пыли, то смывались ледниковые пески болѣе

быстрымъ притокомъ воды, вымытые раньше изъ ледниковаго щебня. Непродолжительность промывки, которой подвергались всѣ эти слои (явствующая изъ слабой сортировки), свидѣтельствуетъ о томъ, что промывающимъ дѣятелемъ не могло быть волненіе озера или теченіе рѣки; о томъ-же говоритъ и крутизна паденія слоевъ. Но ясно, что промывающимъ дѣятелемъ были ручьи и ручейки, обращающіеся подъ всякимъ ледникомъ и на его поверхности. Такія слоистыя образованія въ ледниковомъ щебнѣ очень хорошо извѣстны швейцарскимъ геологамъ (см. ниже, XVIII главу).

Отъ Ляхналякса до с. Йо́ккаса и даже до слѣдующей станціи, Ту́раккаля, дорога идетъ, какъ я говорилъ уже, по ровной мѣстности, близъ озеръ, и потому я упомяну здѣсь только о встрѣчающихся моренахъ и озахъ.

Тотчасъ послѣ Ляхналякса дорога пересѣкаетъ нѣсколько бугровъ и нѣсколько грядъ, состоящихъ изъ ледниковаго щебня; въ 2 вер. отъ станціи видны двѣ морены,—одна всего въ 1—2 м. высоты и метровъ въ 200 длины, другая—метровъ 5—8 высоты и съ болѣе крутыми склонами. Направленіе ихъ N 50° W. Въ небольшихъ выемкахъ виденъ желтый ледниковый щебень. Попадаются очень большіе валуны изъ тальковаго сланца. Всѣ морены у Ляхналякса слѣдуютъ небольшимъ долинамъ, гдѣ теперь текутъ небольшіе ручьи,—притоки Сюсмэерви,

Тотчасъ за ст. Кайтайсъ (Kaitais) дорога идетъ вдоль оза, который проходитъ между озерами Кайтаерви и Ха́панъэнерви (Haapanenjärvi). Направленіе его N 30° W. Онъ возвышается на 19 м. (62 ф.) надъ уровнемъ послѣдняго озера, но имѣетъ чрезвычайно округлыя формы, такъ что на склонахъ его распахиваются поля. На вершинѣ его видны большіе валуны, а на высотѣ 8 м. надъ озеромъ выступаетъ ледниковый щебень; ниже—онъ покрывается озернымъ наносомъ.

Между Йо́ккасомъ и ст. Ту̀раккаля виденъ цѣлый лабиринтъ удлиненныхъ холмовъ, и грядъ; чтобъ разобрать эту

пеструю сѣть, кажется, пришлось бы цѣлую недѣлю заниматься съемкой. Трудно даже опредѣлить въ короткое время ихъ преобладающее направленіе. Всѣ они состоятъ изъ наноса; одни— только изъ ледниковаго щебня, другіе покрыты песками. Одинъ изъ этихъ холмовъ, разсѣченный у самой станціи поперечнымъ обнаженіемъ, въ 2 м. высоты и около 20 м. длинны, даетъ возможность наблюдать налеганіе желтаго щебня на сѣромъ. Желтый щебень, типичный, т.-е. нетронутый водою, покрываетъ сѣрый слоемъ въ 0,5—0,7 м. ($1^1/_2$ до $2^1/_2$ ф.); при этомъ, граница между ними не рѣзкая, а одинъ переходитъ въ другой незамѣтно. Въ сѣромъ щебнѣ, типичномъ, по обыкновенію преобладаетъ нѣжнѣйшая ледниковая пыль, и камешки, встрѣчающіеся въ немъ,—отъ 40 до 50 мм.,—совершенно округлы; въ желтомъ камешковъ гораздо больше, величина ихъ гораздо ровнѣе, именно отъ 10 до 15 мм., и они угловатѣе. Оба такъ плотны, что едва ломаются молотомъ. Вообще, въ сѣромъ щебнѣ очень мало камешковъ, но за то ниже, въ ядрѣ морены, видны группы большихъ, округленныхъ булыжниковъ, неправильныхъ формъ, совершенно похожихъ на тѣ, которыя встрѣчаются у валуновъ въ моренахъ близъ Каяны. Въ верхней части сѣраго щебня, близъ линіи соприкосновенія его съ желтымъ, лежитъ горизонтальная полоса большихъ угловато-закругленныхъ булыжниковъ; въ сѣромъ щебнѣ проходитъ въ одномъ мѣстѣ длинная, узкая полоска (въ 1 цм. толщины) изъ желтаго щебня. Въ этомъ случаѣ, предположеніе о происхожденіи сѣраго и желтаго щебня изъ поддонной и поверхностной морены довольно правдоподобно; рядъ булыжниковъ соотвѣтствовалъ бы „полю валуновъ“ (terrain erratique, fond).

Отъ Тўраккаля до С.-Михеля дорога идетъ по очень пересѣченной мѣстности, постоянно то въ гору, то подъ гору. Во многихъ мѣстахъ видны выходы твердой горной породы,— сперва чернаго гнейса и тальковаго сланца, тождественныхъ съ выступающими у Іоенсў, а потомъ свѣтло-сѣраго и сѣро-розо-

ваго гнейса. Всѣ возвышенности покрыты ледниковымъ щебнемъ на которомъ особенно процвѣтаетъ ель, образующая непрерывные, густые лѣса. Повсемѣстно видны массы валуновъ, а въ рѣдкихъ обнаженіяхъ обращаетъ на себя вниманіе развитіе ледниковыхъ песковъ, большее чѣмъ гдѣ-бы то ни было изъ осмотрѣнныхъ мною частей Финляндіи (пересѣченная мѣстность дѣйствительно должна способствовать образованію этого рода наноса).

Изъ немногихъ обнаженій, лишь два заслуживаютъ упоминанія. Въ 4 1/2 вер. отъ ст. Кнутилянмяки, по дорогѣ въ Топляйсъ, очень хорошо видно налеганіе темно-сѣраго, почти чернаго гнейса, весьма слюдистаго и мелко-зернистаго, на свѣтло-сѣромъ волнистомъ гнейсѣ, который затѣмъ простирается вплоть до С.-Михеля; этотъ сѣрый гнейсъ иногда принимаетъ розоватый оттѣнокъ и изрѣзанъ безчисленнымъ количествомъ жилъ краснаго, большею частію крупно-зернистаго гранита. Простираніе этихъ гнейсовъ N 22° W, паденіе на N 68° O, 49°—51°. Въ двухъ верстахъ далѣе, простираніе сѣро-розоватаго гнейса оказалось N 40° W; паденіе отвѣсное.

Обнаженія въ наносахъ вообще рѣдки. Въ одномъ изъ нихъ, въ 6,3 вер. отъ Кнутилянмяки, видна толща ледниковаго песка, залегающаго, если не ошибаюсь, на слоистыхъ озерныхъ пескахъ, среди обточенныхъ гнейсовыхъ бугровъ. Ледниковые пески вообще угловаты, содержатъ угловатые камешки до 20—30 мм., неслоисты и не сортированы (переходъ къ ледниковому хрящу), но вообще отмыты отъ ледниковой муки. Всѣ они, какъ ледниковые, такъ и озерные пески, представляютъ чрезвычайно плотную массу, крѣпко слѣпленную желѣзною окисью; молоткомъ почти нѣтъ возможности отбить цѣлый кусокъ,—отбивается только пыль. Такой случай налеганія ледниковаго песка,—если только опредѣленіе вѣрно,—есть единственный, гдѣ я наблюдалъ, чтобы онъ лежалъ на озерномъ наносѣ.

Выступающіе здѣсь гнейсы часто являются въ видѣ бараньихъ лбовъ и вообще полированныхъ скалъ, но хорошо со-

хранившіеся шрамы попадаются не часто. Между ст. Топлайсъ и городомъ они имѣли направленіе N 16° W.

Городъ С.-Михель лежитъ у самой восточной подошвы западной меридіональной гряды озерной Финляндіи (отдѣляющей долину *A* отъ долины *B*, см. Введеніе), на высотѣ менѣе 90 м. (300 шв. ф.), близъ цѣпи узкихъ, длинныхъ озеръ, которою Пенкенсельке (Pänkenselkä) задается къ С.; но верстахъ въ пяти или шести отъ города къ Западу, уже проходитъ водораздѣлъ этой гряды, достигающій въ этихъ мѣстахъ высоты почти въ 150 м. (500 шв. ф.), какъ это видно по картѣ г. Гюльдэна и по моимъ опредѣленіямъ [9]).

Городъ лежитъ въ долинѣ, имѣющей направленіе съ С. на Ю., и усыпанной большими гнейсовыми буграми, представляющими большія roches moutonnées, вытянутыя въ томъ же меридіональномъ направленіи и достигающія высотъ отъ 20 до 25 м. (около 65—85 ф.) надъ уровнемъ того же озерка [10]). Спускаясь отлогими округлыми поверхностями къ Сѣверу, они падаютъ къ Югу неправильными скалистыми уступами, какъ большіе бараньи лбы (crag and tail англичанъ). Эти бугры изображены на прилагаемой картѣ. Между двумя рядами этихъ бугровъ, въ томъ же меридіональномъ направленіи, проходитъ въ долинѣ небольшой озъ: см. карту оза у С.-Михеля, черт. VIII. Этотъ озъ невеликъ,—средняя высота его не превосходитъ 10—11 метровъ (35 ф.) надъ уровнемъ того же озерка,—да и обнаженій въ немъ такъ мало, что нельзя себѣ составить яснаго по-

---

[9]) Для высшей точки на пути къ ст. Тéнхоля (Tänhola) по дорогѣ, ведущей на С.-З., я получилъ 35 м. надъ уровнемъ озерка, лежащаго у города (*o* на прилагаемой картѣ оза); это же озерко лежитъ на высотѣ около 10—12 м. надъ уров. Саймы. Также и на пути въ Хэйнóля я получилъ для ст. Ронкасъ высоту въ 35 м. надъ тѣмъ же озеркомъ. Эти величины даютъ для гряды абс. высоты въ 145 и 148 м. (490 и 500 шв. ф.).

[10]) Планъ оза отнесенъ къ магнитному меридіану, который уклоняется къ З. отъ астрономическаго градусовъ на восемь (я не имѣю подъ руками болѣе точныхъ данныхъ).

нятія объ его внутреннемъ строеніи, но я именно потому изобразилъ его на планѣ и на рисункѣ, что онъ, состоя весь изъ наноса, весь проходитъ по тѣсной долинѣ, имѣющей немного болѣе полу-версты ширины, гдѣ образованіе оза прибоемъ уже рѣшительно невозможно. Достаточно взглянуть на прилагаемый планъ [11]) и на рисунокъ 52-й, чтобы убѣдиться, что въ образованіи этого оза прибой рѣшительно ни при чемъ: онъ весь лежитъ въ узкой долинѣ, которой склоны замѣтно выше самаго оза. Какъ видно, онъ имѣетъ однако совершенно опредѣленную форму, т.-е. малую ширину и хорошо выраженный гребень, и то поднимается въ видѣ продолговатыхъ холмовъ, то нѣсколько понижается, особенно между городомъ и западною церковью. Между озомъ и цѣпью гранитныхъ бугровъ тянутся продолговатыя озерки и болотистыя низины. Къ З. отъ него, у дороги, ведущей изъ города къ церкви, видно продолговатое углубленіе, совершенно такое же, какъ у оза близъ Кàзуриля, описаннаго въ предыдущей главѣ. Единственное обнаженіе въ этомъ озѣ есть одна раскопка въ холмѣ, обозначенномъ буквою *b* на планѣ (эта раскопка обозначена и на рисункѣ, буквою *a*); но здѣсь видны только верхніе слои, и потому составъ внутренняго ядра, т.-е. причина, которая вызвала отложеніе наклонныхъ слоевъ песка, остается совершенно неизвѣстною. Въ одной части этого обнаженія, гдѣ изъ-за осыпи видны только самые наружные слои, обнажается сверху мелкій промытый песокъ, ровный (зёрна въ 0,2—0,3 мм.), буровато-сѣрый, содержащій много черной слюды. Подъ нимъ залегаетъ тонкій слой (около 0,3 м.) галечника, представляющаго собраніе неправильно-угловатыхъ, но нѣсколько окатанныхъ камешковъ, величиною до 30 мм., съ мелкимъ пескомъ. Наконецъ подъ ними лежитъ, на неизвѣстную толщину, мелкій, угловатый, хорошо-промытый пе-

[11]) Пробывъ въ С.-Михелѣ полтора дня, я употребилъ это время (кромѣ поѣздки по дорогѣ въ Тэнхоля) на то, чтобы составить буссолью и шагами, при помощи анероида, планъ этого оза. Южная оконечность, за тюрьмою, нанесена на глазъ.

сокъ, скорѣе всего похожій на ледниковый; въ немъ незамѣтно слоистости,— впрочемъ, какъ и во всякомъ влажномъ мелкомъ пескѣ.

Другое обнаженіе въ томъ же холмѣ представлено на рисункѣ 53-мъ.

Галечникъ въ этомъ обнаженіи совершенно сходенъ съ галечникомъ предыдущаго обнаженія; сѣрые пески — тоже, только въ нихъ уже замѣтна наклонная слоеватость. Тончайшій желтый песокъ, въ которомъ совершенно незамѣтно слоистости, по сходству съ береговыми песчаными отложеніями заставилъ меня одно время подумать, не есть-ли этотъ озъ ничто иное какъ дюна, которая, послѣ своего образованія, оказавшись на самомъ берегу озера при повышеніи его уровня, покрылась озёрнымъ наносомъ? Но если такой способъ происхожденія и возможенъ для южной части оза, то онъ рѣшительно немыслимъ для средней и сѣверной части, такъ какъ для образованія дюны необходимо открытое прибрежье, а здѣсь его нѣтъ: озъ съ обѣихъ сторонъ закрытъ гнейсовыми буграми.

Глядя на планъ оза, можно было также подумать съ перваго взгляда, что здѣсь именно мы имѣемъ озъ, который всего естественнѣе было бы объяснить размываніемъ наноса. Можно было бы сказать, что въ озеркахъ мы видимъ русла двухъ параллельныхъ рѣчекъ, которыя текли по долинѣ, вымыли два углубленія,—одно лежащее теперь къ З. отъ оза, другое—къ В. отъ него, и оставили такимъ образомъ нетронутый перешеекъ между своими руслами, который теперь и составляетъ озъ. Противъ наклонности слоевъ, замѣчаемой въ вышеупомянутомъ обнаженіи, можно было бы возразить, что эти слои — позднѣйшаго происхожденія и что они отложились впослѣдствіи на готовую уже болванку, на ея склонахъ. Но въ томъ-то и бѣда, что нѣтъ ни малѣйшаго слѣда руслъ рѣчекъ, которыя текли бы вдоль оза. Мѣста, гдѣ теперь лежатъ озерки, суть котловинки, впадины, которыя никакимъ русломъ не сообщаются съ южнымъ озеромъ; мѣстность, по которой проходитъ дорога къ церкви,

лежитъ замѣтно выше впадинъ, гдѣ лежатъ озёра [12]). Провести двѣ рѣчки, впадающія въ сѣверное озерко (оно лежитъ тотчасъ за сѣверною рамкою плана), еще можно было бы; но провести двѣ рѣчки, которыя могли бы образовать всю среднюю часть оза, отъ южнаго озерка до бугра *b* и даже до тюрьмы,—нѣтъ никакой возможности. Мы должны, поэтому, отбросить это объясненіе.

Для того чтобы объяснить себѣ происхожденіе этой наносной гряды, мы должны смотрѣть не такъ узко; мы должны выйти изъ предѣловъ рамки нашего плана и взглянуть на ея положеніе среди общаго рельефа страны. Тутъ мы увидимъ, что разсматриваемый озъ тянется у подошвы длинной гранитной гряды, протянувшейся до этого мѣста съ Сѣвера, отъ Каянскаго водораздѣла, и что онъ проходитъ какъ разъ тамъ, гдѣ эта гряда омывается заливомъ озёрной Финляндіи. Тогда мы увидимъ въ этомъ озѣ ничто иное, какъ боковую морену ледника, двигавшагося по долинѣ, вдоль склона этой гряды, или же складку поддонной морены, обусловленную движеніями нижнихъ частей ледника, въ зависимости отъ этой частности рельефа страны. Тогда намъ станетъ понятно совпаденіе направленія этого оза съ направленіемъ крупнаго испахиванія поверхности въ ближайшихъ окрестностяхъ С.-Михеля, параллелизмъ его направленія съ большими осями гнейсовыхъ бугровъ, образующихъ правильную цѣпь вправо отъ оза, и параллелизмъ его со шрамами, замѣченными передъ городомъ. Тогда и положеніе его въ долинѣ перестанетъ быть непонятнымъ: для большаго финляндскаго ледника это мѣстное углубленіе въ 25 метровъ не есть долина,—это есть случайная борозда въ большой долинѣ образуемой озёрною Финляндіею между двухъ меридіональныхъ грядъ. То, что отложеніе этого оза произошло въ *этой* долинкѣ, вѣроятно тоже не есть случайное явленіе, — хотя мы не можемъ сказать,

[12]) Это не выражено на картѣ, такъ какъ бугры къ З. отъ оза нанесены вообще на глазъ; нужно было бы провести еще горизонталь, окаймляющую какъ западныя, такъ и восточныя озерки.

какія именно тутъ дѣйствовали причины,—но мы можемъ указать причины, почему этотъ озъ образовался именно здѣсь, а не 10—20 верстъ восточнѣе или западнѣе: эти причины суть извѣстныя уже намъ причины образованія боковыхъ моренъ, или же, хотя и не изслѣдованныя, но понятныя причины образованія складчатостей въ поддонной моренѣ въ зависимости отъ рельефа почвы (онѣ должны быть сходны съ причинами, по которымъ ледникъ, расползаясь по долинѣ, собираетъ наносъ къ краямъ, вслѣдствіе неравномѣрности поступательнаго движенія его частей,—нѣчто подобное тому, что́ происходитъ при движеніи грязевыхъ полосъ). Поэтому я считаю, что С.-Михельскій озъ есть ничто иное, какъ боковая или поддонная боковая морена, образовавшаяся въ небольшой С.-Михельской долинѣ (см. карту г. Гюльдэна). Нижнія части этого оза несомнѣнно закрыты подъ наносомъ значительной толщины, отложеннымъ озёрами въ то время, когда южное озеро составляло одно цѣлое съ озеркомъ, лежащимъ сѣвернѣе оза и съ озерками, обозначенными на планѣ; городъ весь построенъ на этихъ наносахъ.

ИНСТИТУТ НАСЛЕДИЯ

XI.

ОТЪ С.-МИХЕЛЯ ДО ТАВАСТХУСА.

Общій характеръ мѣстности.—Переѣздъ черезъ меридіональную гряду; морены.—Озъ на гнейсовыхъ буграхъ у Ляхнаерви.—Переѣздъ въ озёрной полосѣ: озы.—Озъ у Пэртувеси; слоеватость въ осыпяхъ.—Сѣверный склонъ окраинной гряды отъ Хэйноля до Лахтиса; интересъ этой мѣстности.—Озъ близъ Хэйноля.—Озъ близъ Вьерумяки; его моренное происхожденіе.—Морена у Сэста.

6 сентября я выѣхалъ изъ С.-Михеля и отправился, черезъ г. Хэйноля (Heinola), къ станціи Лахтисъ Гельсинфорсско-Петербургской желѣзной дороги. Нужно было торопиться, такъ какъ мнѣ хотѣлось подолѣе пробыть на линіи желѣзной дороги, да и моему товарищу, г. М., нужно было поспѣть къ началу учебнаго курса въ Выборгъ. Поэтому на означенномъ переѣздѣ я нѣсколько менѣе останавливался, чѣмъ бы того заслуживала здѣшняя любопытная мѣстность.

Въ общихъ чертахъ, этотъ переѣздъ представляется такъ: изъ С.-Михеля дорога идетъ на З. и поднимается на меридіональную гряду, отдѣляющую среднюю долину озёрной Финляндіи отъ западной долины. Поднявшись здѣсь, у ст. Рёппасъ до высоты 150 м. (500 ф.), причемъ отдѣльныя точки этой гряды поднимаются еще метровъ на 20 (70 ф.), дорога медленно спускается до высоты въ 80 м. (270 ф.), къ станціи Хи́нтикка (Hintikka). Пройдя затѣмъ, до ст. То́йволя, въ отрогахъ меридіональной гряды, дорога идетъ уже въ странѣ озёръ, мало удаляясь отъ береговъ и оставаясь на высотахъ отъ 75 до 90 м. (250—300 ф.); здѣсь она проходитъ у южнаго склона возвышенностей, которыя, достигая до 150 м. (500 ф.), поднимаются отдѣльными группами въ южной части западной

долины (*A*) озёрной Финляндіи. Затѣмъ, отъ города Хэйноля до станціи Лахтисъ (верстъ 30), дорога идетъ по пересѣченной мѣстности, имѣющей отъ 100 до 160 м. (около 300—550 ф.) абс. высоты, гдѣ гора Вахтеристонмяки (Wahteristonmäki) достигаетъ высоты 176 метровъ (594 шв. ф.). У Лахтиса она подходитъ къ южной окраинной грядѣ озёрной Финляндіи; станція лежитъ на этой грядѣ, какъ и бо́льшая часть желѣзной дороги между Ри́химяки и Выборгомъ.

Таковъ общій характеръ мѣстности. Перехожу къ частностямъ.

Отъ С.-Михеля почти до самой ст. Хи́нтикка, какъ и слѣдовало ожидать, мы имѣемъ пересѣченную, такъ-сказать гористую мѣстность, особенно на первомъ переѣздѣ, до Рёппасъ. Во всѣ стороны видны отдѣльные, почти даже конусовидные, холмы твердой горной породы, и между ними—болота, поросшія лѣсомъ. Всюду выступаетъ только ледниковый щебень и валуны, весьма нерѣдко доходящіе до 5—6 м. (16—20 ф.) въ длину. Только у самой станціи Рёппасъ мѣстность нѣсколько открытѣе.

Въ 10,6 вер. отъ города, дорога прорыта поперегъ одной морены. Направленіе ея N 32° W, ширина около 80 м. (40 саж.), высота надъ общимъ уровнемъ почвы—отъ 9 до 12 м. (30—40 ф.), абсолютная высота ея подошвы около 110 м. (360 ф.); длина остается неизвѣстною: глазомъ ее можно было прослѣдить всего на 250 м.,—далѣе она теряется изъ вида среди лѣсовъ. Она представляетъ хорошее обнаженіе, метровъ въ 40 длины и въ $2^1/_2$ м. (8 ф.) высоты. На этомъ пространствѣ виденъ только ледниковый щебень, сверху—свѣтло-желтый, ниже — почти совершенно бѣлый и очень типичный. Онъ состоитъ преимущественно изъ нѣжнѣйшей бѣлой муки, въ родѣ пудры, въ которой попадается довольно много острыхъ камешковъ менѣе 1 мм.; камешки до 35 мм. совершенно угловаты, даже зазубрены; кромѣ нихъ попадается много совершенно острыхъ камешковъ въ

4—5 мм. и менѣе. Вообще, камешковъ въ этомъ щебнѣ мало, мука преобладаетъ; но за то въ немъ очень много большихъ валуновъ, состоящихъ почти исключительно изъ бѣлаго гранита или гнейса, причемъ бо́льшая часть этихъ валуновъ совершенно угловата; изрѣдка попадаются небольшіе валуны краснаго среднезернистаго гранита (который образуетъ жилы въ бѣломъ) и большіе валуны весьма крупно-зернистаго краснаго гранита, — эти послѣдніе, впрочемъ, очень рѣдки; наконецъ, попался всего одинъ маленькій обломочекъ темно-сѣраго гнейса. Кромѣ названныхъ породъ, въ видѣ валуновъ встрѣчается также рапакиви; я замѣтилъ появленіе этихъ валуновъ уже начиная отъ Кну́тилянмяки (см. X главу).

Затѣмъ, почти вплоть до Хи́нтикка, не встрѣчается любопытныхъ обнаженій. Верстахъ въ трехъ отъ Хинтикка, т.-е. у юго-западной оконечности весьма узенькаго и длиннаго озерка Ляхнаерви (Lahnajärvi), имѣющаго направленіе съ С.-В. на Ю.-З., виденъ хорошо выраженный озъ, со склонами довольно крутыми на нѣкоторомъ протяженіи,—причемъ къ З. онъ вообще падаетъ круче, чѣмъ къ В. Направленіе его почти меридіональное, такъ какъ оно колеблется между N 5° W и N 5° O; высота надъ подошвою глубокой долины, перерѣзающей его у южной оконечности, доходитъ до 17 м. (56 ф.), въ другихъ частяхъ его относительная высота нѣсколько меньше. Тамъ, гдѣ онъ прорѣзанъ дорогою, сдѣланы большія раскопки, но онѣ даютъ обнаженія не болѣе 2 м. высоты, и такимъ образомъ видны только наружныя части оза. Въ этихъ обнаженіяхъ выступаютъ пески, преимущественно сѣрые, состоящіе изъ зёренъ отъ 0,1 до 2—3 мм., смѣшанныхъ съ угловатыми камешками; скорѣе всего похожи эти пески на ледниковые; иногда виденъ также промытый ледниковый хрящъ. Вообще слои почти горизонтальны, или падаютъ подъ углами въ 1°—2°; гипотеза ак. Гельмерсена повидимому подтверждалась этимъ горизонтальнымъ наслоеніемъ при озовидной формѣ. Но едва спустился я метра 3—4 ниже обнаженій песка, какъ изъ-подъ него уже выглянули лбы гнейса, и та-

кимъ образомъ оказалось, что озъ обязанъ своею формою именно этимъ буграмъ. И дѣйствительно, вправо отъ дороги, сейчасъ-же за мостикомъ, перекинутымъ возлѣ оза, идутъ въ этомъ же направленіи (N 5° W) вытянутые бараньи лбы, образующіе длинную грядку, покрытую такими-же песками. Озъ именно этимъ выходамъ горной породы и обязанъ своею формою: они составили ту болванку, на которой отлагались пески. Не мѣшаетъ замѣтить для будущихъ наблюдателей, что выходъ гнейса близъ вершины оза есть конечно случайность, а безъ этой случайности мы рисковали бы прямо впасть въ ошибку.

До Тóйволя (Toivola) все еще идетъ волнистая мѣстность, покрытая ледниковымъ щебнемъ и валунами (изрѣдка попадается раппакиви); лишь тамъ и сямъ встрѣчается гдѣ-нибудь обнаженіе песковъ или моренка, какъ напр. въ 3 вер. отъ Тойволя, вдоль Ляхнавеси; но вообще заслуживающаго вниманія весьма мало.

Между Тойволя и Ахвенньеми (Ahvenniemi) являются уже мягкія волнистыя очертанія равнины, окружающей озёра, а послѣ второй изъ этихъ станцій опять начинаются наносныя гряды. Уже въ одной верстѣ отъ Ахвенньеми, на пути къ ст. Куóрти (Kuorti), дорога доходитъ до оза, и затѣмъ 4 версты идетъ по его гребню.

Сперва онъ показывается нѣсколькими короткими грядками, идущими на S 15° W, обходя, такъ-сказать, гнейсовые бугры, *b* на рисункѣ 54-мъ, возвышающіеся метровъ на десять надъ озеромъ Пэрту (Pertuvesi).

Обогнувъ уголъ озера, онъ затѣмъ на время заворачиваетъ къ Ю.-В., направляясь на S 35° O, и достигаетъ здѣсь высоты 16,6 м. (54 ф.) надъ Пэртувеси; но вскорѣ онъ принимаетъ почти меридіональное направленіе, котораго и держится на протяженіи трехъ верстъ, достигая высоты 13 м. (43 ф.) надъ озеромъ и около 10 м. (33 ф.) надъ окрестною равниною, покрытою озерными наносами. Въ 5 вер. отъ Ахвенньеми дорога оставляетъ озъ и уклоняется къ Ю.-З., направляясь къ возвышенностямъ, покрытымъ ледниковымъ щебнемъ. Вообще

этотъ озъ имѣетъ очень опредѣленную форму; такъ, напримѣръ, въ части *c* его гребень едва даетъ мѣсто дорогѣ, и то при искусственномъ сооруженіи; тоже и въ части *d*, гдѣ мѣстами его склоны доходятъ до 45°,—уклонъ, вообще встрѣчаемый чрезвычайно рѣдко. Въ части *b* есть одно обнаженіе, изъ котораго весьма ясно строеніе оза,—см. рис. 55-й.

Здѣсь ясно видно, что болванку оза составляетъ ледниковый щебень, на которомъ озёрный нанось налегаетъ наклонными слоями. Въ другомъ обнаженіи, въ части *d* (рис. 56-й) это менѣе явно, такъ какъ обнажаются только самые поверхностные слои, *a*, которые подвергались непродолжительному дѣйствію воды. Выступающій здѣсь хрящъ содержитъ уже очень мало ледниковой муки, но камешки въ немъ вовсе не окатаны: мелкіе совершенно угловаты, а крупные (около 50 мм.) встрѣчаются въ одинаковомъ числѣ какъ угловатые, такъ и округленные. Слоистости въ немъ не замѣтно; въ одномъ только мѣстѣ, на склонѣ, видна была слоеватость; но оказалось, что это было не что иное, какъ слоеватость, пріобрѣтенная при осыпаніи. Изображеніе этой слоеватости см. на рис. 25-мъ.

Въ 5 верстахъ отъ Ахвенньеми, дорога, какъ я сказалъ уже, оставляетъ озъ и, своротивъ къ Ю.-З., взбирается на возвышенности, покрытыя ледниковымъ щебнемъ. Щебень покрываетъ здѣсь всѣ неровности; всѣ поля разработываются на этомъ щебнѣ, такъ что въ первый годъ послѣ вырубки лѣса и сожженія пней, моховину удается едва поцарапать сохою среди валуновъ. Остается только удивляться, какъ еще можетъ такая почва, въ первый же годъ посѣва, давать порядочный урожай овса. Такая же мѣстность, весьма-мало-населенная, тянется почти до города Хэйноля. Немногія бѣглыя замѣтки, сдѣланныя на этомъ, довольно спѣшномъ, переѣздѣ (я торопился, чтобы на слѣдующій день быть въ Ля́хтисѣ), не заслуживаютъ упоминанія.

Мѣстность между городомъ Хэйноля и станціею Ля́хтисъ чрезвычайно любопытна. Мы находимся здѣсь на сѣверномъ

склонѣ окраинной гряды, которая, не смотря на свою малую высоту, должна была однако задерживать ледники, двигавшіеся съ С.-З., видоизмѣнять направленіе ихъ движенія и задерживать на пути значительныя части движимаго ими наноса. Къ сожалѣнію, я могъ посвятить этой мѣстности лишь нѣсколько часовъ, и слѣдовательно ограничился весьма немногими наблюденіями. Я надѣялся, впрочемъ, когда буду идти по линіи желѣзной дороги изъ Рихимяки въ Выборгъ, сдѣлать двѣ экскурсіи въ сторону къ Сѣверу, — одну около Лахтиса, другую — около Вильманстранда. Но такъ какъ я не успѣлъ этого сдѣлать, то мнѣ остается только обратить на эти мѣстности вниманіе будущихъ изслѣдователей: они найдутъ здѣсь и обильные озы, и морены, и самые разнообразные переходы отъ ледниковыхъ наносовъ къ озёрнымъ.

У самаго города Хэйноля возвышается озъ, въ видѣ холма до 25 м. (80 ф.) высоты; но строенія его не видно изъ-за осыпавшихся сверху песковъ. Далѣе, на берегу озера и между обоими мостами, также тянется озъ, и затѣмъ идетъ цѣпь холмовъ, вдоль дороги. Въ 3,9 вер. отъ города я замѣтилъ первое обнаженіе въ этомъ озѣ, который идетъ здѣсь съ С.-В. на Ю.-З. Какое направленіе имѣетъ здѣсь изборожденіе, — не знаю, у меня не записано наблюденій шрамовъ въ этомъ мѣстѣ, но у Н. Норденшильда изборожденіе у г. Хэйноля показано имѣющимъ направленіе N 16° W [1]). Весьма любопытно было бы найти здѣсь направленіе шрамовъ, такъ какъ сѣверо-восточное направленіе оза обусловливается не какою-нибудь маленькою излучиною,—оно замѣтно повидимому на протяженіи около 4-хъ вер., такъ какъ дорога, вдоль которой идетъ озъ, имѣетъ здѣсь направленіе около N 15°—20° O. Озъ имѣетъ здѣсь форму, изображенную на рисункѣ 57-мъ.

Холмъ *b* нѣсколько разрытъ, и въ обнаженіи, высотою 3 м. (10 ф.), видны наружные слои наноса. Мы имѣемъ здѣсь сверху

[1]) N. Nordenskjöld. Beitrag zur Kenntniss der Schrammen in Finland.

слои песка съ галечникомъ, а подъ ними — мелкій тонко-слоистый песокъ,—оба несомнѣнно воднаго происхожденія; они падаютъ на С.-З. подъ углами иногда до 30°. Изъ чего состоятъ внутреннія части оза,—неизвѣстно.

Другой озъ, въ верстѣ отъ ст. Вьерумяки, даетъ лучшія обнаженія. Онъ идетъ (рис. 58) въ довольно тѣсной долинѣ между гнейсовыми возвышенностями, описывая дугу, которой хорда имѣетъ направленіе N 60° O, и въ высшей точкѣ достигаетъ высоты въ 13 м. (43 ф.) надъ подошвою. Онъ лежитъ вмѣстѣ съ тѣмъ, судя по картѣ г. Гюльдэна, на значительной абсолютной высотѣ, именно отъ 120 до 150 м. (400—500 шв. ф.), а можетъ быть даже и нѣсколько выше, и по близости отъ него нѣтъ никакихъ озёръ,—здѣсь мы находимся среди той пересѣченной мѣстности, достигающей высотъ отъ 120 до 180 м. (400—600 ф.), среди которой возвышается гора Вахтеристонмяки (см. карту г. Гюльдэна). На оконечности этого оза видно одно обнаженіе, изображенное на рисункѣ 59-мъ.

Сѣрый ледниковый щебень, *a*, не тронутъ водою; въ вертикальныхъ обрывахъ въ 1,5 м. высоты и 7—8 м. длины не видно ни малѣйшихъ признаковъ слоистости, и ледниковая мука въ немъ хорошо сохранилась. Но щебень *b* уже тронутъ водою; мука нѣсколько отмучена, и онъ очевидно былъ нѣсколько промытъ, по всей вѣроятности волнами какого-нибудь исчезнувшаго озерка. Галечникъ *c* есть несомнѣнно береговое образованіе,—всѣ его камешки обмыты и окатаны. Слоистые пески *d*—также водное образованіе.

Изъ этихъ обнаженій очевидно происхожденіе оза. Это есть несомнѣнно морена, размытая водою,—особенно съ сѣверо-западной стороны, гдѣ волны придали отложенію ледниковаго щебня значительную крутизну,—и также переработанная водою на поверхности (щебень *b*). Находясь на берегу какого нибудь водоёма, эта морена покрылась слоистымъ наносомъ воднаго происхожденія. О томъ, что этотъ озъ не могъ возникнуть прибоемъ, нечего и говорить, — само его положеніе въ узкой до-

линѣ прямо отрицаетъ эту возможность, помимо даже внутренняго его строенія.

Близъ помѣщичьей усадьбы Сэста (Sesta) также видна небольшая морена, имѣющая направленіе N 57° W (изборожденіе тотчасъ къ Югу отъ Хэйноля показано у Н. Норденшильда N 30° W, и, судя по сосѣднимъ мѣстностямъ, оно, съ приближеніемъ къ окраинной грядѣ, еще заворачиваетъ на В.). На вершинѣ морены виденъ разрушенный выходъ ледниковаго щебня съ большими валунами; на склонахъ ея лежатъ слоистые пески.

Здѣсь-же, по сосѣдству, есть выходъ сѣраго гнейса съ жилами краснаго гранита, имѣющаго простираніе N 60° W, а паденіе на NO.

Возлѣ самой станціи Лахтисъ есть также весьма любопытные озы, но ихъ мнѣ уже не удалось осмотрѣть. Мы разстались здѣсь (8 сентября) съ моимъ товарищемъ, г. М.; онъ уѣхалъ въ Выборгъ, я—въ Тавастхусъ и, получивъ черезъ день карту и профиль желѣзной дороги отъ полковника Стрёмберга, принялся 10 сентября за изслѣдованіе дороги по линіи, идущей въ Гельсингфорсъ. Сдѣланныя здѣсь наблюденія составятъ предметъ слѣдующей главы.

ИНСТИТУТ НАСЛЕДИЯ

XII.

ОТЪ ТАВАСТХУСА ДО ГЕЛЬСИНГФОРСА, ПО ЛИНІИ ЖЕЛѢЗНОЙ ДОРОГИ.

Изслѣдованія по линіи желѣзной дороги; Гельсингфорсъ.—Петербургская линія, ея интересъ.—Общій характеръ мѣстности; три различныхъ типа.—**Страна озеръ.**—Морены у города.—Гранитные бугры. — Морена; округленность ея камней.—Галечникъ по берегу оз. Воно и переходъ ледниковаго щебня въ галечникъ.—Долина рѣки и уровень прежняго озера 300 ф.—Озъ у Туренги.—Уровень слѣдующаго озера, 330 ф.; его граница—на лѣв. бер. Пуйоки.—Первоначально оно сообщалось съ озеромъ, доходившимъ до окраинной гряды 350 ф.—Теперешніе остатки этихъ озеръ.—Пуйоки.—Озъ у Рюттиля. — **Окраинная гряда озерной Финляндіи.**—Ея отрогъ.—Рихимякская впадина и заполнявшее ее озеро 364 ф. — Высота наносовъ у Хювинге; объясняется-ли она безъ покрытія страны моремъ до высоты 423 ф.?—Прорывы въ окраинной грядѣ Вуоксена и Кюмменэ. — Высокое озерко къ югу отъ Хювинге.—Характеръ наноса въ Хювинге.—Пространство между Рихимяки и Хювинге.—Морены на равнинѣ.—Гнейсъ.—**Спускъ къ Финскому заливу.**—Террасовидный рядъ прежнихъ озеръ до Черво: заливъ высокаго озерка, 390 ф.; озеро въ верш. Палойоки, 328 ф.; заливы слѣдующаго Палойокскаго озера, 282 ф.; узкое озеро Палойоки, 265 ф. и теперешнее русло рѣки; прежнее озеро Тусбю, 200 ф. — Гнейсы и глины между Хювинге и Черво. — Рѣзкое измѣненіе въ характерѣ наноса: непрерывный покровъ глины, размытость ледн. щебня. — Отсутствіе указаній на существованіе здѣсь отдѣльныхъ озеръ. — Уровень моря доходилъ до 124 ф.—Наносы и озъ близъ Дикурсбю.—Балтійскія раковины у Харакалинны.—Нанось и гнейсы передъ Гельсингфорсомъ.

Изъ Тавастхуса я отправился пѣшкомъ по линіи желѣзной дороги, дѣлая переходы отъ одной станціи до другой. Такъ какъ разстоянія между станціями не велики (отъ 10 до 13 верстъ), то я имѣлъ возможность, дѣлая по одному переходу въ день, не торопиться и останавливаться по́-долгу у любопытныхъ обнаженій, или отходить въ стороны тамъ, гдѣ представлялось что-нибудь любопытное. Далеко уходить въ сторону отъ дороги, впрочемъ, не приходилось, такъ какъ для изученія наносовъ необходимы раскопки, а въ сторонѣ отъ дороги можно

находить только естественныя обнаженія, небольшія и вообще весьма рѣдкія. Нечего и говорить объ удобствахъ пѣшеходнаго изслѣдованія для геолога,—конечно если есть достаточно обнаженій (напр. по обыкновеннымъ проѣзжимъ дорогамъ постоянно геогнозировать пѣшкомъ, для изученія *наносовъ*,—сопровождалось бы страшною потерею времени), а на линіи желѣзной дороги гдѣ встрѣчается много раскопокъ, особенно для добыванія матеріала на полотно, это было особенно полезно, и я собралъ здѣсь много любопытнаго матеріала. Для будущихъ изслѣдователей замѣчу, что въ Финляндіи тѣмъ болѣе удобно заниматься изслѣдованіями на линіи, что возлѣ каждой желѣзнодорожной станціи есть гостинница (вѣрнѣе — почтовая станція, Gästgifveri), гдѣ находишь такой же удобный ночлегъ, какъ и по всѣмъ дорогамъ Финляндіи. Я настоятельно совѣтую будущимъ изслѣдователямъ Финляндіи пройти такимъ же образомъ по Петербургской линіи, отъ Рихимяки до Выборга или до самаго Петербурга [1]).

---

[1]) Прилагаю здѣсь замѣтки, сдѣланныя мною, изъ вагона, на пути изъ Выборга въ Рихимяки; изъ нихъ видно отчасти, какія станціи заслуживаютъ наибольшаго вниманія. Прочія нужныя свѣдѣнія, о баластьерахъ и пр., можно получить въ Управленіи желѣзной дороги въ Гельсингфорсѣ.—Начинаю съ Выборга.

Первыя двѣ станціи—много обнаженій и ямъ около дороги, для добычи баласта; между второю станціею и Pulsa — очень большое обнаженіе, для добычи балласта, къ которому проведена вѣтвь дороги.

Pulsa—Davidstad. Въ нѣсколькихъ верстахъ отъ первой — массы валуновъ, затѣмъ ровное болото на значительное разстояніе. Вѣтвь желѣзной дороги къ баластьеру. Пашни менѣе покрыты валунами, чѣмъ въ окрестностяхъ Нишлота, обнаженій мало; болота и лѣса. Можно бы пропустить, если бы не баластьеръ.

Davidstad—Kaipiais. Болота и лѣса. Недалеко отъ дороги большое обнаженіе и вслѣдъ за нимъ, у дороги, большое-же обнаженіе песковъ съ галькою. Гребни горной породы идутъ здѣсь параллельно дорогѣ, WNW. Во второй половинѣ переѣзда — массы валуновъ рашпакиви, которые, разсыпаясь, принимаютъ самыя разнообразныя формы; цѣлыя поля покрыты такими холмиками (ср. у Куторги).

Kaipiais—Kansala. Мало любопытнаго, большею частію ровныя мѣста; попадаются, впрочемъ, слоистые пески съ галькою.

Kansala—Lahtis. У Kansala обнаженіе галечника; нѣсколько довольно любопытныхъ обнаженій.

Lahtis—Ruhalla. У станціи длинные холмы песка съ мелкой округлой галькой; тутъ же большое обнаженіе, баластьеръ. Въ размытой выемкѣ близъ станціи

Тавастхусъ (Hämeenlinna по фински) лежитъ въ странѣ озеръ недалеко отъ озера Ва́наяерви (Wanajajärvi), имѣющаго 78,4 м. (264 шв. ф.) абс. высоты, Гельсингфорсъ — на берегу моря. Отдѣляются они тою грядою, которую я назвалъ южною окраинною грядою озерной Финляндіи, и которая здѣсь доходитъ до 120 м. (400 шв. ф.) абс. высоты, отдѣляя отъ себя къ Ю.-З. длинную узкую вѣтвь, доходящую до Экнэса (Eknäs, или Tammisaari). Такимъ образомъ мѣстность, проходимая Тавастхусско-Гельсингфорсскою желѣзною дорогою, естественно подраздѣляется на три части: первая изъ нихъ есть южная часть озерной Финляндіи, по которой дорога идетъ не много далѣе станціи Рюттиля (Ryttylä); вторая—переѣздъ черезъ упомянутую гряду, причемъ дорога пересѣкаетъ здѣсь оба ея развѣтвленія, избирая пониженіе въ первой грядѣ у Рихимяки (Riihimäki) а во второй—у Хювинге (Hyvinge), и наконецъ третья часть — пологій спускъ отъ станціи Хювинге по долинѣ р. Кервэ (Keravasjoki), до уровня моря. Въ каждой изъ этихъ частей замѣчаются нѣкоторыя свои отличія, какъ въ типѣ мѣстности, такъ и въ характерѣ наносовъ.

Въ странѣ озёръ дорога идетъ по широкому пониженію, занятому Таммерсфорсъ Тавастхусскою цѣпью озеръ, которое прорѣзываетъ исходящій уголъ Финляндскаго полуострова, съ

хорошее обнаженіе. Рѣзкіе переходы отъ горъ къ обширнымъ равнинамъ между ними. Большіе валуны, одинъ—громадный къ С. отъ дороги. Обнаженія твердой горной породы. Хорошія обнаженія ледник. щебня. Всю станцію любопытно обслѣдовать.

Ruhalla—Järvala. Тотчасъ у станціи обнаженія въ ледниковомъ щебнѣ. Ледн. щебень—холмами. Слѣды прежнихъ озеръ. Большая часть второй половины переѣзда очень болотиста; торфяники. Большой разрѣзъ горной породы.

Järvala,—Lapilla. Сейчасъ за станціею — продолговатый холмъ наноса; щебень съ мало-округленной галькой. Прорывъ въ горной породѣ.

Lapilla—Ois. У станціи слоистые пески, паденіе на В.; затѣмъ — болото. Ближе къ Ois есть нѣсколько любопытныхъ обнаженій, но мало.

Ois—Riihimäki. Озера сократились до лужъ и болотъ; вездѣ торфяники, горизонтальныя равнинки и площадки среди горъ (холмовъ).

Напомню также изслѣдователямъ ледниковыхъ наносовъ, что недавно отстроилась линія изъ Хювинге на Гангэуддъ, тоже идущая по грядѣ, какъ и Выборгская линія. Здѣсь навѣрно встрѣтится много моренъ и озовъ.

С.-З. на Ю.-В., параллельно другому, такому же пониженію, занятому рѣкою Лоимъ (см. Введеніе и VII главу). Въ этомъ пониженіи мы имѣемъ цѣлую цѣпь сообщающихся узкихъ озеръ,— фьердовъ [2]), — которыми р. Пуйоки соединяется съ озеромъ Конхонселькэ, и дорога идетъ по дну этой долины, близко къ озерамъ. Дно долины покрыто глинистымъ наносомъ, отложеннымъ въ нѣсколькихъ озерахъ, нѣкогда располагавшихся ступенями, одно надъ другимъ, отъ которыхъ теперь осталась одна широкая протока, которая значительно углубила свое русло, и множество мельчайшихъ озерковъ, разбросанныхъ по сторонамъ ея. Во многихъ мѣстахъ изъ подъ глины выступаютъ гнейсовые бугры, или обмытые, или-же покрытые ледниковымъ щебнемъ; но на поверхности ледниковый щебень уже повсемѣстно видоизмѣненъ, — слегка промытъ и немного окатанъ. Въ другихъ мѣстахъ онъ собирается моренами, но, пробывъ значительное время на днѣ или на берегу озеръ, эти морены уже покрылись мощными слоями наносовъ и обратились такимъ образомъ въ озы. Строители дороги широко пользовались промытымъ хрящемъ наружныхъ покрововъ этихъ озовъ, и такимъ образомъ дали намъ возможность ознакомиться съ ихъ внутреннимъ строеніемъ. Равнины, разстилающіяся между озами или гнейсовыми буграми и грядами, заполнены озерными глинами, которыя сверху большею частію покрыты слоемъ чернаго перегноя или родомъ торфа. Таковъ въ общихъ чертахъ характеръ озёрной полосы.

Постепенно поднимаясь съ одной ступени озёрнаго наноса на другую, выше лежащую, дорога незамѣтно подступаетъ къ Южной окраинной грядѣ озёрной Финляндіи. Она пересѣкаетъ её передъ Рихимяки, въ низкой сѣдловинѣ. Но спускъ къ Финскому заливу начинается не тотчасъ послѣ этого перевала: отъ окраинной гряды здѣсь отдѣлился параллельный ей отрогъ, далѣе соединенный съ окраинною грядою поперечною перемычкою, и такимъ образомъ на высотѣ 90 м. (300 ф.)

[2]) Ejärden—слово шведское, выражающее цѣпь, узкихъ сообщающихся, постепенно понижающихся, озеръ, или широкую протоку.

образовалась продолговатая замкнутая впадина, съ почти-горизонтальнымъ дномъ. И въ этой впадинѣ мы также находимъ слѣды озера, заполнявшаго ее и достигавшаго значительной высоты. Но наносъ не имѣетъ здѣсь значительной толщины, и изъ-подъ него выступаетъ нѣсколько параллельныхъ высокихъ моренъ, идущихъ рѣзко-выраженными грядами по болотистой равнинѣ. Эти морены уже не покрыты наносами, какъ въ озёрной полосѣ; только въ самой наружной ихъ оболочкѣ атмосферныя или озерныя во́ды размыли щебень и унесли его мелкія части, оставивъ на поверхности моренъ массы большихъ валуновъ. Мы имѣемъ здѣсь однѣ изъ самыхъ типичныхъ моренъ въ Финляндіи, а желѣзнодорожныя выемки даютъ возможность ближе ознакомиться въ ихъ составомъ. Между ними тянутся равнины, изрѣдка прерываемыя гнейсовыми грядами, параллельными моренамъ, — родъ плоскихъ долинъ, покрытыхъ глиною, а сверху—торфяными болотами, на которыхъ, по берегамъ рѣчекъ, разбросаны лишь весьма рѣдкія поселенія.

У Хювинге дорога пересѣкаетъ отрогъ окраинной гряды, и затѣмъ начинается спускъ къ Финскому заливу. Здѣсь мы опять находимъ слѣды террасовидной цѣпи озеръ. Но паденіе страны гораздо круче, чѣмъ на сѣверномъ склонѣ, и потому озёра не могли собираться въ такіе обширные водоемы, какіе на сплошномъ поднятіи Финляндіи. Поэтому до ст. Черво чаще попадаются обнаженные выходы гнейсовъ, или бугры ледниковаго щебня; а глины являются среди нихъ отдѣльными полосами, обозначая скорѣе слѣды цѣпей узкихъ озеръ, фьердовъ,—будущихъ рѣкъ,—чѣмъ настоящихъ озеръ. Мы встрѣчаемъ здѣсь и болѣе опредѣленныя долины, по которымъ во́ды теперь стекаютъ въ море въ видѣ рѣчекъ. Но за станціею Черво ландшафтъ опять измѣняется: начиная съ высоты 42 м. (140 ф.) мы находимъ уже, въ полномъ смыслѣ слова, непрерывный покровъ глины,—нѣтъ размытыхъ озерныхъ пороговъ, нѣтъ свободныхъ моренъ. Только отдѣльныя маковки гнейсовыхъ бугровъ выступаютъ изъ-подъ этого покрова, но онѣ уже обмыты:

ледниковый щебень снесенъ съ нихъ, и онѣ или остаются голыми, или непосредственно покрываются глинами. Начиная отсюда, съ высоты около 37 м. (124 ф.), мы находимъ уже морской покровъ. На высотѣ 19 м. (64 ф.) въ 11 верстахъ отъ Финскаго залива встрѣчается наконецъ и несомнѣнно-морской наносъ,—береговое отложеніе съ балтійскими раковинами. Ближе къ заливу, у города, мы видимъ наконецъ цѣлый рядъ скалъ, обмытыхъ прибоемъ отступавшаго моря, лишенныхъ наноса, и на нихъ уже находимъ, во всей полнотѣ, всѣ слѣды ледниковаго изборожденія, — шрамы, гигантскіе котлы и безчисленное множество бараньихъ лбовъ, выступающихъ то изъ подъ морскаго наноса, то изъ-подъ уровня самаго моря, въ видѣ архипелага острововъ или шхеръ.

Таковъ общій характеръ мѣстности, по которой проходитъ Тавастхусско-Гельсингфорская желѣзная дорога. Мы перейдемъ теперь къ частному описанію того, что замѣчено на этомъ пути. Строеніе наносовъ изображено на прилагаемомъ „Разрѣзѣ желѣзной дороги“. Онъ составленъ по разрѣзу, обязательно сообщенному мнѣ полк. Стрёмбергомъ, только съ измѣненіями масштаба. Вертикальный масштабъ мнѣ все-таки пришлось сдѣлать въ 10 разъ болѣе горизонтальнаго, и, не смотря на это, все-таки приходилось въ большинствѣ случаевъ преувеличивать толщину наноса, чтобы изобразить его на рисункѣ. Относительно составленія этого разрѣза наносовъ, замѣчу, что я долженъ быть довольствоваться имѣвшимися обнаженіями въ выемкахъ и по сторонамъ дороги, не прибѣгая къ буренію или раскопкамъ тамъ, гдѣ не хватало обнаженій; поэтому толщина наносовъ показана во многихъ случаяхъ предположительно; оттого и линія, обозначающая поверхность твердой горной породы, весьма часто проведена пунктиромъ. Вслѣдствіе этого-же могутъ встрѣчаться и пропуски; такъ напр., видя что слой глины налегаетъ у своихъ внѣшнихъ предѣловъ на галечникѣ, или ледниковомъ щебнѣ, я обозначалъ, что мульда заполнена глиною и галечникомъ или ледниковымъ щебнемъ; но могло

быть, что на днѣ мульды, глина отдѣляется отъ галечника слоемъ песка. Все это впрочемъ не важно. Наконецъ, почти всѣ углубленія мнѣ слѣдовало бы покрыть торфомъ, моховинами; я этого не сдѣлалъ, чтобъ не запутывать рисунка и показалъ торфъ только тамъ, гдѣ онъ достигаетъ довольно большой толщины, но и тутъ могутъ быть пропуски. — Всѣ высоты въ разрѣзѣ, и въ текстѣ этой главѣ даны въ финскихъ футахъ, которые впрочемъ очень мало разнятся отъ русскихъ: 1 финскій футъ= 0,09732 русскаго фута = 0,2968 метра, т.-е. финскій футъ меньше русскаго всего на $^{3}/_{100}$ р. ф., или почти на 3 линіи. Горизонтальныя разстоянія въ разрѣзѣ и текстѣ даны тоже въ финскихъ верстахъ, которыя почти въ точности равны русскимъ: 1 финская верста = 3600 фин. ф. = 3505,3 русс. ф. = 1,0015 русской версты, — разница менѣе 1 сажени.

У самаго города есть хорошая морена. Если идти по дорогѣ къ парку, то вправо за замкомъ виденъ холмъ, сильно разрытый сверху до низу. Онъ весь состоитъ изъ неслоистаго щебня, съ массою угловатыхъ камней, самыхъ разнообразныхъ величинъ. Въ нихъ преобладаетъ мѣстный черный гнейсъ, который даетъ самые большіе камни, затѣмъ слѣдуетъ красный мелко-зернистый гранитъ, и бѣлый гранитъ, изъ котораго состоятъ уже мелкіе обломки. Этотъ наносъ не слоистъ; только въ верхнихъ частяхъ замѣчается слоеватость,—въ глинѣ, заполняющей промежутки между камнями; въ ней есть даже нѣкоторая листоватость. Наконецъ въ нижнихъ частяхъ, гдѣ скопляются по преимуществу куски чернаго гнейса, также проявляется подобіе слоеватости, именно вслѣдствіе преобладанія этихъ обломковъ, придающихъ болѣе темный цвѣтъ нижней части наноса, причемъ переходъ къ верхнимъ частямъ совершается довольно рѣзко.

Длина этой морены около 160 м. (80 саж.), ширина — около 50 м. (25 саж.). По повидимому она достигаетъ гораздо

большей длины. Холмы, на которыхъ расположенъ паркъ, тоже, если не ошибаюсь, суть продолженія этой морены, хотя и прилегаютъ къ буграмъ горной породы, вытянутымъ въ другомъ направленіи. Наконецъ холмикъ у станціи желѣзной дороги, длиною около 60 м. (30 саж.) и шириною около 50 м. (25 саж.), вытянутъ въ направленіи, идущемъ къ этой же моренѣ и холмамъ зàмка, именно на N 67° W. Онъ тоже состоитъ изъ ледниковаго щебня и покрытъ большими камнями; вершина его очевидно подвергалась размывающему дѣйствію воды. Немного далѣе, на первой верстѣ желѣзной дороги, есть еще нѣсколько холмиковъ, которые поднимаются среди аллувіальной площади и идутъ въ томъ же направленіи. Повидимому мы имѣемъ здѣсь остатки большой морены (продольной, судя по направленію горъ), разрушенной водами того озера, котораго наносы заполняютъ теперь долину у Тавастхуса.

Эти наносы выступаютъ у рѣчки близъ станціи. Здѣсь видна сѣрая глина съ обуглившимися остатками растеній и мелкими пятнами ржавчины; глина покрывается губчатымъ перегноемъ, — родомъ торфа, который шведскіе геологи зовутъ gyttja.

На третьей верстѣ видны бугры свѣтло-сѣраго средне-зернистаго гранита, состоящаго изъ бѣлаго полеваго шпата, бѣлаго прозрачнаго, сѣраго и темно-дымчатаго кварца, и черной слюды, которой пачки образуютъ совершенно правильные столбики. Этотъ сѣрый гранитъ переслаивается съ краснымъ, немного болѣе крупно-зернистымъ (красный пол. шп., сѣрый прозрач. кварцъ и черная слюда). Жилы или слои въ этомъ гранитѣ имѣютъ направленіе N 47° W, паденіе на SW, 26°. Неподалеку являются опять бугры того же гранита, гдѣ простираніе слоевъ направлено на N 28° W, а у 3-й версты, гдѣ слои краснаго гранита доходятъ до толщины 1 м., простираніе замѣчено N 34° W, паденіе на S 56° W, 85°. Этотъ же сѣрый гранитъ, съ жилами краснаго, простирается вплоть до ст. Туренги.

Гранитные бугры являются здѣсь въ видѣ бараньихъ лбовъ, причемъ наносъ большею частію смытъ съ нихъ и сохранился

только въ углубленіяхъ, въ видѣ желтоватаго, слегка промытаго ледниковаго щебня; на одномъ изъ этихъ бугровъ видно начало образованія очень большихъ гигантскихъ котловъ. Они вѣроятно образовались въ руслѣ той цѣпи узкихъ озеръ, которая потомъ дала начало Тавастхусской протокѣ.

У 4-й версты дорога прорѣзаетъ, нѣсколько наискось, широкій, низкій бугоръ, около 3 м. высоты, состоящій изъ ледниковаго щебня. Наносъ расположенъ здѣсь на низкихъ гранитныхъ буграхъ, выступающихъ возлѣ дороги (см. рисуночекъ въ самомъ разрѣзѣ дороги); такъ что удлиненная форма бугра отчасти обусловливается, по всей вѣроятности, формою поверхности твердой горной породы. Обнаженіе въ этомъ бугрѣ изображено на рис. 60-мъ, гдѣ видно положеніе и характеръ наноса. Ледниковый щебень здѣсь свѣтло-желтый, типичный; онъ сохранилъ свои мелкія части и значительную примѣсь ледниковой муки. Крупные камни состоятъ почти исключительно изъ обломковъ мѣстнаго гранита,—сѣраго и краснаго, крупно-зернистаго, и отличаются своею округлою формою. Я нарочно постарался передать огруглыя очертанія камней этого наноса, чтобы показать, какъ мало имѣетъ значенія, при классификаціи наносовъ, форма ихъ камней. Этотъ совершенно неслоистый, плотный наносъ, гдѣ большіе камни окатаны, даже неправильно эллипсоидальны, и только мелкіе совершенно угловаты, и гдѣ превосходно сохранилась ледниковая мука, и вообще не замѣтно никакой сортировки, пришлось бы отнести по классификаціи Эрдмана къ округлому щебню (rullstensgrus), а между тѣмъ онъ очевидно не подвергался промыванію и перераспоженію ни въ какихъ водахъ, ни въ ручьяхъ, ни въ озеркахъ. Не смотря на то, что камни, входящіе въ его составъ, округлы, онъ не можетъ быть названъ иначе, какъ непромытымъ ледниковымъ щебнемъ. Назвать его галечникомъ, связывая съ этимъ именемъ понятіе о водномъ происхожденіи, — было бы крайне невѣрно. Это отложеніе тѣмъ болѣе поучительно, что тутъ же рядомъ, ближе къ озеру, мы имѣемъ дѣйствительно озерный наносъ, покрывающій

предыдущій, см. рис. 61. Этотъ послѣдній наносъ, *c*, тоже состоящій изъ-округлыхъ камней и камешковъ, рѣзко отличается однако отъ предыдущаго. Онъ совершенно промытъ, вовсе не содержитъ пыли, камешки его обмыты, и обточены; при этомъ онъ чрезвычайно рыхлъ и очень легко осыпается. Онъ вѣроятно слоистъ, хотя слоевъ и не видно изъ-за осыпи; тѣмъ не менѣе сортировка видна въ немъ уже въ фактѣ отсутствія мелкой пыли и песка. Очевидно, что это есть береговое озерное отложеніе, матеріалъ для котораго взятъ изъ залегавшаго здѣсь ледниковаго щебня.

Такъ какъ дорога идетъ здѣсь весьма близко къ озеру Вóно, на очень небольшой высотѣ надъ нимъ, то мы видимъ значительное развитіе такого промытаго галечника, а именно отъ 6-й до 8-й, а по всей вѣроятности — даже до 13-й версты. На всемъ этомъ протяженіи галечникъ лежитъ на ледниковомъ щебнѣ и покрывается слоистою сѣрою глиною, тождественною съ вышеупомянутою. Такое залеганіе мы видимъ, напримѣръ, у 6-й вер., какъ это изображено на рисуночкѣ въ профилѣ; желѣзная дорога прорѣзаетъ здѣсь, какъ видно, только галечникъ. Характеръ этого галечника такой же, какъ и въ предыдущемъ обнаженіи; онъ совершенно промытъ, но камешки его не настолько подвергались дѣйствію воды, чтобы утратить свою угловатость.

Такой же характеръ имѣетъ наносъ и въ холмѣ у 8-й версты; здѣсь мы видимъ даже, какъ наружный галечникъ возникъ изъ размыванія ледниковаго щебня; см. рис. 62.

Холмъ *a* состоитъ изъ ледниковаго щебня, но на поверхности этотъ щебень уже является промытымъ, такъ что представляетъ незамѣтный переходъ къ покрывающему его галечнику *b*. Здѣсь, на линіи соприкосновенія нетронутаго щебня съ промытымъ, камешки большею частію окатаны, но все-таки вовсе не похожи на рѣчную или озерную гальку; ледниковая пыль и мелкій песокъ на линіи соприкосновенія также большею частью уже выполосканы. Галечникъ же *b* уже совершенно промытъ, окатанъ и представляетъ обыкновенную рѣчную гальку. Направ-

леніе этихъ холмовъ N 18° W; горка *c* вѣроятно образована выходомъ гранита.

У станціи Тýренги мы находимъ раскопанный озъ, который мы разсмотримъ по-подробнѣе. Его направленіе и общій характеръ изображены на рисункѣ 63-мъ.

Въ этомъ озѣ мы имѣемъ два обнаженія, *b* и *c*, которыя вполнѣ обнаруживаютъ его составъ. Одно изъ нихъ, *c*, изображено на рисункѣ 64-мъ. Ледниковый щебень *a* принадлежитъ къ весьма типичнымъ, нетронутымъ водою; онъ состоитъ весь изъ угловатыхъ камешковъ, тѣсно смѣшанныхъ съ мельчайшею ледниковою пылью; если онъ и не очень плотенъ, то все-таки трудно работается, такъ какъ камешки чрезвычайно тѣсно располагаются другъ около друга. Въ этомъ щебнѣ встрѣчаются и довольно большіе валуны, большею частію угловатые, но съ округленными углами; изрѣдка попадаются бомбовидные камни. Пески *b* чрезвычайно мелки и вѣроятно вымыты изъ ледниковаго же щебня; слоистости въ нихъ не замѣтно,—какъ и вообще въ мелкихъ пескахъ, особенно при осыпаніи обнаженія. Слой *c* состоитъ изъ мельчайшей, сѣрой, сверху—желтой пыли, въ которой лишь изрѣдка кое-гдѣ попадается маленькій угловатый камешекъ; она очевидно также вымыта изъ ледниковаго щебня, а можетъ быть представляетъ даже продуктъ промывки песка; этотъ слой имѣетъ чисто-мѣстное распространеніе.

Другое обнаженіе въ томъ же озѣ еще любопытнѣе. Мы видимъ, что въ точкахъ *a* и *b* (рис. 63) озъ раздвояется небольшою продольною ложбинкою. Часть *b* въ одномъ мѣстѣ разрыта большимъ циркомъ, для добычи балласта, причемъ раскопки сдѣланы только въ вѣтви оза, а отъ главнаго оза захватываютъ только самую его подошву, такъ какъ онъ состоитъ изъ матеріала негоднаго для полотна желѣзной дороги, т.-е. изъ ледниковаго щебня. Строеніе оза въ этой раскопкѣ представлено на рис. 65-мъ.

Мы видимъ здѣсь, что, помимо всякихъ геологическихъ соображеній, строители дороги установили прямое различіе между

наносомъ въ главной грядѣ и наносомъ въ боковой вѣтви оза: перваго они не тронули, какъ матеріалъ, негодный для постройки. Причина этого понятна. Въ главномъ озѣ мы имѣемъ ледниковый щебень съ его песчано-глинистою мукою, въ боковой вѣтви —промытый галечникъ или хрящъ, дающій лучшій матеріалъ для сооруженія полотна [3]). Смотря на рисунокъ 65-й, мы вполнѣ понимаемъ механизмъ происхожденія этого оза; сперва это была просто морена, которая, въ періодъ таянія ледниковъ и въ теченіи озернаго періода, омывалась до нѣкоторой высоты водами озера. Разрушая ее отчасти, воды вмѣстѣ съ тѣмъ отлагали на ея склонахъ другія толщи наносовъ, или взятыхъ тутъ же, изъ ледниковаго щебня морены, но промытыхъ и разсортированныхъ, или же принесенныхъ изъ сосѣднихъ частей оза, подобно тому какъ теперь волны Пурувеси разрушаютъ однѣ части Пунгахарью, присыпая наносъ къ другимъ частямъ. При различныхъ измѣненіяхъ уровня и очертаній озеръ, теченій, направленія прибоя и т. п., волны размывали и отлагали различные матеріалы,—оттого и слоистость этихъ наносовъ и ихъ сортировка. Въ данномъ случаѣ мы видимъ въ самыхъ нижнихъ частяхъ галечника слой большихъ булыжниковъ, а въ верхнихъ частяхъ наноса замѣчаемъ, что хрящъ становится мельче и наконецъ переходитъ въ пески съ галькою, покрывающіеся въ свою очередь мелкими песками и слоистою глиною. Раздѣленіе оза на двѣ вѣтви есть конечно явленіе случайное (размываніе какого-нибудь ручейка), такъ какъ и у станціи, гдѣ озъ идетъ одною вѣтвью (ее слѣдовало бы показать шире, чѣмъ на рисункѣ), онъ также покрытъ слоистымъ наносомъ, какъ это видно въ одномъ бугрѣ у линіи желѣзной дороги.

Все пространство отъ Тавастхуса до станціи Туренги и далѣе—до 15-й версты, покрыто, какъ сказано выше, глинами,

[3]) Щебень богатый глиною не годится для полотна желѣзной дороги, такъ какъ его глина впитываетъ и задерживаетъ воду, которая, замерзая и увеличиваясь въ объемѣ, коробитъ путь.

песками или галечникомъ, изъ подъ которыхъ лишь изрѣдко выступаютъ гнейсовые бугры. Глины доходятъ здѣсь до абс. высоты въ 80—86 м. (270—290 ф.); береговыя-же отложенія, видныя въ трехъ мѣстахъ—до высоты въ 87,4 м. (294 и 295 ф.). Гранитные бугры, попадающіеся кое-гдѣ,—если они достигаютъ этой послѣдней высоты,—оказываются обмытыми, и ледниковый наносъ, несомнѣнно покрывавшій ихъ, какъ и всю окрестность (ледниковый щебень, встрѣчаемый здѣсь, есть отложеніе поддонной морены) смытъ въ болѣе низкія впадины, или переработанъ въ слоистый наносъ. Дорога идетъ на всемъ этомъ протяженіи, по берегу широкой протоки, называемой иногда Тава́стхусъ-фьердэнъ (T:hus fjärden), которою озеро Ке́рна́лянъ (Kernalanjärvi) сообщается съ озеромъ Во́но и далѣе—съ Ко́нхонселькэ (Konhonselkä); а по сторонамъ этой протоки,—возлѣ нея и въ нѣкоторомъ отдаленіи, — разбросано множество мелкихъ озерковъ (Hattelmala-, Sä-, Kangasten-järvi и множество всевозможныхъ lampi), которыя большею частію изливаютъ въ нее свои воды, по небольшимъ, извилистымъ ручьямъ И характеръ наноса, встрѣчаемаго на этомъ протяженіи, и гидрографическая сѣть ясно говорятъ намъ, что мы имѣемъ здѣсь высохшее дно одного озера, которое нѣкогда составляло одно цѣлое со всѣми названными озерками. Мы можемъ даже приблизительно указать его границу. Съ С.-В. она проходила навѣрно по грядѣ, возвышающейся между Тавастхусскою протокою, и текущею параллельно ей Вю̀лийоки (притокъ Hauhojärvi) [4]); на Юго-Западѣ она проходила черезъ Туренги, по водораздѣлу рѣкъ, текущихъ въ озёра Ха́уго и Ко́нхонъ и рѣчекъ, впадающихъ въ Пю̀ойки [5]), а на Западѣ, судя по всему, она шла очень близко къ Тавастхусской протокѣ, т.-е. между ею и озерами Аля- и Ви́ролянъ-ерви; быть можетъ, она опредѣлялась здѣсь озомъ, который проходитъ по с.-в. берегу

[4]) Этотъ водораздѣлъ обусловленъ не расположеніемъ наноса, а очевидно—одною изъ крупныхъ чертъ поверхности твердой горной породы.

[5]) Cp. Holmberg. Mater. till. Geogn. af Finland.

Кальволяерви, и едва ли не продолжается далѣе на Ю.-В. Къ С.-З. это озеро сообщалось съ Конхонсельке и др., составляя такимъ образомъ большой заливъ этого водоема. Уровень его также можно опредѣлить съ довольно большою вѣроятностью,—именно по высотѣ береговыхъ отложеній, упомянутыхъ выше: въ трехъ мѣстахъ они доходятъ до одной и той же высоты, 87 м. (295 ф.), и не встрѣчаются выше, не смотря на то, что за Туренги есть возвышенность, поднимающаяся выше 95 м. (320 ф.), на которой они могли бы отложиться. Въ силу всего сказаннаго, мы можемъ сказать, что пространство между Тавастхусомъ и 15-ю верстою желѣзной дороги было покрыто, въ послѣ-ледниковый періодъ, однимъ озеромъ, достигавшимъ высоты нѣсколько менѣе 90 м. (300 ф.). Для краткости будемъ называть его хоть Тавастхусскимъ озеромъ.

Идемъ далѣе. У 15-й верстѣ дорога покидаетъ протоку; протока течетъ въ тѣсныхъ берегахъ, описывая излучину къ Ю.-З., а дорога, слѣдуя прежнему направленію, поднимается на невысокую плоскую возвышенность, въ 96—98 м. (323—331 ф.) абс. высоты, и идетъ по ней до 19-й версты; послѣ чего она спускается въ глубокую долину Пӯйоки и переходитъ на лѣвый ея берегъ. На этомъ протяженіи (между 13-ю и 19-ю верстою) мы опять находимъ озерный наносъ, т.-е слоистыя, песчанистыя сѣрыя глины,—такія же какъ и раньше, — покрытыя слоемъ болѣе темной, черно-сѣрой глины; этотъ наносъ лежитъ почти совершенно горизонтально, на высотѣ въ 96— 98 м. Ясно, что мы здѣсь опять имѣемъ другое озеро, доходившее уже до этой высоты, и слѣдовательно лежавшее на менѣе какъ метровъ на 12 (40 ф.) выше предыдущаго Тавастхусскаго озера, т.-е. достигавшее не менѣе 98 м. (331 ф.) абс. высоты. Мы назовемъ его хоть Керналянскимъ озеромъ. Сѣверо-западную его границу,— между нимъ и Тавастхусскимъ озеромъ,—мы уже указали, проводя юго-восточную границу послѣдняго. На линіи желѣзной дороги это была та возвышенность у 15-й версты, которая достигаетъ 96 м. (323 ф.), а внѣ линіи, къ С.-В.,—упомянутый

водораздѣлъ (приблизительно, — по дорогѣ въ с. Лямписъ); при этомъ, насъ конечно не должно удивлять, что уровень озера приходится принимать въ 98 м., а гряда, которая должна была отдѣлять его отъ сѣвернѣе лежавшаго Тавастхусскаго озера, имѣетъ на линіи желѣзной дороги, правда въ сѣдловинѣ, всего 96 м. высоты. Такая малая разница очень естественно объясняется размываніемъ, тѣмъ болѣе, что гряда не до полной своей высоты состоитъ изъ гранита, а въ значительной мѣрѣ — изъ ледниковаго щебня, который отложился большою толщою вдоль гранитной гряды, встрѣчавшей движеніе ледника почти подъ прямымъ угломъ. Что же касается до сѣверо-восточной границы южнаго озера, то ее труднѣе опредѣлить: весьма возможно, и даже вѣроятно, что она захватывала Пэерви (Pääjärvi), лежащее у с. Кóскисъ, съ частью его сѣверныхъ притоковъ (уровень Пэерви и теперь лежитъ на высотѣ болѣе 91 м.), но сказать это навѣрное, — нельзя. Во всякомъ случаѣ, она должна была проходить весьма близко отъ этого озера, — быть можетъ по грядѣ, сопровождающей его южный берегъ. Южную границу Керналянскаго озера можно было бы видѣть въ грядкѣ, проходящей по правому берегу Пуйоки, и пересѣкаемой желѣзною дорогою на 19-й верстѣ, на высотѣ 101 м. (341 ф.); но это было-бы не правильно [6]). Чтобы найти южную границу нашего озера, мы должны перейти на лѣвый берегъ рѣки Пуйоки, пересѣкаемой дорогою на 20-й верстѣ [7]).

Тотчасъ послѣ перехода на лѣвый берегъ Пуйоки, дорога поднимается на ровную возвышенность, которая тянется затѣмъ вплоть до окраинной гряды озёрной Финляндіи, т.-е. почти до Рихимяки, на высотѣ около 95 м. (320 ф.). На самой закраинѣ этой гряды, мы находимъ морену, идущую по берегу

---

[6]) Здѣсь могла переходить граница озера, но уже въ болѣе позднее время, когда водоемы уменьшились въ размѣрахъ; см. ниже.

[7]) Дорога обходитъ здѣсь гранитные бугры, возвышающіеся на правомъ берегу у Леппекоски (Leppäkoski). Они вытянуты въ направленіи около N 40° W астр., совпадая такимъ образомъ съ направленіемъ шрамовъ, которое на картѣ Н. Норденшильда показано здѣсь N 38° W магн.

Пуйоки и покрытую на склонахъ песками, т.-е. озъ. Высота, достигаемая здѣсь песками, равна 102,7 м. (346 ф.). Ясно, что эта морена, или озъ, (судя по ея размѣрамъ, она должна имѣть значительную длину) могла быть искомою южною границею Керналянскаго озера, которое мы видѣли на правомъ берегу Пуйоки, и которое мы для краткости назвали Керналянскимъ. Но если всмотрѣться въ расположеніе наноса на лѣвомъ берегу Пуйоки, то приходится думать, что Керналянское озеро распространялось гораздо южнѣе: въ самомъ дѣлѣ мы замѣчаемъ, что глинистый наносъ не встрѣчается здѣсь, — на всемъ протяженіи, почти до Рихимяки,—выше 94 м. (318 ф.), т.-е. лежитъ даже ниже, чѣмъ на пространствѣ занятомъ прежде Керналянскимъ озеромъ; а береговыя отложенія не поднимаются выше 102,7 м. (346 ф.), достигая этой высоты въ трехъ различныхъ мѣстахъ. Поэтому мы должны думать, что озеро, которое могло распространяться по лѣвому берегу Пуйоки, не поднималось выше 103 м. (345—350 ф.), изъ чего слѣдуетъ, что оно только на 5 м. (16 ф.) превышало высоту, которой несомнѣнно достигало Керналянское озеро. Отсюда уже одинъ шагъ до предположенія, что они оба составляли одинъ водоёмъ, раздѣлившійся на-двое только впослѣдствіи.

Это предположеніе вполнѣ подтверждается при разсмотрѣніи гидрографической сѣти. Дѣйствительно, мы не видимъ на картѣ никакихъ основаній для раздѣленія этихъ двухъ бассейновъ. Всего вѣроятнѣе, что морена, проходящая по лѣвому берегу Пуйоки, просто лежала среди озера, выступая изъ него низкою грядою, или отдѣльными буграми, и мѣстами размывалась водою, мѣстами покрывалась новыми наносами; отчего она и обратилась въ озъ, и только впослѣдствіи, когда озёра стали уменьшаться, установилось можетъ быть различіе уровней между Керналянскимъ озеромъ и южнѣе-лежащимъ; первоначально же они составляли одинъ водоемъ.—Этотъ водоемъ долженъ былъ быть значительныхъ размѣровъ: отъ Туренги на Ю.-З. онъ долженъ былъ

распространяться почти до оз. Ло́ппись [8]), захватывая нѣсколько небольшихъ озеръ (Mommila Histanj., Walkj., Kernalanj., Alasj., Käsij. и Oje-järvi, а также, можетъ быть, и Haapaniemenj. съ Virolan-järvi); на Ю и на Ю.-Ю.-З. онъ долженъ былъ доходить вплоть до окраинной гряды, которая составляла его берегъ вплоть до Пэерви, а можетъ быть и нѣсколько далѣе, такъ какъ разсматриваемый водоемъ могъ захватывать и это озеро (306 ф.) съ его небольшими сѣверными притоками; наконецъ берегъ его между Пэерви и Туренги составлялъ упомянутый уже выше водораздѣлъ, по дорогѣ изъ Туренги въ Лямпись. [9]). — Теперь во́ды, осаждающіяся въ этомъ водоемѣ, собираются въ перечисленныхъ сейчасъ озерахъ и стекаютъ по двумъ Пуйоки и по Тэйроньйоки (Teuronjoki), съ ихъ западными притоками. Мы назовемъ этотъ водоемъ хоть Южно-Тавастхусскимъ.

Южно-Тавастхусскій водоемъ не во все время озернаго періода оставался нераздѣльнымъ. По всей вѣроятности, онъ постепенно разбился на нѣсколько озеръ, и раздѣленіе произошло прежде всего по линіи указанной морены, которою Керналянское озёро отдѣлилось отъ главнаго; отдѣлившись, оно уже должно было понижаться быстрѣе, вслѣдствіе образованія будущаго русла Пуйоки. Затѣмъ, весьма вѣроятно, что отдѣлились югозападныя озёра, — Алясъерви и др. (пороги Тэрвако́ски); наконецъ и само Керналянское озеро раздѣлилось на части, въ которыхъ обособилась вѣроятно цѣпь узкихъ, длинныхъ озеръ (подобныхъ теперешнему Моммиля Хистанъерви), фьердовъ, которые и послужили началомъ образованія теперешней Пуйоки. — На такой прерывный ходъ пониженія озеръ указываютъ террасы, которыя мы видимъ въ долинѣ восточной Пуйоки, въ разрѣзѣ желѣзной дороги. Такихъ террасъ можно указать цѣлыхъ не-

---

[8]) Loppenjärvi, и теперь еще лежащее на высотѣ 347 ф., должно было составлять особый бассейнъ; раздѣльная гряда видна и теперь.

[9]) Ср. карту г. Гюльдэна, гдѣ расположеніе горизонталей нагляднѣе подтверждаетъ сказанное.

тыре, всѣ онѣ очень ясно выраженныя (a, b, c и d въ разрѣзѣ дороги), лежащія на высотахъ въ 318, 308, 300 и 278 ф., причемъ дно теперешняго русла рѣки лежитъ—уже на высотѣ всего въ 254 ф. (75,4 м.). Первая терраса очевидно соотвѣтствуетъ тому времени, когда Керналянское озеро составляло одно цѣлое съ Пуйокскими фьердами; прочія — уже тому времени, когда сложилась цѣпь озёръ, образовавшая Пуйоки.

Если допустить существованіе этого Южно-Тавастхусскаго водоёма, достигавшаго 103 м. (ок. 350 ф.) абс. высоты и захватывавшаго Керналянское озеро и р. Пуйоки, то низшая точка въ порогѣ, который могъ удерживать его отъ стока къ сѣверу, лежитъ уже не только на 5 м. ниже, чѣмъ предполагаемый прежній его уровень (какъ мы заключали, разсматривая слѣды одного Керналянскаго озера, на правомъ берегу Пуйоки), но не менѣе какъ на 36 м. (120 ф.), такъ какъ уровень Пуйоки близъ Туренги достигаетъ всего 73 м. (245 ф.), а дно ея русла только 68 м. (230 ф.) абс. высоты. Но такая величина размыванія (въ руслѣ рѣки) не должна удивлять насъ; въ данномъ случаѣ въ ней не можетъ быть даже сомнѣнія, такъ какъ она доказывается прямымъ наблюденіемъ: террасовидное расположеніе наноса по берегамъ Пуйоки, помимо всякихъ апріорическихъ соображеній, доказываетъ, что цѣпь озёръ, образовавшая Пуйоки, дѣйствительно достигала указанныхъ высотъ, при различныхъ степеняхъ размытости порога; мы здѣсь изъ прямаго наблюденія видимъ, что дѣйствительно произошло пониженіе порога (или пороговъ) на полные 23—26 м. (80—90 ф.), такъ какъ сперва онъ могъ удерживать цѣпь Пуйокскихъ фьердовъ на высотѣ 94 м. (318 ф.), т.-е. верхней террасы, а теперь имѣетъ всего 68—71 м. (230—240 ф.) высоты; мы прибавляемъ гипотетически только 10 м. (30 ф.). При этомъ не мѣшаетъ замѣтить, что такое значительное пониженіе порога, на 23—26 м., есть слѣдствіе размыванія не одного наноса, а также и твердой горной породы.

Озъ проходящій по лѣвому берегу Пуйоки, о которомъ я упоминалъ сейчасъ, представляетъ одно изъ лучшихъ обнаженій для изученія строенія озовъ вообще. Мы имѣемъ здѣсь несомнѣнный галечный озъ (rullstensås), — именно такой, какъ описываемый Эрдманомъ: онъ расположенъ въ равнинѣ, командуетъ мѣстностью, слоистъ, слои его падаютъ наклонно и т. д.,—и между тѣмъ онъ есть не что иное, какъ морена, покрытая наносомъ.

Этотъ озъ весь раскопанъ на нѣкоторое протяженіе, и значительная часть его увезена, — на балластъ и полотно для желѣзной дороги. Раскопки изображены на рис. 66-мъ; представляющееся здѣсь обнаженіе—на рис. 67-мъ.

Планъ оза набросанъ мною приблизительно, съ помощью нѣкоторыхъ измѣреній буссолью и шагами. Первое, что̀ поражаетъ насъ при взглядѣ на планъ, это острова, c', c, c, оставшіеся нетронутыми среди раскопокъ; снявши наружный слой съ перваго изъ этихъ островковъ, c', строители желѣзной дороги оставили его и стали вести раскопки вправо; потомъ они предпочли даже сдѣлать новую вѣтвь d', вмѣсто того, чтобы раскапывать холмы c. Причина этого понятна: въ этихъ холмахъ, составляющихъ ядро оза, залегаетъ наледниковый щебень, т.-е. масса, не только весьма плотная и трудно-разработываемая, но даже, какъ выше мы имѣли случай замѣтить, положительно негодная для балласта и полотна желѣзной дороги по своему глинистому содержанію. Такимъ образомъ, существованіе въ озѣ внутренняго ядра, болванки, состоящей изъ богатаго глиною наноса, становится очевиднымъ даже при взглядѣ на планъ. Этотъ наносъ есть ледниковый щебень, въ его сѣрой разновидности, т.-е. нѣжная весьма глинистая пыль, ледниковая грязь, содержащая очень мало камешковъ и много большихъ валуновъ, представляющихъ самыя прихотливыя формы. Эти большіе валуны показаны у насъ въ разрѣзѣ и на планѣ; они лежатъ большими кучами и на днѣ выемки. Очевидно, что эта глина сильно размыта

особенно съ лѣвой стороны, гдѣ она имѣетъ крутой уклонъ, и часть ея послужила матеріаломъ для образованія покрывающихъ ее наносовъ. Что касается до наносовъ, составляющихъ наружный покрывъ (мантію) оза, то они чрезвычайно разнообразны и описаны въ объясненіи къ рисунку 67-му; замѣчу только, что рисунокъ передаетъ лишь главные типы наноса: всего разнообразія слоевъ передать невозможно, да и безполезно. Водное происхожденіе всѣхъ этихъ наносовъ очевидно. Слегка промытый, рыхлый ледниковый щебень *g*, есть, судя по всему, осыпь изъ верхнихъ частей оза; желтый ледниковый щебень прежде покрывалъ мѣстами сѣрый, не покрываясь самъ наносами, какъ мы это видимъ въ бугоркѣ *b*, рис. 66.—Вообще, способъ происхожденія этого оза такъ очевиденъ, что, давши читателю рисунки, мнѣ нечего пускаться въ дальнѣйшія объясненія; рисунки сами говорятъ за себя.

Отъ Рюттиля до Рихимяки дорога идетъ по ровному дну прежнято озера, о которомъ мы уже говорили. Осмотрѣвъ дорогу версты на двѣ за Рюттиля (до 27-й вер.), я пропустилъ затѣмъ, для выигрыша времени, 5 верстъ этой неинтересной мѣстности и проѣхалъ въ Рихимяки, откуда вернулся уже на другой день, до 31-й версты, чтобы осмотрѣть обнаженія въ гнейсѣ. На протяженіи этихъ пропущенныхъ пяти верстъ вовсе нѣтъ выемокъ.

До 30-й или 31-й версты дорога шла по озерной Финляндіи, преимущественно по долинѣ Тавастхусскихъ фьердовъ, составляющихъ продолженіе Пуйоки. Теперь дорога переходитъ черезъ южную окраинную гряду озерной Финляндіи. Станція Рихимяки лежитъ уже на южномъ ея склонѣ: рѣки, берущія здѣсь начало, текутъ уже въ Финскій заливъ. Правда, что въ нашемъ разрѣзѣ желѣзной дороги мы не видимъ никакой гряды между Рюттиля и Рихимяки: дорога прорѣзаетъ только маленькій гнейсовый бугоръ (на 33-й верстѣ), но и тотъ всего на 10—15 м. (35—50 ф.) возвышается надъ окрестною

равниною, и достигаетъ всего 103 м. (348 ф.) абс. высоты. Но дѣло въ томъ, что дорога, проведенная, — какъ и бо́льшая часть дорогъ въ Финляндіи,—съ большимъ знаніемъ мѣстности, пользуется здѣсь широкою естественною сѣдловиною въ грядѣ. Эту сѣдловину можно видѣть и на картѣ г. Гюльдэна, между 42^0 и $42^1/_3{}^0$ в. д. [10]). Но и въ этой сѣдловинѣ дорога избрала еще низшую точку, т.-е. меленькое ущельице,—вѣроятно русло прежняго потока.

Впрочемъ, хотя за Рихимяки начинается уже бассейнъ Финскаго залива, но мѣстность еще не сейчасъ начинаетъ спускаться къ югу. До 43-й версты она остается совершенно горизонтальною, а потомъ еще поднимается, чтобы пересѣчь другую гряду, проходящую у Хю́винге (Hyvinge, Hyvinkä) и достигающую здѣсь 126 м. (423 ф.) абс. высоты; только послѣ этой гряды начинается склонъ къ Финскому заливу. Объясняется это тѣмъ, что окраинная гряда раздвояется въ этихъ мѣстахъ и даетъ отъ себя длинную вѣтвь, почти равной ей высоты, идущую на Ю.-З., къ Экнэсу (Eknäs) [11]). Вмѣстѣ съ тѣмъ, окраинная гряда, идущая на нѣкоторое разстояніе параллельно своему отрогу, соединяется съ нимъ около Вихръерви поперечною грядою, вслѣдствіе чего получается четыреугольная впадина, вытянутая съ С.-В. на Ю.-З., лежащая почти вся на высотѣ около 100 м. (330 ф.) и окруженная грядами, достигающими отъ 110 до 135 м. (370—450 ф.). Мы будемъ называть ее Рихимякскою впадиною [12]). Во́ды въ этой впадинѣ собираются

---

[10]) Она должна находиться въ связи съ одной изъ тѣхъ крупныхъ, плохо еще изслѣдованныхъ причинъ, которыми обусловливается рельефъ поверхности страны, такъ какъ приходится на продолженіи длиннаго пониженія, которое теперь занято рѣкою Лоимъ (см. VI главу) и Тавастхусскою протокою, причемъ это пониженіе видно и къ Югу отъ окраинной гряды,—во впадинѣ вдавшейся въ видѣ залива, по которому течетъ теперь р. Ванда.

[11]) См. карту Межеваго Управленія. На картѣ Н. Норденшильда, въ его Beitr. Zur Kenntn. d. Schrammen in Finland, показана только боковая вѣтвь, причемъ около с. Лоппис̀ъ она смѣшана съ главною.

[12]) Гипсометрическая карта г. Гюльдэна, гдѣ возвышенности, окружающія Рихимякскую впадину, показаны менѣе 400 ф., для этихъ мѣстъ должна быть не

въ нѣсколько маленькихъ озерковъ (Hirvij., Kytäj. Paalijarvi), главнымъ же образомъ по нѣсколькимъ рѣчкамъ сливаются въ одну рѣку, Ванда (Wandasjoki, ниже, среди шведскаго населенія — Wandaå), которая, начинаясь недалеко отъ Рихимяки, выходитъ затѣмъ узкою долиною, прорѣзанною въ отрогѣ окраинной гряды близъ Хювинге, и несется въ Финскій заливъ.

Послѣ этихъ замѣчаній, намъ станетъ понятно геологическое строеніе мѣстности между Рихимяки и Хювинге. Мы находимъ здѣсь почти неразрывный покровъ глинистаго наноса вообще не поднимающагося выше 99 м. (334 ф.), изъ подъ котораго выступаетъ нѣсколько типичныхъ моренъ. Мы имѣемъ здѣсь, слѣдовательно, опять дно озера, которое должно было заполнять Рихимякскую впадину. Стекать оно могло, или къ С.-З, черезъ вышеупомянутую сѣдловину у Рихимяки (103 м. 348 ф.), или къ югу, по теперешней долинѣ р. Ванда, гдѣ высота порога въ самомъ руслѣ рѣки остается намъ неизвѣстною, но по всей вѣроятности — не менѣе 83—86 м. (280—290 ф.) [13]), Постараемся же опредѣлить высоту, которой могло достигать это озеро.

Глинистый наносъ въ Рихимякской впадинѣ я не находилъ выше 99 м. (334 ф.), но передъ Хювинге, у 43-й версты. встрѣчаются слоистые пески съ иломъ на высотѣ 108 м. (364 ф.): мало того, мы здѣсь встрѣчаемъ несомнѣнно береговую линію, т.-е. обрывъ въ 12 м. (40 ф.), которымъ ограничивается глинистая равнина и послѣ котораго тянется на версту горизон-

---

вѣрна: высоты показаны на нѣсколько десятковъ футъ менѣе дѣйствительныхъ. Это видно уже изъ того, что близъ Хювинге (очевидно — не высшая точка въ грядѣ, такъ какъ дорога и безъ того должна была подниматься по громадной насыпи) мы имѣемъ высоту, болѣе 420 ф. (у г. Гюльдэна—менѣе 400 ф.). Да и вообще вся высота Экнэсскаго отрога показана, если не ошибаюсь, менѣе дѣйствительной, какъ это видно уже изъ сравненія карты г. Гюльдэна съ военно-топографическими съемками береговой полосы.

[13]) Она должна быть ниже 307 ф. (высота верховьевъ р. Ванда у Рихимяки), но едва ли ниже 280 ф. (высота рѣчекъ въ верховьяхъ Палойоки, въ одной верстѣ отъ параллельной имъ Ванда). Ванда течетъ по ровной падающей долинѣ вплоть до Нукари, и только тутъ переливается черезъ пороги.

тальная терраса, доходящая до подошвы гнейсовыхъ бугровъ Хювингской гряды. Такимъ образомъ, озеро Рихимякской впадины должно было достигать 108 м. (364 ф.) абсолютной высоты. — Но далѣе, на самой Хювингской грядѣ, мы находимъ пески достигающіе уже 126 м. (423 ф.), и такъ какъ, не смотря на нѣкоторыя сомнѣнія, мы не можемъ сказать положительно, чтобы эти пески не были воднымъ отложеніемъ, то мы должны разсмотрѣть вопросъ, могъ-ли доходить до этой высоты какой-нибудь водоемъ?

Рѣчнымъ наносомъ эти пески быть не могутъ; это очевидно. Но могутъ ли они быть озерными? Вотъ тутъ единственный разъ, во время всѣхъ изслѣдованій въ Финляндіи, я долженъ былъ задуматься, — не слѣдуетъ ли допустить покрытіе страны моремъ до высоты свыше 120 метровъ? Если смотрѣть только на разрѣзъ желѣзной дороги и не анализировать его въ частностяхъ, въ связи съ мелкими топографическими чертами окрестной страны, то видишь одно: страна повышается до Хювинге, достигаетъ здѣсь высшей точки и затѣмъ спускается къ Финскому заливу; и на высшей точкѣ лежитъ морской или озерный наносъ. Такъ какъ никакое озеро не могло доходить до этой высоты, ибо ни къ С.-З., вплоть до Ботническаго залива, ни къ Ю.-В., вплоть до Финскаго залива, мы не видимъ ни одной преграды, достигающей одной высоты съ наносомъ, то водоемъ, отложившій эти пески не могъ быть озеромъ, — онъ долженъ былъ быть моремъ; слѣдовательно, море покрывало страну вплоть до высоты 126 м. (423 ф.),—не менѣе. Таково было разсужденіе, которое необходимо приходилось сдѣлать, основываясь только на разрѣзѣ желѣзной дороги. Но изъ предыдущаго читатель вѣроятно уже убѣдился, что такое разсужденіе было бы крайне поверхностно. Разрѣзъ желѣзной дороги, выбирающей низшія точки переваловъ, даетъ далеко не полное понятіе объ окрестной странѣ. Мы должны, слѣдовательно, руководствоваться общимъ рельефомъ страны, а не однимъ разрѣзомъ. Всматриваясь же въ рельефъ окрестностей дороги, мы видимъ, что Ри-

химякская впадина окружена грядами, которыя не только не ниже 126 м., но еще нѣсколько выше. Слѣдовательно, если бы не было прорывъ или сѣдловинъ въ этихъ грядахъ, то онѣ навѣрно могли бы замыкать озеро въ 126 м. абс. высоты. Но могутъ ли помѣшать этому сѣдловины, когда ихъ замѣчается всего двѣ такихъ которыя лежатъ ниже предполагаемаго уровня? Очевидно, что—нѣтъ. Ибо если бы мы стали, по высотѣ сѣдловинъ, судить о возможной высотѣ уровня озера, задерживавшагося грядами, то такое разсужденіе было бы крайне ошибочно; намъ пришлось бы отрицать очевидные факты. Такъ, напримѣръ, мы знаемъ, что озеро Саймы, непосредственно подступающее къ окраинной грядѣ и имѣющее теперь 76 м. (256—257 ф.) высоты, прежде несомнѣнно стояло на 27—28 м. выше, т.-е. доходило до 104 м. (350 ф.), такъ какъ на этой высотѣ мы находимъ на Пунгахарью и близъ Хэйтіэйна наносъ, несомнѣнно озерный, а отнюдь не морской (т.-е. тождественный съ нынѣ отлагаемымъ въ уровнѣ озера, покрывающій послѣ ледниковый лѣсъ и т. д.). И тѣмъ не менѣе, въ окраинной грядѣ, удерживавшей Саймы отъ стока въ Финской заливъ, мы находимъ прорывы, которые теперь значительно ниже 104 м. (350 ф.): Порогъ въ руслѣ Вуоксена лежитъ очевидно ниже 76 м. (уровня Саймы) не менѣе, какъ метровъ на пять (17 ф.), а порогъ въ руслѣ Кюмменэ (проложившей путь къ морю для такой же системы Вуориерви) лежитъ очевидно ниже 66 м. (225 ф.), т.-е. уровня Пюхэ- и Ляппаля-ерви. Стало быть, окраинная гряда размыта здѣсь въ сѣдловинахъ болѣе чѣмъ на 33—43 м. (110—145 ф.). Точно также и въ Рихимякской впадинѣ. Хотя порогъ въ сѣдловинѣ у Рихимяки достигаетъ всего до 103 м. (348 ф.), а въ сѣдловинѣ близъ Хювинге, въ руслѣ р. Ванда, имѣетъ можетъ быть всего 83—86 м. (280—290 ф.) высоты, но мы не должны, на основаніи однихъ этихъ высотъ, считать невозможнымъ стояніе озера въ Рихимякской впадинѣ на высотѣ 126 м. (423 ф.); опредѣляя возможныя прежнія стоянія уровня озера, мы должны руководствоваться не высотою

пороговъ въ сѣдловинахъ, а высотою грядъ, которыми ограниченъ данный бассейнъ, и высотою встрѣчаемыхъ въ немъ наносовъ. Пороги же подлежатъ сильному размыванію. Мы видѣли на нашихъ глазахъ, какъ большое озеро Хэйтіэйнъ въ нѣсколько лѣтъ, — почти даже дней,—размыло задерживавшую его преграду, разрушивъ толщу наноса болѣе 22 м. (75 ф.). Правда что размываніе Хэйтіэйна шло все въ наносѣ; но ничто же и не обязываетъ насъ думать, чтобы размываніе порога р. Ванда совершилось такъ же быстро какъ въ Хэйтіэйнѣ; напротивъ, имѣя въ ней вполнѣ установившуюся *рѣку*, а не цѣпь озеръ и протокъ, мы должны помнить, что на образованіе рѣки требовался *громадный* періодъ времени (существованіе *рѣки* указываетъ и на бо́льшую силу размыванія); точно также ничто не заставляетъ насъ думать, чтобы размываніе р. Ванда совершилось исключительно въ твердой породѣ, т.-е. чтобы высота первоначальной преграды не обусловливалась въ значительной мѣрѣ высотою покрывавшаго ее наноса; мы имѣемъ даже полное основаніе предполагать противное, — хотя, судя по примѣру Вуоксена (водопадъ Иматра), мы не нашли бы ничего невозможнаго и въ томъ, чтобы весь порогъ былъ размытъ въ твердой горной породѣ. Полная величина размыванія порога рѣки Ванда, потребная для объясненія разности прежняго уровня озера (126 м.) и теперешняго уровня р. Ванда въ ея прорывѣ (83 м.), т.-е. 43 м. (143 ф.), не представляла бы ничего невѣроятнаго, если бы даже разрушеніе порога должно было все совершиться въ твердой горной породѣ; настолько же размыли свои пороги рр. Кюмменэ и Вуоксенъ. Но относительно окраинной и Хювингской гряды мы можемъ сказать навѣрно, что часть размыванія ихъ шла въ наносѣ: эти гряды повсемѣстно покрыты наносомъ, и ледниковый щебень донынѣ еще сохранился въ ямахъ среди гнейсовыхъ бугровъ [14]).

---

[14]) Для Рихимякской гряды толщина этихъ наносовъ въ прилагаемомъ разрѣзѣ сильно преувеличена чтобы имѣть возможность показать ихъ несмотря на малой масштабъ чертежа.

Въ силу всего сказаннаго, я не нахожу въ высокомъ положеніи песковъ у Хювинге ничего, что́ обязывало бы насъ допустить покрытіе страны моремъ до этой высоты. Ихъ высокое положеніе вполнѣ объясняется, если допустить, что въ Рихимякской впадинѣ существовало озеро, доходившее до высоты 126 м. (423 ф.). При этомъ, мы имѣемъ уже несомнѣнныя указанія на то, что такое озеро, съ опредѣленными береговыми линіями, дѣйствительно существовало и достигало 108 м. (364 ф.) абс. высоты.

Но тѣ же пески видны и на южномъ склонѣ Хювингской гряды. И здѣсь они достигаютъ почти той же высоты, т.-е. 122 м. (410 ф.). Какъ они отложились здѣсь?—Нечего и говорить, что они могли отложиться на южной сторонѣ бугра, простымъ сдуваніемъ песковъ, подъ вліяніемъ сѣверо-западнаго вѣтра; такіе случаи весьма обыкновенны, ихъ можно наблюдать на любомъ песчаномъ берегу [15]). Но возможно также и то, что они отложились на берегу небольшаго озера, которое достигало почти той же высоты, что и предыдущее. По крайней мѣрѣ, гидрографическая сѣть (см. карту Межев. Упр.) указываетъ на существованіе вдоль южнаго склона Хювингской гряды отдѣльнаго замкнутаго озера, лежавшаго на большой высотѣ; его слѣды видны и теперь въ Ридасъерви и Ляйтилянъерви, въ самыхъ верховьяхъ р. Кервэ, (желѣзная дорога захватываетъ только самый уголъ этого озера, между 45-ю и началомъ 47-й версты). Весьма вѣроятно однако, что этотъ бассейнъ не достигалъ высоты 122 м. (410 ф.), на которой лежатъ пески на южномъ склонѣ, а доходилъ только до 110—113 м. (370—380 ф.); и что пески лежатъ на 9—12 м. (30—40 ф.) выше этого уровня потому, что занесены вѣтромъ на склоны гнейсовыхъ бутровъ. Высоты-же 110 м. (369 ф.) достигаетъ на линіи желѣзной дороги гнейсовая грядка, покрытая наносомъ, со-

[15]) Даже узкая береговая полоса въ Ю.-В. углу Хэйтіэйна даетъ, какъ мы видѣли, достаточно песка, чтобы заносить въ лѣсу пни и мелкіе кусты.

ставляющая часть того водораздѣла, который могъ замыкать это озеро съ Востока.

До сихъ поръ мы разсуждали въ томъ предположеніи, какъ будто пески, достигающіе 126 м. (423 ф.) у Хювинге, были непремѣнно воднымъ отложеніемъ. Я дѣлалъ это потому, что не могу доказать навѣрно ихъ не-водное отложеніе, хотя и сомнѣваюсь въ немъ. Дѣло въ томъ, что вообще нельзя строго держаться правила, будто озеро непремѣнно доходило до той высоты, гдѣ мы находимъ *пески*. Не всѣ пески отложены водою на томъ мѣстѣ, гдѣ мы ихъ находимъ. Пески же у Хювинге чрезвычайно подвижны; и весь этотъ наносъ скорѣе походитъ на дюнное образованіе, чѣмъ на водное отложеніе; въ немъ вовсе не замѣтно прослойковъ ила или глины, которые были бы однако неизбѣжны въ береговомъ отложеніи, достигающемъ мѣстами до 6 м. (20 ф.) толщины. И если на основаніи этого я еще не отрицаю вполнѣ воднаго происхожденія Хювингскихъ песковъ, то только потому, что въ несвѣжемъ песчаномъ обнаженіи рѣдко можно ручаться, чтобы нижнія части не были засыпаны осыпью сверху. Ихъ дюнное происхожденіе еще тѣмъ болѣе вѣроятно, что они покрываютъ гнейсовые бугры очень неправильнымъ, но, вообще говоря, не толстымъ слоемъ; вышеупомянутой толщины въ 6 м. они достигаютъ только въ ямахъ. Такъ напр. въ выемкѣ дороги гнейсъ доходитъ до 124,4 м. (419 ф.) высоты, а на южномъ склонѣ гряды гнейсовый холмъ у станціи доходитъ до 122,3 м. (412 ф.). Но если бы дюнное происхожденіе этихъ песковъ подтвердилось, то предполагаемый уровень нашего озера въ Рихимякской впадинѣ понизился бы на цѣлыхъ 18 м. (60 ф.), такъ какъ несомнѣнноводный наносъ, т.-е. *слоистые* пески съ прослойками ила, я нашелъ только на высотѣ 108 м. (364 ф.), у 43-й версты,— тамъ, гдѣ горизонтальная равнина, покрытая глиною, ограничена крутымъ уступомъ въ 12 м. (40 ф.) высоты, послѣ чего идетъ уже горизонтальная площадка до подножія гнейсовыхъ бугровъ. Такое строеніе весьма напоминаетъ береговую линію.

Близкое совпаденіе высоты этой террасы,—которой во всякомъ случаѣ соотвѣтствуетъ продолжительное стояніе уровня озера на высотѣ въ 365 ф.—съ высотою порога близъ Рихимяки, о которомъ мы говорили выше, заставляетъ меня думать, что было время, когда озеро, стоявшее на высотѣ около 108 м. (365 ф.), стекало къ С.-З., черезъ окраинную гряду, и что оно только впослѣдствіи проложило себѣ путь черезъ Хювингскую гряду, по теперешней долинѣ р. Ванда.

Пески у Хювинге не всѣ также принадлежатъ къ обыкновеннымъ береговымъ образованіемъ. Несомнѣнно, что по крайней мѣрѣ часть ихъ относится къ ледниковымъ пескамъ. Такъ напр. образецъ свѣтло-сѣраго песка, который я имѣю передъ глазами, очевидно подвергался дѣйствію воды лишь самое непродолжительное время, и потому навѣрно не можетъ быть озёрнымъ пескомъ. Онъ весь состоитъ изъ угловатыхъ камешковъ, сохранившихъ всевозможныя острыя шероховатости; въ нѣкоторыхъ камешкахъ видны выдающіеся кристаллы полеваго шпата съ острыми углами; въ другихъ — торчатъ цѣлыя пачки слюды, оставшіяся нетронутыми; отчасти сохранилась и ледниковая пыль, которая даже облегаетъ еще нѣкоторые камешки, но часть ея унесена водою.

Отношенія этого песка къ другимъ залегающимъ тутъ-же разновидностямъ невозможно выяснить, такъ какъ выемка отчасти уже заросла травою, или же осыпается. Кромѣ ледниковаго песка, здѣсь встрѣчается также и ледниковый щебень, который покрываетъ гнейсъ довольно толстымъ слоемъ. Щебень содержитъ много большихъ валуновъ, такъ что у станціи ихъ приходилось рвать порохомъ, чтобы очистить отъ нихъ выемку. Положеніе этого ледниковаго щебня показано въ маленькихъ діаграммахъ въ самомъ разрѣзѣ желѣзной дороги. Кромѣ того, онъ собирается и въ грядѣ: такъ у самой станціи проходитъ небольшая морена, не болѣе 6 м. (20 ф.) высоты, имѣющая направленіе N 20^0 O.

Забѣжавши такимъ образомъ впередъ, чтобы объяснить общій характеръ здѣшнаго наноса и его смыслъ, мы вернемся назадъ, къ нашему частному описанію, которое оставили у Рихимяки.

Въ прорывѣ передъ Рихимяки, на 33-й верстѣ, прорѣзывается сѣрый волнистый гнейсъ, съ жилами средне-зернистаго розоваго гранита, свѣтло-сѣраго гранито-гнейса, розоваго, весьма крупно-зернистаго гранита и темно-сѣраго, весьма мелко-зернистаго, почти слитно-кристаллическаго гнейса.

У самой станціи, къ З. отъ дороги, тамъ гдѣ поставлены дома, есть бугоръ, вытянутый съ З.-Ю.-З. на В.-С.-В., параллельно теченію рѣки. На поверхности его виденъ галечникъ, а въ осыпи—признаки ледниковаго щебня. Затѣмъ, по обыкновенію, равнина покрыта сѣрою глиною.

Пересѣкши рѣку, дорога прорѣзаетъ самый конецъ одной морены, характеръ которой всего лучше виденъ изъ рисунка 68-го. Направленіе ея Ю.-З.—С.-В.

Между 35-й и 36-й вер. дорога прорѣзаетъ нѣсколько бугровъ твердой горной породы, покрытыхъ ледниковымъ щебнемъ съ большими валунами, причемъ наибольшіе валуны состоятъ изъ мѣстнаго сѣраго гнейса. Въ выходахъ горной породы мы видимъ три рода гранита, соприкасающихся между собою и проходящихъ жилами въ сѣромъ гнейсѣ. Это—сѣрый, слегка розоватый, среднезернистый гранитъ, состоящій изъ бѣлаго розоватаго полеваго шпата, свѣтло-и тёмно-сѣраго кварца, черной слюды въ очень небольшомъ количествѣ и гранатъ, до 5 мм. въ діаметрѣ; затѣмъ—красный средне-зернистый гранитъ съ черною слюдою и сѣрый гнейсо-гранитъ, подобные тѣмъ, которые видны у Рихимяки. Направленіе этихъ бугровъ около N 20° О, т.-е. параллельно направленію моренъ, но не простиранію.

Близко отъ этихъ бугровъ, съ С.-В., подступаетъ къ дорогѣ небольшая морена, рѣзко поднимающаяся среди равнины и имѣющая направленіе N 17° О. Она вся состоитъ изъ ледниковаго щебня съ очень большими валунами.—Вообще мѣстность здѣсь

пересѣчена такими грядами и болотистыми долинами, заполненными иловатою глиною.

Тотчасъ вслѣдъ за упомянутою мореною, на 38-й верстѣ дорога прорѣзаетъ оконечность другой большой морены, имѣющей около 100 м. (50 саж.) ширины и около 10 м. (35 ф.) высоты. Направленіе ея N 18° O. Это лучшій разрѣзъ морены, который гдѣ-либо попадался мнѣ въ Финляндіи, рис. 69. Сѣрый ледниковый щебень, изъ котораго она состоитъ, весь переполненъ большими валунами, среди которыхъ замѣтнѣе прочихъ валуны краснаго, бѣлаго и сѣраго гранита, слитно-кристаллическаго темно-сѣраго гнейса и волнистаго сѣраго гнейса, о которыхъ упоминалось выше. Всѣ эти породы, кромѣ бѣлаго гранита, встрѣчаются неподалеку отсюда въ коренныхъ залежахъ. Конечно, о какомъ бы то ни было подобіи слоистости въ этомъ наносѣ, нѣтъ и помина; это видно, впрочемъ, и изъ рисунковъ, которые передаютъ характеръ наноса съ возможною точностью.

Моренное происхожденіе щебня въ этой грядѣ и въ двухъ предыдущихъ такъ очевидно, что объ этомъ нечего распространяться. Но я обращу вниманіе читателя на слѣдующее обстоятельство. Мы имѣемъ здѣсь *морены на равнинѣ*,—фактъ, который неоднократно оспаривался геологами, въ спорахъ о произхожденіи озовъ, причемъ спорившіе всегда утверждали, что продольныя морены возможны только въ опредѣленныхъ, ясно выраженныхъ долинахъ. Здѣсь мы находимъ ихъ на равнинѣ, ибо если я и говорю иногда о долинахъ, или впадинахъ, то только потому, что нужно же какъ-нибудь выразить продолговатыя пониженія, какъ бы малы они ни были. Между тѣмъ, въ общепринятомъ смыслѣ слова мы не имѣемъ здѣсь никакихъ долинъ. Въ томъ мѣстѣ, гдѣ желѣзная дорога встрѣчаетъ упомянутыя морены, разстилается чистая равнина, покрытая ровнымъ, глинистымъ озернымъ наносомъ. Да если идти и выше, по „долинѣ Рихимякской впадины“, мы, для глаза, встрѣтимъ ту же равнину. Въ самомъ дѣлѣ, высшія точки „окраинной гряды“, на цѣлыя 40—50 верстъ кругомъ нигдѣ не доходятъ даже до 150 м.

(500 ф.), а въ „Хювингской грядѣ“—до 140 м. (470 ф.), а между тѣмъ дно „Рихимякской впадины“ нигдѣ не лежитъ ниже 75—80 м. (250—270 ф.). Все пониженіе оказывается слѣдовательно въ 45—65 м. (150—220 ф.) на 15 верстъ горизонтальнаго разстоянія, а по линіи желѣзной дороги оно даже менѣе 40 м. (135 ф.) на 13 верстъ, тогда какъ въ любой горной долинѣ, при ширинѣ хотя въ 2 версты, высота ея стѣнъ будетъ не менѣе 200—300 м. Словомъ, принявъ нашу строку за ширину „Рихимякской впадины“, мы замѣтно преувеличили бы высоту „стѣнъ“ этой впадины, изобразивъ ее высотою прописной буквы. Ясно что мы имѣемъ здѣсь почти равнину, и если мы говоримъ объ этихъ пониженіяхъ, то потому, что для относительныхъ,—такъ сказать частичныхъ — движеній въ ледникѣ, и они имѣли значеніе. И такъ, морены встрѣчаются на равнинахъ. Далѣе спрашивается, чѣмъ эти морены, идущія опрѣдѣленною грядою по равнинѣ, отличаются въ формѣ отъ озовъ? Ровно ничѣмъ. Онѣ имѣютъ высоту: одна въ 6—8 м. (20—25 ф.), другая—около 10 м. (35 ф.); ихъ склоны также круты, какъ и въ большинствѣ озовъ. Мало того, онѣ потому только не озы, что случилось имъ быть на днѣ такого озера, которое имѣло незначительные размѣры и отлагало мало наноса; оттого онѣ и не покрылись наносами и не стали озами.

Другое дѣло,—какъ объяснить себѣ происхожденіе этихъ моренъ. Онѣ не суть боковыя морены въ альпійскомъ смыслѣ слова, т.-е. не составляютъ собранія обломковъ, свалившихся со скалъ, ограничивающихъ ледникъ. Онѣ не суть также конечныя морены, ибо составляютъ уголъ только въ 36^0—38^0 съ направленіемъ замѣченнаго здѣсь изборожденія [16]); уже по одному этому ихъ слѣдуетъ считать скорѣе продольными моренами, да, кромѣ того, онѣ параллельны съ направленіемъ телескопическаго изборожденія въ этихъ мѣстахъ, а это послѣднее всегда бываетъ параллельно со шрамами [17]). Но и какъ продольныя морены,

[16]). Н. Норденшильдъ наблюдалъ не далеко отсюда N 18°W.

[17]) Къ сожалѣнію, у меня не записано, отъ Тавастхуса вплоть до 60-й версты

онѣ уже не подойдутъ подъ извѣстные до сихъ поръ Альпійскіе типы; онѣ скорѣе всего могутъ быть объяснены, какъ грядовидныя складчатости поддонной морены, обусловленныя процессами, неизвѣстными намъ, но тѣмъ не менѣе существующими несомнѣнно (см. ниже: Озы и Морены). Конечно, при этомъ нельзя утверждать чтобы онѣ не могли образоваться какъ боковыя морены, такъ какъ для этого нужно было бы прослѣдить ихъ къ С. до окраинной гряды и убѣдиться, что онѣ не могли возникнуть при прохожденіи ледника черезъ какое-нибудь пониженіе въ этой грядѣ; — я высказываю только болѣе вѣроятное предположеніе.—Но, какъ бы ни возникли эти гряды, онѣ суть морены, и морены лежащія среди равнины и по формѣ тождественныя съ озами. Чтобы стать вполнѣ озами (третьяго типа, см. ниже), имъ недостаетъ только наружнаго слоистаго покрова.

Возлѣ послѣдней морены дорога захватываетъ вершины

жел. дор., ни одного наблюденія шрамовъ, и мы слѣдовательно должны довольствоваться данными Норденшильда. Но, судя по всему, направленіе шрамовъ вѣроятно окажется весьма близкимъ къ направленію моренъ и телескопическаго изборожденія, т.-е, N—S или около N 10° O—S 10° W астр., такъ какъ весьма вѣроятно, судя по рельефу страны, что ледникъ, шедшій вверхъ по долинѣ Пуйоки, по направленію N 32°—38° W астр., перейдя черезъ окраинную гряду и встрѣчая здѣсь склонъ поверхности къ Ю.-З., уклонялся вправо, т.-е. принималъ почти меридіональное направленіе, съ легкимъ уклоненіемъ къ Ю.-З, когда встрѣчалъ преграду въ Хювингской грядѣ. Онъ такимъ образомъ нажималъ на нее, при своемъ косвенномъ къ ней движеніи, пока не находилъ исхода выгруженію къ Югу, въ прорывѣ Хювингской гряды (теперешняя долина р. Ванда). Послѣ этого онъ снова принималъ прежнее направленіе S 32°—38° O астр. На такое измѣненіе направленія указываетъ, помимо дедуктивныхъ соображеній, и наблюденія Норденшильда. Изъ нихъ видно, что тотчасъ послѣ перехода на южный склонъ окраинной гряды, т.-е. при вступленіи въ Рихимякскую впадину, ледникъ измѣнялъ свое первоначальное направленіе, S 38° астр. (28° магн.), — направленіе, которое встрѣчается и южнѣе, послѣ перехода черезъ Хювингскую гряду—на S 28° O астр., слѣд. уже успѣлъ уклониться къ З. на 10°. Весьма вѣроятно, что въ этомъ уклоненіи принималъ участіе не весь ледникъ, во всю свою толщину, а однѣ нижнія его части,—подобно тому, какъ это долженъ былъ неоднократно принимать Дана, изслѣдуя окрестности Нью-Хэвена. Ср. J. Dana. Topogr. Features. of the New Haven Region, въ Trans. Connecticut Ac., vol. II, 1870.

двухъ бугровъ, гдѣ выступаетъ темно-сѣрый плотный гнейсъ, переслоенный съ сѣрымъ, волнистымъ гнейсомъ. Простираніе здѣсь N 67°O, паденіе—на SSO, 80°. Бугры гнейса выглажены на поверхности и покрыты на склонахъ ледниковымъ щебнемъ.

У 39-й версты, возлѣ дороги, есть выемка, гдѣ начали добывать матеріалъ для балласта, но бросили вѣроятно по негодности главнаго, встрѣчающагося здѣсь наноса. Это - свѣтло-сѣрый ледниковый щебень, весьма типичный, съ очень большими валунами. Мелкіе камешки въ немъ угловаты, но болѣе крупные (около 50 мм.) округлы; они обложены бѣлою пылью, которая очень обильна, и въ пыли много кварцевыхъ зернышекъ, и попадается немного черной слюды. Щебень покрывается желтымъ, угловатымъ, довольно крупнымъ (3 до 5—6 мм.) ледниковымъ пескомъ, который слежался, или сцементованъ такъ плотно, что едва работается молоткомъ; пыль изъ него вымыта. Наконецъ этотъ песокъ покрывается сѣрымъ, чуть-чуть желтоватымъ ледниковымъ щебнемъ, довольно рыхлымъ, съ валунами до 1 метра; они вѣроятно скатывались сверху, вмѣстѣ со щебнемъ.

Близъ 40-й версты, въ сторонѣ отъ дороги, также видны бугры, состоящіе вѣроятно,—также какъ и бугры, обнажающіеся возлѣ дороги,—изъ сѣраго ледниковаго щебня, покрытаго желтымъ. Они образуютъ моренку, до 9 м. (30 ф.) высоты, имѣющую направленіе на N 40°—50° W (NO?).

Наконецъ, у Хювинге также идетъ морена въ направленіи N 20° O.

Мы видимъ, слѣдовательно, что въ Рихимякской впадинѣ есть цѣлый рядъ моренъ, большею частію имѣющихъ направленіе на N 17° — 20° O магн., или N 7° — 10° O астр. Всѣ эти морены подходятъ подъ тотъ типъ, о которомъ мы только-что говорили.

Отъ Хювинге дорога спускается къ Финскому заливу, держась возвышенностей между рр. Ва́нда и Ке́рвэ (Kärävä-

joki). Здѣсь мы опять можемъ прослѣдить нѣсколько расположенныхъ уступами озерныхъ бассейновъ.

О первомъ изъ нихъ мы уже говорили: дорога захватываетъ только юго-западный его уголъ. Слѣдующій озерный бассейнъ, въ вершинѣ Па́лойо́ки, притока Ва́ндайо́ки, простирается до 49-й версты желѣзной дороги. Высшая точка, достигаемая наносомъ въ этомъ бассейнѣ есть 100 м. (338 ф.), у самаго прежняго берега этого бассейна; затѣмъ глиняный наносъ лежитъ, почти на одной и той же высотѣ, отъ 97 до 95 м. (328—320 ф.). Порогъ, который могъ задерживать стокъ этого озера, мы находимъ у 49-й версты, въ гнейсовыхъ берегахъ, покрытыхъ ледниковымъ щебнемъ, достигающихъ высоты 97,6 м. (329 ф.). Маленькая разница почти въ 3 м. (9 ф.) легко объясняется размываніемъ порога, — тѣмъ болѣе, что этотъ порогъ лежитъ въ самой долинкѣ Палойоки, которая, очевидно, должна занимать низшія точки въ окрестности. Весьма возможно даже, что и въ прежнія времена существовавшее здѣсь озеро было узкимъ, вытянутымъ бассейномъ, съ замѣтнымъ паденіемъ къ Юго. Теперь отъ него вовсе не осталось слѣдовъ.

Затѣмъ, до 53 — 54-й версты, гдѣ дорога отходитъ отъ Палойоки, мы находимъ только два клочка озёрнаго наноса: одинъ—на 51-й верстѣ, другой—въ началѣ 53-й; большею же частію выступаетъ горная порода, покрытая ледниковымъ щебнемъ. Здѣсь не могло быть сплошнаго озера. Оба клочка, находимые нами на дорогѣ, и лежащіе на высотѣ до 84 м. (282 ф.), могли быть заливами длиннаго озерка, давшаго потомъ начало руслу Палойоки; первому изъ этихъ заливовъ соотвѣтствуетъ теперь ручеекъ, стекающій въ эту рѣку. Существованіе этой ступени озера, давшаго начало руслу Палойоки, весьма возможно, такъ какъ мы имѣемъ у 53-й версты гряду горной породы, въ 89 м. (299—301 ф.) и болѣе, т.-е. достаточной высоты для объясненія высоты наноса.

У 54-й версты дорога спускается въ долину Палойоки, гдѣ мы находимъ слѣдъ озера, верстъ въ пять шириною. Бе-

рега этой долины, на 54-й верстѣ и у 60-й, состоящіе изъ гнейсовъ, не покрыты никакими наносами. Озеро, существовавшее здѣсь, отложило свои наносы на высотахъ отъ 68 до 79 м. (230—265 ф.), и на этой послѣдней высотѣ оно, по всей вѣроятности, удерживалось возвышенностями, которыя на линіи желѣзной дороги мы видимъ у 60-й версты, гдѣ онѣ достигаютъ 79 м. (266 ф.); въ самой долинѣ Палойоки эти возвышенности очевидно размыты и на днѣ ея русла достигаютъ высоты всего въ 62,6 м. (211 ф.).

Затѣмъ, отъ 60-й до 64-й версты выступаетъ преимущественно гнейсъ, покрытый лишь ледниковымъ щебнемъ, и только на 63-й верстѣ попадается небольшой клочекъ озернаго наноса, въ верховьяхъ одной рѣчки, впадающей въ озеро Тӳсбю (Thusbyträsk).

Только послѣ 64-й версты находимъ мы снова, въ окрестностяхъ озера Тусбю, огибаемаго здѣсь дорогою, озерный наносъ, распространяющійся непрерывно до 72-й версты; послѣ чего снова выступаютъ на цѣлыя двѣ версты одни гнейсовые бугры, съ уцѣлѣвшими кое-гдѣ пятнами ледниковаго щебня. Этотъ наносъ, свидѣтельствующій о прежнемъ распространеніи Тӳсбю-трэска, въ наивысшей точкѣ достигаетъ 59,7 м. (201 ф.), большею же частію лежитъ довольно горизонтально, на высотахъ отъ 42 до 48 м. (140—162 ф.).

Хотя около ст. Трэскэнда (Träskända) выступаютъ гнейсовые бугры (въ 52 м.=175 ф.), не покрытые озернымъ наносомъ, и хотя озерный наносъ лежитъ здѣсь двумя уступами, на высотахъ въ 59,7 м. (201 ф.) и 42—48 м. (140—162 ф.), но, судя по конфигураціи мѣстности, весьма возможно, что нѣкогда сдѣсь существовало одно озеро, раздѣлившееся только впослѣдствіи на два водоема, которые и стекаютъ теперь по двумъ независимымъ русламъ,—по рѣкѣ, текущей изъ оз. Тӳсбю въ р. Ванда, и по совершенно независимой рѣкѣ Керво, на которой стоитъ станція Kärvo (финны произносятъ Керво, шведы—Черво). Удерживалось это озеро отъ стока гнейсовыми

возвышенностями, которыя занимаютъ цѣлыхъ двѣ версты, 72-ую и 73-ю, и достигаютъ въ низшихъ точкахъ, т.-е. близко р. Керво, до 50 м. (170 ф.). Такая высота была бы совершенно достаточна, чтобъ удерживать отъ стока озеро, простиравшееся отъ 67-й до 71-й версты; но такъ какъ эти возвышенности сверху размыты (наносъ совершенно смытъ съ гнейса), то онѣ молги удерживать и озеро достигавшее до 60 м. (201 ф.), котораго слѣды видны, какъ сказано выше, на 65-й верстѣ.

За станціею Керво, спустившись до высотъ менѣе 42 м. (140 ф.), мы уже находимъ мѣстность другого типа (сплошной покровъ слоистыхъ глинъ), о которой мы скажемъ ниже; а теперь вернемся къ Хювинге, чтобы упомянуть объ отдѣльныхъ, заслуживающихъ вниманія обнаженіяхъ встрѣчаемыхъ на разсмотренномъ протяженіи до Керво.

У Хювинге мы видѣли залежи ледниковаго песка и ледниковый щебень, въ видѣ морены у станціи. Тотъ же ледниковый песокъ находимъ мы въ маленькой выемкѣ у 48-й версты. Это—мелко-растертая пыль, съ небольшимъ количествомъ камешковъ разныхъ величинъ, большею частію остроугольныхъ. Она выходитъ на поверхность въ грядкѣ, идущей съ З. на В.

Въ буграхъ у 49-й версты выступаетъ сѣрый гнейсъ, гораздо менѣе волнистый чѣмъ прежде, залегающій вертикально поставленными слоями, съ простираніемъ N 80°—82° W. Его впадины заполнены ледниковымъ щебнемъ, лишь слегка видоизмѣненнымъ на поверхности.

На 52-й верстѣ выступаетъ довольно толстая залежь ледниковаго щебня. Сначала онъ является видоизмѣненнымъ, но потомъ — въ типичной формѣ. Такъ, у 51-го верстоваго столба залегаетъ сѣрый угловатый хрящъ, нѣсколько промытый въ верхнихъ частяхъ, съ большими валунами, отчасти окатанными; на немъ лежитъ тонкій слой желтаго, тоже слегка промытаго ледниковаго хрящa. Далѣе лежитъ нетронутый водою ледниковый

щебень, сѣрый и желтый. Очевидно, что часть этого щебня подвергалась промывкѣ водою, въ заливѣ, о которомъ мы упоминали выше (гдѣ теперь течетъ ручей, впадающій въ Палойоки).

Передъ 53-ю верстою дорога пересѣкаетъ холмистую гряду, имѣющую направленіе съ Ю.-З на С.-В Здѣсь залегаетъ *свѣтло*-сѣрый розоватый, средне-зернистый (2—5 мм.) гнейсъ (желтовато-розовой пол. шп., свѣтло сѣрый прозрачный кварцъ и очень мало черной слюды, которой таблички, въ полъ-миллиметра и менѣе, скучиваются въ породѣ съ нѣкоторою слоистостью, хотя сами не оріентируются параллельно плоскостямъ слоеватости). Этотъ гнейсъ переслоенъ съ крупно-зернистымъ, свѣтло-розоватымъ, отчасти пестрымъ гранитомъ (зеленоватыя и розовыя пятна). Полевой шпатъ въ гранитѣ,—бѣлый, слегка розоватый,—составляетъ почти сплошное тѣсто крупныхъ кристалловъ, среди которыхъ сидятъ зёрна, въ 2—5 мм., сѣроватаго кварца, съ малою примѣсью зеленовато-черной слюды. Тутъ же рядомъ, въ бугрѣ, прорѣзанномъ тотчасъ вслѣдъ за 53-ю верстою, выступаетъ ярко-темно-красный, средне-зернистый порфировидный гранитъ. Онъ состоитъ изъ ярко-краснаго полеваго шпата, представляющаго почти сплошную массу, въ которой сидятъ мелкіе (2—5 мм.) кристаллы сѣраго кварца, располагающіеся большею частію слоевато, по плоскостямъ спайности шпата. Кромѣ того, кварцъ, дымчатый или темно-сѣрый, выдѣляется большими группами кристалловъ, впрочемъ, плохо развитыхъ. Эти выдѣленія и придаютъ граниту порфировидность. Слюда—черная, въ очень маломъ количествѣ; кромѣ-того, есть гранаты, скопляющіяся преимущественно тамъ, гдѣ собирается гнѣздами темно-сѣрый кварцъ.

Затѣмъ, до 58-й версты видна только сѣрая глина, отложившаяся здѣсь, въ долинѣ Палойоки.

Такъ какъ въ этотъ день я успѣлъ дойти только до полустанціи Йокеля, гдѣ негдѣ было ночевать, то я отправился на почтовую станцію Нýкари, лежащую въ пяти верстахъ къ З. отъ желѣзной дороги, близъ берега р. Ванда. Здѣсь мнѣ приш-

лось пересѣчь лѣсистую возвышенность, покрытую ледниковымъ щебнемъ и валунами. Одинъ изъ валуновъ такъ великъ, что заслуживаетъ упоминанія (онъ изображенъ на рис. 70-мъ, прилагаемомъ особою таблицею). Большой камень видный на первомъ планѣ справа имѣетъ 11 м. (36 ф.) въ длину и $9^1/_2$ м. (31 ф.) въ ширину. Онъ очевидно откололся отъ главнаго овальнаго камня, отъ правой его стороны: плющадка, на которой теперь лежитъ передній камень, какъ разъ приходится къ вертикальной площадкѣ овальнаго валуна. Овальный валунъ имѣетъ въ окружности,—внизу, на высотѣ роста человѣка, 29 м. (95 ф.) и высоту въ 11,6 м. (38 ф.).

У 58-й версты дорога захватываетъ бугры сѣраго гнейса съ краснымъ гранитомъ. У 59-й версты — тоже гнейсъ, образующій небольшую гряду, на сѣверномъ склонѣ которой поднимаются бугры ледниковаго щебня. Щебень, сѣрый типичный, покрывается небольшимъ слоемъ слоистой глины, причемъ не только не смѣшивается съ нею, но еще отдѣленъ тонкимъ слоемъ песка. Гнейсъ, выступающій здѣсь,—темно-сѣрый, какъ и передъ Хювинге, съ жилами крупно-зернистаго, розоваго гранита (желто-розоватый полевой шпатъ, иногда окрашенный красными пятнами, свѣтло-сѣрый кварцъ, бѣлая слюда въ очень маломъ количествѣ и довольно много гранатъ). Простираніе этого гнейса N 75° W, паденіе на S 15° W, 10—15°.

У 60-й версты мы опять находимъ тотъ же красный гранитъ, съ темно-сѣрымъ гнейсомъ. У 61-й версты обнажается сѣрый волнистый гнейсъ, переслоенный съ только что описаннымъ розовымъ гранитомъ и съ чернымъ, мелко-кристаллическимъ гнейсомъ, переходящимъ въ слюдяный сланецъ; тутъ же обнажается небольшимъ прослойкомъ весьма желѣзистый и сильно вывѣтрѣлый кварцеватый слюдистый сланецъ (tullekivi), котораго слой падаетъ на S 80° O, и имѣетъ простираніе N 10° O. Наконецъ въ половинѣ 62-й версты обнажается весьма плотный свѣтло-сѣрый, мелко-кристаллическій гнейсъ (сѣроватый олигоклазъ, свѣтло-сѣрый кварцъ въ большомъ количествѣ и черная

слюда, распредѣленная очень равномѣрно мелкими табличками). Гнейсъ разсѣченъ жилами бѣлаго и краснаго гранита. Вообще, смѣняемость сѣраго волнистаго гнейса, чернаго весьма слюдистаго гнейса, темно-сѣраго мелко зернистаго гнейса и различныхъ гранитовъ: розоваго крупно-зернистаго, ярко-краснаго средне-зернистаго и бѣлаго, происходитъ здѣсь безпрестанно, такъ что весьма трудно провести какую-нибудь границу между этими различными породами. Онѣ переплетаются и перемѣшиваются по всѣмъ направленіямъ; даже самъ гранитъ принимаетъ мраморовидный характеръ отъ сѣрыхъ, прорѣзающихъ его слоевъ или пятенъ. Эти гнейсы и граниты можно прослѣдить вплоть до ст. Дикурсбю. Въ окрестностяхъ, между 59-ю и 64-ю верстою, они выступаютъ во многихъ мѣстахъ, въ видѣ бараньихъ лбовъ и бугровъ.

Вообще всѣ выступающіе здѣсь бугры сильно обмыты въ верхнихъ частяхъ, и ледниковый щебень встрѣчается только въ углубленіяхъ породы; только спустившись ниже,—у 63-й и 67-й версты—мы находимъ покровы ледниковаго щебня, неразрывные на нѣкоторомъ протяженіи. Направленіе шрамовъ на одномъ изъ бугровъ оказалось N $16^1/_2{}^0$ O магн.

Затѣмъ вплоть до 72-й версты тянется исключительно сѣрая глина, покрытая на поверхности довольно толстымъ слоемъ перегноя; кос-гдѣ выступаютъ изъ-подъ нея только бугры гнейса. Я говорилъ уже, что мы имѣемъ здѣсь дно прежняго озера Тусбю-трэска.

Между 72-ю и 74-ю верстою дорога пересѣкаетъ, на протяженіи болѣе двухъ верстъ, рядъ гнейсовыхъ бугровъ, достигающихъ отъ 42 до 50 м. (140—170 ф.) абс. высоты и совершенно непокрытыхъ никакимъ наносомъ. Только на бугрѣ у 71-го верстоваго столба попалась изжелта-сѣрая, весьма песчанистая глина—продуктъ размыванія ледниковаго щебня. Кругомъ разстилается волнистая мѣстность съ весьма отлогими скатами. Залегающіе здѣсь гнейсы принадлежатъ къ той же группѣ, что и вышеупомянутые, т.-е. мы находимъ все тотъ же свѣтло-сѣ-

рый гнейсъ, съ прослойками розоваго гранита и зеленовато-сѣраго слюдистаго сланца. Слои его имѣютъ очень слабое паденіе на N 40° W, 10—15°.

Начиная отъ этихъ послѣднихъ выходовъ гнейса, характеръ мѣстности рѣзко измѣняется. Отсюда, т.-е. отъ станціи Черво, и вплоть до уровня моря, мы уже видимъ сплошной, непрерывный покровъ глины. Только близъ Гельсингфорса, на размытыхъ холмахъ гнейса, попадается еще мѣстами ледниковый щебень, но и то — подъ слоемъ глины и только въ ямахъ. Въ другихъ мѣстахъ мы его не видимъ; если кое-гдѣ дорога и захватываетъ вершины бугровъ твердой горной породы, то на вершинахъ этихъ бугровъ уже не оказывается ледниковаго щебня,— онѣ покрыты непосредственно сѣрою глиною, или вовсе обнажены. Если ледниковый щебень и сохранился гдѣ-нибудь, то—въ углубленіяхъ среди горной породы и подъ глиною, гдѣ онъ уже недоступенъ нашему наблюденію. Весь этотъ глинистый наносъ лежитъ уже на высотахъ ниже 40 м. (140 ф.).

Является конечно вопросъ, въ какомъ водоемѣ отложился этотъ наносъ? Найдемъ ли мы здѣсь, также какъ находили прежде, слѣды отдѣльныхъ террасовидно-расположенныхъ озеръ, или же, начиная отсюда, мы встрѣтимъ слѣды моря? Разсматривая общій характеръ мѣстности, мы, начиная отсюда, уже не видимъ никакихъ несомнѣнныхъ указаній на существованіе отдѣльныхъ водоемовъ, не соединенныхъ съ моремъ. Единственное указаніе на существованіе порога, который могъ бы удерживать озеро, начинающееся отъ Черво, мы находимъ въ группѣ возвышенностей, составляющихъ водораздѣлъ между третьестепенными притоками р. Ванда. Эти возвышенности видны и на картѣ Межеваго Управленія. Ими обусловлены пороги на р. Черво у Ханабёле (Hanaböle), онѣ же вѣроятно обусловливаютъ пороги на Тӳсуляйоки (Tuusulajoki), гдѣ поставлена лѣсопилка Іоханнесбергъ; наконецъ эти же возвышенности видны и въ разрѣзѣ желѣзной дороги, въ гнейсовыхъ буграхъ у 79-й версты,

гдѣ онѣ достигаютъ высоты 38,6 м. (130 ф.),—т.-е. только на 3,6 м. (12 ф.) не доходятъ до высшаго уровня наносовъ у Черво; причемъ мы видимъ, что здѣсь сплошной глиняный покровъ прерывается на короткомъ промежуткѣ. Такимъ образомъ здѣсь *могъ* существовать порогъ, удерживавшій отъ стока вышележавшее озеро. Если гнейсовые бугры теперь почти на 4 м. (12 ф.) ниже, чѣмъ глина у Черво, то эта маленькая разность легко объяснилась бы размываніемъ порога, — тѣмъ болѣе, что у 79-й версты дорога проходитъ вплотную возлѣ самаго русла одного безымяннаго ручья, который тутъ же, сейчасъ послѣ этого порога, вливается въ р. Кервэ. Неразрывность-же глинянаго покрова отъ ст. Черво до этого мѣста объяснилась бы тѣмъ, что дорога идетъ здѣсь возлѣ самаго русла этого безымяннаго ручья, который она даже пересѣкаетъ нѣсколько разъ.—Но затѣмъ ниже этого порога, мы уже не находимъ никакихъ указаній на возможность существованія отдѣльныхъ водоёмовъ, не лежавшихъ въ одномъ уровнѣ съ моремъ, и должны признать, что, начиная отсюда, мы уже имѣемъ дѣло съ морскимъ наносомъ. Это подтверждается, какъ мы сейчасъ увидимъ, присутствіемъ на высотѣ 19,0 м. (64 ф.) балтійскихъ морскихъ раковинъ. И хотя раковины говорятъ о распространеніи уровня моря только до этой высоты, но мы должны признать что оно достигало и той высоты, гдѣ встрѣчается водный, не рѣчной наносъ, который не могъ отложиться въ отдѣльномъ озерѣ, т.-е. вплоть до упомянутаго порога у 79-й версты, или до высоты 35,0—36,8 м. (118—124 ф.). *Такова вѣроятная высота, которой никогда достигалъ Финскій заливъ у Гельсингфорса.*

Но она *могла* быть и немного болѣе, — т.-е. до 42 м. (142 ф.), отчасти потому, что мы не можемъ утверждать съ увѣренностью, что означенный порогъ у 79-й версты дѣйствительно существовалъ, отчасти же и по самому характеру наносовъ, встрѣчаемыхъ близъ Черво на высотѣ 42 м. (142 ф.). Правда, что эти наносы, обнаженные въ выемкѣ въ 2 м. глу-

биною, у фаянсовой фабрики, представляютъ, подъ болѣе новымъ образованіемъ, черною глиною, — обыкновенную свѣтло-сѣрую, мелко-слоистую глину; но общій ея *видъ* нѣсколько иной, чѣмъ прежде, по другую сторону гнейсовыхъ бугровъ, выступающихъ передъ Черво. Она гораздо нѣжнѣе послѣдней, тогда какъ прослойки песка въ ней грубѣе. То самое что именно здѣсь поставлена фаянсовая фабрика, уже указываетъ на литологическую особенность; мнѣ эта глина сейчасъ напомнила морскую, такую же нѣжную глину, которую я видѣлъ у Норрчёпинга въ Швеціи, хотя она и отличалась своимъ цвѣтомъ. Наконецъ, въ ней попалось множество кристалликовъ гипса, чего прежде въ глинѣ не попадалось [18]), а также известковистые желвачки. Конечно, такія мелкія, пожалуй субъективныя, отличія не могутъ служитъ основаніемъ ни для какихъ выводовъ; но такъ какъ другихъ отличій я не замѣтилъ, то, до будущихъ изслѣдованій, намъ остается считать несомнѣннымъ только то, что уровень Финскаго залива въ послѣ-ледниковый періодъ стоялъ на 37 м. (124 ф.) выше теперешняго, а *можетъ быть доходилъ и до 42 м.* (142 ф.).

Частными наблюденіями переходъ изъ Черво въ Дикурсбю былъ не богатъ. Все покрыто глиною, и обнаженій вовсе нѣтъ. Возлѣ фаянсоваго завода, на 77-й верстѣ, есть маленькое обнаженіе на склонѣ бугровъ, которые идутъ здѣсь по берегу вышеупомянутаго безымяннаго ручья: см. рис. 71.

Эти отложенія вполнѣ имѣютъ характеръ береговаго наноса; высота ихъ 36,2 м. (122 ф.).

Далѣе опять идетъ непрерывнымъ покровомъ темно-сѣрая

---

[18]) Въ Швеціи кристаллы гипса попадались, или въ морской глинѣ ледниковаго періода, или въ морской же послѣ-ледниковой глинѣ (svartlera), тамъ гдѣ она содержала морскія раковины, или вообще свободную известь (черная глина отличается довольно значительнымъ содержаніемъ сѣры, въ видѣ сѣристаго желѣза, или въ соединеніи съ другими щелочами). Въ пахотной глинѣ (akerlera), параллельной черной, но не-морскаго происхожденія, гипса не встрѣчалось (ничтожное содержаніе сѣры). Ср. Erdmann. Qvartära bildningar, 199, 206.

глина, вплоть до 79-й версты, гдѣ, какъ уже сказано выше, попадается пятнами песокъ и промытый хрящъ; въ одной впадинкѣ сохранилось даже немного ледниковаго щебня. Твердая порода, выступающая здѣсь, есть свѣтло-розовый, легко разрушающійся гранитъ (полевой шпатъ преобладаетъ, кварца весьма мало), переслоенный съ чернымъ гнейсомъ,—тѣмъ, который залегаетъ въ Гельсингфорсѣ. Слюда скопляется по преимуществу въ черномъ гнейсѣ, гдѣ образуетъ прослойки отъ нѣсколькихъ центиметровъ до нѣсколькихъ дециметровъ толщины.

Близъ станціи Дикурсбю, около 84-й версты, также разрытъ озъ, какъ около Рюттиля. Прилагаю маленькій планъ этого балластьера, слегка набросанный буссолью и шагами: рис. 72-й. Изъ этого плана видно, что правая сторона оза вся разрыта и увезена на линію желѣзной дороги, тогда какъ лѣвая большею частію осталась нетронутою. Объясняется это тѣмъ, что наружный покровъ оза, состоящій изъ промытаго наноса, въ этомъ случаѣ гораздо обширнѣе на правомъ, сѣверо-восточномъ склонѣ, чѣмъ на лѣвомъ, юго-западномъ. Дѣйствительно, въ обнаженіяхъ по сѣв.-вост. борту выемки видны исключительно пески и промытый хрящъ, тогда какъ въ обнаженіяхъ юго.-зап. борта выступаетъ преимущественно ледниковый щебень (см. рис. 73 и 74).

Слой *a* есть по всей вѣроятности наносъ частію осыпавшійся, частію смытый сверху, при размываніи атмосферными водными осадками той морены, на которой отлагались слои *b*, *c*, *d*. Объ этомъ говоритъ отчасти то, что въ немъ очень мало замѣтно сортирующее дѣйствіе воды, отчасти же и то, что онъ покрываетъ пески, содержащіе остатки растеній росшихъ на этихъ пескахъ. Всего правдоподобнѣе было бы объяснить себѣ этотъ наносъ смываніемъ его сверху, въ видѣ большой полужидкой, вязкой массы когда вслѣдствіе сильнаго притока воды (при таяніи ледниковъ или же впослѣдствіи, отъ атмосферныхъ причинъ), сильно размывалась наружная часть выше лежавшаго мореннаго щебня. Думать,—какъ это дѣлаетъ Эрдманнъ,—что въ такихъ случаяхъ

ледниковый щебень принесенъ на льдинахъ, потому уже нельзя, что въ данномъ случаѣ и еще въ другомъ, около Гельсингфорса, онъ покрываетъ глины Балтійскаго моря, а не ледниковаго, т.-е. наносы, уже отложенные въ такое время, когда ледники не доходили до уровня мора, и когда, слѣдовательно, ледяныхъ горъ въ этомъ морѣ не существовало. А такъ какъ воднымъ отложеніемъ его тоже нельзя считать, то всего вѣроятнѣе будетъ допустить его атмосферическое происхожденіе. При этомъ можно замѣтить, что во *всѣхъ* случаяхъ, гдѣ мнѣ приходилось наблюдать залеганіе наноса, весьма близкаго къ ледниковому щебню, поверхъ слоистыхъ наносовъ, *всегда* можно было указать на залеганіе ледниковаго щебня въ непосредственномъ сосѣдствѣ, на нѣсколько большой высотѣ; подробныхъ примѣровъ было уже много въ предыдущихъ главахъ.

Рисунокъ 74 даетъ понятіе о положеніи наноса въ юго-западномъ бортѣ выемки, близъ с.-з. ея оконечности (*A* на рис. 72-мъ). Здѣсь мы видимъ уже ядро оза, т.-е. ледниковый наносъ, который и не стали разработывать, по негодности. Прослойки песка и хряща, встрѣчаемыя здѣсь, принадлежатъ къ ледниковымъ наносамъ, отлагавшимся въ моренѣ ледниковыми ручьями. Объ этомъ говоритъ и самая ихъ неправильность, и ихъ литологическій характеръ, т.-е. мы имѣемъ здѣсь крупный угловатый песокъ, въ которомъ отмыта ледниковая грязь, но котораго составныя части подлежали дѣйствію воды слишкомъ непродолжительное время, чтобы подвергнуться дальнѣйшей сортировкѣ (отдѣленію камешковъ отъ песка) и округленію составныхъ частей.

Большая часть выемки, къ сожалѣнію, уже заплыла глиною сверху, или осыпалась, такъ что болѣе поучительныхъ обнаженій здѣсь не представляется. Замѣчу только, что бугоръ *ab* и бугорокъ *c*, рис. 72, состоятъ изъ плотной ледниковой глины съ валунами, т.-е. изъ ледниковаго щебня съ весьма малымъ количествомъ камешковъ. Мы видимъ здѣсь, стало-быть, какъ и въ озѣ у Рюттиля, слѣды прежней морены, послужившей при-

чиною образованія оза. Нужно замѣтить впрочемъ, что большая часть этого оза должна быть подземною (подобно Хэйтіэйнскому), т.-е. что наносы, опредѣляющіе общій уровень сосѣдней равнины, покрываютъ его до значительной высоты; горизонтальная плоскость, проведенная въ общемъ уровнѣ поверхности почвы по сосѣдству, проходитъ только черезъ вершину прежней морены, почему мы и видимъ ея остатки лишь разрозненными буграми. Это видно и изъ мощности наносовъ въ этихъ мѣстахъ, гдѣ мы имѣемъ долину глубоко врѣзанной въ почву рѣки Кервэ, пересѣкаемой дорогою у самой станціи Дикурсбю.

Озомъ у Дикурсбю окончилось мое непрерывное изслѣдованіе линіи желѣзной дороги. Сентябрьскій день (17-го сентября н. с.) уже приближался къ концу, когда я работалъ въ выемкѣ, а сильный NNW нагонялъ тучи, сѣявшія то холоднымъ дождемъ, то мелкимъ снѣгомъ, крупою [19]). Я весь окоченѣлъ, при легкой одеждѣ и температурѣ въ $3^1/_2{}^0$ Ц., и непослушный карандашъ чертилъ въ книжкѣ самыя неизящныя кривыя. Я ушелъ грѣться на станцію. Но и тамъ нашлась только холодная пронизываемая вѣтромъ комната, съ непоправленною еще печью (холода наступили неожиданно рано), такъ что приходилось грѣться либо чаемъ, либо въ кухнѣ, у едва горѣвшаго комелька гдѣ, скорчившись, пріютилась вся прислуга, и гдѣ моя шведская бесѣда служила источникомъ самаго дружнаго веселья. Ночевать безъ теплаго платья было очень неудобно, и я уѣхалъ съ вечернимъ поѣздомъ въ Гельсингфорсъ, съ тѣмъ, чтобы на слѣдующій же день вернуться пѣшкомъ въ Дикурсбю. Но погода цѣлыхъ два дня не хотѣла смилостивиться, и потому 20-го сентября я воспользовался любезнымъ предложеніемъ начальника

[19]) Холода начались съ 15 сентября; уже въ этотъ день, въ $6^1/_2$ час. веч., термометръ падалъ до 3,2° Ц. На другой день, въ 7 ч. у., была просто буря, и термометръ падалъ во весь день. 17-го съ утра уже было холодно и пасмурно, при сильномъ NNW-вѣтрѣ. Въ 10-мъ часу утра было всего 4°,5, а въ $4^1/_2$ час. поп.—только 4° Ц. Слѣдующіе дни также стояли холода,—которымъ приходилось впрочемъ радоваться, въ виду появившейся въ Гельсингфорсѣ холеры.

дороги, полковника Стрёмберга, проѣхать на дрезинѣ, до 12-й версты отъ Гельсингфорса, гдѣ въ выемкѣ у Харакалйнна были найдены, при проложеніи дороги, морскія раковины.

Эта залежь морскихъ раковинъ была уже извѣстна покойному Н. Норденшильду-Старшему; но въ его бумагахъ не сохранилось упоминаніи о ней, и послѣ него ее не обслѣдовалъ никто изъ финскихъ геологовъ. Полковникъ Стрёмбергъ далъ мнѣ самыя подробныя наставленія какъ ее найти,—въ выемкѣ за сторожевою будкою, у колодца, — и я отправился съ рабочими, захвативъ лопату для раскопки. Мы очень скоро нашли желанный пластъ. Въ самыхъ наружныхъ слояхъ, подъ прослойками песка съ глиною, залегаетъ здѣсь зеленоватый иловатый песокъ, со множествомъ, набитыхъ прибоемъ, раковинъ Cardium edule; между ними изрѣдка попадается Tellina baltica, хрупкая, тоненькая раковина которой рѣдко оказывается цѣлою, и въ большомъ изобиліи — раковинки одной очень маленькой улитки, еще не опредѣленной [20]). Раковины Cardium'a преобладаютъ, и плотно набиты одна въ другую, маленькія — въ большія. Высота этого наноса 19 м. (64 ф.) надъ уровнемъ моря. Такимъ образомъ мы имѣемъ здѣсь несомнѣнное морское береговое образованіе, служащее доказательствомъ того, что уровень Финскаго залива стоялъ на 19 м. выше теперешняго. А такъ какъ всѣ эти раковины принадлежатъ видамъ, нынѣ живущимъ въ Балтійскомъ морѣ, и покрываютъ ледниковые наносы, то несомнѣнно что море достигало этого уровня въ послѣледниковый періодъ. Выше я сказалъ уже, почему считаю вѣроятнымъ, что оно доходило нѣсколько выше, а именно до 37 м. (124 ф.).

При этомъ нельзя не замѣтить, что залежь морскихъ раковинъ у Харакалинны есть единственная, до сихъ поръ извѣстная въ Финляндіи. Не смотря на то, что въ Финляндіи, также какъ и въ Швеціи, очень хорошо понимаютъ значеніе извест-

---

[20]) Опредѣлены Ф. Б. Шмидтомъ.

коваго удобренія въ земледѣліи и что въ Швеціи известковое удобреніе во многихъ мѣстахъ получается именно изъ такого наноса, — въ Финляндіи до сихъ поръ не найдено залежей раковинъ (Snäckgrus). Не смотря ни на какіе разспросы [21]), я только одинъ разъ слышалъ, въ Хвиттисѣ, отъ весьма толковаго содержателя станціи, что *ископаемыя* раковины встрѣчаются близъ с. Эура, въ Абосской губерніи, слѣдовательно нѣсколько выше 30 м. (100 ф.) абс. высоты [22]). Хотя Эура лежитъ недалеко отъ Хвиттиса; но такъ какъ туда только-что проѣхалъ г. Викъ, занимавшійся въ этомъ году дилувіемъ ю.-з. Финляндіи, то я и не счелъ нужнымъ съѣздить въ Эуру, въ надеждѣ, что г. Викъ осмотритъ эту залежь раковинъ, если она дѣйствительно существуетъ. Но ни въ этотъ разъ, ни во время другихъ изслѣдованій, г. Викъ не находилъ морскихъ раковинъ. Замѣчательно, что ихъ не найдено и во время геологической съёмки Финляндіи, которя сдѣлана по образцу Шведской и съ такою же подробностью (карты составлялись въ масштабѣ 1:50000), въ 12-ти приходахъ юго-западной Финляндіи [23]), лежащихъ въ береговой полосѣ въ окрестностяхъ Экнэса (Eknäs), — что положительно указываетъ на рѣдкость ископаемыхъ раковинъ въ Финляндіи, такъ какъ съемка дѣлалась подробная и сопровождалась буреніемъ. Наконецъ онѣ никогда не встрѣчались и при многочисленныхъ раскопкахъ каналовъ между озерами, гдѣ такая находка — въ Финляндіи — конечно не могла бы пройти незамѣченною. Нужно замѣтить, впрочемъ, что и въ Швеціи балтійскія раковины, залегающія въ черной глинѣ, встрѣчались, въ восточныхъ частяхъ страны, также весьма рѣдко и — только какъ

---

[21]) Въ Рихимяки я даже дѣлалъ нѣкоторыя раскопки, такъ какъ одинъ рабочій утверждалъ, что видѣлъ раковины въ такомъ-то мѣстѣ. Впослѣдствіи оказалось что рѣчь шла о живыхъ *Succinea*.

[22]) Въ моемъ письмѣ отъ 17 авг. 1871 г., помѣщенномъ въ „Извѣстіяхъ“ Геогр. Общ. (т. VII, II, 310), имѣя въ виду залежь близъ Гельсингфорса, я ошибкою сказалъ „въ Тавастхусской губерніи“, вмѣсто Нюландской.

[23]) Sjundea, Pojo, Kimito, Lojo, Wihtis, Pusula, Karislojo, Tenala, Kisko, Ingo, Bjerno и Karis. — Кромѣ того, сдѣлана съемка двухъ приходовъ Kuopio и Pielavesi близъ г. Kuopio.

береговое отложеніе: до 1868 года онѣ были найдены всего въ восьми мѣстахъ, не выше 40 м. (140 ф.), причемъ и черная глина вообще не доходитъ выше 45—60 м. (150—200 ф.), можетъ быть — до 70 м. (230 ф.); но на этой послѣдней высотѣ она замѣчена только одинъ разъ [24]).

Проѣзжая на дрезинѣ изъ Гельсингфорса до Харакалинны и обратно, я только бѣгло осмотрѣлъ наносъ. Здѣсь бросается въ глаза то, что на этомъ протяженіи маковки гнейсовыхъ бугровъ всѣ рѣшительно обмыты, и наносъ уцѣлѣлъ только во впадинахъ между ними. И тутъ я только въ одной впадинѣ нашелъ сохранившійся ледниковый щебень; большею частію онъ или вовсе смытъ, или уцѣлѣлъ лишь очень тонкимъ пластомъ подъ глинами. У самаго города, у парка, видны мощныя залежи песковъ, покрытыхъ сверху тонкимъ прослойкомъ промытаго ледниковаго щебня, который, сохранивъ свою угловатость, уже отмытъ отъ ледниковый пыли. По всей вѣроятности, верхнія части той возвышенности, на склонѣ которой было сдѣлано это наблюденіе, покрыты ледниковымъ щебнемъ: я думаю такъ по присутствію на этомъ холмѣ валуновъ.

На протяженіи отъ Дикурсбю до Гельсингфорса залегаетъ большею частію тотъ же гнейсъ, который мы видѣли у Дикурсбю и который такъ распространенъ среди самаго города. Но я не провелъ въ разрѣзѣ слоеватости, обозначающей гнейсъ, не имѣя наблюденій надъ его паденіемъ. О характерѣ гнейсовъ въ Гельсингфорсѣ я не буду говорить, такъ какъ объ этомъ можно найти свѣдѣнія у Куторги. Замѣчу только, что въ наносѣ, попадающемся въ городѣ и около него, я встрѣчалъ только тѣ породы, которыя находилъ на линіи желѣзной дороги передъ Дикурсбю, т.-е. волнистый гнейсъ, темно-сѣрый гнейсъ и граниты, розоватый и бѣлый.

---

[24]) Содержа остатки весьма богатой фауны на зап. берегу Швеціи, черная глина на вост. берегу содержитъ только остатки *Mytilus edulis*, *Cardium edule*, *Tellina baltica* и изрѣдка—*Paludina baltica* и *Litotina litorea*. *Erdmann*, l. c., 205.

Въ тотъ же день, когда я вернулся изъ Харакалинны, т.-е. 20 сентября, я получилъ телеграмму, которая требовала немедленнаго моего отъѣзда въ Москву, и на слѣдующее утро выѣхалъ изъ Гельсингфорса. Такимъ образомъ я закончилъ изслѣдованія въ Финляндіи Тавастхусско-Гельсингфорскою желѣзною дорогою. Петербургская линія такъ и осталась необслѣдованною.

Въ заключеніе, я позволю себѣ выразить мою искреннюю признательность начальнику финскихъ желѣзныхъ дорогъ, полковнику Стрёмбергу, за его радушное содѣйствіе моей работѣ, за снабженіе картами, разрѣзами, указаніями и проч.

ИНСТИТУТ НАСЛЕДИЯ

XIII.

ОСТРОВЪ БОЛЬШОЙ ТЮТТЕРСЪ [1]).

Строеніе острова.—Современныя преобразованія въ береговой полосѣ.—Валуны, выдвинутые льдомъ во время бури.—Образуемая ими формація.—Поднятіе острова.—Отсутствіе изборожденія на берегу.—Пески восточнаго берега.—Гранитная куполовидная вершина въ с.-з. части острова.—Ея ледниковыя формы и изборожденіе.

Островокъ Большой Тюттерсъ (Suur Tyttersaari) лежитъ въ Финскомъ заливѣ къ Ю.-Ю.-В. отъ Гохланда. Онъ очень не великъ, имѣетъ круглую форму и занимаетъ всего 3 версты въ длину и 3 версты въ ширину. Какъ уже извѣстно изъ описанія Гофмана [2]), онъ весь состоитъ изъ кварцита, изъ подъ котораго въ с.-з. части острова выступаетъ гранитъ. Гранитъ образуетъ здѣсь куполовидную вершину, около 45 м. (150 ф.) высоты, которая круто падаетъ къ З., а къ В. и Ю.-В. понижается положе, двумя террасами. Поэтому у сѣв.-зап. берега и встрѣчается наибольшая глубина, такъ что, по словамъ мѣстныхъ рыбаковъ, пароходъ можетъ подходить здѣсь вплотную къ берегу. Остальная же часть острова довольно низменна и кончается пологими берегами; въ сѣв.-вост. части она покрыта многими

[1]) Поѣздка на этотъ островъ была сдѣлана въ 1869 году нѣсколькими членами Общества, по иниціативѣ бар. Ѳ. Р. Остенъ-Сакена. Такъ какъ насъ было четверо (спеціалистъ по магнитнымъ наблюденіямъ, ботаникъ, лингвистъ и я), то мы могли въ одинъ день обслѣдовать островокъ со всею желаемою подробностью: мы долго собирались потомъ издать наши наблюденія отдѣльною брошюркою, но такъ какъ до сихъ поръ этого не удалось исполнить, то я помѣщаю здѣсь результаты моихъ наблюденій. Они связываютъ нѣсколько наши свѣдѣнія и о Финляндіи съ наблюденіями Гг. Гревинка, Фр. Шмидта и А. Шренка въ Эстляндіи.—Содержаніе этой главы было также предметомъ сообщенія въ Отдѣленіи Физич. Геогр. въ концѣ 1869 года. См. „Извѣстія", Т. V, 287.

[2]) Baer und Helmersen. Beiträge zur Kenntniss des Rusisschen Reichs, Bd. IV, 1841.

параллельными низкими грядками, идущими на С.-С.-В., и повидимому зависящими отъ выпахиванія горной породы (во время посѣщенія острова я не обратилъ на это явленіе должнаго вниманія); онѣ раздѣлены болотцами и густо поросли лѣсомъ.

Кварцитъ, изъ котораго состоитъ островъ, сѣраго цвѣта, очень плотенъ и слагается изъ зёренъ въ 2—3 мм. сѣраго прозрачнаго кварца. Въ немъ проходятъ слои болѣе мелко-зернистаго, свѣтло-розоваго, а также бѣлаго кварцита, небольшими прослойками. Простираніе его на южномъ берегу N 73° O, паденіе на S 17° O, 85°. Еще нѣсколько южнѣе, простираніе W—O, паденіе S, 44°. Гранитъ состоитъ изъ тѣльно-краснаго полеваго шпата (съ малою примѣсью сѣраго), кристаллами въ 5—7 мм., изъ сѣраго прозрачнаго кварца, кристаллами въ 2—3 мм., и изъ таблицъ очень темно-зеленой, почти черной слюды въ 1—4 мм. Онъ занимаетъ не болѣе $^1/_4$ — $^1/_2$ квадр. версты и со всѣхъ сторонъ окруженъ кварцитомъ, который поднятъ до высоты около 24 м. (80 ф.) надъ уровнемъ моря.—Таково несложное геологическое строеніе островка. Но за то онъ представляетъ немалый интересъ своими новѣйшими образованіями, которыя мы разсмотримъ, слѣдя ихъ по берегу, вокругъ острова.

Для удобства обзора, береговая полоса можетъ быть подраздѣлена на три части: 1) западную и сѣверо-западную, 2) юго-восточную и восточную и 3) сѣверо-восточную и сѣверную. Всѣ три, лежащія въ различныхъ физико-географическихъ условіяхъ, рѣзко различаются другъ отъ друга.

Наибольшій интересъ представляетъ первая изъ этихъ частей, которая наиболѣе часто подвергается дѣйствію бурь въ концѣ зимы. Общій ея характеръ таковъ. Метровъ на 60—80 отъ воды тянется обнаженная безлѣсная полоса, карга, затѣмъ начинается мелкій хвойный лѣсъ, и мѣстность постепенно повышается къ упомянутой выше гранитной возвышенности. Въ обнаженной полосѣ выступаетъ кварцитъ, образующій почти вплоть до деревни (которая построена Ю.-Ю.-В. оконечности острова) множество низкихъ округлыхъ бугровъ, иногда съ совершенно

гладкими поверхностями, и чисто ледниковаго характера. Всѣ эти бугры покрыты безчисленнымъ количествомъ валуновъ, отъ 1/4 до 30 куб. м. (10—1100 куб. ф.), уже издали поражающихъ своимъ обиліемъ и величиною; нѣкоторые изъ нихъ вполнѣ напоминаютъ размѣрами небольшую избу. Чрезвычайное разнообразіе состава свидѣтельствуетъ объ ихъ эрратическомъ происхожденіи: мы имѣемъ здѣсь гранитъ, гранито-сіенитъ, чрезвычайно разнообразные гнейсы, въ томъ числѣ черные роговообманковые, и кварцитъ; послѣдній не образуетъ, впрочемъ, большихъ валуновъ. Но способъ отложенія этихъ валуновъ говоритъ несомнѣнно о недавности происхожденія этой формаціи. Такъ напримѣръ, подъ многими меньшими валунами виденъ тростникъ, и во многихъ случаяхъ можно сказать утвердительно, что валуны брошены уже на этотъ тростникъ; въ другомъ мѣстѣ, въ такомъ же положеніи находится большая обожженная палка; а одинъ большой валунъ не менѣе 0,9 м. діам., разбитый на нѣсколько осколковъ съ совершенно свѣжими изломами, несомнѣнно разбитъ очень недавно и именно отъ удара о другой большой валунъ, остановившій его движеніе. Наконецъ, мѣстные жители утверждали единогласно, что небольшіе валуны постоянно передвигаются волнами во время бурь, и указали намъ на громадные валуны, принесенные на берегъ весною того же года.

Эти валуны заслуживаютъ особаго вниманія. 2—3 февраля 1869 года въ Финскомъ заливѣ, когда онъ былъ еще покрытъ льдомъ у береговъ, свирѣпствовала очень сильная сѣверо-западная буря. Ея дѣйствія въ Ревелѣ, гдѣ она выдвинула вмѣстѣ съ высокими торосами довольно большіе валуны, были описаны очень обстоятельно въ мѣстной газетѣ, и это описаніе, сопровождавшееся фотографіями, присланное въ Географическое Общество, послужило основаніемъ моего доклада въ Отдѣленіи физической географіи 9 апрѣля и описанія, помѣщеннаго въ мемуарѣ ак. Гельмерсена [3]). Естественно было ожидать, что эта буря

[3]) Die Eiswalle in der Revalschen Bucht, R. 1869.—Извѣстія Геогр. Общ., т. V (1869), отд. I, 211.—G. Helmersen, Wanderblöcke etc. 129 и рис. 49.

не осталась безъ послѣдствій для острова, а потому разспросы нашего товарища по экскурсіи, лингвиста, были направлены къ тому чтобы узнать, не было ли вынесено въ этомъ году большихъ валуновъ; ихъ появленіе конечно не могло ускользнуть отъ мѣстныхъ жителей, живущихъ одними морскими промыслами. И дѣйствительно такіе валуны были намъ указаны единогласно, на с.-з. и с. берегу острова.

На с.-з. берегу было вынесено два валуна: одинъ изъ нихъ состоитъ изъ гранита, имѣетъ неправильную форму двухъ сложенныхъ основаніями четыреугольныхъ пирамидъ, и имѣетъ въ высоту и въ ширину около 3 м. (10 ф.), въ обхватъ—около 10—12 м. (35—40 ф.); онъ такъ великъ, что мы, въ числѣ четырехъ человѣкъ, превосходно укрывались за нимъ отъ внезапно-налетѣвшаго шквала съ дождемъ. Другой, одновременно съ нимъ вынесенный валунъ значительно меньше; онъ не болѣе 1 м. (3,3 ф. въ діам.) и состоитъ изъ кварцита. Оба они лежатъ теперь у самой воды; прежде же лежали въ водѣ, едва выступая изъ нея. Очевидцевъ появленія этихъ валуновъ конечно не могло быть: рыбаки знаютъ только, что буря, бывшая раннею весною (вѣроятно февральская), наворотила торосы до 12 м. высоты (40 ф.), и что когда они растаяли, то на берегу оказались новые пришлецы, знакомые раньше въ водѣ.

Но еще замѣчательнѣе валунъ, вынесенный тою же бурею въ маленькую бухточку на сѣв. оконечности острова. Онъ состоитъ изъ очень плотнаго, мелко-зернистаго свѣтло-сѣраго гранита и имѣетъ форму четыреугольнаго стога сѣна въ 4,1 м. высоты и 4 м. ширины и толщины (14 и 13 ф.); объемъ его опредѣляется въ 35 куб. м. (1240 куб. ф.); а вѣсъ — около 100 метрич. тоннъ (6000 пуд.). Прилагаемый рисунокъ этого валуна (рис. 75) дастъ болѣе полное понятіе объ его величинѣ. Размѣры его въ самомъ дѣлѣ поразительны, и мы знаемъ только одинъ случай перенесенія современнымъ льдомъ почти такого же валуна (въ 5000 пуд.), описанный ак. Бэромъ [4]). Движеніе ва-

[4]) Bull. Scient. de l'Ac. d. Sc. de St.-Pétersb., t. V, livr. 9.

луна совершалось съ С.-С.-З., ибо съ Ю.-Ю.-В. его стороны лежитъ другой большой, старый валунъ, очевидно остановившій его движеніе. Прежде онъ не былъ виденъ изъ воды и даже, замѣтили рыбаки, не долженъ былъ лежать близко отъ берега, иначе былъ бы имъ извѣстенъ. Замѣчательно, что и этотъ валунъ не лежитъ одиноко; такъ, хотя на сѣверномъ берегу вообще мало большихъ валуновъ, но здѣсь, въ томъ мѣстѣ гдѣ онъ высадился, количество валуновъ, имѣющихъ болѣе 2 м. въ поперечникѣ, сразу становится значительнымъ: ихъ можно насчитать тутъ болѣе десяти, на протяженіи 50—70 метровъ.

Наконецъ, не лишнее будетъ упомянуть, что на западномъ берегу есть еще одинъ громадный валунъ, лежащій наклонно на другихъ валунахъ, представляющій большую плиту въ 4,8 и 2,5 м. длины и ширины (16 и 8 ф.), при 1,7 м. (5,6 ф.) толщины, т.-е около $20^1/_2$ куб. м. (720 куб. ф.), про который рыбаки спросили насъ, не обратимъ ли мы на него вниманіе,— что онъ тоже вынесенъ льдомъ; по крайней мѣрѣ старики слышали отъ своихъ отцовъ, что онъ вынесенъ на ихъ памяти; см. рис. 74. Нѣтъ сомнѣнія также, что еще нѣкоторые большіе валуны, напр. одинъ въ 24,5 м. (80 ф.) въ окружности, лежащій теперь въ 20 м. отъ воды, также выдвинуты на берегъ льдомъ, но въ болѣе древнія времена.

Такимъ образомъ мы имѣемъ здѣсь цѣлую формацію, занимающую по зап. и сѣв.-зап. берегу не менѣе двухъ верстъ, которая вся представляетъ новѣйшее образованіе, обязанное своимъ возникновеніемъ дѣйствію береговаго льда. Она совершенно непохожа на прочія береговыя образованія, состоящія изъ окатанныхъ булыжниковъ и вполнѣ тождественна съ размытымъ ледниковымъ наносомъ, такъ что геологъ, найдя такую формацію, засыпанную новѣйшими образованіями, легко могъ бы признать ее ледниковою, если бы не принялъ въ разсчетъ дѣйствія берегового льда. Но мы не будемъ говорить здѣсь о смыслѣ такихъ образованій, такъ какъ объ этомъ будетъ рѣчь во второй части

и я сдѣлаю только нѣсколько замѣчаній относительно условій, при которыхъ проявляются подобныя образованія.

Какъ и слѣдовало ожидать, они замѣчаются только тамъ, гдѣ берегъ совершенно открытъ сильнымъ бурямъ. Такимъ образомъ ихъ не видно ни на южномъ, ни на восточномъ берегу, а на сѣверномъ распространеніе такихъ приносныхъ валуновъ очень ограниченно. Затѣмъ слѣдуетъ замѣтить, что всѣ валуны, лежащіе на каргѣ, взяты изъ непосредственнаго сосѣдства берега, и передвинуты льдомъ всего на десятки или на нѣсколько десятковъ метровъ. Этимъ и объясняется приглубый характеръ береговъ, въ такихъ мѣстахъ гдѣ происходитъ выдвиганіе валуновъ, — явленіе неизбѣжное, такъ какъ вслѣдствіе выдвиганія камней со дна на берегъ, глубина у береговъ неизбѣжно должна мало по малу увеличиваться. Но такъ какъ при постоянномъ повтореніи такого процесса, матеріалъ долженъ былъ бы скоро истощиться, ибо льдины переставали бы уже доставать глубоколежащіе валуны, то для того, чтобы онъ совершался непрерывно необходимо, чтобы онъ сопровождался поднятіемъ берега. Такое поднятіе повидимому дѣйствительно существуетъ; такъ рыбаки положительно утверждали, что море видимо отступаетъ и указывали между прочимъ на одну избу въ деревнѣ, до которой море доходило въ высокую воду, лѣтъ 40—50 тому назадъ, но до которой оно теперь никогда не доходитъ метра на три, а по высотѣ—на 30—45 цм. (1—$1^1/_2$ ф.); также и большіе валуны, лежащіе въ водѣ противъ деревни и отнюдь не передвигаемые съ мѣста (на южномъ берегу вообще бури не свирѣпствуютъ), по твердому убѣжденію рыбаковъ, прежде были несомнѣнно меньше видны изъ воды, чѣмъ теперь. Вспомнивъ при этомъ, какъ повсемѣстно жители острововъ Финскаго залива указывали на такіе факты Гофману и Бэру, трудно, мнѣ кажется, сомнѣваться въ дѣйствительности поднятія материка.

Ясно, что при такой перетасовкѣ валуновъ, какая происходитъ ежегодно на зап. берегу, нечего и ожидать присутствія на кварцевыхъ буграхъ бороздъ, какъ ледниковыхъ, такъ и про-

веденныхъ новѣйшими валунами. Поэтому я долго искалъ ихъ здѣсь совершенно безуспѣшно и нашелъ только на одномъ бараньемъ лбѣ около десятка широкихъ шрамовъ, вѣрнѣе ссадинъ, въ 50—70 цм. длиною, при 3 цм. ширины и 5 мм. глубины; очевидно, что только такія крупныя борозды и могли сохраниться. Направленіе ихъ N 55° O магн. Новѣйшихъ шрамовъ вовсе не видно, и только на нижней поверхности одного поднятаго кварцитоваго большаго валуна, рис. 74, я замѣтилъ широкія ссадины въ направленіи его движенія. Такое отсутствіе шрамовъ совершенно естественно, если вспомнить, какія громадныя массы болѣе мелкихъ валуновъ залегаютъ между крупными, и какимъ передвиженіямъ они должны подвергаться во время сильныхъ бурь.

Съ приближеніемъ къ южной оконечности острова, характеръ береговъ мѣняется: большіе валуны исчезаютъ съ берега и разбросаны равномѣрно въ водѣ, въ нѣкоторомъ разстояніи отъ него. Очевидно, что они не собраны здѣсь на каргу, какъ на западномъ берегу; вмѣсто ихъ залегаетъ карга, покрытая окатанными булыжниками, ярко-окрашенными въ красный цвѣтъ. Только на самой ю.-ю.-в. оконечности острова, у деревни, снова появляются большіе валуны, которые образуютъ здѣсь рифъ, довольно далеко вдающійся въ море и представляющій по всей вѣроятности размытый валунный наносъ, покрывающій отрогъ твердой горной породы; къ С. отъ деревни, на продолженіи рифа, также видны холмы, засыпанные пескомъ; сама деревня также построена на такомъ скопищѣ валуновъ, засыпанныхъ пескомъ.

Затѣмъ, версты на полторы отъ деревни, берегъ еще каменистъ, и въ море вдаются рифы, но скоро песокъ беретъ верхъ, и покрываетъ все прибрежье, такъ что изъ-подъ него лишь изрѣдка выступаетъ кое-гдѣ одинокій валунъ; впрочемъ въ морѣ все-таки видны гряды очень большихъ валуновъ, располагающіяся здѣсь, въ числѣ трехъ, въ направленіи съ З. на В. или съ Ю.-З. на С.-В. Пески образуютъ здѣсь дюны и холмы, изъ ко-

торыхъ одинъ, нѣсколько продолговатый, едва ли впрочемъ состоящій изъ одного песка, достигаетъ до 20—25 м. высоты, со склонами въ 20^0—25^0, и покрытъ прекрасными ripple-marks, образованными южнымъ вѣтромъ. Громадное развитіе песковъ на восточномъ берегу, замѣченное ак. Бэромъ и на другихъ островахъ Финскаго залива, заслуживаетъ вниманія, и всего лучше объясняется такъ, какъ онъ это предположилъ, т.-е приносомъ ихъ Невою; причемъ нужно только замѣтить, что вѣроятно количество песка, вынесеннаго здѣсь Невою, такъ громадно потому, что ей приходилось размывать толщи уже готоваго наноса,—по всей вѣроятности ледниковаго, который конечно долженъ былъ достигать значительной мощности въ долинѣ, занятой теперь этою рѣкою. Кромѣ того, надо думать, что эти массы песка образованы въ такое время, когда долина Невы служила стокомъ для гораздо бо́льшаго бассейна, чѣмъ теперь, и когда въ ней протекала рѣка, несравненно большей длины, чѣмъ теперешняя Нева.

Съ приближеніемъ къ сѣверной оконечности острова, снова увеличивается количество валуновъ, хотя они и здѣсь все-таки далеко не такъ многочисленны, какъ на зап. берегу. Сперва видно изобиліе округлыхъ голышей, до полуметра въ діаметрѣ, среди которыхъ большіе валуны еще рѣдки; но близъ того маленькаго отрога, которымъ кончается островъ на Сѣверѣ, число большихъ валуновъ внезапно увеличивается: здѣсь же и вынесенъ тотъ большой валунъ, о которомъ сказано выше. Потомъ снова идетъ формація окатанныхъ голышей, покрытыхъ красно-бурымъ налетомъ и, слѣдовательно, не передвигаемыхъ теперь прибоемъ. Относительно этого налета, такъ обычнаго на валунахъ въ Финляндіи, я замѣчу, что въ нѣкоторыхъ случаяхъ онъ повидимому объясняется присутствіемъ водорослей, выкидываемыхъ моремъ. Такъ, по берегамъ острова, видны во многихъ мѣстахъ полосы водорослей, набросанныхъ прибоемъ, и отъ нихъ стекаетъ по песку красно-бурая зловонная жидкость, которая сильно окрашиваетъ песокъ и камни; при этомъ, на Тюттерсѣ я замѣ-

чалъ, что красно-бурый налетъ на голышахъ виденъ именно тамъ, гдѣ есть такія скопленія водорослей. Насколько распространено такое совпаденіе на другихъ берегахъ,—не знаю.

У сѣверной оконечности острова я оставилъ берегъ и пошелъ поперегъ острова, къ Ю.-З., для чего нужно было подняться на вышеупомянутую гранитную возвышенность. На высотѣ около 24 м. (80 ф.) здѣсь встрѣченъ послѣдній выходъ кварцита, послѣ чего начинается уже гранитъ. На высотѣ около 30 м. (100 ф.) лежитъ на гранитѣ же большой гранитный валунъ въ 3,6 м. высоты, при толщинѣ въ 4 и 5 м. (12, 13 и 16 ф.). Эта глыба очевидно принесена съ С., такъ какъ отъ куполовидной гранитной возвышенности она не могла отдѣлиться. Гранитная вершина, своею куполовидною формою, округлостью частей и сглаженностью представляетъ несомнѣнные слѣды ледниковаго истиранія. Верхняя ея часть, которая дѣлится концентрическими скорлупами, см. рис. 3, представляетъ большія, совершенно гладкія плоскости, слегка покатыя по направленію различныхъ странъ свѣта, причемъ жилы кварца срѣзаны въ одну поверхность съ гранитомъ, образуя среди его лишь небольшую округлую выпуклость (съ небольшею впадиною въ гранитѣ вдоль жилы, съ той стороны, откуда шло изборожденіе). Любопытно при этомъ то, что есть мѣста, гдѣ одна скорлупа переходитъ незамѣтно въ другую, и что обѣ скорлупы, въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ онѣ обѣ обнажены, какъ на рис. 3, изборождены ледниковыми шрамами. Изъ этого слѣдуетъ, повидимому, что скорлупчатое дѣленіе происходило уже *во время* ледниковаго покрытія, — явленіе, конечно, не только возможное, но даже весьма вѣроятное. Надо впрочемъ замѣтить, что такъ какъ переходъ одной скорлупы въ другую и изборожденіе обѣихъ видны лишь на очень ограниченномъ пространствѣ, то это могло зависѣть и отъ прохожденія въ этомъ мѣстѣ наклонной плоскости спайности, пересѣкающей подъ острымъ угломъ двѣ другія, вертикальныя плоскости. Поверхность куполовидной гранитной вершины, покрытая большею частію тонкимъ слоемъ ягелей, не

отшлифована (т.-е. не лоснится), но представляетъ совершенно гладкую, хотя матовую поверхность. Она изборождена ледниковыми шрамами, и хотя Гофманъ (l. c.) говоритъ, что не нашелъ ихъ ни на Тюттерсѣ, ни на Гохландѣ, но зависѣло это по всей вѣроятности отъ того, что онъ не расчищалъ ягелей (а можетъ быть также искалъ лоснящихся поверхностей съ тонкими царапинами: нужно помнить, что онъ писалъ еще въ 1841 году). Сперва встрѣчались только глубокія борозды (каннелюры), около 35 мм. глубины и 20 мм. ширины, иногда въ нѣсколько метровъ длины, идущія съ С.-С.-В. на Ю.-Ю.-З. Но далѣе, на вершинѣ горы встрѣчены совершенно ясные шрамы, въ громадномъ количествѣ; направленіе ихъ то же, что и каннелюръ. Надо замѣтить, при этомъ, что шрамы въ Финляндіи, въ томъ же меридіанѣ т.-е. у Фридриксгама, идутъ на N 2^0—4^0 W. Въ виду этого уклоненія ледника къ З., — весьма понятнаго впрочемъ въ большой долинѣ, гдѣ онъ находилъ въ западномъ направленіи наименьшее сопротивленіе,—очень желательно было бы имѣть наблюденія шрамовъ на прочихъ островахъ Финскаго залива, гдѣ они вѣроятно будутъ найдены при болѣе тщательныхъ поискахъ. Во всякомъ случаѣ, присутствіе на Тюттерсѣ куполовидной вершины съ ледниковыми шрамами служитъ новымъ подтвержденіемъ того, что Скандинавско-Финскій ледникъ переходилъ черезъ Финскій заливъ въ Эстляндію.

ЧАСТЬ ВТОРАЯ.

ОБЪ ОСНОВАНІЯХЪ ГИПОТЕЗЫ ЛЕДНИКОВАГО ПЕРІОДА.

ИНСТИТУТ НАСЛЕДИЯ

XIV.

ГИПОТЕЗЫ ЛЕДНИКОВАГО ПЕРІОДА.

Разногласія между изслѣдователями ледниковаго періода и причины этихъ разногласій.—Неподготовленность пишущихъ о предметѣ:—отсутствіе предварительной разработки физико-географическихъ основаній;—особенности изслѣдованій.—Вліяніе историческаго развитія вопроса.—Гипотеза наводненій.—Гипотеза плавающихъ льдинъ.—Легковѣріе, съ которымъ она была принята.—Ея борьба съ гипотезою ледяныхъ покрововъ и признаніе послѣднихъ.—Регрессивное вліяніе гипотезы плавающихъ льдинъ.—Ея теперешнее вліяніе въ частныхъ вопросахъ.

> C'est en observant avec le plus grand soin les difficultés provenant de causes, étrangères à la science, qu'on arrive à expliquer la lenteur et la répugnance qui accompagnent, en géologie, l'adoption des vérités les plus simples.—Ch. Lyell. Principes de Géologie.

Если взять какую-нибудь страну, въ которой уже сдѣлано много изслѣдованій постъ-пліоценовыхъ наносовъ, какъ напримѣръ Англію или Сѣверную Америку, то казалось-бы, что между ея изслѣдователями должно уже существовать довольно полное согласіе, по крайней мѣрѣ въ общихъ чертахъ, относительно того, въ какомъ видѣ эта страна переживала ледниковый періодъ. Если возстановить ледниковый періодъ во всѣхъ его фазисахъ есть еще дѣло очень трудное, то казалось бы, что по крайней мѣрѣ должно существовать согласіе въ такихъ крупныхъ вопросахъ, что существовали ли здѣсь вообще сплошные ледяные покровы, или нѣтъ, и если существовали, то докуда они распространялись. Ничего подобнаго мы однако не видимъ: самые опытные изслѣдователи не согласны между собою даже въ самыхъ главныхъ основаніяхъ, и едвали можно найти двухъ или трехъ геологовъ, работавшихъ самостоятельно и пришедшихъ

къ одинаковымъ выводамъ. Одни и тѣ же явленія, одни и тѣ-же факты объясняются то ледниковымъ покровомъ, то отдѣльными ледниками, то арктическими морями, — большею частію всѣми тремя способами вмѣстѣ, въ ихъ многообразныхъ сочетаніяхъ.

Если припомнить, какія массы труда уже положены на изученіе ледниковаго періода, то такое положеніе ледниковой литературы не можетъ не вызвать на размышленіе, и неизбѣжно является вопросъ, какъ объяснить себѣ эти крупныя разногласія?

Можно было бы конечно отвѣтить, что самый вопросъ обратилъ на себя вниманіе такъ недавно, и что вмѣстѣ съ тѣмъ онъ настолько сложенъ, что согласіе еще не успѣло установиться. Но такое объясненіе, конечно, ничего не объяснило бы намъ. Само понятіе „недавно“ есть понятіе сравнительное, а между тѣмъ такой отвѣтъ какъ будто заранѣе опредѣляетъ абсолютную норму времени, потребнаго для рѣшенія всякаго научнаго вопроса, полагая ее приблизительно чуть ли не въ цѣлое столѣтіе. Но если всѣ вообще научные вопросы дѣйствительно рѣшаются чрезвычайно медленно, то все-таки остается узнать, почему же они не могутъ быть рѣшаемы въ кратчайшіе сроки, а въ данномъ случаѣ — что собственно задерживало и задерживаетъ рѣшеніе даннаго вопроса, недостатокъ ли изслѣдованій, и какихъ именно, или какія-нибудь другія причины, и какъ устранить эти помѣхи. Только такой отвѣтъ и можетъ представлять какой-нибудь интересъ для исторіи науки, имѣть какое-нибудь значеніе для будущихъ изслѣдованій.

Всякій изучавшій литературу ледниковаго періода знаетъ, какъ богата эта литература всевозможными мелкими работами. Но многихъ вѣроятно поражала ея сравнительная бѣдность точными фактическими данными; ближе присматриваясь къ этой литературѣ, положительно нельзя сказать, чтобы ея фактическая сторона была такъ богата, какъ можно было бы ожидать, судя по ея объему. Часто приходится перечитывать одну статью за

другою и не находить въ нихъ ни одного обстоятельно-описаннаго обнаженія, ни одного точнаго описанія существенныхъ признаковъ общераспространеннаго наноса, ни одного разрѣза такихъ образованій, о происхожденіи которыхъ исписаны, однако, цѣлыя страницы. Если же изслѣдованіе и богато наблюденіями, то нерѣдко они бываютъ такъ односторонни, что упускаютъ изъ виду подъ-часъ цѣлыя массы фактовъ,—если только эти факты не служатъ доказательствомъ любимыхъ воззрѣній автора. Но за то едвали не въ каждой статейкѣ, сообщающей хотя нѣсколько наблюденій, найдется та или другая гипотеза, не только обобщающая эти наблюденія, но еще захватывающая цѣлыя смежныя области,— гипотеза, подкрѣпленная пожалуй нѣсколькими физико-геологическими данными, часто подобранными почти случайно,—но большею частію составленная сообразно съ тѣмъ, чей авторитетъ ставится авторомъ выше другихъ.

При этомъ весьма нерѣдко можно замѣтить, что пишущіе о ледниковомъ періодѣ, какъ будто считаютъ, что для изслѣдованій въ этой области вовсе не требуется какой-нибудь особой продолжительной подготовки. Достаточно, будучи вообще „геологомъ“, прочесть два-три сочиненія объ альпійскихъ ледникахъ, нѣсколько статей о ледниковыхъ наносахъ какой-нибудь мѣстности, непремѣнно—„Древность человѣка“ Ляйэлля,—и уже можно не только дѣлать изслѣдованія, но и созидать всякія ледниковыя гипотезы, или рѣшать между существующими. Незнаніе въ этой отрасли самыхъ прочно-установленныхъ фактовъ, считается совершенно извинительнымъ [1])

Правда, что изслѣдованіе ледниковыхъ наносовъ составляетъ одно изъ простѣйшихъ въ геологіи. Различные наносы, съ которыми приходится имѣть дѣло, могли бы быть классифициро-

---

[1]) Я долженъ впрочемъ оговорить, что начиная съ *конца* шестидесятыхъ годовъ, такое направленіе все болѣе и болѣе исчезаетъ въ Англіи, гдѣ геологи всегда такъ охотно искали въ физико-географическихъ процессахъ опоры своимъ геологическимъ индукціямъ. Но оно царитъ въ полной силѣ въ Германіи и явно прививается у насъ.

ваны помощью очень простой петрографической классификаціи, не имѣющей ничего похожаго на сложныя классификаціи другихъ естественныхъ наукъ. Различныя черты строенія почвы и происхожденія разныхъ наносовъ всѣ объясняются такими процессами, изъ которыхъ большинство совершается теперь передъ глазами у каждаго наблюдателя, и изъ нихъ—явленіями почти исключительно динамическими: геологъ не имѣетъ здѣсь дѣла ни со сложными химическими реакціями вулканизма, ни съ еще болѣе темными, частичными силами метаморфизма. Все это чрезвычайно упрощаетъ задачу. Но изслѣдованіе наносовъ, при всей своей простотѣ, имѣетъ однако и свои трудности и прежде всего требуетъ своей спеціальной, преимущественно физико-географической (или физико-геологической) подготовки; а эта подготовка и не легко пріобрѣтается теперь, и отсутствуетъ у большинства геологовъ, спеціалистовъ по другимъ отраслямъ современной геологіи.

Въ самомъ дѣлѣ, какъ ни проста можетъ быть классификація наносовъ, но теперь ея вовсе нѣтъ,—нѣтъ даже простой, общепринятой номенклатуры. Различныя мѣстныя названія наносовъ,—напр. boulder clay, till, warp и т. д., ежеминутно упоминаемые англійскими геологами,—такъ лишены бываютъ точнаго и постояннаго конкретнаго представленія, что одно время, не такъ давно, нѣкоторые англійскіе геологи сами сознавались, что эти названія становятся для нихъ непонятными символами; найтись же въ этомъ лабиринтѣ человѣку, не продѣлавшему громаднѣйшихъ изслѣдованій на мѣстѣ, нѣтъ никакой возможности: даже одинъ и тотъ-же авторъ употребляетъ всѣ названія то безразлично, то съ оттѣнками, но не давая однако читателю яснаго отчета о томъ, что́ онъ каждый разъ разумѣетъ подъ тѣмъ или другимъ именемъ. Нечего и говорить уже о проведеніи параллели между однородными наносами различныхъ странъ: при существующей путаницѣ оно представляетъ столько трудностей, что до сихъ поръ, сколько мнѣ извѣстно, еще не было сдѣлано ни одной серьёзной попытки въ этомъ направленіи.

Такимъ образомъ, уже въ самой номенклатурѣ описываемаго, изслѣдователь встрѣчаетъ не малыя трудности. Но изслѣдователь наносовъ и не можетъ довольствоваться простою номенклатурою, основанною на какихъ-нибудь внѣшнихъ, чисто-формальныхъ признакахъ. По самой сущности изслѣдованія ледниковыхъ наносовъ, ему уже нужна классификація, которая всегда служила бы прямымъ отвѣтомъ на вопросъ: при какихъ физико-географическихъ условіяхъ отдагалось данное образованіе? А такъ какъ такой классификаціи еще не существуетъ, то каждый геологъ долженъ самъ вырабатывать себѣ критерій, чтобы классифицировать различныя породы, съ которыми онъ будетъ имѣть дѣло. Мало того, работая въ полѣ, онъ не можетъ, какъ это дѣлается въ другихъ отрасляхъ геологіи, отложить своихъ классификаціонныхъ работъ до кабинетной обработки, сдѣланной потомъ, при помощи всякихъ книжныхъ и другихъ сравнительныхъ пособій; наносы такъ безконечно-разнообразны, что онъ не можетъ ни описать всѣхъ признаковъ различныхъ пластовъ, ни взять ихъ образцы; онъ долженъ уже напередъ, приступая къ описанію перваго встрѣтившагося ему обнаженія, знать съ какими вопросами онъ обратится къ каждому пласту, въ какихъ признакахъ его состава, положенія и т. п. будетъ онъ искать отвѣта на вопросы, всѣ заранѣе уже поставленные. Отходя отъ обнаженія и перечисляя встрѣченные пласты, онъ уже долженъ самимъ этимъ перечнемъ выразить, что такой-то клочекъ земли находился послѣдовательно въ такихъ-то физико-географическихъ условіяхъ,—подобно ботанику, прямо записывающему про тѣ растенія, которыхъ онъ не беретъ въ свой травникъ, что здѣсь встрѣчены такіе-то виды, съ такими-то особенностями. Если же онъ не будетъ имѣть прочно-установленнаго критерія для своей классификаціи, то все его описаніе представитъ то, что̀ представило бы ботанику описаніе путешественника, который, не зная требованій классификаціи, подробно говоритъ о размѣрахъ замѣченныхъ растеній, окрашиваніи ихъ цвѣтковъ, и т. п.—сло-

вомъ о такихъ признакахъ, которые показались ему важными, но для классификаціи могутъ не имѣть никакой цѣны.

Но пріобрѣсти эти знанія, которыя давали бы возможность по характеру наноса дѣлать заключеніе о его происхожденіи,— вовсе не легко теперь, да и сами они не такъ просты, какъ могло бы показаться съ перваго взгляда. Прежде всего, гдѣ искать ихъ? Есть ли хотя какое-нибудь изслѣдованіе, которое стремилось бы прочно установить, какими признаками отличаются другъ отъ друга отложенія ледниковъ, ледяныхъ покрововъ, отложенія арктическихъ морей, береговые наносы и т. д., въ ихъ безконечномъ разнообразіи? Искать такихъ свѣдѣній въ учебникахъ геологіи нечего и думать. Все, что можетъ дать самый богатый изъ нихъ въ этомъ отношеніи, это—только общее понятіе о нынѣ-совершающихся преобразованіяхъ, которыми слѣдуетъ вообще руководствоваться при рѣшеніи геологическихъ вопросовъ. Въ немногихъ общихъ сочиненіяхъ по ледниковому вопросу, объ этой необходимой, главной основѣ всѣхъ разсужденій большею частію нѣтъ и помина, лсли говорится, то такъ коротко, что скорѣе можно думать, будто затрогивается она только вскользь, по пути. Всего легче найти еще свѣдѣнія о явленіяхъ, нынѣ совершающихся въ альпійскихъ ледникахъ; но и этотъ богатый матеріалъ далеко не вполнѣ удовлетворяетъ необходимымъ требованіямъ: мы найдемъ здѣсь превосходныя описанія строенія льда, механизма его движенія, изборожденія скалъ,—словомъ тѣхъ явленій, которыя доступны на поверхности; но мы не найдемъ здѣсь подробнаго и точнаго описанія внутренняго состава и строенія моренъ во всѣхъ ихъ видахъ, не найдемъ почти никакихъ свѣдѣній о поддонныхъ моренахъ, образующихся теперь подъ ледниками или недавно покинутыхъ ими, и т. д. Но еще менѣе узнаемъ мы о составѣ, строеніи и расположеніи моренаго щебня въ тѣхъ странахъ, гдѣ ледники занимаютъ уже не однѣ узкія долины, а стелятся по странѣ широкими покровами: до сихъ поръ геологи предпочитали писать свои гипотезы на основаніи кабинетныхъ соображеній, вмѣсто того чтобы отправ-

ляться за подтвержденіемъ своихъ выводовъ въ арктическія страны, оттого и сами наблюденія слишкомъ недостаточны; да и то даже, что́ уже сдѣлано въ этомъ направленіи, зарыто и забыто либо въ журналахъ сороковыхъ годовъ, либо въ такихъ сочиненіяхъ, куда и не заглядываетъ большинство геологовъ.

Еще хуже состояніе нашихъ свѣдѣній о морскихъ,—прибрежныхъ и глубинныхъ образованіяхъ. Мы знаемъ еще кое-что о разрушительной работѣ морскихъ волнъ, но наши свѣдѣнія о созидательной ихъ работѣ крайне скудны (возможны-ли были-бы иначе толки о береговыхъ валахъ въ 150—200 ф. высоты?). Намъ нужно имѣть точные, прочно-установленные признаки прибрежно-морскихъ образованій (ибо такіе признаки несомнѣнно существуютъ), наносовъ оставляемыхъ плавающими льдинами (если таковые существуютъ), наносовъ видоизмѣняемыхъ современною дѣятельностью льда и т. п., но въ этомъ направленіи сдѣлано еще очень и очень мало. Геологи сами рѣдко дѣлаютъ нужныя для этого наблюденія, такъ что свѣдѣній приходится искать, и часто безплодно, то въ отчетахъ арктическихъ плавателей, то въ отчетахъ о береговыхъ съемкахъ и драгированіяхъ, то въ замѣткахъ какого-нибудь наблюдательнаго смотрителя маяка или прибрежнаго пастора, разбросанныхъ во всевозможныхъ журналахъ и газетахъ. И если бы всѣ эти свѣдѣнія были даже собраны, то все-таки останется масса крупныхъ пробѣловъ, которые приходится заполнять цѣпью мелкихъ умозаключеній, построенныхъ на самыхъ мелкихъ наблюденіяхъ, а извѣстно, что чѣмъ длиннѣе такая цѣпь, тѣмъ легче сбиться съ пути и придти къ невѣрному выводу.

Но предположимъ даже, что геологъ, приступающій къ изученію наносовъ, соберетъ всѣ эти разбросанныя свѣдѣнія, и изученіемъ ихъ подготовитъ себя къ изслѣдованіямъ. Онъ и во всей этой физико-географической литературѣ не найдетъ и не можетъ найти нужныхъ данныхъ. Многое по самому существу своему недоступно наблюденію, оставаясь скрытымъ подо льдомъ, или на днѣ моря, и восполнить эти пробѣлы возможно только

при помощи изслѣдованія геологическаго; только путемъ сопоставленія физико-географическихъ данныхъ съ геологическими, только расширяя физико-географическія основанія геологическими наблюденіями и строя свои выводы на ихъ совокупномъ изученіи, и можно, напримѣръ, узнать что-нибудь о характерѣ поддонной морены, о строеніи наносовъ отлагающихся въ фьердахъ, о распредѣленіи изборожденія и по многимъ другимъ весьма важнымъ вопросамъ. Изъ этого вытекаетъ однако необходимость, для собственной *предварительной* подготовки,—въ обширномъ знакомствѣ съ геологическою литературою ледниковаго періода и въ предварительной переработкѣ ея, съ цѣлью установленія вышеупомянутаго критерія. Пусть вспомнитъ однако читатель, какъ обширна эта литература, и какъ случайно разбросаны въ ней нужные для этого факты.

Такова, по моему мнѣнію, необходимая предварительная подготовка для желающаго писать о ледниковомъ періодѣ. Какъ обширна однако должна быть эта подготавка теперь, когда самыя основныя положенія не разработаны и не утверждены сколько-нибудь прочно, легко убѣдится каждый, если переберетъ мысленно возникающіе частные вопросы; онъ увидитъ тогда, настоятельно ли необходимо рѣшить тотъ или другой вопросъ, а если необходимо,—то разрѣшимъ ли онъ на основаніи тѣхъ немногихъ сочиненій по физической геологіи, которыми должно теперь довольствоваться большинство геологовъ, желающихъ писать о ледниковомъ періодѣ.

Едва ли нужно также напоминать, что никакая литературная подготовка не достаточна безъ полевой, и что никакая подготовка не пойдетъ въ прокъ, если она не найдетъ себѣ воспріимчивой почвы, т.-е. если изслѣдователя всегда не занимали вопросы о томъ, какъ объясняется данная топографическая черта мѣстности, какъ могло возникнуть то или другое отложеніе,—словомъ если физико-географическіе вопросы не были всегда присущи его уму, во всѣхъ его прежнихъ изслѣдованіяхъ. Но насколько эта способность развита, или вѣрнѣе, насколько она

убита у значительной части геологовъ, обработывающихъ отдѣльныя отрасли геологіи сообразно теперешнимъ требованіямъ, извѣстно, я думаю каждому изъ насъ. Ее можно найти только у отдѣльныхъ личностей, преимущественно среди много-путешествующихъ англичанъ и американцевъ, или живущихъ въ горной странѣ Швейцарцевъ, — эти же страны и дали лучшія работы по ледниковому періоду,—но за то напримѣръ въ Германіи, наиболѣе трудящейся въ геологіи надъ систематикою и классификаціею, она весьма мало распространена: потому-то такъ неудачны до сихъ поръ рѣдкія попытки германскихъ геологовъ увеличить ледниковую литературу своими трудами.

Но никакая подготовка, литературная и полевая, не могутъ еще уничтожить трудностей, свойственныхъ изслѣдованіямъ наносовъ, по самой ихъ сущности,—трудностей, въ силу которыхъ писать о ледниковомъ періодѣ что нибудь дѣльное если и не труднѣе, то во всякомъ случаѣ слѣдуетъ съ гораздо большею осторожностью, чѣмъ по нѣкоторымъ другимъ отраслямъ геологіи [2]). Дѣло въ томъ, что въ изслѣдованіи наносовъ мы уже не имѣемъ тѣхъ твердыхъ точекъ опоры къ которымъ привыкли, напримѣръ, въ палеонтологіи или даже въ химической геологіи. Поэтому всѣ вопросы приходится рѣшать здѣсь на основаніи совокупности весьма многихъ такихъ признаковъ, изъ которыхъ каждый самъ по себѣ не можетъ имѣть вполнѣ опредѣленнаго исключительнаго смысла и кромѣ-того представляетъ еще безконечный рядъ неуловимыхъ переходовъ. Понятно, однако, что при такихъ условіяхъ, и возможность ошибокъ гораздо больше, да и требуется отъ изслѣдователя не только много знаній, но и весьма живой работы мысли, и кромѣ-того чрезвычайно-конкретное, реальное представленіе о сложномъ совокупномъ дѣйствіи тѣхъ дѣятелей, къ которымъ онъ обращается за объясненіемъ наблюдаемаго,—представленіе, готовое возникнуть во всякій данный моментъ, у подошвы всякаго обнаженія.

---

[2]) Я конечно имѣю въ виду тѣ очень скромныя требованія, которыми теперь довольствуются въ этой наукѣ.

Таковы, по моему мнѣнію, необходимыя требованія, съ которыми неизбѣжно отнестись ко всякому берущемуся писать о ледниковомъ періодѣ. Они такъ расходятся съ тѣмъ, что́ представляетъ теперь большинство трудящихся надъ ледниковою литературою, что я боюсь даже упрека въ преувеличеніи. Но пусть читатель переберетъ всѣ тѣ ошибочныя, а главное поверхностныя гипотезы, на которыя мы наталкивались уже и еще натолкнемся ниже; пусть припомнитъ тѣ многочисленные мелкіе промахи, которые встрѣчаются даже въ лучшихъ работахъ по ледниковому періоду,—и онъ увидитъ что причина всѣхъ этихъ ошибокъ дѣйствительно кроется въ отсутствіи указанной подготовки и указаннаго склада ума и знаній; онъ согласится тогда, что самыя прекрасныя (при современныхъ требованіяхъ) работы, сдѣланныя авторомъ въ другихъ отрасляхъ геологіи, еще не обезпечиваютъ его отъ самыхъ грубыхъ ошибокъ по ледниковому вопросу.

И такъ трудности самихъ изслѣдованій и ихъ особый характеръ, необходимость въ особой, спеціальной подготовкѣ и отсутствіе этой подготовки,—вотъ главный источникъ, съ одной стороны неудовлетворительности ледниковой литературы, съ другой—безконечныхъ разногласій, замѣчаемыхъ между изслѣдователями.

Другая группа разногласій объясняется исторически,—началомъ, которое Тиндалль назвалъ началомъ *относительности воззрѣній* [7]), другими словами—неспособностью скоро отрѣшаться отъ предвзятыхъ идей, полученныхъ подъ вліяніемъ ранѣе полученныхъ впечатлѣній. Всѣмъ намъ извѣстно, говоря словами Тиндалля, что впечатлѣнія, получаемыя нами отъ какого-либо факта, или группы фактовъ, зависятъ отъ того состоянія, въ которомъ мы находились передъ ихъ воспріятіемъ. Два туриста, находящіеся на вершинѣ одной и той же горы, — одинъ, под-

---

[3]) Ср. Тиндалль. „Роль воображенія въ развитіи естественныхъ наукъ": въ переводѣ Павленкова. Приложеніе къ книгѣ Секки: Единство физическихъ силъ. Вятка 1873, с. 479.

нявшійся на нее изъ долины, а другой, спустившійся туда съ еще болѣе высокой горы, — безъ сомнѣнія будутъ испытывать при обозрѣніи окружающей мѣстности совершенно различныя впечатлѣнія: для одного изъ нихъ окрестный видъ расширяется, для другаго же, напротивъ, съуживается. Это различіе *предшествовавшихъ положеній* непремѣнно должно сказаться въ родѣ и характерѣ вліянія, которое произведетъ на наблюдателя открывающаяся передъ нимъ панорама. Это обыденное наблюденіе, какъ оно ни просто, служитъ однако ключемъ ко многимъ недоразумѣніямъ, спорамъ и задержкамъ въ развитіи нашихъ знаній, и Тиндалль совершенно правъ, придавая началу *относительности* весьма важное значеніе въ исторіи науки и говоря что имъ можно было бы объяснить многія различія въ отношеніяхъ ученыхъ ко многимъ спорнымъ вопросамъ. Сколько бы ни говорилось, что ученый руководствуется въ своихъ выводахъ однимъ логическимъ мышленіемъ, доказательностью положеній, приведенныхъ въ защиту даннаго тезиса, — но на самомъ дѣлѣ этого нѣтъ. Наука не составляетъ исключенія въ области человѣческихъ воззрѣній вообще. Всякое ничтожное положеніе въ наукѣ, какъ и въ жизни, должно медленно пробивать себѣ путь, борясь съ безчисленными предразсудками, и только весьма немногіе отборные умы способны принять новое воззрѣніе, прямо противорѣчащее ихъ прежнему образу мыслей лишь только оно будетъ доказано; большинство же, *привыкши* извѣстнымъ образомъ объяснять себѣ явленія, должно точно также *привыкнуть* и къ новому объясненію, и пока они не прислушаются, не привыкнутъ къ нему, продолжаютъ упорно отрицать его; въ большинствѣ случаевъ, чтобы новое воззрѣніе было принято большинствомъ ученыхъ, необходимы долгіе годы,—пока вымретъ то поколѣніе, которое тратило свои силы на защиту прежняго ученія, или пока оно не будетъ окончательно затерто молодыми учеными, защищающими новое воззрѣніе. Мы видимъ это во всѣхъ наукахъ,—для геологіи вообще это блистательно доказалъ Ляйэлль въ своемъ историческомъ очеркѣ этой науки, — видимъ рѣзкіе примѣры и въ

исторіи ледниковаго періода. Этою „относительностью воззрѣній“, или выражаясь откровеннѣе, этою косностью мышленія (indolence of mind, какъ выразился одинъ англійскій критикъ) и объясняется громадная доля разногласій, встрѣчаемыхъ въ ледниковой литературѣ, какъ это видно, если обратиться къ исторіи вопроса.

Явленія полировки и изборожденія скалъ, разноса угловатыхъ валуновъ и отложенія неслоистыхъ, хаотическихъ наносовъ были замѣчены еще въ концѣ прошлаго столѣтія, и уже тогда Соссюръ пытался объяснить эти явленія въ Альпахъ, въ связи съ разносомъ валуновъ по Германіи. Сумма знаній объ измѣненіяхъ, совершающихся на земной поверхности, была въ то время такъ мала среди ученыхъ, что трудно было бы даже представить себѣ такое состояніе,—низшее чѣмъ среди младенческихъ народовъ, — если бы не имѣть въ виду предразсудковъ, загромождавшихъ тогда развитіе науки [4]); достаточно вспомнить, что, напримѣръ, Вольтеръ, опровергая библейскій потопъ, могъ сказать (хотя бы даже въ жару полемики) про ископаемыя раковины находимыя на Альпійскихъ горахъ, что ихъ могли занести туда пилигримы, а Соссюръ долженъ былъ цѣлыя страницы посвятить доказательству того, что круглые камни (cailloux roulés) не суть „игра природы“ и т. д. Въ тѣ времена всѣ были увѣрены въ неподвижности материковъ, а возможность крупныхъ измѣненій климата на большихъ пространствахъ земной поверхности (особенно въ смыслѣ охлажденія) и не грезилась ученымъ. Не мудрено поэтому, что Соссюръ обратился къ первой знакомой ему силѣ, способной произвести округлые камни и разбросать ихъ, именно къ водѣ, и, видя необходимость въ громадной силѣ воды, вообразилъ себѣ образованіе пучинъ, въ которыя низверглись во́ды, покрывавшія Альпы, словомъ—громадное наводненіе, вызванное однимъ изъ тѣхъ внезапныхъ толчковъ или переворотовъ, о которыхъ тогда говорили такъ много [5]).

[4]) О состояніи тогдашней геологіи см. „Основанія Геологіи“ (Principles) Ляйэлля.

[5]) Saussure. Voyage dans les Alpes, t. I. Neuchatel 1779. De l'origine des cailloux roulés, p. 144 sq.

Гипотеза Соссюра была принята въ наукѣ очень хорошо. Противъ дѣтскихъ объясненій въ родѣ игры природы, изверженія лунныхъ вулкановъ и т. п., это былъ существенный прогрессъ. Наконецъ согласуясь съ нѣкоторыми ходячими теоріями, гипотеза обращалась вмѣстѣ съ тѣмъ къ силѣ слишкомъ хорошо знакомой большинству. Чьерульфъ (Kjerulf) совершенно правъ, замѣчая, что всѣ наводненія и потопы пользуются большою популярностью. Дѣйствительно, все человѣчество живетъ на берегахъ водъ, и почти каждый изъ насъ знакомъ по личному наблюденію съ разрушительною силою воды,—не даромъ миоы всѣхъ младенческихъ народовъ прибѣгаютъ къ потопамъ, для объясненія непонятныхъ имъ явленій. Ученые прошлаго столѣтія не возвысились въ этомъ вопросѣ надъ народнымъ міросозерцаніемъ и повторили тоже народное объясненіе.

Но гипотеза Соссюра не только была хорошо принята въ свое время: она продержалась въ наукѣ очень долго, и всѣ наиболѣе извѣстные въ свое время геологи защищали ее. Это опять таки объясняется исторически. Въ 1820-хъ годахъ гипотеза потоповъ нашла себѣ сильную поддержку въ лицѣ Александра фонъ-Гумбольдта, Леопольда фонъ-Буха и Эли де-Бомона; она совпадала съ ихъ теоріями, а потому они взяли ее подъ свое покровительство. Бухъ въ 1819 году, Бомонъ въ 1829 году, оба писали въ ея защиту, давая нужную массу воды внезапнымъ поднятіямъ Альпъ и услужливо опредѣляя (Бухъ) скорость движенія воды во время потопа — сперва въ 19460 ф. въ секунду, потомъ въ 356 ф.!! Въ геологіи всѣ падали тогда ницъ передъ массою знаній Гумбольдта и Буха и слѣпо вѣрили въ тѣ страшные вулканическіе перевороты, о которыхъ они вѣщали, приправляя ихъ туманными фразами, въ родѣ „воздѣйствія расплавленнаго ядра на свою кору“; механическая теорія теплоты, о которой уже говорила всѣмъ и каждому любая паровая машина, ждала еще больнаго медика Мейера, у котораго хватило-бы смѣлости провозгласить ее, и другъ Гумбольдта, Эли-де-Бомонъ, ничѣмъ не стѣс-

няемый, смѣло разглашалъ о внезапномъ изверженіи изъ нѣдръ земли Альпійскихъ и Гималайскихъ массивовъ. Наибо́льшаго развитія достигла гипотеза потоповъ въ изслѣдованіи Сефстрёма, который въ 1836 году приписалъ страшному наводненію, исходившему изъ среднихъ частей Скандинавскаго нагорья, изборожденіе скалъ въ Скандинавіи, образованіе озовъ въ Швеціи, а также и разносъ валуновъ и отложеніе неслоистыхъ наносовъ въ Европѣ, вплоть до береговъ Африки. Впрочемъ, нужно отдать справедливость Сефстрёму: онъ умѣлъ наблюдать, и онъ понялъ то, чего многіе не замѣчаютъ до настоящаго времени,— что всѣ эти явленія имѣютъ *одну* общую причину и что они распространяются на всю Европу. Другіе знаменитые геологи и этого не дѣлали: ихъ мало занимали мелочныя наблюденія; имъ казалось гораздо важнѣе рѣшить вопросъ, гдѣ-бы найти нужную массу воды, какъ изобрѣсти ту силу, которая извергла бы ее во всѣ стороны. Этимъ и занимались, и заставляли Скандинавію (по мѣткому замѣчанію Чьерульфа) внезапно вынырнуть изъ воды, какъ звѣрь, стряхнуть съ себя массу воды и пустить ее во всѣ стороны. И цѣлыхъ пятьдесятъ лѣтъ эта гипотеза повторяется на всѣ лады, и рѣшительно не даетъ хода другимъ, болѣе здравымъ. Потопо-манія царитъ вплоть до 1850-хъ годовъ, такъ какъ послѣдній изъ могиканъ, Мурчисонъ, еще въ 1846 году пытался помирить съ потопами возникшее тогда въ Англіи ученіе о плавающихъ льдинахъ, прибѣгая къ совокупному дѣйствію тѣхъ и другихъ. Тоже дѣлалъ и въ 1849 году Норвежскій профессоръ Шереръ. Напрасно другіе менѣе знаменитые геологи пытались рѣшить вопросъ путемъ наблюденія, и одни,—Джемсъ Галль (1813) и Вентури (1817),— искали объясненія явленія въ плавающихъ льдинахъ, а другіе, какъ швейцарецъ Венецъ (1821) и датчанинъ Эсмаркъ (1823), обращались къ большему распространенію ледниковъ. Ихъ голосъ не былъ услышанъ. Даже весьма добросовѣстный наблюдатель Эшеръ-фонъ-деръ-Линтъ былъ увлеченъ въ общій потокъ,

и только умѣрялъ Буховскія изверженія Альпъ, давая нужную массу воды въ прорывахъ швейцарскихъ озеръ.

Въ серединѣ 1830-хъ годовъ возникаетъ однако новое ученіе,—ученіе о плавающихъ льдинахъ. Его вновь предложилъ Ляйэлль, вмѣстѣ съ Дарвиномъ, который только-что вернулся изъ кругосвѣтнаго плаванія, гдѣ онъ имѣлъ случай наблюдать въ береговой полосѣ Чили слѣды ледниковъ, рядомъ со слѣдами поднятія страны и съ обиліемъ льдинъ, отторгаемыхъ отъ антарктическихъ ледниковъ. Сочувствіе, съ которымъ эта незамѣченная раньше гипотеза была принята теперь нѣкоторыми геологами, особенно въ Англіи, вполнѣ объясняется подборомъ новыхъ знаній, пріобрѣтенныхъ около этого времени. Постоянно находя остатки морскихъ животныхъ на мѣстѣ теперешнихъ материковъ, нерѣдко на значительной высотѣ надъ моремъ, ученые за пятьдесятъ лѣтъ уже успѣли привыкнуть къ мысли о подвижности материковъ и перестали уже дѣлать дѣтскія возраженія, въ родѣ тѣхъ, которыя приходилось выслушивать еще Араго („какъ же это материки растутъ у васъ, какъ грибы?“), Мало-по-малу повышенія и пониженія материковъ стали даже истиною, положенною въ основу всей геологіи, вмѣстѣ съ громадными періодами, требовшимися для такихъ измѣненій.

Медленное вѣковое поднятіе Швеціи (принятое, надо замѣтить, слишкомъ легковѣрно) стало извѣстно около того же времени. Наконецъ, обширныя морскія путешествія англичанъ, особенно—многочисленныя арктическія плаванія, сдѣланныя между 1820 и 1845 годами, ввели естествоиспытателей въ мало извѣстный прежде міръ грозныхъ и эффектныхъ картинъ арктическихъ льдовъ.

Правда, что еще въ двадцатыхъ годахъ была высказана другая гипотеза, пытавшаяся объяснить эрратическія явленія бо́льшимъ распространеніемъ ледниковъ въ Альпахъ и Скандинавіи. Но геологи, особенно не-швейцарскіе, хорошо знакомые съ мыслью о разрушительной и созидательной силѣ морей, недавно познакомив-

шіеся наконецъ съ арктическими льдами, были очень плохо знакомы съ явленіями, представляемыми нынѣшними ледниками,—малодоступная тогда Швейцарія еще не была любимымъ сборнымъ мѣстомъ туристовъ. Ученые не только двадцатыхъ, но отчасти и сороковыхъ годовъ, положительно не вѣрили въ пластичность ледниковаго льда, и вмѣсто того, чтобы положиться въ этомъ случаѣ на мнѣніе любаго альпійскаго пастуха, или самимъ прожить нѣсколько недѣль въ альпійской хижинѣ, они писали въ своихъ кабинетахъ возраженія, основанныя на „общихъ“ (и самыхъ плохихъ) соображеніяхъ. Понятно, что при такихъ условіяхъ гипотеза плавающихъ льдинъ окончательно восторжествовала надъ гипотезою ледяныхъ покрововъ и даже ледниковъ, которые затѣмъ долгое время продолжали вызывать однѣ снисходительныя усмѣшки. Но едва ли мы ошибемся, если скажемъ, что главное вліяніе въ переходѣ къ плавающимъ льдинамъ имѣло то, что переходъ отъ наводненія или потопа къ морскому теченію, движущему ледяныя горы съ валунами, былъ гораздо легче, чѣмъ переходъ къ ледникамъ. Онъ требовалъ меньше вѣры въ силу своихъ индукцій, меньшаго насилія мозговыхъ способностей надъ полубезсознательными процессами,—это было наводненіе вдвойнѣ, грязью и льдомъ,—въ такомъ видѣ и принялъ его напримѣръ впослѣдствіи Мурчисонъ.

Никто изъ сторонниковъ новой догадки,—ее трудно назвать даже гипотезою, — не полюбопытствовалъ провѣрить, насколько въ самомъ дѣлѣ велика переносная сила плавающихъ льдинъ (см. XVII главу); довольно того, что Скоресби или докторъ „Бигля“ *видѣлъ* камни на льдинахъ, а что за дѣло до того,—гдѣ, какъ, въ какомъ количествѣ! Тѣ факты, которые говорили противъ распространенности этого явленія, не заслужили никакого вниманія (напр. изслѣдованіе Хэйеса); никто не потрудился даже перебрать арктическія плаванія, съ цѣлью обосновать прочнѣе свою гипотезу (чтеніе Парри должно было бы уже поселить сомнѣнія въ ея справедливости), никто не задумался надъ тѣмъ, какой смыслъ имѣютъ тѣ немногіе факты, на

которые опиралась догадка (напр. наблюденія Скоресби на мелях у мыса Барроу), и эти факты, не подвергнутые ни критикѣ, ни даже простому обсужденію, стали переходить изъ рукъ въ руки, изъ книжки въ книжку и цѣлые тридцать-сорокъ лѣтъ составляли *основу гипотезы*!

Тѣ несообразности, съ которыми встрѣчалась гипотеза, также были забыты. Что изборожденіе въ Скандинавіи шло отъ центра къ окружности, было извѣстно уже въ концѣ тридцатыхъ и началѣ сороковыхъ годовъ (Бётлинкъ); но никому не приходило въ голову спросить себя, какая же сила гнала льдины во всѣ стороны, прочь отъ материка, и замѣтить, что въ настоящее время нигдѣ не замѣчено теченій, расходящихся такимъ образомъ лучеобразно. Никто не поинтересовался узнать, откуда же брались въ среднихъ частяхъ Скандинавіи эти массы льдинъ? Вмѣсто того, чтобы допустить хотя на нагорьѣ Скандинавіи обширные ледяные покровы, Ляйэлль предпочиталъ погрузить ее въ море всю, вмѣстѣ съ фьельдами въ 4—5000 ф. высоты, а льдинамъ получаться либо съ ничтожной площади, превышающей эту высоту, либо неизвѣстно откуда (изборожденіе говорило же, что это не могло быть сѣверное теченіе). Чтоже касается до того, могутъ ли плавающія льдины бороздить породу такъ, какъ она бываетъ изборождена, т. е. иногда—не взирая на довольно крупныя черты рельефа, иногда—сообразуясь съ мелочами очертанія мелкихъ бугровъ (эти факты были указаны уже Сефстрёмомъ и Бётлинкомъ), могутъ ли на днѣ моря отлагаться неслоистые наносы и т. д.,—то стóило ли заботиться объ этихъ пустякахъ: объ нихъ не заботятся и по сіе время цѣлыя поколѣнія ученыхъ.

Словомъ, догадка не обоснованная на фактахъ, противорѣчившая десяткамъ сдѣланныхъ уже наблюденій, была принята на вѣру; довольно того, что она давала (разсуждая поверхностно) правдоподобное объясненіе, вмѣсто неправдоподобнаго,—и гордая своею мыслительною независимостью наука, отвергая то, къ чему приводила ее раціональная индукція (гипотезы Венеца, Эсмарка

Агассиса), приняла то ученіе, на которое наводили ее косность мышленія ея представителей и случайный подборъ знаній, подборъ, обусловленный не стремленіемъ рѣшить заданные себѣ вопросы, а случаемъ, совокупностью бытовыхъ условій и прежнимъ нераціональнымъ направленіемъ геологіи. Затѣмъ, она стала упорно защищать этотъ подборъ отъ новыхъ вторженій, то игнорируя ихъ, то снисходительно улыбаясь, когда эти „преувеличенія“ и „увлеченія“ слишкомъ назойливо напоминали о себѣ. Ученіе стало слѣдовательно распространяться, чему болѣе всѣхъ способствовалъ Ляйэлль, многократными изданіями своей популярной геологіи. Въ пятидесятыхъ годахъ оно достигаетъ своего апогея, но царитъ и до настоящаго времени: и понынѣ его вѣщаютъ со многихъ каѳедръ жрецы науки (по сіе время продовольствуясь тѣми же тремя-четырьмя не проанализированными фактами), и понынѣ пишутъ „сочиненія“ въ его защиту.

Я упоминалъ выше, что уже Венецъ въ 1821 году и Эсмаркъ въ 1823 году [6]) объясняли эрратическія явленія въ Альпахъ и Скандинавіи обширнымъ распространеніемъ ледниковъ; эта гипотеза была слѣдовательно высказана уже 50 лѣтъ тому назадъ. Что же сдѣлано было для того, чтобы убѣдиться въ ея состоятельности или несостоятельности? Были ли предприняты нужныя изслѣдованія для того, чтобы ее опровергнуть, постарались ли геологи провѣрить ее?—Конечно нѣтъ; гипотеза сразу была объявлена „странною“, попросту — сумасбродною. Откровенный Шарпантье самъ объяснилъ намъ—почему. Лично знакомый съ Венецомъ и убѣждаемый имъ, онъ не находилъ возраженій; но онъ прямо говоритъ, что никакъ не могъ „представить себѣ“ ледника въ 250 верстъ, который занималъ бы не только долину Роны, но и все пространство между Альпами и Юрою. Также поступали и другіе ученые. Индуктивный методъ, обычный всякому пахарю въ области знакомыхъ ему явленій,

[6]) Работа Эсмарка была переведена въ Англіи въ 1827 году, въ Jameson's Journal.

былъ забытъ; предположеніе было просто признано невѣроятнымъ. Но, замѣчу мимоходомъ, какъ примѣръ относительности воззрѣній, оно не казалось невѣроятнымъ охотнику за косулями Перродену, родившемуся у подножія ледниковъ и вѣрившему въ справедливость индукцій, сдѣланныхъ въ знакомой ему области: отъ него Шарпантье и услыхалъ впервые ледниковую гипотезу. Опять альпійскій крестьянинъ опережалъ ученыхъ геологовъ, какъ онъ опередилъ ихъ въ вопросѣ о движеніи ледниковъ.

Въ сороковыхъ годахъ были наконецъ изданы изслѣдованія Агассиса и Шарпантье, основанныя на продолжительныхъ и точныхъ наблюденіяхъ. Но хотя въ нихъ описаны *всѣ* тѣ явленія, на которыхъ теперь основываются сторонники ледниковой гипотезы [7]), они не были признаны убѣдительными. *Теперь* собранные въ этихъ двухъ книгахъ факты считаются достаточнымъ основаніемъ ледниковой гипотезы, *тогда* они были признаны недостаточными даже для того, чтобы признать распространеніе альпійскихъ ледниковъ вплоть до Юры. Впрочемъ, надо сказать, что Агассисъ въ 1840 году самъ себя скомпрометтировалъ: съѣздивъ въ Шотландію, онъ и тамъ увидалъ слѣды не только ледниковъ, но даже сплошнаго ледянаго покрова, окутавшаго горы и низменности; этимъ онъ окончательно доказалъ свою опрометчивость и ледникоманію [8]). Записка Чэмберса о томъ же предметѣ, съ тѣмъ же взглядомъ, появившаяся въ 1848 году; имѣла также мало успѣха, и потребовалось цѣлыхъ двадцать лѣтъ на то, чтобы убѣдить большинство альпійскихъ геологовъ въ существованіи Шотландскаго ледянаго покрова.

[7]) Возможность движенія льда по малому уклону прямо слѣдуетъ изъ того наблюденія Агассиса, что скорость движенія ледника зависитъ не отъ уклона поверхности его ложа, а отъ давленія фирна. Къ тому же эта возможность была еще ранѣе доказана непосредственно опытами Хопкинса.

[8]) Совершенно тотъ же упрекъ, въ тѣхъ же выраженіяхъ, заслужилъ онъ опять недавно, когда, оставляя въ сторонѣ всякія предвзятыя догадки, онъ опять-таки заключилъ строго-индуктивнымъ путемъ, что извѣстный нанось покрывающій Бразилію (taparihoacanga) не можетъ быть ничѣмъ инымъ какъ ледниковымъ наносомъ,—какъ бы дико ни казалось намъ, что мѣстности, лежащія почти подъ экваторомъ и въ уровнѣ моря, были недавно покрыты такимъ же ледянымъ покровомъ, какимъ теперь покрыта Грёнландія.

Также неубѣдительными показались *тогда* общеизвѣстныя изслѣдованія Гюйо въ Швейцаріи (1845) надъ распространеніемъ валуновъ, подтвержденныя въ 1852 году Маклореномъ. Хотя распредѣленіе этихъ массъ такъ явно говорило за невозможность разноса ихъ льдинами, но это не было сочтено достаточнымъ основаніемъ, чтобы отказаться отъ Альпійско-Юрскаго моря. *Теперь* Ляйэлль самъ утверждаетъ въ „Древн. Чел.“, что эти изслѣдованіи совтавляютъ одно изъ самыхъ сильныхъ доказательствъ въ пользу громаднаго распространеніи Швейцарскихъ ледниковъ [9]).

Излишне было бы перечислять здѣсь всѣ тѣ труды, которые являлись между 1840 и 1860 годами и расшатывали вѣру въ гипотезу плавающихъ льдинъ. Достаточно сказать, что на этомъ пути работала двадцать лѣтъ цѣлая фаланга талантливыхъ и смѣлыхъ физико-географовъ и геологовъ. Но тѣмъ не менѣе, напримѣръ Ляйэллю,—котораго мы имѣемъ полное право считать типомъ, представителемъ современныхъ геологовъ,—потребовалось съ 1840 года цѣлыхъ 17 лѣтъ, чтобы поколебаться въ своей вѣрѣ: въ 1857 году онъ наконецъ посѣтилъ Швейцарію, чтобы лично убѣдиться въ справедливости морской или ледниковой гипотезы, и наконецъ, только въ 1863 году онъ издалъ „Древность человѣка“, гдѣ окончательно санкціонировалъ своимъ авторитетомъ ученіе о ледяныхъ покровахъ, конечно совершивъ при этомъ „отступленіе въ порядкѣ“ отъ своихъ прежнихъ воззрѣній, т.-е. съ цѣлымъ рядомъ ограниченій, уступокъ и оговорокъ въ ихъ пользу. Санкція Ляйэлля имѣла громадное значеніе, особенно въ Англіи, и съ 1863 года, а особенно съ начала семидесятыхъ годовъ начинаетъ появляться уже большое количество изслѣдованій, гдѣ ледниковая гипотеза исповѣдуется болѣе или менѣе смѣло.

Итакъ, для того чтобы гипотеза ледниковыхъ покрововъ пробилась наконецъ наружу и пріобрѣла право гражданства въ

---

[9]) Карта Гюйо появляется теперь во всѣхъ учебникахъ и популярныхъ книжкахъ.

наукѣ, потребовалось не менѣе сорока лѣтъ со времени ея провозглашенія: не менѣе двадцати-пяти лѣтъ продолжалось исключительное господство гипотезы плавающихъ льдинъ.

Можно было-бы замѣтить однако, что количество лѣтъ, которыя продержалась та или другая гипотеза, ничего не выражаетъ, такъ какъ мы не имѣемъ никакого мѣрила, чтобъ рѣшать, что 20-лѣтній или 40-лѣтній срокъ—слишкомъ продолжителенъ для царствованія того или другаго воззрѣнія. И дѣйствительно, иная невѣрная гипотеза могла бы продержаться и сто лѣтъ, и этого срока все-таки нельзя было бы назвать слишкомъ долгимъ, но—только въ томъ случаѣ, если она держалась потому, что не было открыто фактовъ, которые могли бы породить другую гипотезу и сдѣлать ее болѣе вѣроятною, или же наконецъ не были извѣстны факты, противорѣчащіе прежней гипотезѣ. Но ничего подобнаго не было въ данномъ случаѣ. Факты, способные породить новую гипотезу, были замѣчены еще въ 1821 году, и гипотеза была предложена. Оставалось провѣрить ее, направивъ на то свои изслѣдованія. Мало того: изслѣдованія были направлены въ эту сторону молодыми геологами и были сдѣланы ими уже около 1840 года съ такою полнотою, которая и нынѣ считается достаточною для признанія справедливости ихъ воззрѣній. А что касается до противорѣчащихъ фактовъ, то ихъ было слишкомъ много всегда, даже въ самыхъ первыхъ наблюденіяхъ.

Но можетъ быть были сдѣланы еще какія-нибудь новыя открытія, которыя опровергли гипотезу плавающихъ льдинъ, или же сдѣлали ледниковую гипотезу болѣе вѣроятною? — Напрасно стали бы мы искать такихъ открытій. Множилось только *число* наблюденій [10]) надъ ледниками и ихъ слѣдами (для утвержденія гипотезы плавающихъ льдинъ ихъ почему-то вовсе не требовалось), увеличивалось число молодыхъ геологовъ, принимавшихъ другое ученіе, чѣмъ ихъ учителя, но новыхъ фактовъ,

---

[10]) Не мѣшаетъ вообще замѣтить, что въ наукѣ всегда бываетъ избытокъ наблюденій и недостатокъ *научныхъ* обобщеній. Вспомнимъ слова Гукера о томъ, какъ сумѣлъ воспользоваться Дарвинъ всякими „отбросками“ науки.

которые могли бы составить поворотную точку,—не было открыто. У Сефстрёма, Шарпантье, Агассиса [11]) и Гюйо мы уже находимъ *всѣ* тѣ факты, которые теперь приводятся въ защиту гипотезы ледяныхъ покрововъ. Есть только одинъ фактъ, одно наблюденіе, которое появилось позже (но все-таки еще въ 1852 году) и которое показалось особенно убѣдительнымъ—для тѣхъ, у кого уже пошатнулась безусловная вѣра въ силу плавающихъ льдинъ. Но это наблюденіе не дало ни одного новаго доказательства, оно давало только неизвѣстную ранѣе аналогію. Я говорю объ описаніи западнаго берега Грёнландіи, сдѣланномъ д-ромъ Ринкомъ [12]).

Въ самомъ дѣлѣ, какіе новые элементы вносили въ споръ эти новыя наблюденія? [13]).—Во-первыхъ мы узнали что, между 60^0 и 80^0 с. ш. существуетъ въ настоящее время страна, сплошь

---

[11]) Рѣчь идетъ конечно о фактахъ, сообщаемыхъ ими; ихъ теоріи могли быть и невѣрны.

[12]) Если обратиться напримѣръ къ „Древности Человѣка“ Ляйэлля и посмотрѣть, что̀ побудило автора измѣнить свои воззрѣнія относительно Альпъ и Скандинавіи, то мы не найдемъ здѣсь никакихъ другихъ основаній, кромѣ изслѣдованій Морло и личнаго путешествія—для Альпъ, и статьи Чьерульфа и изслѣдованій Ринка—для Скандинавіи. Но изслѣдованія Морло только повторили и расширили изслѣдованія Гюйо, сдѣланныя уже въ 1845 году; а насколько полны были эти послѣднія, видно уже изъ того значенія, которое придаетъ имъ теперь самъ Ляйэлль, считая заявленные въ нихъ факты „очевидно же совершенно неподходящими“ къ теоріи плавающихъ льдинъ („Др. Чел.“, 287). Личныя же наблюденія Ляйэлля также не внесли въ науку группы фактовъ, ранѣе неизвѣстныхъ и имѣющихъ рѣшающее значеніе. Что же касается до признанія сплошнаго ледянаго покрова въ Скандинавіи, то и здѣсь мы видимъ, что статья Чьерульфа также не вносила новыхъ разрядовъ фактовъ, ибо упоминаемыя имъ явленія изборожденія были извѣстны уже въ тридцатыхъ и сороковыхъ годахъ; все что вносилъ Чьерульфъ, это—бойкую, мѣткую (не особенно впрочемъ глубокую) критику и дальнѣйшее умноженіе *числа* фактовъ, не согласныхъ съ морскою гипотезою. Остаются, слѣдовательно, наблюденія Ринка, на которыя обратилъ вникманіе Чьерульфъ; причемъ не худо замѣтить, что эти наблюденія были изданы (по-датски) уже въ 1852 году, и что извлеченіе изъ нихъ было помѣщено уже въ 1853 году въ Journ. R. Geogr. Soc.; но тогда, геологи не обратили на нихъ никакого вниманія (ошибка переводчика, о которой такъ пространно говоритъ Ляйэлль, не имѣла существеннаго значенія).

[13]) Да не подумаетъ читатель, что я имѣю въ виду сколько-нибудь умалить заслуги Ринка. Насколько я считаю важными его наблюденія, особенно въ частностяхъ, всего лучше видно изъ того, какъ много я пользовался ими въ слѣдую-

покрытая льдомъ болѣе чѣмъ на 2000 верстъ въ длину, при средней ширинѣ около 1200 верстъ, и что толщина этого ледянаго покрова отнюдь не менѣе 300 — 600 м., такъ какъ въ немъ зарыты въ береговой полосѣ горы не менѣе 1200—1500 м. абс. высоты; что слѣдовательно ледникъ, не только въ 240 верстъ длины, но даже величиною съ половину Европы, не представляетъ ничего невозможнаго [14]).—Но въ чемъ же это знаніе могло бы подвинуть дѣло, если бы геологи не руководствовались внѣ-логическими процессами, въ родѣ того, что данное заключеніе *кажется* невозможнымъ, или слишкомъ смѣлымъ и т. д., а смѣло принимали бы тѣ выводы, къ которымъ приводитъ ихъ наблюденіе, правильная индукція и дедуктивная провѣрка послѣдней? Могло ли быть какое-нибудь разумное сомнѣніе въ томъ, что *если представятся нужныя условія* (т.-е. достаточное количество водныхъ осадковъ и достаточно холодное лѣто), то ледъ *можетъ* накопляться не на однихъ нагорьяхъ, но и на низменностяхъ, и всплошь покрыть такимъ образомъ цѣлые материки? Могло ли быть сомнѣніе въ томъ, что ледъ можетъ образовать толщи въ 300, 600 м., когда уже было извѣстно, что въ арктическихъ моряхъ носятся ледяныя горы въ 300, 500 и 900 м. толщиною?—Очевидно нѣтъ, и весь вопросъ слѣдовательно могъ быть только о томъ, насколько возможно и вѣроятно наступленіе *въ нашихъ широтахъ* такихъ условій, при которыхъ образовались бы накопленія льда на цѣломъ невысокомъ материкѣ. Но на этотъ вопросъ изслѣдованія Ринка очевидно не могли дать *никакого* отвѣта [15]). Все, что́ они даютъ, —

щихъ главахъ. Моя цѣль — показать только логическое значеніе общагофакта ледянаго покрытія страны, (большинству онъ одинъ и извѣстенъ), въ спорѣ между обѣими гипотезами.

[14]) Фактъ существованія ледяныхъ покрововъ въ сотни миль ширины и въ тысячи футъ толщины былъ впрочемъ извѣстенъ уже изъ антарктическаго плаванія Джемса Росса, равно какъ существованіе очень большихъ *движущихся* ледяныхъ покрововъ было извѣстно изъ наблюденій Скоресби Младшаго.

[15]) На этотъ вопросъ отвѣчаютъ, хотя косвенно, другія изслѣдованія,—О. Гера. Доказывая существованіе въ міоценовый періодъ обширнаго материка, лежавшаго внутри полярнаго круга но пользовавшагося замѣчательно высокою температурою,

это только *аналогію*. Но аналогія, — которой суждено играть такую важную роль въ естествознаніи, — нужна только для пробужденія творчества, для зарожденія гипотезы; доказательствомъ же она служить не можетъ. Въ данномъ случаѣ, она слѣдовательно не имѣла никакого значенія, такъ какъ гипотеза была уже предложена.

Во-вторыхъ, мы узнали отъ Ринка, что масса льда, покрывающая Грёнландію, не лежитъ неподвижно; но что она, хотя медленно, но постоянно, движется изъ середины страны къ берегу, не смотря на малый повидимому уклонъ почвы, — вслѣдствіе чего ледъ постоянно выдавливается въ береговой полосѣ въ долины рѣкъ, гдѣ и спускается въ море настоящими (альпійскими) ледниками; отъ этихъ ледниковъ и отдѣляются ледяныя горы. — Но если бы мы, на помощь извѣстнымъ намъ наблюденіямъ призвали участіе размышленія и вѣрили въ его силу, развѣ мы не должны были давно сами придти къ тому выводу, что обширная масса льда, покрывающая материкъ, *должна* начать двигаться во всѣ стороны, выгружаясь по долинамъ рѣкъ, какъ пришелъ къ нему напримѣръ Агассисъ послѣ своихъ наблюденій надъ альпійскими ледниками? Въ самомъ дѣлѣ, способность льда формоваться и продавливаться сквозь узкія отверстія была извѣстна уже очень давно; она знакома всякой наблюдательной кухаркѣ по замерзшей бутылкѣ молока, и давно уже подтверждена опытами арктическихъ путешественниковъ. Но тоже свойство, подъ давленіемъ ледяной массы, съ прибавкою способности двигаться въ гору, было доказано и наблюденіями надъ ледниками. Извѣстно же было уже изъ трудовъ Агассиса и Шарпантье, что ледники продавливаются сквозь узкія ущелья, а затѣмъ снова расширяются по выходѣ въ болѣе

они неоспоримо свидѣтельствуютъ о возможности измѣненій температуры на земномъ шарѣ въ зависимости отъ космическихъ причинъ. Но именно это подтвержденіе и обходитъ какъ-то большинство геологовъ, признающихъ теперь ледниковый періодъ, такъ какъ большинство сомнѣвается въ космическомъ происхожденіи такого измѣненія климата, а теллурическими причинами объяснить его не можетъ.

просторныя долины, что они переливаются черезъ пороги, изгибаются вмѣстѣ съ долиною при ея поворотахъ, и вообще подчинены законамъ движенія жидкихъ тѣлъ. Это было извѣстно уже въ началѣ сороковыхъ годовъ, и уже Дж. Форбзъ строилъ на этихъ фактахъ свою теорію *вязкости* льда (viscous theory). Но развѣ эти факты не говорили прямо, что ледъ, покрывающій хотя бы совершенно горизонтальную равнину, не можетъ накопляться безконечно, и что наступитъ моментъ, когда онъ начнетъ расползаться во всѣ стороны, хотя бы ему пришлось при этомъ продавливаться въ тѣсныя долины или даже ущелья? Но этого простаго разсужденія не было сдѣлано, и геологи продолжали (и по сію пору продолжаютъ) толковать о недостаточности уклона, о невозможности движенія льда при маломъ уклонѣ и т. д. Между тѣмъ, уже Агассисъ доказалъ, что скорость движенія ледника прямо пропорціональна вовсе не уклону почвы, а давленію, испытываемому льдомъ, т.-е. его толщинѣ и размѣрамъ питающаго его фирна [16]), а Гопкинсъ, еще ранѣе Агассиса, доказалъ своими опытами, что „нѣтъ такого малаго склона, по которому ледникъ не сталъ бы двигаться вслѣдствіе своей пластичности“; движеніе льдинъ по песчаниковымъ пластинамъ было очень хорошо замѣтно не только при 1^0 или $0^0\,40'$ уклона, но даже при совершенно горизонтальномъ положеніи пластины [17]).

Такимъ образомъ и фактъ движенія Грёнландскаго ледянаго покрова не вносилъ въ науку ничего такого, что не вытекало бы непосредственно изъ давно извѣстныхъ уже фактовъ и что не подлежало бы повѣркѣ путемъ опыта и наблюденія. Но за-

---

16) Такъ, напримѣръ, ледникъ Аары, при уклонѣ всего въ 3^0 а мѣстами и въ $0^0\,18'$ и при толщинѣ въ 80 м., имѣетъ скорость въ 210 мм., тогда какъ ледникъ Грюнберга, не смотря на уклонъ въ 30^0, но зато при толщинѣ въ 25 м., имѣетъ скорость всего въ 56 мм. L. Agassiz. Système glaciaire.

17) См. объ этомъ ниже, въ XV главѣ. — Если бы остановка была только за этимъ фактомъ, то не дожидаясь Грёнландскихъ изслѣдованій, геологи давно побывали бы въ Норвегіи, гдѣ и увидали бы движенія взве въ 1—3 линій въ часъ при совершенно горизонтальной поверхности.

явленіемъ этихъ двухъ фактовъ, т.-е. размѣровъ ледянаго покрова и его движенія, и исчерпывается все значеніе, которое имѣли наблюденія Ринка въ спорѣ между ледниковою гипотезою и гипотезою плавающихъ льдинъ. Ясно слѣдовательно, что если наблюденія Ринка и способствовали распространенію ледниковой гипотезы, то не тѣмъ, что они дали въ ея пользу новой рядъ *доказательствъ*, дотолѣ неизвѣстныхъ, а только тѣмъ, что они дали въ настоящемъ *аналогію* явленій, предполагавшихся въ прошедшемъ. Между тѣмъ, ждать для принятія какой-нибудь гипотезы, чтобы предполагаемому явленію была подыскана аналогія,—значитъ идти совершенно нераціональнымъ путемъ, какъ потому, что аналогія ничего не можетъ доказать, такъ и потому, что есть множество явленій, совершившихся въ прошедшемъ, которымъ нельзя подыскать аналогіи въ настоящемъ; а тѣмъ болѣе—аналогіи равной имъ въ пространствѣ и во времени. Роль аналогіи въ естествознаніи — пробудить творчество, породить новую гипотезу; доказать же гипотезу можно только рядомъ индукцій и дедукцій; а необходимость включенія аналогій въ систему доводовъ свидѣтельствуетъ только о младенческомъ развитіи индуктивной и дедуктивной способности мышленія, объ ихъ слабой власти надъ безсознательными процессами, о мыслебоязни. О младенческомъ развитіи этихъ способностей среди „невѣжественныхъ массъ“ ученые говорятъ намъ очень охотно; но въ чемъ же они сами удалились отъ этихъ массъ?

Какъ неосновательно была принята гипотеза плавающихъ льдинъ, также неосновательно она и брошена; ибо если геологъ убѣжденъ, что плавающія льдины могутъ произвести всѣ тѣ явленія, которыя производятъ ледники, если онъ убѣжденъ, что нѣтъ никакой возможности разграничить эти явленія (а это убѣжденіе постоянно видно едва ли не у всѣхъ геологовъ) то онъ не имѣетъ никакого основанія отказываться отъ объясненія явленій, замѣчаемыхъ въ данной странѣ, плавающими льдинами, тѣмъ болѣе если въ тоже время, для безусловно тождественныхъ явленій въ другой странѣ, онъ удерживаетъ прежнее объясненіе. При

такомъ образѣ дѣйствій весь вопросъ сводится на вопросы личнаго вкуса и, слѣдовательно, съ наукою не имѣетъ ничего общаго. А между тѣмъ именно такъ и дѣлается сплошь да рядомъ (Скандинавія и Сѣверная Америка, различныя части Англіи и т. д.).

Въ силу всего сказаннаго, нельзя не придти къ заключенію что гипотеза плавающихъ льдинъ, появившаяся въ силу начала относительности воззрѣній въ такое время, когда уже имѣлись данныя для построенія болѣе раціональной гипотезы, продержавшаяся затѣмъ болѣе тридцати лѣтъ, не смотря на ежегодное численное накопленіе противорѣчащихъ фактовъ, и наконецъ оставленная не потому, чтобы были открыты какіе-нибудь новые разряды противорѣчащихъ явленій, или новыя доказательства противной гипотезы, а тогда, когда у послѣдней достаточно увеличилось число послѣдователей, — что эта гипотеза была не что иное, какъ вредный тормазъ въ развитіи разсматриваемой отрасли знанія.

Оптимисты считаютъ однако появленіе и распространеніе этой гипотезы существеннымъ прогрессомъ въ наукѣ. Гипотеза потоповъ, говорятъ они, предлагала объясненіе, не имѣющее никакого подобія въ явленіяхъ, нынѣ совершающихся на земномъ шарѣ; гипотеза плавающихъ льдинъ объяснила ихъ по крайней мѣрѣ явленіями, не только возможными, но и дѣйствительно существующими; ибо есть несомнѣнныя доказательства того, что значительныя части теперешнихъ материковъ дѣйствительно погружались въ арктическое море, а плавающія льдины дѣйствительно—по крайней мѣрѣ иногда—переносятъ валуны и щебень. Перейти къ такой реальной причинѣ отъ воображаемой, было слѣдовательно несомнѣннымъ прогрессомъ.

Ничего не можетъ быть однако ошибочнѣе и вреднѣе такой точки зрѣнія. Въ томъ, что появленіе и распространеніе этой гипотезы составляло дѣйствительное замедленіе зарождавшагося прогресса, а слѣдовательно—дѣйствительный регрессъ въ наукѣ, легко убѣдиться изъ слѣдующихъ соображеній.

Въ самомъ дѣлѣ, если съ одной стороны справедливо, что человѣчество вообще, а слѣдовательно и наука, доходитъ до истины путемъ ошибокъ, то не менѣе справедливо и то, что число ошибочныхъ мнѣній, предшествующихъ истинному, можетъ быть больше или меньше, смотря по степени развитія человѣческаго мышленія и по степени его воспріимчивости къ новымъ истинамъ; и чѣмъ меньше будетъ этихъ промежуточныхъ мнѣній, тѣмъ быстрѣе будетъ человѣческій прогрессъ. Переходя отъ кремневыхъ орудій къ стальнымъ издѣліямъ, человѣчество могло конечно сначала употреблять шлифованныя орудія, потомъ— орудія изъ легкоплавкихъ металловъ, затѣмъ, — бронзовыя, желѣзныя и наконецъ стальныя, но оно могло также миновать нѣкоторыя изъ этихъ ступеней,—если бы отличалось меньшею косностью мышленія и большею воспріимчивостью. Но мы еще не назовемъ ни одной изъ этихъ ступеней явленіемъ регрессивнымъ, тормозящимъ, такъ какъ, когда еще не существуетъ науки въ ея истинномъ значеніи, всякое новое открытіе зависитъ отъ многихъ случайностей. Но если мы увидимъ, что какое-нибудь племя *зная уже о возможности выдѣлывать металлическія орудія* (и имѣя въ странѣ нужныя запасы металла), переходило бы однако сперва къ шлифованнымъ топорамъ, потому что они болѣе похожи на прежнія орудія, что легче привыкнуть къ шлифованному діоритовому топору, чѣмъ къ бронзовому и т. п., то мы необходимо приписали бы этотъ фактъ косности мышленія, недостатку воспріимчивости къ новымъ истинамъ; мы признали бы его *лишнею* задержкою прогресса. Но если бы при этомъ еще нашлась кучка людей, пользующихся пріобрѣтеннымъ такъ или иначе вліяніемъ въ странѣ и имѣющихъ возможность провѣрить выгоды и невыгоды новаго изобрѣтенія, которая употребила бы всѣ свои усилія на то, чтобы проповѣдывать въ это время выдѣлку шлифованныхъ топоровъ и увѣрять другихъ въ негодности предлагаемыхъ металлическихъ,—не занявшись однако сравнительною оцѣнкою тѣхъ и другихъ орудій,—то развѣ эта кучка не была бы несомнѣннымъ тормазомъ прогресса, т.-е. элементомъ

регресса въ странѣ? Такую роль и разыгрывали однако ученые защитники морской гипотезы.—Напрасно говорятъ намъ также, что самыя заблужденія великихъ ученыхъ, сама ихъ оппозиція возникающему ученію дѣйствовала благотворно, побуждая его защитниковъ дѣлать все новыя и новыя усилія, — въ такомъ утвержденіи слишкомъ явно видно простое желаніе оправдать существующее. Не говоря уже о томъ, что защитники новаго ученія могли бы полезнѣе тратить свои силы на новыя изслѣдованія вмѣсто того чтобы бороться со старыми предразсудками, не говоря уже о неизбѣжномъ неравенствѣ силъ обѣихъ партій,— но всякое ученіе тогда только становится плодотворнымъ, тогда только оно развивается быстро, когда оно выходитъ изъ рукъ отдѣльныхъ лицъ и становится достояніемъ многихъ, если уже не цѣлыхъ массъ народа. Но именно этому-то и препятствуютъ такія кучки людей, именно этому-то и мѣшала въ нашемъ вопросѣ пропаганда Ляйэлля и его послѣдователей. Между тѣмъ, казалось бы съ перваго взгляда, что въ средѣ ученыхъ, на возращиваніе которыхъ человѣчество такъ много потратило и тратитъ своихъ силъ, подобныхъ случаевъ не должно представляться, что ихъ умы всегда будутъ готовы воспріять то ученіе, которое въ данную минуту представляетъ наиболѣе вѣроятный выводъ изъ суммы извѣстныхъ фактовъ, что косность мышленія всего менѣе будетъ имѣть значенія въ ихъ теоріяхъ. Но ничего подобнаго мы не видимъ въ наукѣ. Оттого-то наука и проходитъ такъ много лишнихъ ступеней, оттого и держится такъ долго всякая гипотеза, имѣющая достоинство научнаго старшинства, что въ подобныхъ случаяхъ важнѣе бываетъ не доказательность извѣстныхъ фактовъ, а подготовленность умовъ къ ихъ воспріятію, другими словами—относительность воззрѣній. Гдѣ же послѣ этого та сила и полетъ научной мысли, о которыхъ такъ любятъ говорить въ XIX вѣкѣ, и чѣмъ же оно разнится, это научное мышленіе, отъ всякаго другаго?

И такъ, само запоздалое появленіе и распространеніе гипотезы плавающихъ льдинъ было уже явленіемъ регресса. Но этого

мало. Если большинство начинаетъ уже замѣчать неудовлетворительность существовавшаго ранѣе ученія и начинаетъ задумываться надъ новою предложенною гипотезою, на которую прежде не обращало никакого вниманія,—и если въ это время является съ талантливою поддержкою нѣкая средняя гипотеза, которая устраняетъ вопіющія несообразности, но вмѣстѣ съ тѣмъ даетъ возможность не сдѣлать рѣшительнаго шага, потребность въ которомъ уже начинаетъ чувствоваться,—то естественно что такая гипотеза явится задержкою развитія, такъ какъ всегда найдется громадное большинство, готовое довольствоваться хотя бы и не вполнѣ удовлетворительнымъ, но за то менѣе крайнимъ ученіемъ, и уже всѣми силами станетъ противодѣйствовать распространенію другаго ученія, хотя можетъ быть и болѣе удовлетворительнаго, но за то и рѣзко расходящагося съ прежнимъ. Критика замолкнетъ, и принятіе болѣе вѣрнаго ученія отсрочится на продолжительное время. Такъ и было въ разсматриваемомъ нами вопросѣ: мы видимъ, что въ тридцатыхъ и сороковыхъ годахъ гипотеза потоповъ начинаетъ уже считаться недостаточною и появляются одна за другою попытки объяснить явленія, обосновавъ ихъ на прочной почвѣ физико-географическаго наблюденія, и мы можемъ смѣло сказать, что если бы въ это время не была возобновлена гипотеза плавающихъ льдинъ, и на ея защиту не было положено авторитета и таланта Ляйэлля и Дарвина, то гипотеза ледниковъ, высказывавшаяся уже въ 1821 году, конечно пробила бы себѣ путь около сороковыхъ годовъ. Гипотеза потоповъ уже не могла болѣе держаться, и она неизбѣжно замѣнилась бы гипотезою ледяныхъ покрововъ — если бы за защиту плавающихъ льдинъ не взялись авторитетъ-имѣющіе геологи. Теперь же, довольствуясь полуправдоподобною гипотезою, критика замолкла: геологи уже не напрягаютъ своихъ силъ, чтобы полнѣе *объяснить* явленія, — они ограничиваются *описываніемъ* замѣченнаго и наступаетъ этотъ замѣчательный промежутокъ затишья пятидесятыхъ годовъ, такъ рѣзко отличающійся отъ предшествовавшихъ десятилѣтій. — Наконецъ, нужно помнить еще,

что податливость мышленія каждаго человѣка, его способность къ воспріятію новыхъ истинъ далеко не неограниченна, что способность перехода отъ одного строя мышленія къ другому ослабѣваетъ съ каждымъ переходомъ, и что ученый, у котораго развитіе мыслительной силы не превышаетъ среднее ея развитіе въ человѣчествѣ вообще (а таково конечно громаднѣйшее большинство), потративши достаточное количество мозговыхъ усилій, или механической работы вообще, на опроверженіе одной гипотезы и на защиту другой, несравненно труднѣе отрѣшится отъ этой послѣдней и приметъ третью.

Но, можетъ быть, морская гипотеза хотя тѣмъ сослужила свою службу въ исторіи, что давала возможность накопляться фактамъ которые потомъ и послужили для болѣе прочной установки гипотезы ледяныхъ покрововъ?—Но и этого нельзя сказать; напротивъ того, регрессивное вліяніе гипотезы плавающихъ льдинъ всего лучше видно, если разсмотрѣть ея вліяніе на характеръ изслѣдованій ледянаго періода.

Прежде всего мы замѣчаемъ, что хотя гипотеза плавающихъ льдинъ гораздо удовлетворительнѣе гипотезы наводненій въ своей общей концепціи, но за то въ частностяхъ она гораздо хуже объясняетъ замѣчаемыя явленія, и вдобавокъ совершенно теряетъ ключъ къ ихъ взаимной связи. Въ самомъ дѣлѣ, если разъ уже допустить возможность громаднаго наводненія, то имъ *несравненно* удовлетворительнѣе объясняется большинство фактовъ, чѣмъ при гипотезѣ плавающихъ льдинъ; таковы, напримѣръ: зависимость изборожденія отъ мелкихъ частностей рельефа, изборожденіе идущее внизъ по долинамъ [18]), переносъ валуновъ изъ мѣстностей лежащихъ по сосѣдству, но на такомъ уровнѣ, что онѣ должны были лежать на днѣ моря, на глубинѣ въ нѣсколько тысячъ футъ, обиліе мѣстныхъ породъ въ эрратическомъ наносѣ, образованіе наносныхъ грядъ параллельно изборожденію и т. д. и т. д. Всѣ эти чрезвычайно крупныя явленія, совершенно понятныя

[18]) Изборожденіе поперегъ долинъ одинаково необъяснимо обѣими гипотезами.

при допущеніи наводненія, рѣшительно необъяснимы при допущеніи плавающихъ льдинъ, и можно смѣло сказать, что нѣтъ ни одного даже мелкаго, частнаго явленія, которое лучше объяснялось бы плавающими льдинами, чѣмъ наводненіями. Понятно, однако, какъ вредно должно было это отозваться на характерѣ изслѣдованій. Такъ какъ всѣ частныя явленія не объяснялись гипотезою, то они относились уже въ разрядъ случайностей, не заслуживающихъ вниманія, и изслѣдованіи получали тотъ замѣчательно-поверхностный характеръ, который такъ рѣзко бросается въ глаза въ работахъ защитниковъ морской гипотезы, сдѣланныхъ въ промежуткѣ до шестидесятыхъ годовъ. Этотъ поверхностный характеръ изслѣдованій еще усиливается слѣдующимъ обстоятельствомъ. Если бы гипотеза плавающихъ льдинъ имѣла прочное физико-географическое основаніе, еслибы она основывавалась не на одномъ голословномъ заявленіи, что Скоресби видѣлъ подъ такою-то широтою камни на льдинахъ, а Уэддель— тамъ-то, еслибы эти факты были подвергнуты тщательному анализу. разобраны условія, въ которыхъ плавающія льдины могутъ переносить валуны и наносъ, въ какомъ видѣ долженъ отлагаться этотъ наносъ, каковъ долженъ быть характеръ изборожденія льдинами и т. д. и т. д. (ниже мы увидимъ что такой разборъ былъ бы погребальнымъ маршемъ гипотезы), — тогда изслѣдователь неизбѣжно старался бы точно опредѣлять характеръ наноса, его расположеніе и строеніе, расположеніе, составъ и пр. валуновъ, характеръ изборожденія и т. д. Всякое мелкое наблюденіе становилось бы тогда новымъ доказательствомъ гипотезы, всякая мелкая черта могла бы быть сравнена съ извѣстною физико-географическою чертою, имѣла бы свой смыслъ, помогала бы возстановить картину прошедшаго, и изслѣдователь жадно искалъ бы такихъ чертъ. Но какой смыслъ могутъ имѣть подобные факты для послѣдователя гипотезы плавающихъ льдинъ? Онъ не можетъ приравнять ихъ къ современнымъ физико-географическимъ процессамъ, такъ какъ онъ ихъ игнорируетъ, и если бы онъ вздумалъ перечислять всѣ частныя наблюденія, ко-

торыя могъ сдѣлать, то всѣ эти факты, съ точки зрѣнія его мертворожденной гипотезы, были бы безконечно однообразными повтореніями одного и того же припѣва, безплодною пустынею, способною оттолкнуть всякаго отъ изслѣдованія наносовъ ледянаго періода. Естественно поэтому, что онъ пренебрегаетъ всѣми этими чертами, не имѣющими для него никакого физико-географическаго смысла, онъ ограничивается бѣглымъ обзоромъ, и спѣшитъ перейти въ область общихъ соображеній, гдѣ уже не имѣя никакой узды въ наблюденіи, можетъ громоздить по волѣ теченія на теченія, приливы, отливы, прибои съ гигантскими волнами и т. д. Оттого и получается этотъ характеръ работъ, который постоянно поражаетъ при знакомствѣ съ работами защитниковъ плавающихъ льдинъ, въ промежуткѣ между сороковыми годами и концомъ шестидесятыхъ. Нѣсколько замѣчаній о томъ, что есть такой-то „наносъ“, нѣсколько бѣглыхъ наблюденій шрамовъ, упоминаніе, по возможности частое, о большихъ валунахъ, лежащихъ на поверхности, особенно на высшихъ точкахъ горъ, и о тѣхъ, которые передвинуты съ сѣвера, совершенное умалчиваніе о валунахъ въ наносѣ и ихъ составѣ, отсутствіе всякаго подобія классификаціи наносовъ, и много, очень много соображеній о холодныхъ и теплыхъ теченіяхъ, существовавшихъ при неизвѣстныхъ рельефахъ материковъ, объ ихъ взаимныхъ встрѣчахъ и уклоненіяхъ,—вотъ общій характеръ такихъ статей. Вотъ чѣмъ отразилось, и неизбѣжно должно было отразиться, вліяніе этой гипотезы на характеръ изслѣдованій.

Но все сказанное далеко еще не даетъ даже блѣднаго понятія о тормозящемъ вліяніи гипотезы плавающихъ льдинъ. Чтобы вполнѣ оцѣнить его, намъ пришлось бы разсмотрѣть, какъ оно отражается теперь на цѣломъ рядѣ частныхъ вопросовъ. Мы должны были бы разсмотрѣть, насколько логично ведутся споры о распространеніи ледниковъ въ отдѣльныхъ частяхъ земнаго шара, какъ ледниковая гипотеза должна буквально шагъ за шагомъ отвоевывать у гипотезы плавающихъ льдинъ (отчего-жъ бы не у *terra incognita*?) каждый клочекъ земли въ средней Европѣ,

въ Россіи, въ Америкѣ и въ Азіи; какъ относятся ученые къ каждому новому заявленію о ледниковомъ покрытіи той или другой мѣстности; какъ затѣмъ, въ каждомъ частномъ вопросѣ касающемся пост-пліоценовыхъ образованій, для каждаго изслѣдователя въ отдѣльности и для всѣхъ въ совокупности повторяется одинъ и тотъ же процессъ: какъ разносъ валуновъ, отложеніе толщъ ледниковаго щебня, отложеніе глинъ съ валунами, образованіе озовъ, параллельныхъ террасъ и пр. и пр. приписывается сперва дѣятельности льдинъ и моря, и какъ одни за другими эти образованія отвоевываются у моря, послѣ долгой войны, послѣ многихъ стычекъ и промежутковъ отдыха, и какъ наконецъ они объясняются ледниками. Только тотъ, кто въ подлинныхъ изслѣдованіяхъ прослѣдитъ эту перестрѣлку, кто самъ, подъ вліяніемъ предвзятыхъ идей, впадалъ въ тѣ же ошибки, пойметъ, какую новообразимую трату времени и силъ повлекло и еще повлечетъ за собою принятіе этой гипотезы и какъ много еще потребуется времени на то, чтобы ледникамъ стали приписывать всѣ тѣ явленія, которыя они дѣйствительно могли произвести. Въ этой борьбѣ всего рѣзче сказывается начало относительности, о которомъ мы говорили выше. Ученый, привыкшій объяснять явленія плавающими льдинами, хотя бы и безъ всякаго основанія, уже въ силу привычки не легко принимаетъ новое объясненіе. Но вынужденный наконецъ на уступку, онъ старается удержать за собою хотя часть поля сраженія: онъ соглашается признать ледниковый покровъ, но спѣшитъ оговорить, что явленія въ такихъ-то областяхъ, или такія-то группы явленій, онъ предпочитаетъ объяснять дѣйствіемъ моря; поэтому всякая гипотеза, какъ бы шатка она ни была, какъ бы ни отсутствовало у ней всякое физико-географическое основаніе, все-таки будетъ принята радушно, лишь бы она обращалась къ дѣйствію моря, лишь бы она служила подтвержденіемъ того, что удержанный клочекъ поля сраженія удержанъ на законномъ основаніи.

Въ этомъ вліяніи предшествовавшей гипотезы, въ этой „отно-

сительности воззрѣній", мы находимъ такимъ образомъ ключъ къ объясненію безчисленныхъ разногласій не только въ общихъ выводахъ, но и въ цѣломъ рядѣ частныхъ объясненій, предлагаемыхъ въ литературѣ ледниковаго періода. Мы возвращаемся такимъ образомъ къ вопросу, поставленному въ началѣ главы, и можемъ, стало быть, формулировать нашъ отвѣтъ на него слѣдующимъ образомъ: неподготовленность ученыхъ, пишущихъ о ледниковомъ вопросѣ, зависящая отъ того, что самъ предметъ стоитъ въ геологіи совершенно особнякомъ и одинаково принадлежитъ къ области физической географіи и геологіи, тогда какъ физико-геологической складъ мышленія вообще отсутствуетъ у громадной доли геологовъ; отсутствіе прочныхъ знаній о явленіяхъ, нынѣ совершающихся на земной поверхности, и спеціальной ихъ разработки для рѣшенія имѣющихся въ виду вопросовъ и отсутствіе правильной постановки этихъ вопросовъ, которая конечно была бы возможна только при откровенномъ сознаніи въ своемъ невѣдѣніи о тѣхъ или другихъ явленіяхъ; и наконецъ относительность воззрѣній, выражающаяся вліяніемъ гипотезы потоповъ на общую постановку вопросовъ и гипотезы плавающихъ льдинъ на рѣшеніе множества частныхъ вопросовъ,—вотъ тѣ три причины отъ которыхъ зависятъ замѣчательныя разногласія, поражающія каждаго приступающаго къ изученію ледниковаго періода. Но если принять эту точку зрѣнія, то мы уже не должны смущаться этими разногласіями. Сознавая вполнѣ, что оцѣнкою авторитета ученаго мы по необходимости должны иногда руководствоваться, когда намъ приходится выбирать между двумя разнорѣчивыми группами фактовъ, мы однако признаемъ, что при оцѣнки *подбора* этихъ фактовъ и сдѣланныхъ изъ нихъ *выводовъ*, уже нѣтъ возможности въ нашемъ вопросѣ полагаться на авторитетъ, особенно если онъ пріобрѣтенъ изслѣдованіями въ другихъ отрасляхъ геологіи. Оставляя, слѣдовательно, въ сторонѣ всякія постороннія соображенія, мы будемъ искать опоры нашимъ выводамъ лишь въ фактахъ, и затѣмъ примемъ тѣ выводы, къ которымъ приведетъ насъ индукція построенная на

этихъ фактахъ, какъ бы ни разошлись наши выводы съ общепринятыми. Такой разборъ — къ сожалѣнію только нѣкоторыхъ фактовъ и явленій, долженствующихъ служить основаніемъ нашихъ заключеній о ледниковомъ періодѣ, и то далеко не полный—и составитъ предметъ слѣдующихъ главъ.

XV.

ИЗБОРОЖДЕНІЕ СКАЛЪ

Изборожденіе и его возможныя причины.—Полировка и изборожденіе.—Они тождественны съ ледниковыми.—Могутъ быть произведены искусственно.—Борозды не появляются, но исчезаютъ въ проточной водѣ.—Изборожденіе въ сдвигахъ, обвалахъ и т. п.—*Могутъ ли плавающія льдины производить какое нибудь изборожденіе?*—Морскія льдины.—Слабое давленіе плавающей льдины.—Надвиганіе льдины на отлогую скалу.—Чтобы изборожденіе было возможно въ этомъ случаѣ, необходимо такое сочетаніе условій, какого обыкновенно не бываетъ въ природѣ.—*Наблюденія.*—Изборожденіе льдинами, выдвигаемыми на берегъ бурями.—Изборожденіе рѣчнымъ льдомъ:—Р. Св. Лаврентія;—Енисей.—По берегамъ морей, вышедшимъ изъ воды, до сихъ поръ не замѣчено изборожденія, которое могло бы быть признано морскимъ.

Изборожденіе, наблюдаемое въ природѣ.—*На отдѣльныхъ буграхъ*:—Полированныя льдомъ поверхности.—Формы шрамовъ.—Ихъ расположеніе на буграхъ.—Крупныя и мелкія борозды.—Нормальныя и боковыя.—Зависимость отъ мелкихъ неровностей.—Подъемъ въ гору.—*Изборожденіе, разсматриваемое въ цѣлой странѣ.*—Расхожденіе изъ центровъ.—На днѣ долинъ.—Зависимость и независимость направленія бороздъ отъ рельефа страны.—Причины.—Движеніе пластической массы на горизонтальной поверхности.—Свойства льда.—Причины движенія ледниковаго льда.—Объясненіе аномалій изборожденія при допущеніи пластичности льда въ сплошныхъ ледяныхъ покровахъ.—Невозможность морскаго происхожденія изборожденія, наблюдаемаго въ природѣ.—Заключенія.—*Степень распространенности изборожденія.*—Рѣдкость изборожденія.—Изборожденіе въ долинахъ и отсутствіе его на плоскогоріяхъ.—Уничтоженіе изборожденія:—въ долинахъ;—старыя и молодыя долины;—на высшихъ точкахъ.—Наблюденія:—Рѣдкость изборожденія въ нѣкоторыхъ мѣстахъ Финляндіи,—Гренландіи,—Скандинавіи,—Альпъ;—въ сѣв.-вост. Азіи,—въ Гималаяхъ,—въ Сѣверной Америкѣ.—Заключенія.

Изборожденіе скалъ было первымъ явленіемъ, которое навело альпійскихъ и норвежскихъ изслѣдователей на мысль о большомъ распространеніи ледниковъ въ одинъ изъ недавнихъ геологическихъ періодовъ. Оно составляетъ также самое очевидное и самое безспорное доказательство ледянаго покрытія страны,

а потому съ него мы и начнемъ нашъ обзоръ признаковъ ледниковаго періода.

Извѣстно, что на громаднѣйшихъ пространствахъ Финляндіи и Скандинавіи, Даніи, Великобританіи, Сѣверной Америки и т. д., а также всѣхъ около-полярныхъ материковъ и острововъ, поверхность скалъ оказывается во многихъ мѣстахъ отполированною и покрытою множествомъ тонкихъ и толстыхъ, параллельныхъ между собою царапинъ или бороздъ.

Отполированныя и изборожденныя такимъ образомъ скалы и ихъ борозды буквально тождественны съ такими же скалами и бороздами, наблюдаемыми возлѣ теперешнихъ ледниковъ въ тѣхъ случаяхъ, когда, въ періодъ ихъ уменьшенія, обнажаются береговые утесы, незадолго передъ тѣмъ находившіеся подъ льдомъ. Такая полировка и изборожденіе производятся, какъ извѣстно, вслѣдствіе тренія, подъ большимъ давленіемъ слоевъ щебня и камней, примерзшихъ къ боковой и нижней поверхности ледника. Медленно стирая, слой за слоемъ, неровности скалы, ледники доводятъ ее постепенно до того, что она принимаетъ совершенно гладкія, округлыя формы, и что поверхность ея бываетъ отполирована на значительныхъ пространствахъ. Самый тонкій илъ полируетъ скалу, придавая ей иногда глянцовитый видъ, мелкія кварцевыя и другія зерна проводятъ царапины или борозды (шрамы); болѣе крупные камни оставляютъ по себѣ широкія и весьма неглубокія борозды, которыя лучше всего можно назвать ссадинами; наконецъ, отъ продолжительнаго дѣйствія щебня и большихъ камней по одной линіи образуются кругловатые и широкіе жолоба (cannelures). Всѣ эти различные виды бороздъ на небольшихъ протяженіяхъ бываютъ совершенно параллельны между собою. Совершенно такая же полировка и изборожденіе замѣчаются и на отдѣльныхъ валунахъ. Медленное треніе песка и ила сглаживаетъ неровности этихъ камней, и если валунъ очень долго оставался въ одномъ положеніи, пока подвергался истиранію, то онъ получаетъ такую форму, что часть его какъ будто искусственно спилена ровною плоскостью,

и эта плоскость затѣмъ отшлифована. Затѣмъ, весь валунъ или эта плоскость покрываются царапинами.

Совершенно такая же полировка и изборожденіе, какъ извѣстно изъ опытовъ Добрэ, могутъ быть произведены искуственно, если вдѣлать камешки въ дерево, или всадить ихъ въ плотный кусокъ льда и двигать эту массу подъ сильнымъ давленіемъ по каменной пластинѣ. Необходимое условіе для появленія въ этомъ случаѣ бороздъ есть только то, чтобы ледяная масса не была рыхлою; если камешекъ можетъ свободно перевертываться, или вдавливаться въ ледъ, то бороздъ не получается, только камешекъ шлифуется и округляется [1]).

Уже въ силу сказаннаго понятно, что ни проточная вода, ни потокъ грязи не могутъ произвести изборожденія. Многократные опыты и наблюденія подтверждаютъ это; если проточная вода съ пескомъ и щебнемъ несется по отполированной поверхности скалы, то она не только не производитъ бороздъ, но даже уничтожаетъ ихъ, если онѣ существовали ранѣе. Тоже — и потокъ грязи. Еще скорѣе исчезаютъ въ водѣ шлифовка и изборожденіе съ валуновъ: и опыты, и наблюденія надъ альпійскими ручьями показали, что изборожденному камню достаточно пройти въ руслѣ рѣки разстояніе даже въ нѣсколько десятковъ метровъ (не болѣе 100 ф.), чтобы окончательно утратить всякіе слѣды изборожденія [2]). Это положеніе такъ твердо установлено, что уже нѣтъ надобности перечислять наблюденія, на которыхъ оно основано.

Является однако вопросъ, не можетъ-ли быть произведено изборожденіе еще какимъ-нибудь инымъ путемъ, помимо ледниковаго льда? — Нѣсколько лѣтъ тому назадъ геологи указывали на случайныя, возможныя по ихъ мнѣнію причины изборожденія; но всѣ эти указанія не выдерживали критики, и по-

---

[1]) Daubrée, Recherches expérimentales sur le striage des roches, dû au phénomène erratique. Paris, 1858; изъ Annales des Mines, 6-e livr., 1857.

[2]) Ср. опыты Добрэ и Коллomба (Collomb), а также общеизвѣстныя наблюденія швейцарскихъ геологовъ—Шарпантье, Дезора и др.

этому короткое время уже успѣло предать ихъ забвенію. Можно было бы даже привести наблюденія, сдѣланныя съ цѣлью опровергнуть эти догадки, но теперь это было бы пустою тратою времени. Достаточно напомнить, что сюда причисляли бороздчатость, получающуюся какъ слѣдствіе кристаллизаціи, изборожденіе при сдвигахъ и въ стѣнахъ жилъ, изборожденіе оползнями, лавинами и обвалами, — т.-е. все явленія дѣйствительно существующія, но чисто мѣстныя, или же крайне грубыя,—а также всякіе способы изборожденія искусственнаго: желѣзными орудіями, колесами и т. п. (лѣтъ двадцать тому назадъ, нѣкоторые геологи не позабыли сослаться и на римскія дороги, и на вязанки дровъ, которыя иногда волочатъ, или спускаютъ съ горъ пиренейскіе дровосѣки). Остается, слѣдовательно, одна возможная причина изборожденія, кромѣ ледниковаго льда, именно плавающія льдины,—къ ней мы и обратимся.

Мы должны, слѣдовательно, разсмотрѣть, могутъ-ли плавающія льдины производить изборожденіе подобное тому, которое производятъ ледники?

Но ставя этотъ вопросъ, я чувствую необходимость оговориться. Человѣку, мало знакомому съ научными пріемами геологіи, самый вопросъ долженъ показаться чрезвычайно страннымъ. Если тридцать лѣтъ держалась гипотеза, которая объясняла плавающими льдинами изборожденіе скалъ, тождественное съ ледниковымъ, если такой знаменитый геологъ какъ Ляйэлль, даже въ „Древности Человѣка“, еще не дѣлалъ *никакого* различія между слѣдами, оставшимися отъ ледниковъ и отъ плавающихъ льдинъ, и считалъ ихъ тождественными, то ясно, что возможность изборожденія плавающими льдинами,—изборожденія, *не отличимаго* отъ ледниковаго,—должна быть фактомъ, твердо установленнымъ и доказаннымъ строго научно. Къ сожалѣнію, оно вовсе не такъ. Возможность изборожденія плавающими льдинами,—тождественнаго съ ледниковымъ, — не только никогда не была доказана, ни даже доказываема, но она еще должна быть совершенно

отвергнута. Мало того, какъ мы сейчасъ въ этомъ убѣдимся, есть полное основаніе предполагать, что даже изборожденіе вообще, какое-бы то ни было, хотя бы и не совсѣмъ похожее на ледниковое, если и можетъ быть дѣломъ плавающихъ льдинъ, то лишь въ очень рѣдкихъ случаяхъ.

Прежде всего, слѣдовательно,—могутъ-ли, плавающія льдины, морскія и рѣчныя, вообще полировать и бороздить скалы?

Рѣшить этотъ вопросъ теоретически чрезвычайно трудно, какъ по неимѣнію надежныхъ данныхъ, такъ и по самой сложности явленія. Поэтому нѣкоторые подступавшіе къ нему математики оставили его безъ отвѣта. Геологи же раздѣлились на два мнѣнія: одни думаютъ, что изборожденіе льдинами возможно, такъ какъ онѣ достигаютъ въ ледяныхъ горахъ такихъ громадныхъ размѣровъ; другіе же полагаютъ, что именно эти большія массы, будучи неспособны надвигаться на скалы на значительное разстояніе, вслѣдствіе громаднаго тренія, не могутъ слѣдовательно произвести изборожденія и полировки, но что ледяныя поля меньшей толщины могутъ произвести этотъ результатъ. Рѣшить положительно между этими двумя мнѣніями очень трудно, хотя второе изъ нихъ и имѣетъ за себя болѣе вѣроятности; можно сказать только, что механическая сила, требующаяся для изборожденія, не очень велика, и что иногда могутъ слѣдовательно представляться условія, при которыхъ изборожденіе будетъ возможно для тѣхъ или другихъ видовъ льдинъ [3]). Мы

---

[3]) Изъ изслѣдованій г. Добрэ (l. c., pp. 8—12) видно, что первые признаки изборожденія появлялись, когда, при скорости движенія въ 40 мм. въ секунду, т.-е. 144 м. (473 ф.) въ часъ, давленіе на бороздившій камешекъ было около 5 килогр.; но площадь изборожденія въ данномъ случаѣ не опредѣлена (она можетъ быть принята вѣроятно отъ $^1/_4$ до 1 кв. мм.). При этомъ замѣчено, какъ и слѣдовало ожидать, что при большей скорости движенія, изборожденіе появлялось при меньшимъ давленіи (послѣднее повидимому обратно пропорціонально квадратамъ скоростей?). Кромѣ того г. Добрэ замѣтилъ, что мельничные жернова проводили борозды, имѣя толщину, которая соотвѣтствовала бы толщинѣ льда около 1 метра и скорости движенія около $4^1/_2$ верстъ въ часъ. Но такъ какъ въ данномъ случаѣ мы имѣемъ въ жерновѣ твердое, непластичное тѣло, которое всею своею тяжестью давитъ на нѣсколько бороздящихъ кристалликовъ, число же про-

дѣйствительно и увидимъ ниже, что такія условія иногда осуществляются, напримѣръ въ большихъ рѣкахъ, во время весенняго ледохода и при образованіи большихъ заторовъ, а также — по берегамъ морей, когда бури выдвигаютъ на берегъ большіе тороса.

Что же касается до льдинъ, носящихся въ морѣ, то прежде всего нужно замѣтить, что если льдина *плаваетъ*, т.-е. удовлетворяетъ нужнымъ для этого гидростатическимъ условіямъ, то толщина ея, для изборожденія, безразлична, и Кролль справедливо замѣтилъ, что *давленіе* плавающей ледяной горы въ 100 ф. или въ одну милю толщины совершенно одинаково [4]). Съ размѣрами и, слѣдовательно, съ вѣсомъ льдины измѣняется только ея инерція. Дѣйствительно, вѣсъ *плавающей* льдины уравновѣшивается гидростатическимъ давленіемъ. Поэтому если бы льдина только *коснулась* какой-нибудь выдающейся скалы или мели, то ея давленіе на эту точку было бы почти равно нулю; точно также если бы во время отлива она осѣла такъ, что подъ какою-нибудь ея частью не хватало бы 2—3 ф. воды, то въ этой части давленіе было бы равно вѣсу ледяной призмы въ 2—3 ф. высоты и съ основаніемъ, равнымъ площади горизонтальнаго сѣченія льдины. Во многихъ случаяхъ такое давленіе можетъ быть ничтожно. Этимъ и объясняется, вѣроятно, почему такъ часто замѣчалось, что большія льдины, сидѣвшія на мелях, при опрокидываніи выносили со дна совершенно сохранившіяся раковины, приставшія къ ихъ прежней нижней поверхности; если бы давленіе было очень велико, то раковины несомнѣнно были бы раздроблены.

Но съ размѣрами льдины увеличивается ея инерція, а этотъ факторъ можетъ имѣть громадное значеніе. Дѣйствительно, если

водимыхъ бороздъ неизвѣстно, то этими послѣдними данными въ нашемъ вопросѣ вовсе нельзя пользоваться. Остаются, слѣдовательно, только первыя наблюденія, но легко понять, какой просторъ они даютъ различнымъ допущеніямъ.

4) См. примѣчаніе въ концѣ главы. Ср. также Peacock, On Mr. Croll's paper „On Geol. Time", Phil. Mag., v. 37, 1869, p. 208.

бы большая ледяная гора встрѣтила на своемъ пути *предсуществующую*, слабо-наклонную и гладкую поверхность скалы, то она стала бы надвигаться на эту скалу по инерціи и прошла-бы бы по ней нѣкоторое разстояніе. И понятно, что треніе, которое разовьется при такомъ надвиганіи льдины, будетъ, особенно вначалѣ, такъ велико на каждомъ квадратномъ дюймѣ поверхности соприкосновенія, что эта поверхность *можетъ* быть изборождена. Но какъ далеко пройдетъ льдина по такой скалѣ, если движущая сила теченія будетъ по обыкновенію невелика,— этого мы рѣшить не можемъ. Если не ошибаюсь, впрочемъ, пройденное разстояніе не можетъ быть значительно, такъ какъ всѣ расходы силы на такое движеніе происходятъ на счетъ одной живой силы инерціи, весьма мало пополняясь слабымъ боковымъ давленіемъ обыкновеннаго теченія (менѣе 55 килогр. на 1 кв. метръ); пройдя по скалѣ весьма небольшое разстояніе, льдина, я полагаю, очень скоро уже израсходуетъ свою живую силу и останется неподвижною [5]). Предоставляя, впрочемъ, рѣшеніе этого вопроса лицамъ компетентнымъ въ механикѣ, я замѣчу, что даже и для такого изборожденія потребовалось бы такое сочетаніе особенно благопріятныхъ условій, которое, какъ въ этомъ легко убѣдиться, почти никогда не представится въ природѣ. Во 1) нужно, чтобы на днѣ моря заранѣе существовали скалы, подобныя теперешнимъ бараньимъ лбамъ, т. е. уже заранѣе округленныя и выглаженныя и имѣющія пологій склонъ

---

[5]) Такъ напримѣръ, при обычной скорости теченія въ 1 м. въ секунду (3½ версты въ часъ), ледяной кубъ со сторонами въ 300 м. (1000 ф.) могъ бы, по разсчету, обязательно сдѣланному для меня Н. Я. Цингеромъ, пройти 180 метр. (84 саж.) по гладкой скалѣ, имѣющей уклонъ въ 10°, *если бы* вся сила инерціи расходовалась *только* на приподниманіе центра тяжести льдины, т. е., между прочимъ, еслибы льдина двигалась по скалѣ *вовсе безъ треніе*. Но громадная доля инерціи будетъ расходоваться не на приподниманіе льдины, а на преодолѣваніе треніе, которое въ первые моменты соприкосновенія должно быть громадно, кромѣ того,—на вращеніе льдины, внутреннія движенія и т. д. Поэтому я сомнѣваюсь, чтобы въ тѣхъ случаяхъ, когда расходы живой силы пополняются въ весьма малой мѣрѣ (какъ въ данномъ случаѣ), льдина могла бы подвинуться даже по такой скалѣ хоть на двадцатую часть этого разстоянія, т. е. на 10 метровъ.

въ одну сторону, встрѣчную теченію; тогда на нѣкоторой, вѣроятно весьма малой, части такихъ скалъ дѣйствительно можетъ быть и получилось бы изборожденіе. Но такихъ скалъ на днѣ моря не существуетъ, — развѣ если въ море погрузится страна, которая ранѣе подвергалась ледниковой полировкѣ; но такой случай для насъ уже не имѣетъ значенія. Скалы на днѣ моря представляютъ такія же иззубренныя, разрушенныя очертанія, какъ и тѣ изъ нихъ на сушѣ, которыя не подвергались дѣйствію ледниковъ. Встрѣтя такую скалу, льдина выворотитъ выдающіеся куски, передвинетъ ихъ, но не сошлифуетъ неровностей. Чтобы выгладить скалу и обратить ее въ бараній лобъ, необходимо, чтобы сглаживающая сила въ продолженіе тысячелѣтій соскабливала выдающіяся неровности слой за слоемъ, миллиметръ за миллиметромъ; — этого очевидно не сдѣлаютъ плавающія льдины. Во 2) если бы и существовали округлыя, гладкія скалы, то ихъ уклонъ долженъ быть весьма малъ для того, чтобы на нихъ надвигались льдины. Уклоны въ 10^0, какъ предположенный въ предыдущемъ примѣчаніи, уже весьма неблагопріятные для надвиганія льдинъ, рѣдки даже въ бараньихъ лбахъ (нужно конечно имѣть въ виду всю скалу, а не одну ея маковку); большею частію они бываютъ въ нижнихъ частяхъ въ 20^0—30^0, а подъ-часъ доходятъ и до 90^0. Но по скалѣ съ уклономъ въ 20^0 льдина, двигаемая обыкновеннымъ теченіемъ, не пройдетъ даже и нѣсколькихъ метровъ. Въ 3) необходимое условіе для изборожденія то, чтобы камень плотно вмерзъ въ массу льда: если онъ можетъ вдавливаться въ ледъ, или перевертываться, то онъ либо вовсе не производитъ бороздъ, либо не даетъ правильныхъ линій. Но всякому знакомому съ арктическими плаваніями извѣстно, въ какомъ разрушенномъ видѣ обыкновенно бываютъ ледяныя горы: размытыя волнами и постоянно кувыркаясь, онѣ представляютъ на поверхности скорѣе скопленіе ледяныхъ кусковъ и иглъ, чѣмъ плотнаго льда. (Исключеніе составляетъ только свѣжій поверхностный ледъ, но онъ не достигаетъ значительной толщины). На такихъ разру-

шенныхъ льдинахъ не можетъ быть примерзнувшаго къ нимъ щебня, а потому бороздящій щебень долженъ быть взятъ не съ самой льдины, а изъ наноса, покрывающаго скалы. Между тѣмъ этотъ наносъ, лежащій въ морской водѣ, которой температура выше точки ея замерзанія, представляетъ рыхлую, губчатую массу, и всего естественнѣе думать, что встрѣтя такую массу, даже на предсуществующей отлогой скалѣ, льдина будетъ толкать ее ворохомъ передъ собою (что̀ и наблюдалось сплошь да рядомъ), а отнюдь не двигаться *по ней*, нажимая ее съ силою на каменную поверхность. Изборожденія, слѣдовательно, не произойдетъ; образуются только тѣ изогнутые слои наноса, которые дѣйствительно и встрѣчаются во всѣхъ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ льдины надвигаются на берега. Наконецъ, есть очень много другихъ причинъ, по которымъ нельзя ожидать въ морѣ изборожденія *сколько-нибудь правильнаго*; таковы напримѣръ: непостоянство направленія верхнихъ и нижнихъ теченій, которыя — вездѣ, за исключеніемъ узкихъ каналовъ — мѣняютъ свое направленіе въ разныя времена года и въ разные годы; постоянное вращательное движеніе ледяныхъ горъ по вертикальной оси; перемѣщенія ихъ центра тяжести, неизбѣжныя при наталкиваніи льдинъ на скалы, и весьма многія другія [6]).

---

[6]) Такъ какъ многіе геологи преувеличивали скорость движенія льдинъ, то не мѣшаетъ напомнить, что скорость арктическихъ теченій рѣдко бываетъ болѣе 3-хъ верстъ въ часъ; скорость передвиженія льдинъ на 50—60 миль въ день (немного болѣе 3 верстъ въ часъ) уже принадлежитъ къ исключительнымъ; нерѣдко же она уменьшается до 100 миль въ мѣсяцъ, т. е. менѣе 250 м. (125 саж.) въ часъ. (W. Scoresby. Account of the Arctic Regions, p. 243 etc.) Судно же Германской экспедиціи „Ганза", замерзшее во льду, прошло въ 200 дней всего 150 геогр. миль, т. е. менѣе 5 верстъ въ день. Что же касается до силы вѣтра, къ которой обращаются слишкомъ часто, то г. Іенчъ справедливо замѣтилъ, что сила бокового давленія вѣтра на вертикальную поверхность будетъ, даже во время самой сильной бури, всего въ 49,3 килогр. на 1 кв. м., тогда какъ сила нормальнаго теченія въ 1 м. въ секунду будетъ уже 55,1 килогр. А такъ какъ льдина, плавающая въ морской водѣ, выступаетъ изъ воды только на $^1/_9$ своей высоты (Іенчъ принимаетъ $^1/_{12}$), то боковое давленіе бури на льдину будетъ въ 9 разъ меньше бокового давленія слабаго теченія. (A. Jentsch. Ueber die Gliederung und Bildungsweise des Schwemmlandes in der Umgegend von Dresden, въ N. Jahrb. für Mineralogie, 1872, p. 468). Но и помимо этихъ соображеній

Обращаясь къ наблюденіямъ, мы видимъ, что до сихъ поръ изборожденіе льдинами замѣчалось только въ тѣхъ случаяхъ, когда онѣ выдвигаются большими торосами, — либо бурею на берега нѣкоторыхъ морей, либо рѣками во время ледохода. Въ обоихъ этихъ случаяхъ изборожденіе производится скопищами льдинъ, которыя выталкиваются на берегъ громаднѣйшею массою льда, покрывающаго очень большую поверхность и постоянно толкаемаго впередъ съ громадною силою, напоромъ волнъ или набѣгающихъ сверху льдинъ и воды.

Но изборожденіе льдинами, выдвигаемыми бурею на морской берегъ, очевидно и не можетъ быть принято въ соображеніе, когда рѣчь идетъ объ изборожденіи, подобномъ ледниковому,—хотя Форхгаммеръ и думалъ нѣкогда, объяснить ледниковое изборожденіе въ Даніи именно такимъ путемъ [7]). Разсматриваемое въ совокупности, какъ сумма бороздъ, получившихся отъ такого дѣйствія льда на данное прибрежіе, изборожденіе береговыми льдинами не будетъ имѣть даже самаго отдаленнаго сходства съ ледниковымъ. Въ самомъ дѣлѣ, понятно, что если имѣется берегъ, котораго скалы (ранѣе получившія форму низкихъ бараньихъ лбовъ) спускаются къ водѣ отлогими мысами, и если на этотъ берегъ ежегодно нагоняются ранними весенними бурями громадные торосы льда, образовавшіеся изъ береговой ледяной коры, вмѣстѣ съ массою захваченныхъ ими со дна грязи и камней, то на нѣкоторыхъ береговыхъ буграхъ дѣйствительно *могутъ* показаться шрамы. Нужное для изборожденія давленіе будетъ производиться въ этомъ случаѣ цѣлою массою торосовъ и льда, покрывающаго нѣсколько квадратныхъ верстъ и двигаемаго напоромъ бури, какъ это и бываетъ въ Балтійскомъ морѣ. Но проводи-

---

извѣстно-же, что большія ледяныя горы во время самыхъ сильныхъ бурь передвигаются весьма слабо; сидящія-же на мели остаются совершенно неподвижными.

7) Oversigt af Kngl. Danske Videnskabernas Selskabs Forhandlinger, for aaret 1843, p. 106. Единственное наблюденіе, приводимое имъ, это шрамы позади одного валуна, лежавшаго на бугрѣ въ шхерахъ у Гётэборга и выдвинутаго по мнѣнію Ф., береговымъ льдомъ съ З.; *но шрамы продолжались и къ В. отъ валуна,* говоритъ Ф. (Pogg. Ann. Bd. 58, 637).

мыя въ этихъ случаяхъ борозды очевидно никогда не будутъ имѣть правильности ледниковаго изборожденія: малыя льдины бросаются волнами взадъ и впередъ слишкомъ неправильно, чтобы дать ряды параллельныхъ, прямолинейныхъ шрамовъ; направленія же, въ которыхъ будутъ выдвигаться большіе торосы, могутъ быть чрезвычайно различны на одномъ и томъ же берегу, какъ отъ различія направленій самыхъ бурь, такъ и оттого, что направленіе движенія торосовъ зависитъ отъ чрезвычайно разнообразныхъ условій: изгибовъ береговой линіи, ея вырѣзовъ и мысовъ, толщины льда, его накопленія предшествующими бурями, силы вѣтра и т. д. и т. д. Но допустивъ даже, что гдѣ-нибудь берегъ и покрывается правильными бороздами, нельзя не замѣтить, что онѣ имѣютъ весьма мало вѣроятности сохраниться. Большинство тонкихъ царапинъ будетъ стерто въ ту же бурю слѣдующими нагоняемыми льдинами, или волнами съ пескомъ и грязью; болѣе крупныя борозды будутъ уничтожены во время послѣдующихъ бурь, и уцѣлѣетъ кое-гдѣ только такая борозда, которая случайно сдѣлана тамъ, куда обыкновенно не достигаютъ волны, или же такая, которая по своей ширинѣ и глубинѣ можетъ быть стерта лишь черезъ нѣсколько лѣтъ.

Такъ оно и есть въ дѣйствительности. Хотя выдвиганіе валуновъ сѣверо-западными бурями, бывающими въ концѣ зимы, есть явленіе самое обыкновенное на берегахъ Финскаго залива [8]), но изборожденіе въ этихъ случаяхъ наблюдалось *чрезвычайно рѣдко*, и борозды имѣли скорѣе характеръ грубыхъ ссадинъ, чѣмъ ледниковыхъ шрамовъ. Такъ напримѣръ послѣ валуна, выдвинутаго въ недавнее время на берегъ близъ Гельсингфорса, остались, по словамъ ак. Бэра, лишь „неправильные шрамы“ [9]). По берегамъ Эстляндіи хотя валуны очень часто надвигаются на сушу современнымъ льдомъ, но Ф. Б. Шмидтъ, описывающій эти явленія, упоминаетъ новѣйшее изборожденіе только въ одномъ

[8]) См. ниже, въ XVII главѣ.

[9]) K. Baer, въ Bulletin Scientif. de l'Ac. d. Sc. de St.-Pétersb., t. V, livr. 9 et 10.

случаѣ, — это была большая грубая борозда и, сколько можно понять изъ его словъ [10]), такіе шрамы вообще скоро уничтожаются. Также и на о-вѣ Тюттерсѣ я видѣлъ только одну короткую ссадину, уцѣлѣвшую послѣ передвиженія большаго валуна, не смотря на чрезвычайно-благопріятныя, представляющіяся здѣсь условія (см. выше, XIII главу).

Что касается до изборожденія рѣчнымъ льдомъ, то такіе случаи должны бы встрѣчаться чаще, при нѣкоторыхъ благопріятныхъ условіяхъ, и такое изборожденіе иногда могло бы быть сходно съ ледниковымъ. Дѣйствительно, если рѣчной ледъ и не достигаетъ никогда толщины, которая, судя по опытамъ Добрэ, была бы необходима для изборожденія собственною тяжестью льда, но въ нѣкоторыхъ большихъ рѣкахъ нужное давленіе достигается другимъ путемъ. Если рѣка течетъ изъ болѣе теплыхъ странъ въ болѣе холодныя, то верхнія части ея теченія вскрываются раньше нижнихъ, и нагоняемый сверху ледъ, встрѣчая еще плотную ледяную кору, спирается, затираетъ рѣку и образуетъ очень большіе торосы, достигающіе иногда до 15 метровъ высоты; такіе торосы, — состоящіе изъ льдинъ, которыя захватываютъ съ берега камешки и грязь, — проталкиваются съ громадною силою и скоростью по низкимъ береговымъ мысамъ, и такимъ образомъ оказываютъ на нихъ громадное давленіе, достаточное для изборожденія. При этомъ, давленіе на скалы производится здѣсь также не отдѣльными льдинами и торосами, а сплошною массою льда, плотно сбитою въ заторахъ и растянутою иногда на сотни верстъ; всякая льдина этой сплошной массы, хотя на моментъ остановленная въ своемъ движеніи, задерживаетъ другія, которыя поэтому громоздятся на нее и давятъ, пока не одолѣютъ встрѣтившагося препятствія. Всякій расходъ живой силы съ избыткомъ пополняется въ этомъ случаѣ живою силою вновь-набѣгающихъ льдинъ и воды. Вмѣстѣ съ этимъ, движеніе, благодаря узкому каналу и посто-

---

10) Fr. Schmidt, Untersuch. üb. die Erschein. der Glacialform. in Estland und auf Oesel, въ Mélanges phys. et chim., vol. VI, p. 234.

янному направленію движущей силы, совершается здѣсь изъ года въ годъ съ правильностью, которой не можетъ существовать у морскаго береговаго льда, нагоняемаго бурями.

Поэтому, немудрено, что тѣ крайне рѣдкіе случаи гдѣ наблюдалось изборожденіе плавающими льдинами, были замѣчены въ рѣкахъ, или сходныхъ съ ними каналахъ. Но и на этихъ рѣкахъ оно замѣчено далеко не на всемъ протяженіи ихъ теченія, а только тамъ, гдѣ существуютъ нужныя условія для образованія заторовъ. Такъ, Ляйэлль говоритъ, что хотя по р. Св. Лаврентія и проносятся ежегодно массы льда съ камнями, оторванными отъ береговъ, но долго онъ напрасно искалъ съ Кодрингтономъ какихъ-нибудь слѣдовъ изборожденія, и пришелъ къ заключенію, что тамъ, гдѣ камни несутся маленькими льдинами, имѣющими нѣкоторую свободу движенія, никогда не бываетъ нужныхъ условій для проведенія ледниковыхъ шрамовъ [11]). Но въ узкомъ каналѣ, которымъ Fundy Bay въ Новой Шотландіи сообщается съ моремъ, и гдѣ осуществлены совершенно рѣчныя условія, Ляйэлль наконецъ нашелъ близъ мыса Бломидонъ новѣйшіе, повидимому, шрамы, т.-е. непараллельныя ссадины, шириною до полудюйма, на мягкомъ песчаникѣ. Въ этомъ каналѣ (около 8 вер. ширины) ледъ лежитъ сплошнымъ покровомъ отъ одного берега до другаго, и когда идетъ приливная волна, со скоростью около 15 верстъ, то образуются тороса въ 15 ф. (5 м.) высоты, которые и проталкиваются при высокой водѣ по низкимъ скаламъ песчаника и тогда бороздятъ его [12]). Читатель замѣтитъ конечно, какъ исключительны эти условія.

Лучшія наблюденія въ этомъ родѣ были сдѣланы на Енисеѣ, И. А. Лопатинымъ и описаны въ 1871 году. Въ нижнемъ теченіи Енисея, ниже устья Нижней Тунгуски, и особенно между устьемъ Подкаменной Тунгуски и Бреховскими островами, г. Лопатинъ неоднократно замѣчалъ,

---

11) Ch. Lyell, Reisen in Nord-America. Deutsch bearbeitet von Dr. Wolff. Halle 1846, p. 291.

12) Id., p. 316.

что такъ-называемыя *луды*, или низкіе бараньи лбы, уходящіе съ прибрежья въ воду бываютъ отшлифованы и покрыты новѣйшими царапинами и бороздами. Шлифовка и изборожденіе тождественны съ ледниковыми и замѣчались на черномъ известнякѣ, на доломитѣ, варіолитѣ и на твердомъ, нѣсколько охристомъ песчаникѣ. Мѣстами изборожденіе совершенно правильно, борозды—прямы и параллельны, но такая правильность встрѣчается только въ болѣе сѣверныхъ частяхъ рѣки; южнѣе, внѣ предѣловъ Туруханскаго округа, правильность изборожденія исчезаетъ; а въ „Камнѣ", гдѣ Енисей пробивается сквозь хребетъ около устья Средней Тунгуски, изборожденія вовсе не замѣчено. Его не видно также вообще на вертикальныхъ поверхностяхъ. Причины изборожденія слѣдующія: Рѣка вскрывается очень неровно: сперва ледъ тронется, и потомъ стоитъ иногда дѣлыхъ два дня, потомъ опять тронется, и т. д. [13]). Въ это время, при сильномъ поднятіи воды, доходящемъ въ разныхъ мѣстахъ отъ 3 до 17,6 м., ледъ громоздится громадными торосами, лежавшими во время проѣзда г. Лопатина валами въ $3^1/_2$ м. (10 ф.) высоты въ верхнихъ частяхъ рѣки и до 8 м. (26 ф.) въ нижнихъ частяхъ. Эти массы льда, нагроможденныя на низменныхъ береговыхъ каргáхъ, проталкиваются съ большою скоростью напоромъ верхняго льда и, проходя по лу̀дамъ, шлифуютъ ихъ и бороздятъ. Скорость теченія во время ледохода неизвѣстна, но понятно, что если прибыль воды бываетъ болѣе 17 м. (55 ф.), то она должна быть очень велика.— Кромѣ утесовъ, ледъ бороздитъ также и валуны, лежащіе на отлогомъ прибрежьи. Г-нъ Лопатинъ видѣлъ иногда, что большая часть большихъ валуновъ покрыта царапинами, идущими на нѣсколькихъ камняхъ по одной линіи [14]); эти царапины иногда

---

[13]) Миддендорфъ. Пут. на С. и В. Сибири.

[14]) Въ совпаденіи царапинъ на камняхъ съ направленіемъ рытвинъ, выпахиваемыхъ льдомъ среди береговаго галечника, я вижу главное основаніе чтобы признать шрамы новѣйшими. Иначе они могли бы быть и древне ледниковыми, такъ какъ въ ближайшихъ окрестностяхъ видны несомнѣнные, по убѣжденію г. Лопатина слѣды древнихъ ледниковъ.

покрываютъ только одну изъ сторонъ валуна, именно верхнюю, которая вмѣстѣ съ тѣмъ и глаже другихъ. Причины изборожденія валуновъ тѣже, что́ и для лудъ, только твердая порода замѣняется здѣсь *плотно-смерзшимся* тѣстомъ валуновъ, такъ что льдины могутъ бороздить камни, не выворачивая ихъ. Возможность такого плотнаго смерзанія всей береговой карги понятна, если вспомнить степень промерзанія почвы въ Сибири [15]).

Вотъ единственные извѣстные случаи изборожденія плавающими льдинами. Изборожденія морскими льдами до сихъ поръ ни разу еще не было замѣчено даже тамъ, гдѣ для этого представляются самыя выгодныя условія Такъ напримѣръ Хейесъ (Hayes) видѣлъ на сѣверо-западномъ берегу Грёнландіи что „тамъ, гдѣ теченіе быстро, и ледъ нажимается на скалы съ съ большою силою и скоростью, скалы истираются до того, что онѣ становятся такъ же гладки и отполированы, какъ поверхность стола“ [16]), но изборожденія здѣсь не замѣчено.

Конечно, защитники изборожденія плавающими льдинами могли-бы возразить, что если скалы и бороздятся морскими льдинами, то мы ихъ не видимъ, такъ какъ онѣ остаются подъ водою. Но это было бы несправедливо. Почти всѣ берега всѣхъ сѣверныхъ материковъ находятся въ настоящее время въ періодѣ поднятія. Мало того, во всемъ сѣверномъ полушаріи мы находимъ слѣды высшаго стоянія уровня моря въ очень недавнее время. Между тѣмъ до сихъ поръ, на всемъ громадномъ пространствѣ занимаемомъ Сѣверною Америкою, всѣми сѣверными островами и полуостровами Европы и всѣми около-полярными материками, никто не нашелъ *нигдѣ, ни одного квадратнаго фута скалы*, про которую онъ могъ бы сказать, что по-

---

[15]) И. Лопатинъ, Объ изборожденныхъ и шлифованныхъ льдомъ валунахъ и утёсахъ, по берегамъ Енисея, къ Сѣверу отъ 60° с. ш., въ „Записк. Геогр. Общества, по Общей Геогр.“, т. IV, Птб. 1871.

[16]) Hayes, The Open Polar Sea, цитируемый Юмомъ, въ обширномъ мемуарѣ, гдѣ собраны всякія доказательства въ пользу гипотезы плавающихъ льдинъ. David Milne Home, On the Boulderclay of Europe, въ Trans. of the Roy. Soc. of Edinburgh, vol. 25, 1869, p. 678.

крывающія ее борозды, по своему-ли направленію, несогласному съ прочими ледниковыми шрамами, по своему-ли характеру, по своему-ли положенію, *могли-бы быть* скорѣе произведены плавающими льдинами, чѣмъ ледниками. Пусть защитники морскаго изборожденія сперва покажутъ намъ гдѣ-нибудь хоть одинъ квадратный футъ такой поверхности, — тогда еще можно будетъ толковать съ ними объ изборожденіи морскими льдинами; основывать же гипотезу на явленіяхъ, *предполагаемыхъ возможными*, но возможность которыхъ не была доказана ни единымъ наблюденіемъ и ни единымъ теоретическимъ доказательствомъ,—нельзя [17]).

Изборожденіе, наблюдаемое въ природѣ.

Теперь мы перейдемъ отъ *возможнаго* изборожденія къ *дѣйствительному*,—къ тому, которое извѣстно намъ уже во множествѣ мѣстъ всей умѣренной и около-полярной полосы, какъ сѣвернаго, такъ и южнаго полушарія,—къ тому изборожденію, которое покрываетъ громадные материки. Разсмотрѣвши различныя формы принимаемыя этимъ изборожденіемъ, какъ на отдѣльныхъ буграхъ, такъ и въ цѣлой странѣ, мы убѣдимся въ томъ, что если плавающія льдины и могутъ иногда проводить отдѣльныя борозды, то не имъ обязано своимъ происхожденіемъ то изборожденіе, которое мы наблюдаемъ въ большей части европейскаго и американскаго материка. Изучивъ такимъ образомъ характеръ ледниковаго изборожденія, мы вмѣстѣ съ тѣмъ установимъ самый безспорный и очевидный признакъ, по которому

---

17) Нѣкоторые геологи, говоря объ изборожденіи береговыми льдинами, ссылаются на наблюденія Франолли въ Норвегіи. Но Франолли вовсе, повидимому, и не наблюдалъ новѣйшаго изборожденія, а только высказалъ мнѣніе, что изборожденіе на берегахъ можетъ быть объяснено такимъ образомъ и сослался на Weibye, который доказывалъ, что борозды (несомнѣнно *древнія* ледниковыя) расположены такъ, что могутъ быть произведены береговымъ льдомъ, который въ Норвегіи выталкивается на берега весенними бурями. Ср. De la Beche, Anniversary Adress, Quart. Journ. Geol. Soc., vol 4, 1848, p. 98.

можно всегда узнавать о существованіи въ недавнемъ прошломъ сплошныхъ ледяныхъ покрововъ, или отдѣльныхъ ледниковъ. Повторю, впрочемъ, что и здѣсь, какъ во всей второй части книги, я ограничусь лишь указаніемъ самыхъ существенныхъ признаковъ, по возможности избѣгая длинныхъ объяснительныхъ разсужденій. Мы начнемъ съ полировки и изборожденія на отдѣльныхъ буграхъ.

Полированныя поверхности. Для того, чтобы изборожденіе было замѣтно, очевидно необходимо прежде всего, чтобы поверхность скалы была довольно гладкою, отполированною, и чтобы эта полировка сохранилась до нашего времени. Понятно однако, что степень отполированности породы можетъ быть весьма разнообразна, смотря по ея составу, дѣйствію, которому она подвергалась, и условіямъ, въ которыхъ находилась впослѣдствіи. Нѣкоторые граниты, сіениты и діориты, особенно мелко-зернистые, представляютъ иногда совершенно лоснящіяся поверхности; но наилучшую, иногда почти зеркальную полировку находятъ на кристаллическихъ известнякахъ, если они хорошо сохранились. За то кристаллическіе сланцы вообще и рыхлые известняки, какъ и слѣдовало ожидать, рѣдко бываютъ отполированы, даже рѣдко представляютъ ровныя гладкія поверхности; твердые зеленокаменные сланцы иногда еще попадаются хорошо выглаженные,но и ихъ площадки большею частію имѣютъ матовый видъ (въ родѣ грубыхъ т. наз. бархатныхъ обоевъ); также — и гнейсы, за исключеніемъ нѣкоторыхъ, особенно кварцеватыхъ; но глинистые сланцы и гнейсы богатые слюдою крайне рѣдко представляютъ даже гладкія поверхности, отполированныя же площадки могутъ принадлежать лишь къ исключительнымъ явленіямъ; наконецъ иногда попадаются превосходно отполированные твердые конгломераты. Впрочемъ, гладкія, лоснящіяся поверхности, какія обыкновенно хранятся въ музеяхъ, вообще составляютъ рѣдкость, даже на такихъ породахъ, которыя превосходно принимаютъ политуру, какъ напримѣръ гра-

ниты; самая обыкновенная форма шлифованныхъ льдомъ скалъ,— и такія составляютъ *громаднѣйшее* большинство въ Финляндіи и Швеціи, — это та, что видна довольно значительная ровная поверхность, безъ крупныхъ выступовъ, слегка округлая (почти всегда выпуклая, см. I главу), но *довольно шероховатая:* она какъ будто усыпана крупнымъ пескомъ, причемъ песчинки замѣняются выдающимися зернами кварца въ 1—3 мм. высоты, уцѣлѣвшими при вывѣтриваніи породы. Если на такой поверхности нѣтъ шрамовъ, — а мы увидимъ, что таково опять таки громадное большинство случаевъ, — то ее весьма легко принять за плоскость спайности или наслоенія [18]), или же приписать ее вывѣтриванію, либо сглаживанію водою. Есть, однако, нѣкоторые признаки, по которымъ все таки можно узнать поверхности, выглаженныя льдомъ. — Отъ плоскости спайности или наслоенія онѣ отличаются положеніемъ, а также округлою формою, причемъ нужно однако имѣть въ виду и то скорлупчатое дѣленіе породъ, о которомъ я говорилъ въ I главѣ, такъ какъ вслѣдствіе такого дѣленія также получаются выпуклыя, сравнительно гладкія поверхности; но на этихъ послѣднихъ всегда можно встрѣтить довольно много неровностей и вообще онѣ гораздо болѣе шероховаты. Вывѣтриваніе тоже, можетъ быть, иногда даетъ гладкія поверхности,—на это есть нѣсколько указаній,—но тогда замѣтно бываетъ въ обломкахъ, происходящихъ отъ вывѣтриванія и покрывающихъ скалу, продолженіе кварцевыхъ и другихъ жилъ, прорѣзающихъ породу (рис. 76, *A*); или же жила, лучше противостоя разрушенію, уцѣлѣваетъ среди болѣе разрушенной породы, возвышаясь небольшимъ гребнемъ (рис. 76, *B*). Ничего подобнаго не бываетъ въ поверхностяхъ сглаженныхъ льдомъ: онѣ тѣмъ именно и отличаются отъ всѣхъ прочихъ, что въ нихъ жилы и даже камни различной твердости (какъ въ нѣкоторыхъ твердыхъ конгломератахъ) бываютъ срѣзаны въ одинъ или почти въ одинъ уровень съ прочею породою, или же выступаютъ весьма

[18]) Ак. Гельмерсенъ (Wanderbl., 115) приводитъ, между прочимъ, два случая, гдѣ можно сдѣлать обратную ошибку, но второй не совсѣмъ убѣдителенъ.

небольшимъ отполированнымъ выступчикомъ); причемъ, если жила приходится подъ малымъ угломъ къ направленію бороздъ, то съ той стороны, откуда шло изборожденіе, дѣлается въ породѣ углубленіе, идущее на нѣкоторое разстояніе вдоль борозды (рис. 76, *C*). Весьма нерѣдко въ известнякахъ также срѣзаны бываютъ ископаемыя, такъ что получаются разрѣзы ихъ, не уступающіе искусственнымъ.—Наконецъ, что касается до поверхностей, сглаженныхъ водою, то я говорилъ уже выше (гл. I), что иногда онѣ бываютъ очень гладки, подъ-часъ даже лоснятся, но что, судя по наблюденіямъ Агассиса, Рютимейра и моимъ, вода предпочтительно образуетъ вогнутыя поверхности, тогда какъ ледниковая шлифовка оставляетъ по себѣ поверхности выпуклыя.

Формы бороздъ. Такъ какъ лоснящіяся поверхности вообще рѣдки, то штриховъ почти всегда приходится искать на шероховатыхъ, о которыхъ сказано выше. Естественно однако, что борозды не могутъ имѣть здѣсь типичныхъ формъ. Поэтому, самая обыкновенная ихъ форма, это — форма полосы въ 3—4 мм. шириною, съ которой сняты крупныя песчинки, покрывающія поверхность породы, или же—форма полосы, на которой эти песчинки нѣсколько ниже. Болѣе сохранившаяся форма, это—форма бороздъ въ 1—3 мм. ширины, при 1—2 мм. глубины, врѣзанныхъ въ гладкую, но матовую поверхность породы. Наконецъ, самая сохранившаяся форма, это — смѣсь параллельныхъ бороздокъ, менѣе миллиметра ширины и въ $^1/_2$—1 мм. глубины, рядомъ съ тончайшими царапинами, иногда замѣтными только при отсвѣчиваніи отъ гладкой поверхности. Такая форма встрѣчается только на лосняющихся поверхностяхъ, преимущественно известняка, и къ сожалѣнію только двѣ послѣднія, пожалуй типичныя, но очень не распространенныя формы, и воспроизводятся обыкновенно на рисункахъ, помѣщаемыхъ въ руководствахъ (Ляйэлля, Фохта). — Длина бороздъ весьма различна: тонкія царапины рѣдко бы-

ваютъ длиннѣе 10—20 цм. (4—8 д.), мелкія борозды доходятъ до полуметра и болѣе, крупныя же тянутся иногда непрерывно на 3, 4 и болѣе метровъ (10—15 ф.). Ссадины бываютъ отъ 20 до 50 цм. ширины (8 — 20 д.), при 2 — 10 мм. глубины: онѣ вообще короче бороздъ и рѣдко попадаются длиннѣе одного метра. Наконецъ жолоба (каннелюры) имѣютъ корытообразную форму, иногда довольно правильную, и наблюдались до 12 — 25 цм. (6 — 12 д.) глубины, при такой же или нѣсколько бо́льшей ширинѣ, напримѣръ до 60 цм. (2 ф.). Длина ихъ бываетъ очень значительна, — въ 5 — 6 метровъ; дно нерѣдко покрыто мелкими царапинами. Какъ и слѣдовало ожидать, жолоба и ссадины часто встрѣчаются на поверхностяхъ, совершенно утратившихъ всякую полировку; весьма нерѣдко они попадаются на вертикальныхъ или крутыхъ обрывахъ скалъ. — Наконецъ, на нѣкоторыхъ рыхлыхъ известнякахъ изборожденіе бываетъ очень неправильное: порода бываетъ въ такихъ случаяхъ какъ бы изрыта грубопараллельными, но не совсѣмъ прямыми, утоньшающимися жолобочками, причемъ выступы между ними нерѣдко обусловливаются присутствіемъ болѣе твердыхъ ископаемыхъ [19]).

Такой же характеръ имѣетъ изборожденіе и на валунахъ [20]); нужно только замѣтить, что рыхлые известняки даютъ вообще очень неправильно-отполированые валуны, и изборожденіе на нихъ часто проявляется лишь въ видѣ продолговатыхъ выемокъ и ссадинъ, грубо-параллельныхъ между собой. Срѣзываніе плоскостей, о которомъ говорилось выше, также встрѣчается лишь на отдѣльныхъ экземплярахъ изборожденныхъ валуновъ, а бо́льшею частію они имѣютъ круглыя, даже иногда

---

[19]) См. рисунокъ, помѣщенный въ Fr. Schmidt. Glacialform. in Estland Bull. de l'Ac. de St. Pétersbourg, t. VIII, и Mél. phys. et chim. vol. VI, p. 243.

[20]) Рисунки нѣсколькихъ изборожденныхъ валуновъ (изъ ледниковаго каноса рѣчекъ Олекминской тайги) см. въ моемъ Отчетѣ объ Ол.-Витим. эксп., въ Зап. Геогр. Общ. по Общ. Геогр., т. III. см. Также въ Geological Magazine, VIII, 305, IX, 16, etc.

эллипсоидныя формы; въ послѣднемъ случаѣ преобладаетъ изборожденіе по большой оси валуна.

Направленія бороздъ на отдѣльныхъ буграхъ. Изборожденіе, какъ извѣстно, встрѣчается бо́льшею частію на округлыхъ поверхностяхъ бараньихъ лбовъ или куполовидныхъ скалъ. При этомъ отдѣльныя борозды одной скалы, будучи вообще параллельны, во многихъ мѣстахъ однако замѣтно уклоняются отъ этого параллелизма.

Вообще замѣчено, уже со временъ Сефстрёма, что крупныя борозды гораздо менѣе правильны въ своемъ ходѣ, чѣмъ мелкія: онѣ чаще прерываются, чтобы начаться снова нѣсколько лѣвѣе или правѣе, чаще даютъ случайные изгибы, или заканчиваются какою-нибудь закорючкою въ сторону. Такъ какъ крупныя борозды проводятся крупными камнями, то причины такой неправильности совершенно непонятны: большой камень чаще встрѣчаетъ препятствія своему движенію, чѣмъ мелкій кристалликъ, чаще можетъ перевернуться и т. д. Но такъ какъ крупныя борозды лучше сохраняются, чѣмъ мелкія, то нерѣдко бываетъ, что приходится находить только такіе неправильные шрамы, которые иногда похожи на спаи между плоскостями наслоенія [21]), и чтобъ не впасть въ ошибку, здѣсь остается только одно, — внимательнѣе прослѣдить борозды, въ связи съ плоскостями спайности и т. п. Если же искать идеальной правильности и, не найдя, признавать шрамы не ледниковыми, то весьма легко впасть въ другую ошибку, въ которую впадали весьма многіе геологи, т.-е. отрицать изборожденіе тамъ, гдѣ его находятъ позднѣйшіе наблюдатели, — сперва въ не совсѣмъ ясныхъ формахъ, а потомъ, при дальнѣйшихъ поискахъ, — въ формахъ нерѣдко самыхъ типичныхъ.

Борозды, проходящія по округлымъ буграмъ, бываютъ, какъ уже подраздѣлилъ Сефстрёмъ, *нормальныя* и *боковыя*.

---

[21]) См. у Helmersen, Wanderblöcke etc. рисунокъ скалы, гдѣ показаны оба рода бороздъ, fig. 44.

Если разсматривать округленный бугоръ сверху (рис. 77, *A*), то видно, что борозды, проходящія черезъ середину его, сохраняютъ тоже направленіе, какое имѣли раньше, тогда какъ боковыя, *тоже поднимаясь на скаты бугра* (рис. 77, *B*), нѣсколько отклоняются въ сторону, образуя въ горизонтальной проекціи кривую, слегка выпуклую къ наружнымъ частямъ бугра; впрочемъ, ея кривизна весьма слаба и вообще замѣтно меньше той, которую даютъ, въ той же проекціи, горизонтали [22]). Такое изборожденіе очевидно объяснимо только въ томъ предположеніи, что бороздящіе камни были заключены въ совершенно пластичномъ тѣлѣ, какимъ бываетъ ледъ въ мощныхъ ледникахъ. Кромѣ того, такое расположеніе бороздъ,— встрѣчаемое не только на небольшихъ бараньихъ лбахъ, но и на большихъ куполовидныхъ вершинахъ въ 200—300 м. (100—150 саж.) ширины, а также на отдѣльныхъ горахъ болѣе версты шириною, —прямо говоритъ противъ возможности изборожденія плавающими льдинами. Льдины, какъ бы ни были значительны ихъ размѣры, не могли бы подниматься въ гору безъ всякаго уклоненія въ сторону, и слѣдовательно, не провели бы бороздъ, проходящихъ черезъ середину купола. Встрѣтивъ такое большое сопротивленіе, какое представляетъ поверхность *a* (рис. 77), онѣ были совершенно остановлены въ своемъ движеніи, но не стали бы подниматься прямо на склоны въ 20^0 и 30^0. Если же льдина встрѣтила бы бугоръ подъ угломъ, какъ напр. поверхность *b*, рис. 77, то она стала бы огибать округлую гору. и при значительной крутизнѣ боковыхъ скатовъ у куполовидныхъ вершинъ, она вовсе не поднималась бы на эти склоны, а могла бы покрывать ихъ лишь такими бороздами, которыя вполнѣ соотвѣтствовали бы горизонталямъ (конечно, *если бы* существовали условія, нужныя для *бокового* изборожденія). Наконецъ если бы мы взяли даже крайне рѣд-

---

[22]) Хорошій рисунокъ въ большихъ размѣрахъ поясняющій это явленіе, можно найти у Бетлинка. См. Böethlingk Bull. Ac. d. Sc. de St. Pétersb., 1840.

кій случай бугра со склонами въ 5^0—6^0, то и тогда плавающія льдины не могли бы дать такого изборожденія, которое сплошь да рядомъ наблюдается въ природѣ: если бы льдина и поднялась даже на такой пологій бугоръ сколько-нибудь значительныхъ размѣровъ, то дойдя (съ громаднымъ треніемъ, нужнымъ для изборожденія) до его вершины, она уже не могла-бы спускаться на противуположный склонъ (*c* въ рис. 77, *A*): инерція была-бы израсходована, а сила теченія и вѣтра, какъ извѣстно, не могутъ преодолѣть тренія въ ледяной горѣ, сидящей на мели. Между тѣмъ, изборожденіе на задней сторонѣ бараньяго лба есть фактъ самый обыкновенный, напримѣръ въ Финляндіи и при-Онежьѣ.

Но еще болѣе проявляется пластичность льда, въ который были включены бороздящіе камни, и невозможность изборожденія плавающими льдинами—въ той тѣсной зависимости направленія бороздъ отъ мелкихъ неровностей на поверхности скалъ, о которой говорили уже Норденшильдъ [23]) и Бётлингкъ и на которую недавно опять обращалъ вниманіе ак. Гельмерсенъ [24]). Объ изборожденіи на такихъ скалахъ я говорилъ уже выше, въ V главѣ (см. рис. 13—15). Мы видимъ въ этихъ случаяхъ, что борозды согласуются въ своемъ направленіи даже съ самыми мелкими выпуклостями и впадинами скалы, что́ требуетъ очевидно полной пластичности льда, достижимой лишь подъ громаднымъ давленіемъ. При этомъ нужно помнить, что такое согласованіе изборожденія съ мелкими неровностями бугра не только не исключительное явленіе, но можетъ быть наблюдаемо даже повсемѣстно, гдѣ только развито изборожденіе. Другой примѣръ совершенной пластичности бороздившей массы мы имѣемъ въ изборожденіи по *восходящимъ* склонамъ скалъ, т. е. въ поднятіи бороздъ на крутые скаты, которое также замѣчается повсемѣстно, какъ въ Альпахъ, такъ и вездѣ, гдѣ только есть слѣды ледниковъ. Такъ какъ этотъ фактъ об-

[23]) N. Nordenskjöld. Beitr. z. Kenntn. der Schrammen in Finland, p. 7.
[24]) G. Helmersen. Wanderblöcke etc., pp. 108—112.

щеизвѣстенъ, то достаточно немногихъ примѣровъ. Таково, какъ извѣстно, изборожденіе въ Хардангеръ-фьордѣ, гдѣ шрамы поднимаются на крутые острова, имѣющіе до 400 м. (1340 ф.) высоты, при значительной глубинѣ фьорда, и гдѣ, на склонахъ долины, они выходятъ изъ подъ уровня воды подъ очень большими углами [25]); или изборожденіе на Гебридскихъ, на Лофоденскихъ островахъ, на островѣ Мэнъ, и т. д.; также шрамы у подошвы мыса Дольфусса, наклонные подъ углами до 64°, проведенные прежнимъ ледникомъ Аары (Desor), или на правомъ берегу ледника Гринденвальда, близъ Stieregg, который и въ настоящее время взбирается иногда въ гору, вплоть до лѣсовъ [26]). Наконецъ можно указать еще на многочисленные примѣры, приведенные ак. Гельмерсеномъ, а также на тѣ, которые упомянуты выше, въ V главѣ, гдѣ борозды поднимаются не только на отвѣсные склоны въ 90°, но даже на вогнутые, въ 93° (см. рис. 15).

Вообще фактъ согласія изборожденія съ мелкими неровностями скалъ,—особенно въ тѣхъ случахъ, когда такое явленіе наблюдается на возвышенностяхъ, превышающихъ размѣры ледяныхъ *горъ*,—а также подъёмъ бороздъ на склоны значительной крутизны, такъ ясно говорятъ за ледниковое происхожденіе изборожденія, что мы и не будемъ долѣе останавливаться на этомъ фактѣ. Что-же касается до пластичности льда, которою объясняется такое явленіе въ ледникахъ, то читатель найдетъ объ этомъ нѣсколько замѣчаній въ концѣ этой главы и въ XVII главѣ, въ отдѣлѣ о валунахъ, находимыхъ выше мѣста залеганія коренной породы.

Какъ извѣстно, весьма часто замѣчается на одной и той же скалѣ нѣсколько направленій изборожденія, пересѣкающихся

---

[25]) S. Sexe. Maerker efter en Iistid etc., pp. 8—9.

[26]) Ch. Martins. Du Spitzberg au Sahara, p 235. Весьма желательно было бы имѣть точныя наблюденія, сдѣланныя въ этомъ мѣстѣ, надъ механизмомъ движенія льда при этихъ подъемахъ.

подъ довольно большими углами. При этомъ всегда бываетъ возможно убѣдиться, что одинъ рядъ бороздъ, имѣющихъ одно направленіе, древнѣе *всего* ряда бороздъ, имѣющихъ другое направленіе, т.-е. если борозды, идущія, напримѣръ, съ С.-В., моложе тѣхъ, которыя идутъ съ С.-З., то уже никогда не попадается ни одной борозды изъ этой послѣдней системы, которая была бы моложе какой-нибудь одной изъ бороздъ сѣверо-восточной группы. Такимъ образомъ ясно, что бороздящая сила двигалась сперва на Ю.-З., а потомъ уже на Ю.-В., и что одновременно она проводила всегда *только одну* систему параллельныхъ бороздъ. Иногда замѣчалось такимъ образомъ до трехъ системъ, показывающихъ измѣненіе въ направленіи бороздящей силы, почти на цѣлый прямой уголъ. Объясненіе этого явленія можетъ быть различное, но въ большинствѣ случаевъ перекрестное изборожденіе объясняютъ тѣмъ, что въ сплошномъ ледяномъ покровѣ ледъ двигался въ одномъ направленіи, впослѣдствіи же, когда остались уже одинокіе ледники, онъ двигался въ нихъ уже по другимъ направленіямъ. Такое объясненіе подтверждается иногда тѣмъ, что новѣйшія борозды болѣе зависятъ отъ рельефа страны и болѣе подчиняются долинамъ, чѣмъ древнія. Но несомнѣнно должно существовать очень много случаевъ, гдѣ перекрестное изборожденіе объясняется также тѣмъ, что ледъ въ самомъ ледяномъ покровѣ двигался въ разное время въ разныя стороны, такъ какъ нѣтъ сомнѣнія, что (особенно на окраинахъ) такія измѣненія направленія должны совершаться, смотря по тому, изъ какихъ частей материка или даже окрестной страны происходитъ наибольшее давленіе, вслѣдствіе случайно большаго накопленія въ данномъ мѣстѣ водныхъ осадковъ, или другихъ болѣе сложныхъ причинъ. Такъ напримѣръ, мы знаемъ отъ Ринка и А. Норденшильда, что въ Грёнландіи происходятъ иногда очень крупныя колебанія въ этомъ родѣ, и что ледъ періодически избираетъ то одну, то другую долину, чтобы

выгружаться въ море, и иногда временно очищаетъ или заполняетъ такимъ образомъ очень большіе фьорды.

Изборожденіе, разсматриваемое въ цѣлой странѣ. Не менѣе очевиденъ ледниковый характеръ изборожденія, если разсматривать его въ цѣлой странѣ; его распредѣленіе въ этомъ случаѣ такъ явно не можетъ быть результатомъ плавающихъ льдинъ, что оно наиболѣе и помогло геологамъ убѣдиться въ существованіи обширныхъ ледяныхъ покрововъ.

Если разсматривать карту изборожденія на какомъ-нибудь обширномъ материкѣ, то оно представляетъ чрезвычайно сложную сѣть. Съ одной стороны, въ самыхъ общихъ чертахъ, направленія шрамовъ несомнѣнно зависятъ отъ общаго рельефа материка. Такъ, разсматривая Скандинавію съ Финляндіею, Онежскимъ краемъ, Эстляндіею и Ютландіею, мы видимъ, что, вообще говоря, изборожденіе несомнѣнно расходится лучеобразно отъ главнаго нагорья этой области: отъ Станового плоскогорія Скандинавіи оно идетъ на С.—къ сѣверной Норвегіи, на С.-В.—въ Лапландію, на В.—по Кандалажской губѣ и къ Бѣлому морю, на В.-Ю.-В.—въ пространство между Бѣлымъ моремъ и Онежскимъ озеромъ, на Ю.-В. — въ Финляндію и Эстляндію, на Ю. — въ Сконію и къ островамъ Даніи, на Ю.-З.—въ Ютландію, на З. и С.-З. — въ Атлантическій океанъ, къ зап. берегамъ Норвегіи [27]). Но вмѣстѣ съ тѣмъ, мы замѣчаемъ, что борозды, идущія въ этихъ направленіяхъ, уже почти не подчиняются рельефу страны, даже довольно крупнымъ его чертамъ: такъ напримѣръ, направляясь на Ю.-В. —въ Финляндію, изборожденіе уже смѣло пересѣкаетъ подъ острымъ угломъ южную часть Ботническаго залива, а потомъ, уклоняясь къ Югу, почти подъ прямымъ угломъ переходитъ черезъ Финскій заливъ; оно игнорируетъ, слѣдовательно, такія

[27]) См. карту въ атласѣ Эрдмана при Sveriges Qvartära bildningar. Для Даніи — Forchhammer, въ Oversigt over det K. danske Vid. Selsk. Forhandl. Aaret 1843, Kjøbenhavn 1844, pp. 103—107.

черты рельефа, которыя мы привыкли считать уже крупными. Но вглядываясь далѣе, въ частности, мы опять видимъ, что оно подчиняется гораздо менѣе важнымъ орографическимъ чертамъ, такъ какъ, двигаясь на Ю.-В. по Финляндіи и, вообще говоря, пересѣкая подъ острымъ угломъ меридіональныя гряды страны озеръ, оно измѣняетъ однако свое направленіе въ зависимости отъ весьма слабо выраженныхъ долинъ.

Такъ, проходя по юго-западной Финляндіи и поднимаясь на южную окраинную гряду, оно принимаетъ направленіе едва замѣтной, плоской долины р. Лоима (см. VII и XII главу), хотя должно для этого уклоняться на цѣлыхъ двадцать градусовъ къ В.-Ю.-В. отъ своего прежняго пути; а затѣмъ, миновавъ окраинную гряду и спускаясь къ Финскому заливу, оно снова принимаетъ на время прежнее юго-восточное направленіе, но скоро опять уклоняется—на этотъ разъ въ другую сторону, т.-е. приближается къ меридіану — чтобы слѣдовать по долинамъ Пуйоки и Ванда-о.

Тоже повторяется и нѣсколько восточнѣе, при подъемѣ на окраинную гряду и при спускѣ съ нея по р. Кюмменэ. Между тѣмъ, всѣ эти долины представляютъ такія ничтожныя неровности, что едва даже заслуживаютъ своего названія: всѣ онѣ не болѣе какъ на полсотни метровъ врѣзаны въ страну и имѣютъ чрезвычайно пологіе склоны. Наконецъ, слѣдуя по этимъ долинамъ и пересѣкая почти безъ всякаго уклоненія въ сторону многія меньшія неровности, борозды уклоняются мѣстами на десятки градусовъ при встрѣчѣ съ мелкими буграми или лощинками, а иногда сообразуются даже съ неровностями на поверхности какой-нибудь скалы. Подобные же факты видимъ мы и на западномъ склонѣ Скандинавскаго нагорья. На фьельдахъ, прибрежныхъ Нѣмецкому морю и Океану, борозды идутъ, вообще говоря, къ З. и Ю.-З., но, встрѣчаясь съ фьордами, онѣ спускаются въ нихъ и рабски сообразуются съ каждымъ изъ ихъ изгибовъ; но въ этихъ же фьордахъ, встрѣчая острова, иногда поднимающіеся очень круто, борозды прямо взбираются

на нихъ нерѣдко по склонамъ въ 40^0—60^0, отклоняясь лишь на самую ничтожную величину на боковыхъ поверхностяхъ острова; вмѣстѣ съ тѣмъ, тутъ же онѣ безпрестанно мѣняютъ свои направленія, правда, на весьма короткихъ протяженіяхъ, въ зависимости отъ самыхъ мелкихъ выступовъ или выемокъ у береговыхъ скалъ. Множество любопытныхъ фактовъ этой зависимости и независимости отъ рельефа представляетъ Великобританія. Возьмемъ напримѣръ Ирландію. Если разсматривать карту г. Клоза, то видно, что древнія борозды въ среднихъ частяхъ острова, вообще въ значительной степени подчиняются рельефу страны: ихъ потоки превосходно обрисовываютъ здѣсь отдѣльныя возвышенности и гряды, окружающія центральную плоскую часть, и имѣющія всего отъ 600 до 900 м. абс. высоты. Но, если взглянуть на изборожденіе нѣсколько шире, то видно, что оно не обращаетъ вниманія на существованіе самаго острова и окрестныхъ морей. Какъ въ сѣверо-восточной, такъ и въ юго-западной части Ирландіи оно идетъ съ С.-З., слѣдовательно изъ моря, и поднимается на островъ; здѣсь оно пересѣкаетъ нѣсколько параллельныхъ грядъ, имѣющихъ до 700 м. высоты. А затѣмъ, не обращая вниманія на весьма хорошо выраженную долину Ирландскаго моря спускается въ нее, пересѣкаетъ ее подъ острымъ угломъ (поднимаясь при этомъ на островъ Мэнъ) и наконецъ переходитъ въ среднія части западной Англіи. Такимъ образомъ, подчиняясь некрупнымъ частностямъ рельефа въ средней части Ирландіи, оно пересѣкаетъ самый островъ и Ирландское море, какъ какую-нибудь маленькую куполовидную возвышенность и озерко въ озерной Финляндіи. Наконецъ, пересѣкая параллельныя гряды въ юго-западныхъ графствахъ, оно и при подъемѣ, и при спускѣ съ этихъ грядъ, сообразуется съ направленіями ихъ попереч-

---

[28]) Здѣсь же есть система болѣе новыхъ бороздъ, которыя болѣе подчиняются долинамъ и ограничиваются ими. M. Close, Notes on the General Glaciation of Ireland, въ „Journ. of the Roy. Geological Soc. of Ireland", vol. I, 1867, p. 207.

ныхъ долинъ, представляющихъ, конечно, гораздо меньшія неровности, чѣмъ продольныя долины между самими грядами. И подобныхъ фактовъ можно было бы привести очень много изъ Скандинавіи, Великобританіи и Сѣверной Америки [29]). Впрочемъ, уже изъ приведенныхъ сейчасъ случаевъ видно, какъ прихотливо можетъ изборожденіе то сообразоваться съ мелкими частностями рельефа, то не подчиняться гораздо болѣе крупнымъ его чертамъ.

Есть, впрочемъ, нѣкоторыя общія правила, которыя можно подмѣтить среди этого кажущагося произвола: абсолютные размѣры неровностей мало имѣютъ вліянія при отклоненіи изборожденія; гораздо важнѣе ихъ относительные размѣры, т.-е. крутизна ихъ склоновъ: при встрѣчѣ съ крутою долиною, съ крутымъ подъемомъ, хотя бы и небольшими, изборожденіе всегда легче уклоняется въ сторону, чѣмъ при встрѣчѣ съ открытыми широкими долинами, или съ пологими поднятіями, хотя бы и весьма значительной высоты или глубины. Такъ, оно свободно поднимается на плоскія возвышенности Ирландіи и Финляндіи, ибо уклонъ подъемовъ доходитъ въ этихъ случаяхъ всего до 8 и 4 минутъ, но оно часто уклоняется, хотя нѣсколько, при встрѣчѣ съ неровностями, въ десять и во сто разъ меньшими, но которыхъ склоны падаютъ подъ углами въ нѣсколько градусовъ. Вообще, изборожденіе легче отклоняется отъ своего пути при подъемахъ, чѣмъ при спускахъ: идя въ гору, оно всегда выискиваетъ удобнѣйшіе пути, т.-е. наиболѣе широкіе и пологіе подъемы, и вслѣдствіе этого придерживается направленія такихъ небольшихъ долинъ, которыя оно при спускахъ пересѣкаетъ безъ всякаго уклоненія въ сторону. Оно легче измѣняетъ свое направленіе въ открытыхъ

[29]) Такъ какъ для Сѣверной Америки не существуетъ общихъ картъ изборожденія, то см. у Dana (Geology и въ Trans. Connect. Ac.), у Araccuca (въ Atlantic Monthly); у Hitchcock (Surface Geol., въ Smithson. Contr., IX); у Gilbert (Some Glac. Phenom. of the Maumee-Valley, въ Amer. Journ., III s., I); у Bigsly (Erratics of Canada, Q. J. Geolog. Soc., VII), также у King, Le-Conte и мн. др.

мѣстностяхъ, чѣмъ въ тѣсныхъ и глубокихъ долинахъ, при встрѣчѣ съ возвышенностями малыхъ горизонтальныхъ размѣровъ, чѣмъ при встрѣчѣ съ болѣе обширными поднятіями. Наконецъ, если оно встрѣчаетъ подъ какимъ бы то ни было угломъ долину или впадину, которая, постепенно расширяясь и углубляясь, давала бороздившей массѣ свободный выходъ въ ниже-лежащія части страны, — борозды всегда принимаютъ, вполнѣ или отчасти, направленіе этой долины, и это—тѣмъ болѣе, чѣмъ меньше уголъ, составляемый долиною съ ихъ первоначальнымъ направленіемъ. Такъ, подъ какимъ бы угломъ изборожденіе ни встрѣчало фьордъ, но такъ какъ онъ круто врѣзанъ въ нагорье и даетъ бороздившей массѣ свободный выходъ въ глубокое море, то борозды всегда направляются внизъ по фьорду и въ точности слѣдуютъ его изгибамъ [30]). Если же изборожденіе встрѣчаетъ широкую, пологую, хотя бы и глубокую долину, которая — по топографическихъ условіямъ въ связи съ собственными движеніями бороздившей массы, — не могла открывать свободнаго выхода этой послѣдней, тогда изборожденіе смѣло пересѣкаетъ долину, уклоняясь внизъ по ней лишь на самую незначительную величину. И это правило вѣрно какъ для крупныхъ, такъ и для самыхъ мелкихъ неровностей. Таковъ, напримѣръ, переходъ подъ угломъ черезъ южныя части Ботническаго залива, гдѣ движеніе къ югу задерживалось цѣпью Аландскихъ острововъ.

Эти основныя черты изборожденія, разсматриваемыя въ связи со многими другими мелкими особенностями и съ его способ-

---

[30]) Такъ какъ на сосѣднихъ возвышенностяхъ, между фьордами, изборожденіе удерживаетъ прежнія направленія, причемъ можно прослѣдить непрерывно переходъ отъ уклонившихся бороздъ къ неуклонившимся, то изъ этого слѣдуетъ, что только часть бороздившей массы шла по лощинѣ фьорда, тогда какъ прочая масса продолжала, не уклоняясь, свой прежній путь. Такіе случаи, какъ извѣстно, весьма обыкновенны. Они замѣчены и въ Альпахъ, гдѣ изборожденіе на водораздѣлахъ имѣетъ иногда совершенно иное направленіе, чѣмъ въ долинахъ, но всего лучше видны на сплошныхъ поднятіяхъ. Очень хорошіе примѣры изъ Сѣверной Америки, см. у Dana, On some Topographical Features of the New-Haven Region, въ Transactions of the Connecticut Academy, vol. II, 1870.

ностью такъ полно подчиняться иногда самымъ мелкимъ частностямъ рельефа, и придаетъ ему тотъ характеръ, что оно объяснялось бы всего лучше, если бы мы могли допустить, что оно есть результатъ движеній жидкой массы, напримѣръ— громадной массы воды, которая растекалась бы по поверхности материка, избирая для этого тѣ пути, гдѣ встрѣчались наименьшія сопротивленія въ силу топографическихъ особенностей и собственныхъ ея движеній.

Но мы видѣли уже выше что, — помимо всѣхъ другихъ возможныхъ возраженій, — вода не имѣетъ способности бороздить скалы передвигаемыми ею камнями, а потому мы уже ранѣе были вынуждены обратиться ко льду въ какой бы то ни было формѣ, т.-е. къ плавающимъ льдинамъ, или ледникамъ. Затѣмъ, мы видѣли также, какъ невѣроятно, чтобы плавающія льдины могли—иначе какъ въ совершенно исключительныхъ условіяхъ—проводить сколько-нибудь правильныя борозды. Теперь же мы находимъ въ другой области фактовъ новыя, и на этотъ разъ уже неоспоримыя, доказательства того, что изборожденіе, разсматриваемое въ цѣлой странѣ, положительно не могло быть продуктомъ дѣятельности плавающихъ льдинъ. Дѣйствительно, при первой попыткѣ связать какъ-нибудь направленія бороздъ съ возможными движеніями льдинъ, мы наталкиваемся на цѣлый рядъ самыхъ несовмѣстимыхъ фактовъ. Возьмемъ для примѣра Скандинавію и окрестныя страны. Во 1) приходится допустить, что съ небольшаго пространства ея нагорья отдѣлялось такое громадное количество льда, которое, не смотря на всѣ траты, могло разноситься во всѣ стороны по площади, по крайней мѣрѣ въ сотню разъ бо́льшей, чѣмъ само нагорье, въ достаточномъ количествѣ, чтобы *округлить*, всѣ горы, а мѣстами — обточить, отполировать и изборождить едва ли не каждую скалу, едва ли не каждый бугорокъ. Но понятно, что въ такомъ случаѣ, — если только климатическія условія *сколько-нибудь* походили на современныя, то приходится допустить, что ледяной періодъ продолжался по крайней

мѣрѣ нѣсколько билліоновъ лѣтъ [31]). Во 2)—и это уже гораздо важнѣе—приходится изобрѣтать какую-то таинственную «невѣдомую силу», которая гнала бы прочь отъ острова, представляемаго Скандинавскимъ нагорьемъ — во всѣ стороны по радіусамъ — водные потоки съ ихъ ледяными горами; но подобное допущеніе до такой степени противорѣчитъ всему тому, что́ мы знаемъ о морскихъ теченіяхъ и ихъ причинахъ, что самая необходимость оспаривать подобную мысль представляется уже чѣмъ-то въ высшей степени ненормальнымъ. И дѣйствительно, мысль о морскомъ изборожденіи странъ, окружающихъ Скандинавію, только и могла быть продуктомъ самаго полнаго пренебреженія къ фактамъ, обнародованнымъ уже тридцать лѣтъ тому назадъ. Но этого мало. Допустивши даже всевозможныя «невѣдомыя силы», давши самый полный просторъ всякимъ физико-географическимъ фантазіямъ, мы все-таки не могли бы объяснить цѣлаго нескончаемаго ряда самыхъ обыденныхъ явленій, представляемыхъ изборожденіемъ. Разсмотримъ хоть нѣсколько примѣровъ.

Если какая-нибудь страна покрыта ледниками, и если эти ледники не спускаются ниже извѣстной высоты, то спрашивается: какимъ образомъ могутъ отдѣляемыя ими ледяныя горы—при какомъ бы то ни было уровнѣ моря—избороздить скалы, лежащія на двѣ, три, пять тысячъ футовъ ниже уровня, достигаемаго ледниками? Если бы мы могли вообразить себѣ, что ледникъ, или ледяной покровъ, доходитъ до уровня моря, но не входитъ въ воду, а останавливается на самой границѣ суши и воды вертикальнымъ обрывомъ въ 3000 ф. высоты, если бы, далѣе дно моря падало отъ самаго берега крутою пучиною въ 3000 ф. глубины,—тогда, конечно, ледяныя горы, свалившись въ воду и погрузившись въ ней на $^7/_8$ своей толщины, могли бы во время своихъ плаваній касаться точекъ, лежащихъ на

---

[31]) Какъ сравнительно-ничтожно количество ледяныхъ горъ, отдѣляемыхъ сплошными ледяными покровами, можно видѣть изъ нѣкоторыхъ соображеній, приведенныхъ въ XVII главѣ.

2600 ф. ниже уровня, до котораго доходитъ ледъ; и то—пришлось бы еще допустить существованіе какихъ-то силъ,—также совершенно невѣроятныхъ, — которыя отдѣляли бы отъ ледяныхъ обрывовъ глыбы въ 4 — 5000 ф. въ поперечникѣ (см. рис. 78, гдѣ изображены эти условія, и рис. 79, изображающій обыкновенныя условія). Но мы не знаемъ такихъ обрывовъ и можемъ прямо сказать, что существованіе ихъ невозможно. Ледникъ не можетъ остановиться, даже и на плоской равнинѣ, если толщина его доходитъ до 3000 ф.; давленіе такой толщи льда за-глаза достаточно, чтобы вызвать ея боковое выдавливаніе: оттого и не найти, ни въ Гималаяхъ, ни за полярнымъ кругомъ, ледянаго обрыва такой высоты. Тѣмъ болѣе не остановится такой ледникъ на крутомъ спускѣ, ведущемъ въ пучину 500-саженной глубины. Онъ войдетъ въ море и будетъ двигаться въ немъ до тѣхъ поръ, пока гидростатическое давленіе, стремящееся приподнять его окопечность и дѣйствуя совокупно съ силою приливовъ, не начнетъ отдѣлять отъ него большихъ глыбъ; а для этого ледникъ долженъ войти въ море настолько, чтобы надъ водою поднималась ледяная стѣна всего въ одну восьмую до одной десятой его толщины; въ данномъ случаѣ она не можетъ быть, слѣдовательно выше, 300 — 350 ф. Потому-то арктическіе ледяные покровы, не смотря на свою громадную толщину, не смотря на то, что они отдѣляютъ ледяныя горы въ 3000, 5000, даже 8000 ф. толщины, никогда не образуютъ надъ моремъ обрывовъ свыше 200—300 ф.: Россъ и Уилькзъ, находившіе въ непосредственномъ сосѣдствѣ ледяной стѣны глубины въ 400—500 саж., не видѣли ледяныхъ стѣнъ свыше 200 ф. высоты, хотя и прослѣживали ихъ на сотни миль. Потому-то и ледяныя горы, сколько-нибудь значительныя, всегда *всплываютъ* при «отеливаніи» ледниковъ, — поднимаются изъ моря, а не погружаются въ него, что высота ледянаго обрыва надъ моремъ неизбѣжно должна *всегда составлять лишь малую часть его толщины.* Но, въ такомъ случаѣ, какже можетъ ледяная

гора достигнуть бо́льшей глубины, чѣмъ ледникъ, давшій ей начало? Какже могутъ быть изборождены, напримѣръ, гнейсовые бугры у Стокгольма или Гельсингфорса, если большой ледяной потокъ не спускался *въ Балтійское море*, достигая низшаго уровня, чѣмъ тотъ, на которомъ оно стоитъ теперь? Между тѣмъ, защитники морской гипотезы продолжаютъ утверждать, что ледники въ Скандинавіи спускались только до высоты 3 — 5000 ф., а изборожденіе ниже этого уровня есть продуктъ плавающихъ льдинъ.

Другія несообразности догадки о морскомъ изборожденіи еще очевиднѣе. Самый общераспространенный фактъ въ изборожденіи тотъ, что мы находимъ его подъ прикрытіемъ горныхъ цѣпей или даже сплошныхъ поднятій, которыя сами не давали и не могли давать начала ледникамъ, — причемъ оно идетъ, удаляясь отъ другихъ цѣлей. Такъ, напримѣръ, въ Финляндіи мы видимъ, что изборожденіе идетъ по странѣ озеръ (говоря вообще) съ С.-З. на Ю.-В.; но оно не кончается этою центральною областью; оно поднимается на низкую окраинную гряду и затѣмъ переходитъ на южный ея склонъ, гдѣ и спускается до уровня моря; мало того, именно здѣсь, въ уровнѣ моря, оно является особенно ясно развитымъ. Но спрашивается, какимъ же образомъ ледяныя горы могли миновать сплошное поднятіе въ 100 м. (300 ф.) средней высоты, пересѣчь окраинную гряду, имѣющую до 150 м. (500 ф.) абс. высоты и затѣмъ избороздить едва ли не каждую скалу, едва ли не каждый бугорокъ, лежащій *на 100 — 150 м. ниже* средняго уровня сплошнаго поднятія и его окраинной гряды? Наконецъ, какъ могли онѣ избороздить само центральное поднятіе, когда оно съ С.-З. ограничено плоскими же поднятіями, которыя метровъ на 60 выше его [32]). Или, возьмемъ юго-западную оконечность

[32]) Изборожденіе въ окрестностяхъ Гельсингфорса и въ средней Финляндіи, и существованіе къ сѣверу болѣе высокой плоской страны не составляютъ открытія новѣйшаго времени; эти факты извѣстны уже со временъ Бётлинка (1844) и нашли себѣ мѣсто не въ однихъ изданіяхъ нашей Академіи, но и въ англійскихъ журналахъ (Edinb. Philos. Journal).

Ирландіи, въ окрестностяхъ Кенмара. Изборожденіе, описанное здѣсь нѣсколькими лучшими изслѣдователями,—имѣетъ общее направленіе съ С.-З. на Ю.-В. и несомнѣнно поднимается вверхъ по долинамъ на гряду въ 400 — 460 м. (1300—1500 ф.) высоты, раздѣляющую заливы Кенмаръ и Бентри (Bantry); затѣмъ оно покрываетъ вершины этой цѣпи и ея перевалы и наконецъ *спускается*, сохраняя тоже юго-восточное направленіе, *по южному склону этой гряды*, вплоть до уровня моря. Тоже замѣчается и въ слѣдующей грядѣ (Mount Gabriel Ridge), лежащей къ Ю.-В. отъ залива Бентри [33]). Но спрашивается,—если изборожденіе есть продуктъ плавающихъ льдинъ,—то какимъ образомъ шрамы у города Кенмара, на высотѣ 60 м., могутъ имѣть сѣверо-западно — юго-восточное направленіе, когда къ С.-З. лежатъ значительно-высшія горы? Какимъ образомъ могъ быть изборожденъ въ томъ же направленіи сѣверный склонъ упомянутой гряды, лежащей между заливами Кенмаръ и Бентри, когда онъ защищенъ лежащими къ сѣверу горами? и какимъ образомъ, наконецъ, могъ быть изборожденъ плавающими льдинами *южный* склонъ этой послѣдней гряды, вплоть до уровня моря, когда сама она достигаетъ болѣе 400 м. высоты? Какже переходили льдины черезъ эти горы? [34])— Совершенно точно такой же примѣръ представляетъ сѣверо-восточная оконечность Шотландіи, гдѣ, въ графствѣ Кэтнесъ (Caithness), изборожденіе идетъ съ С.-З., какъ на сѣверномъ, *такъ и на южномъ* склонѣ гряды, образующей этотъ полуостровъ [35]). И такихъ примѣровъ можно привести цѣлые десятки, если разсматривать только крупныя черты рельефа, и

[33]) M. Close, Gener. Glac. of Ireland, l. c., p. 225 sq.

[34]) Читатель замѣтитъ конечно, что затрудненіе остается въ полной силѣ и въ такомъ случаѣ, если будетъ заявлено сомнѣніе въ томъ, что борозды на встрѣчномъ склонѣ грядъ идутъ вверхъ, а не внизъ по долинамъ. Какъ бы то ни было, но возможны только двѣ альтернативы: или сплошной ледяной покровъ, движущійся съ С.-З., или ледяной покровъ, окутывающій *всю цѣпь* (не отдѣльные ледники въ долинахъ) и спускающійся на обѣ ея стороны вплоть до уровня моря,—а отнюдь не плавающія льдины, идущія съ С.-З.

[35]) J. Croll, Boulder-Clay of Caithness, Geol. Mag., VII.

цѣлыя сотни, вѣрнѣе — тысячи, если обратиться къ неровностямъ меньшаго масштаба. Вездѣ, гдѣ только есть изборожденіе, можно убѣдиться, что оно сплошь да рядомъ встрѣчается либо подъ прикрытіемъ невысокихъ плоскихъ возвышенностей, или небольшихъ грядъ холмовъ, которые сами не могли давать начала самостоятельнымъ ледникамъ,—причемъ оно *удаляется* отъ этихъ возвышенностей,—или же оно пересѣкаетъ долины, защищенныя съ обѣихъ сторонъ небольшими цѣпями горъ. Мало того, въ любой пересѣченной части Скандинавіи, Финляндіи, Великобританіи и сѣверной Америки можно найти, на пространствѣ любаго десятка квадратныхъ верстъ, ледниковые шрамы въ такихъ впадинахъ и ложбинахъ между возвышенностей, куда ни при какихъ условіяхъ не могла попасть ни одна плавающая ледяная гора. Понятно, однако, что подобные факты до такой степени явно несогласимы съ дѣятельностью плавающихъ льдинъ, что остается только удивляться тому, какъ это приходится еще говорить о подобныхъ вещахъ, — тѣмъ болѣе, что и сами факты уже стали такъ общеизвѣстны, какъ напримѣръ тѣ, которые касаются Скандинавіи и Финляндіи. Впрочемъ,—нѣкоторые защитники плавающихъ льдинъ доводили свое рвеніе до того, что объясняли подобные факты очень просто: льдины, говорятъ они, проходя черезъ перевалъ въ грядѣ, прихватывали случайно камни и затѣмъ шли уже съ большою осадкою, но (помимо всѣхъ другихъ странностей такого разсужденія) не мѣшало бы знать по крайней мѣрѣ то, что самый большой валунъ увеличитъ осадку самой маленькой льдины, способной нести его, всего на нѣсколько футовъ.

Кромѣ этихъ фактовъ, можно было бы, наконецъ, привести еще нѣсколько десятковъ различныхъ особенностей изборожденія, столь же несовмѣстимыхъ съ плавающими льдинами [36]), но я полагаю, что уже этихъ, болѣе крупныхъ и общераспространенныхъ явленій совершенно достаточно, чтобы показать,

[36]) Нѣсколько указаній см., между прочимъ, у J. Dana, Quaternary of the New-Haven Region, въ American Journal, III s., vol. I, 1871, p. 3.

съ какими несогласимыми противорѣчіями встрѣчается догадка о морскомъ изборожденіи, даже въ наиболѣе изслѣдованныхъ странахъ [37]). А такъ какъ такія противорѣчія встрѣчаются *вездѣ*, гдѣ только изслѣдованы направленія ледниковыхъ бороздъ, то мы можемъ сказать, что *распредѣленіе изборожденія во всѣхъ тѣхъ странахъ, гдѣ оно сколько-нибудь извѣстно, повсемѣстно таково, что ни въ какомъ случаѣ оно не можетъ быть признано продуктомъ плавающихъ льдинъ.*

Но если ни движенія большой массы воды, ни плавающія льдины не могутъ объяснить общаго характера изборожденія и его особенностей, то остается только обратиться ко льду въ видѣ ледниковъ; а такъ какъ мы безпрестанно находимъ изборожденія въ такихъ мѣстностяхъ, гдѣ объ отдѣльныхъ ледникахъ, въ родѣ альпійскихъ, не можетъ быть и рѣчи, такъ какъ, далѣе, расположеніе бороздъ сплошь да рядомъ совершенно несогласимо съ существованіемъ отдѣльныхъ ледниковъ,—то намъ остается только обратиться къ сплошнымъ ледянымъ покровамъ. И дѣйствительно ими, *и только ими*, вполнѣ объясняются какъ общій характеръ изборожденія, такъ и всѣ мелкія его особенности.

Въ самомъ дѣлѣ, возьмемъ страну какого бы то ни было рельефа: будетъ ли въ ней существовать нагорье,—т.-е. сплошное поднятіе, какъ въ Скандинавіи, или горная цѣпь, какъ въ Альпахъ,—или же страна будетъ представлять равнину, какъ Европейская Россія, или какъ *barren grounds* сѣверной Канады,—это для насъ безразлично. Если климатъ страны таковъ, что въ ней ежегодно выпадаютъ обильные водные осадки, и если эти осадки падаютъ преимущественно въ видѣ снѣга, если притомъ,—вслѣдствіе ли пасмурнаго и холоднаго

[37]) Вообще, нельзя не замѣтить, что если разъ уже была сдѣлана ошибка и допущена возможность изборожденія водянымъ потокомъ, то затѣмъ гипотеза наводненій въ вопросахъ объ изборожденіи (и многихъ другихъ) *несравненно* болѣе сходилась съ наблюденіями, чѣмъ гипотеза плавающихъ льдинъ. Послѣдняя только и могла держаться при полномъ игнорированіи фактовъ.

лѣта, или вслѣдствіе вообще-низкой средней годовой температуры съ малыми амплитудами,—выпавшій за годъ снѣгъ не успѣваетъ испаряться и растаять въ теченіе того же времени, то онъ изъ года въ годъ начнетъ накопляться въ странѣ. И если тѣ же климатическія условія продолжатся десять, двадцать, сто тысячъ лѣтъ, то нерастаявшій избытокъ, хотя бы онъ былъ ежегодно всего въ одинъ или два центиметра, постоянно накопляясь, покроетъ, наконецъ, всю страну массою снѣга значительной толщины. Мы знаемъ, далѣе, что эта масса не сохранится въ видѣ снѣга; смачиваемая слегка водою,—образующеюся на ея поверхности, вслѣдствіе таянія, или выпадающею въ видѣ дождя,—и подлежа давленію верхнихъ слоевъ, она будетъ постепенно, по мѣрѣ накопленія, превращаться въ ледъ. Такъ превращается въ ледъ, къ концу зимы, слой снѣга, выпавшій на наши мостовыя; также переходятъ—сперва въ фирнъ, потомъ въ ледъ—массы снѣга, заполняющія альпійскія горныя котловины [38]). Такимъ образомъ, материкъ покроется сплошною ледяною корою, и эта кора можетъ достигнуть громадной толщины, лишь бы нужныя климатическія условія продолжались достаточно долго. Дѣйствительно, даже при теперешнихъ климатическихъ условіяхъ, ледяной покровъ, окутывающій антарктическій материкъ, достигаетъ толщины не менѣе 1,000 до 2,500 м. (3,000—8,000 ф.); такую толщину имѣютъ, по крайней мѣрѣ, отдѣляемыя имъ ледяныя горы. (См. ниже, въ XVII главѣ).

---

[38]) Въ арктическихъ странахъ, судя по наблюденіямъ А. Норденшильда, существуетъ еще промежуточная форма между фирномъ и льдомъ. Кромѣ того, Пайеръ замѣчалъ, что ледъ въ Грёнландскихъ ледникахъ нѣсколько рыхлѣе и ближе подходитъ къ фирну, чѣмъ голубой ледъ въ хорошо знакомыхъ ему альпійскихъ ледникахъ. Но это явленіе должно быть чисто-мѣстное, такъ какъ ледъ ледяныхъ горъ, сколько можно судить по описаніямъ, мало отличается отъ льда альпійскихъ ледниковъ, нѣсколько приближаясь, впрочемъ, къ крѣпкому бѣлому его типу: голубой ледъ, судя по одному мѣсту у Ринка, не составляетъ всей массы ледяныхъ горъ, а является только прослойками или жилами. Ср. A. Nordenskföld въ Comptes Rendus 1874 (по Naturforscher), Payer въ Zweite Deutsche Nordpolarfahrt и Rink, Gronland.

Теперь спрашивается, что́ должно произойти съ такою массою льда, если она покрыла обширную равнину? Можетъ ли она накопляться безгранично, или наконецъ наступитъ предѣлъ, послѣ котораго дальнѣйшее ея накопленіе станетъ уже невозможнымъ? Не начнется ли въ этой массѣ боковое выгруженіе льда, подобное тому, которое происходитъ въ альпійскихъ долинахъ?

Чтобы отвѣтить на эти вопросы, мы сперва разсмотримъ, что́ произошло бы въ подобныхъ же условіяхъ съ массами какихъ-нибудь другихъ, болѣе знакомыхъ намъ тѣлъ, а потомъ постараемся доказать, что законы, выведенные нами для этихъ тѣлъ, приложимы также и ко льду.

На первый разъ мы возьмемъ какое-нибудь полужидкое тѣло, напримѣръ, густо-замѣшанную глину или известку. Вообразимъ себѣ, что пластъ этой глины положенъ на обширную площадку, или полъ, вообще говоря—горизонтальный, но изрытый ложбинами и усѣянный грядами и возвышенностями, и пусть на этотъ пластъ постоянно накладываются все новые и новые тонкіе пласты той же массы. Спрашивается, что́ произойдетъ съ толщею такого тѣста?—Отвѣтъ не затруднителенъ, ибо каждый изъ насъ знаетъ, что сперва тѣсто будетъ сдавливаться, т.-е. нѣсколько уменьшаться въ объемѣ, но что затѣмъ есть нѣкоторый предѣлъ, послѣ котораго сжиманіе его прекратится и, одновременно съ осѣданіемъ въ вертикальномъ направленіи, начнется расползаніе, или выдавливаніе его въ стороны,—такъ что еслибы мы накладывали пласты нашей глины въ срубъ и прорубили окно въ одной изъ его боковыхъ стѣнъ, то глина начала бы выдавливаться въ это окно совершенно такъ же, какъ потекла бы вода въ открытый шлюзъ, или зерновой хлѣбъ—въ боковое отверстіе закрома. Вертикальное давленіе верхнихъ слоевъ передавалось бы, такимъ образомъ, горизонтально, какъ въ жидкостяхъ.

Такъ какъ мы взяли въ нашемъ примѣрѣ полужидкое

тѣло, т.-е. тѣло, частицы [39]) котораго облададаютъ достаточною свободою относительнаго движенія и перераспредѣленія, проявляющеюся уже отъ дѣйствія на нихъ одной силы тяжести, то въ данномъ случаѣ не можетъ быть никакого сомнѣнія, что измѣненія формы тѣла совершались-бы не путемъ передвиженія цѣликомъ отдѣльныхъ его массъ, а — также какъ въ жидкостяхъ — путемъ независимыхъ частичныхъ движеній, — движеній во время которыхъ каждая частица выводится силою тяжести и давленія верхнихъ слоевъ, выводится изъ сферы притяженія непосредственно смежныхъ съ нею частицъ, принимаетъ относительно нѣкоторыхъ изъ нихъ боковое движеніе, скользитъ по нимъ, и затѣмъ немедленно снова вступаетъ въ область притяженія другихъ, сосѣднихъ частицъ. Такимъ образомъ тѣло свободно измѣняетъ свою форму безъ разрывовъ и безъ измѣненія плотности различныхъ его частей, частицы же движутся, каждая, своимъ собственнымъ, независимымъ движеніемъ. Въ данномъ случаѣ, — какъ это видно изъ опытовъ, — онѣ описываютъ кривыя, обращенныя выпуклостью книзу (повидимому — логариѳмическія) и лежащія въ вертикальныхъ плоскостяхъ, проходящихъ черезъ центръ массы [40]); эти кривыя расходятся такимъ образомъ отъ центра къ окружности, и по нимъ частицы стремятся въ ту сторону, гдѣ, вслѣдствіе расходящагося движенія краевыхъ частицъ, встрѣчаютъ наименьшее сопротивленіе, т. е. — къ краямъ массы.

Нижнія частицы этой массы, — которыя особенно заслуживаютъ нашего вниманія въ вопросѣ объ изборожденіи, — также стремятся двигаться по такимъ же кривымъ; но онѣ встрѣчаются съ поверхностью пола, а потому вынуждены скользить по этой поверхности, нажимаясь на нее съ бо́льшею или меньшею си-

[39]) Употребляя здѣсь и во всемъ слѣдующемъ слово „частица", я не имѣю непремѣнно въ виду химическія частицы (molécule) — хотя въ большинствѣ случаевъ все сказанное приложимо и къ нимъ; — но имѣю въ виду безразлично всякую весьма малую часть тѣла (particule), такъ напримѣръ — песчинку, или пылинку глины.

[40]) См. объ этомъ ниже, по поводу изслѣдованій г. Треска.

лою. Если бы развивающееся вслѣдствіе этого треніе было такъ велико, что частицы не могли-бы преодолѣть его, то движеніе нижняго слоя было-бы конечно остановлено. Но такъ какъ въ этомъ случаѣ вышележащіе слои должны были-бы скользить по неподвижному слою, а это вызвало-бы въ массѣ громаднѣйшее внутреннее сопротивленіе, и такъ какъ треніе о постороннее тѣло, по самой своей сущности, всегда гораздо меньше того внутренняго сопротивленія, которое противополагается частицами ихъ относительному смѣщенію, — какъ бы ни было слабо ихъ сцѣпленіе, — то движеніе нижнихъ частицъ не прекращается, а только замедляется. Кромѣ теоретическихъ соображеній о сущности тренія, въ этомъ убѣждаетъ и прямое наблюденіе, какъ надъ самыми твердыми тѣлами, такъ и надъ самыми подвижными жидкостями. Тоже относится и до верхнихъ слоевъ; если бы они, по какимъ-нибудь причинамъ, и не имѣли собственнаго стремленія къ расползающемуся движенію, то они все-таки были-бы увлечены тѣми изъ нижележащихъ слоевъ, въ которыхъ расползаніе частицъ вызвано давленіемъ. Такимъ образомъ всѣ слои массы приняли-бы мало по малу участіе въ общемъ движеніи отъ центра въ окружности.

Если-бы нашъ полъ представлялъ совершенно-ровную плоскость (массу мы предположимъ для простоты однородною), то частицы, скользящія по его поверхности, направлялись-бы въ точности по радіусамъ: Но такъ какъ полъ, по нашему предположенію, покрытъ неровностями, то движеніе частицъ претерпѣваетъ, въ зависимости отъ этихъ неровностей, самыя разнообразныя уклоненія отъ своихъ идеальныхъ направленій. Такъ, если встрѣчается ложбина, которая идетъ подъ небольшимъ угломъ къ радіусу, и если эта ложбина постепенно расширается и углубляется по мѣрѣ удаленія отъ центра массы, то, находя въ направленіи ея наименьшее сопротивленіе своему расходящемуся движенію, нижнія частицы нашей массы, а за ними и часть выше-лежащихъ, будутъ выдавливаться внизъ по ложбинѣ и примутъ, слѣдовательно, ея направленіе, откло-

няясь отъ радіуса на нѣкоторую величину. Если затѣмъ ложбина станетъ съуживаться, образуя ущелье, то какъ бы ни было узко это ущелье, но внизъ по его длинѣ сопротивленіе движенію массы, заполнившей ложбину, будетъ меньше, чѣмъ во всякомъ другомъ направленіи, и частицы начнутъ, стало быть, продавливаться сквозь ущелье, сходясь къ нему по вѣерообразно-расположеннымъ кривымъ, — совершенно точно такъ же, какъ они продавливались-бы сквозь окно въ срубѣ, къ которому мы придѣлали-бы съуживающуюся трубу. Точно также, если ложбина начнечъ мельчать, и въ ней встрѣтится порогъ (тоже съ уженіе канала, только въ вертикальномъ направленіи), то частицы будутъ подниматься на этотъ порогъ. Правда, что внѣшнія сопротивленія ихъ движенію нѣсколько увеличатся, такъ какъ, двигаясь по наклонной плоскости, онѣ должны будутъ преодолѣвать силу тяжести, да и самое треніе немного увеличится, — но онѣ не могутъ (какъ это допускали иногда) остаться неподвижными въ то время, какъ остальная масса двигалась-бы поверхъ ихъ. Внѣшнія сопротивленія, представляющіяся въ этомъ случаѣ, все-таки, по самой своей сущности, должны составлять лишь весьма малую часть тѣхъ внутреннихъ сопротивленій, которыя развились-бы въ массѣ при такомъ скольженіи однихъ слоевъ относительно другихъ. Кромѣ того, не мѣшаетъ замѣтить, что внѣшнія сопротивленія при подъемѣ на порогъ могутъ лишь на самую ничтожную величину превышать тѣ, которыя развивались-бы въ предыдущемъ случаѣ, при горизонтальномъ съуживаніи канала, и которыя не задерживаютъ однако движенія полужидкихъ тѣлъ [41]). Впрочемъ, въ спра-

[41]) Главное изъ нихъ есть треніе, а при горизонтальной передачѣ давленій, имѣющей мѣсто въ полужидкостяхъ, боковое треніе о боковыя стѣны канала будетъ почти совершенно равно тренію о дно его, если глубина самаго канала мала по отношенію къ толщинѣ всей расползающейся массы. Поэтому, если мы знаемъ, напримѣръ, изъ опыта, что при такой-то крутизнѣ поворота, дѣлаемаго берегами долины передъ ущельемъ, не происходило остановки движенія массы въ боковыхъ заводахъ, то мы можемъ сказать, что не произойдетъ остановки и во впадинѣ передъ порогомъ, если русло поднимается на порогъ не круче, чѣмъ заворачивали стѣны долины въ предыдущемъ случаѣ.

ведливости сказаннаго легко убѣдиться самому на любой жидкости и полужидкости, помощью самыхъ простыхъ, чисто-домашнихъ опытовъ.

Такимъ образомъ частицы, движущіяся по ложбинѣ, встрѣтивъ порогъ, или дойдя до такого мѣста, гдѣ ложбина медленно мельчаетъ, поднимаясь на возвышенности, будутъ подниматься на порогъ, или двигаться вверхъ по ложбинѣ, и только изберутъ при этомъ наиболѣе удобные пути для удаленія отъ центра, т.-е. наиболѣе открытые и пологіе склоны. Тоже представится и въ томъ случаѣ, если встрѣтится ложбина, перпендикулярная радіусу и, вмѣстѣ съ тѣмъ не представляющая, по своей формѣ и малой глубинѣ, удобнаго канала для выгруженія массы въ направленіи ея длины; въ этомъ случаѣ, частицы, спустившіяся въ ложбину, находясь въ каждомъ поперечномъ ея сѣченіи въ условіяхъ тождественныхъ съ предыдущимъ случаемъ (стѣны долины замѣняются здѣсь самою массою), должны будутъ тотчасъ-же выдавливаться на противоположный склонъ, нисколько не уклоняясь внизъ по ложбинѣ и пересѣкая ее, слѣдовательно, подъ прямымъ угломъ.

Если на пути частицъ нашей массы встрѣтятся возвышенности, то тѣ изъ нихъ, которыя стоятъ одиноко, поднимаются круто и не зарыты въ массѣ вплоть до вершины, частицы будутъ обтекать съ двухъ сторонъ, поднимаясь нѣсколько на ихъ склоны, причемъ выше-лежащіе слои будутъ, понятно, все менѣе и менѣе уклоняться отъ своихъ первоначальныхъ путей; а на болѣе низкія, болѣе массивныя и менѣе крутыя возвышенности, наша полужидкая масса будетъ всползать вся какъ всползала она на встрѣчные склоны поперечныхъ ложбинъ, а затѣмъ будетъ пересѣкать эти возвышенности, по возможности придерживаясь направленія радіуса. Наконецъ, если бы нашъ полъ представлялъ, говоря вообще, не горизонтальную поверхность, а котловину, слегка вдавленную въ среднихъ частяхъ, то масса, расползаясь, поднималась бы на склоны котловины, причемъ высота, на которую она могла бы под-

няться, зависѣла бы какъ отъ высоты массы въ ея среднихъ частяхъ, такъ и отъ ея горизонтальныхъ размѣровъ, т.-е. отъ количества частицъ, стремящихся расползаться въ стороны и, слѣдовательно, отъ величины оказываемаго ими бокового давленія. Полное равновѣсіе установилось-бы только тогда, когда масса приняла-бы совершенно горизонтальную поверхность, и когда высота ея на краяхъ была-бы такъ мала, чтъ въ краевыхъ частяхъ уже не проявлялось-бы болѣе стремленія къ дальнѣйшему расползанію подъ мѣстными вертикальными давленіями.

Таковы были-бы, — въ этомъ, понятно, не можетъ быть сомнѣнія,—сложныя движенія всякаго *полужидкаго* тѣла. Его частицы двигались-бы совершенно точно такъ же, какъ частицы всякой жидкости,—какъ движутся, напримѣръ, частицы воды въ рѣкѣ, гдѣ онѣ обѣгаютъ по всѣмъ рытвинамъ и каналамъ, покрывающимъ русло, зарываются въ ямы и выходятъ изъ нихъ, омываютъ со всѣхъ сторонъ отдѣльные валуны, сваи, быки мостовыхъ устоевъ и острова, взбираются на отмели и пороги и т. д., въ то время какъ вся рѣка течетъ въ одномъ, неизмѣнномъ направленіи. Въ полужидкомъ тѣлѣ, эти движенія совершались-бы конечно гораздо медленнѣе, но, какъ въ жидкостяхъ, такъ и въ полужидкостяхъ, они подчинены безусловно однимъ и тѣмъ-же геометрическимъ и механическимъ законамъ.

Но ледъ, о которомъ идетъ у насъ рѣчь, далеко не полужидкое тѣло, а потому весьма естественно было-бы усумниться въ томъ, чтобы законы, вѣрные для полужидкости, прилагались и къ твердому льду. Мы обратимся поэтому къ другому примѣру и на этотъ разъ возьмемъ другую крайность, т.-е. тѣло совершенно твердое, но сколько нибудь ковкое (другими словами—способное постояннымъ образомъ измѣнять свою форму подъ сильными ударами или давленіями); возьмемъ, напримѣръ, массу холоднаго свинца, олова, желѣза, или даже стали, и

повторимъ съ нею мысленно тотъ-же опытъ. Вообразимъ, что масса одного изъ этихъ металловъ также положена на горизонтальный, болѣе твердый и негибкій полъ, и что на него постоянно накладывается все бо́льшая и бо́льшая тяжесть, въ видѣ пластовъ того-же металла.—Понятно, что накопленіе такой металлической массы также не можетъ продолжаться безгранично. Съ увеличеніемъ ея толщины постоянно будетъ расти давленіе на ея нижніе и средніе слои, а мы знаемъ, что нѣтъ того твердаго металла, который могъ-бы выдерживать безграничное давленіе, не расплющиваясь, не расползаясь въ стороны. Поэтому, слѣдуетъ думать, что какъ только наша металлическая масса достигнетъ такой толщины, что ея нижніе и средніе слои будутъ подвергаться давленію, переходящему за извѣстный предѣлъ, — то она начнетъ ползти въ стороны, совершенно точно такъ же, какъ расползается подъ собственнымъ вѣсомъ незначительная толща полужидкой глины. Убѣдиться въ этомъ нетрудно, если обратиться къ наблюденіямъ и опытамъ.

Въ самомъ дѣлѣ, всѣмъ намъ извѣстно, какъ двѣнадцатидюймовые желѣзные и стальные брусья расплющиваются, не разрываясь, подъ ударами нашихъ паровыхъ молотовъ. Но понятно, что все то, чего мы достигаемъ въ короткое время сильными ударами, можетъ быть достигнуто также — и даже гораздо совершеннѣе, т.-е. безъ разрывовъ сплошности — достаточно сильнымъ и продолжительно-дѣйствующимъ давленіемъ. Доказательство—всевозможные штампы нашихъ мастерскихъ, приборы, выдавливающіе мѣдныя и стальныя трубки, новѣйшія машины для чеканки монеты, гдѣ прежній ударъ штампа такъ успѣшно замѣняется теперь давленіемъ, и т. п.— Кромѣ того, есть обширныя изслѣдованія, предпринятыя въ нашемъ вѣкѣ для изученія свойствъ строительныхъ матеріаловъ,—въ число которыхъ такъ изобильно входятъ теперь металлы, — и эти изслѣдованія даютъ сотни въ высшей степени любопытныхъ примѣровъ того, какъ продолжительно-дѣйствую-

щія давленія или растяженія,—даже въ тѣхъ случаяхъ, когда тѣло избавлено отъ всякихъ сотрясеній и колебаній температуры,—могутъ измѣнять постояннымъ образомъ формы самыхъ твердыхъ, нетягучихъ металловъ (напр. стали, или бѣлаго чугуна); подверженные продолжительному давленію или тяженію, хоть немного сильнѣе того, при которомъ тѣло начинаетъ замѣтно утрачивать свою упругость (и слѣдовательно, значительно еще меньше того, которое вызываетъ разрывы сплошности), всѣ металлы мало-по-малу изгибаются, или вытягиваются, или расплющиваются на нѣкоторую величину. На этомъ и основаны извѣстныя правила архитекторовъ, что ни одна составная часть постройки не должна подвергаться постоянному давленію, превышающему $^1/_3$ до $^1/_{10}$ того, которое могло-бы произвести въ данномъ матеріалѣ разрывы сплошности, или же—что постоянное давленіе вовсе не должно переходить за предѣлъ, послѣ котораго начинаетъ въ тѣлѣ замѣтная утрата его упругости. Между тѣмъ понятно, что никакое *постоянное* измѣненіе формы [42]) не можетъ произойти въ тѣлѣ безъ того, чтобы его частицы не смѣщались относительно другъ-друга путемъ того боковаго скольженія, которымъ характеризуются всѣ измѣненія формы въ жидкостяхъ. Чтобы тѣло, измѣнивши свою форму подъ временнымъ вліяніемъ внѣшней силы, не стремилось болѣе вернуться къ прежнему виду, необходимо, чтобы между-частичныя разстоянія при новой формѣ тѣла вездѣ остались тѣ же, что́ и раньше (или измѣнились, всѣ, пропорціонально) [43]); а это возможно лишь въ томъ случаѣ, когда измѣненіе формы произошло не путемъ увеличенія разстояній въ одномъ направленіи и уменьшенія ихъ въ другомъ (подобнаго движенію узловъ въ растягиваемой сѣти),—какъ это бы-

[42]) „Постояннымъ“ я называю измѣненіе за предѣлами упругости,—такое, послѣ котораго тѣло не стремится вернуться къ прежней формѣ, когда удалена внѣшняя сила.

[43]) Въ кристаллическихъ тѣлахъ явленіе нѣсколько сложнѣе, но сущность его таже. Одной перемѣны плоскостей соприкосновенія кристаллическихъ частицъ все-таки не достаточно для тѣхъ измѣненій формы, о которыхъ идетъ рѣчь.

ваетъ при измѣненіяхъ формы съ сохраненіемъ упругости,— а путемъ перераспредѣленія частицъ,— путемъ измѣненія ихъ относительнаго расположенія, какъ въ жидкостяхъ; между тѣмъ, такое перераспредѣленіе можетъ совершиться лишь тогда, когда однѣ частицы выходятъ изъ сферы притяженія тѣхъ, съ которыми онѣ прежде были связаны, переносятся въ сторону на нѣкоторое разстояніе и переходятъ уже въ сферу притяженія другихъ частицъ, — т.-е. когда онѣ обладаютъ нѣкоторою свободою независимаго движенія, какъ въ жидкихъ тѣлахъ. Такимъ образомъ мы могли бы, уже на основаніи давно извѣстныхъ фактовъ, собранныхъ въ прикладной механикѣ, строительномъ искусствѣ и въ изслѣдованіяхъ объ упругости тѣлъ, показать, что наша металлическая масса, достигнувъ извѣстной толщины, стала-бы расползаться въ стороны, причемъ ея частицы описывали-бы имнено тѣ самые пути, о которыхъ говорилось выше, по поводу движеній полужидкаго тѣста. Но тогда—намъ пришлось-бы вдаться въ подробный разборъ очень многихъ фактовъ, въ которыхъ сущность явленія нерѣдко бываетъ чрезвычайно осложнена побочными условіями, а такой разборъ завелъ бы насъ слишкомъ далеко отъ нашей ближайшей цѣли; а потому, предоставляя читателю самому ознакомиться съ упомянутыми изслѣдованіями [44]), разъясняющими весьма многое, чего я могу коснуться только мимоходомъ, я сошлюсь уже на разрядъ явленій, непосредственно приложимыхъ къ нашему вопросу,— именно на *истеченіе твердыхъ тѣлъ* (écoulement des corps solides), составляющее предметъ замѣчательныхъ исслѣдованій г. Треска.

Этими изслѣдованіями, продолжающимися уже около десяти лѣтъ, г. Треска доказалъ, какъ извѣстно, что всякій металлъ, будучи подверженъ достаточному давленію, утрачиваетъ свои свойства твердаго тѣла, представляющаго скопленіе частицъ съ

[44]) Изложеніе этихъ фактовъ см. въ: Poncelet, Introd. à la Méc. industr. etc., 3-e ed.; Morin, Résist. des matériaux, 3-e éd.; Rennié, въ Philos. Trans., 1829; также—Wertheim, Rech. sur l'élast., etc.

неизмѣннымъ относительнымъ расположеніемъ, а пріобрѣтаетъ свойства жидкости, въ которой частицы обладаютъ нѣкоторою свободою относительнаго движенія. Вслѣдствіе этого, твердый металлъ, подъ достаточнымъ давленіемъ, *течетъ* въ стороны наименьшаго сопротивленія и подчиняется, какъ въ своихъ внѣшнихъ измѣненіяхъ формы, такъ и въ частичныхъ движеніяхъ, всѣмъ законамъ гидростатики. Эти факты и заставили г. Треска формулировать результаты своихъ опытовъ однимъ выраженіемъ: *истеченіе твердыхъ тѣлъ*, — выраженіемъ, на первыхъ порахъ казавшимся даже нѣсколько фантастичнымъ, но научная справедливость котораго доказана теперь громаднымъ числомъ превосходно подобранныхъ доказательствъ [45]). Чтобы убѣдиться въ истинности этого смѣлаго вывода, достаточно будетъ разсмотрѣть лишь нѣкоторыя изъ чрезвычайно разнообразныхъ опытовъ, на которыхъ основывается г. Треска.

Такъ, напримѣръ, въ одномъ рядѣ опытовъ, онъ беретъ металлическій цилиндръ, ставитъ его подъ сильный прессъ и сдавливаетъ его весьма медленно въ направленіи оси. На первыхъ порахъ, цилиндръ конечно нѣсколько сжимается, уменьшаясь въ объемѣ на нѣкоторую, весьма впрочемъ, небольшую величину, но скоро, продолжая уменьшаться въ высоту, онъ начинаетъ вмѣстѣ съ тѣмъ увеличиваться въ ширину, и металлъ выдавливается съ боковъ, образуя вокругъ средней части цилиндра небольшое округлое вздутіе; мало-по-малу цилиндръ превращается такимъ образомъ въ лепешку и наконецъ можетъ быть

[45]) Любопытно замѣтить, что это послѣднее выраженіе встрѣчается уже въ сороковыхъ годахъ, въ одномъ отчетѣ Athenaeum'а о новомъ патентованномъ способѣ выдѣлки оловянныхъ издѣлій; авторъ прямо говоритъ, что „олово, подъ давленіемъ около 20 тоннъ на круглый дюймъ, *течетъ по законамъ движенія жидкостей*“; объ этомъ упоминаетъ Форбзъ въ Philosophical Transactions, 1846 года, с. 206, примѣчаніе. Болѣе или менѣе ясныя указанія на то, что, при постоянныхъ измѣненіяхъ формы въ твердыхъ тѣлахъ, въ нихъ должны происходить частичныя движенія, характеризующія жидкости, попадаются у многихъ писателей по прикладной механикѣ, но, какъ замѣчаетъ г. Моренъ, всѣ прежнія изслѣдованія механиковъ и инженеровъ распространялись только на первые два фазиса состоянія тѣлъ, вслѣдствіе чего явленіе и не могло быть изслѣдовано въ чистомъ, безпримѣсномъ видѣ.

расплющенъ въ самую тонкую пластинку. Уже въ этомъ измѣненіи формы нельзя не замѣтить внѣшняго сходства съ движеніемъ густой жидкости, которую мы положили бы на горизонтальную поверхность и которая стала бы медленно растекаться, отъ давленія своихъ собственныхъ верхнихъ слоевъ. Но сходство не ограничивается однѣми внѣшними формами: оно распространяется и на законы движенія отдѣльныхъ частицъ. Чтобы доказать это, г. Треска́ составляетъ свои цилиндры изъ нѣсколькихъ пластинъ, или изъ вкладывающихся другъ въ друга трубокъ и, сдѣлавъ послѣ опыта разрѣзъ тѣла, имѣетъ такимъ образомъ возможность прослѣдить, какъ двигались частицы въ вертикальномъ и горизонтальномъ направленіи [46]). Такъ, уже помощью прилагаемаго рисунка 80-го, гдѣ изображенъ разрѣзъ цилиндра, сложеннаго изъ двадцати свинцовыхъ пластинъ и расплющеннаго подъ прессомъ, можно составить себѣ довольно ясное понятіе о траекторіяхъ частицъ; для этого достаточно сравнять полученный разрѣзъ съ разрѣзомъ первоначальнаго цилиндра (*abcd*, рис. 80), и мысленно прослѣдить промежуточныя формы, которыя принималъ цилиндръ и отдѣльныя его пластины во время расплющиванія. Изъ такого сравненія очевидно, напримѣръ, что частицы должны были описывать именно тѣ самыя, выпуклыя книзу, расходящіяся кривыя, о которыхъ я говорилъ выше, по поводу движеній полужидкой глины. Кромѣ того, видно, что перемѣщеніе металла происходило не цѣлыми массами, съ сохраненіемъ относительнаго расположенія частицъ, — какъ этого можно было бы ожидать отъ твердаго тѣла, еслибы оно сохраняло свои основныя отличія, — но что каждый слой, каждая частица свинца двигались независимо, скользя другъ по другу на небольшую величину, — какъ частицы жидкостей, не связанныя неподвижно между собою;

---

[46]) Подъ давленіемъ, части цилиндра спаиваются такъ, какъ будто бы тѣло всегда было сплошнымъ; но такъ какъ онѣ всегда бываютъ покрыты тонкимъ слоемъ окиси, то въ отшлифованныхъ разрѣзахъ всегда возможно отыскать потомъ нѣжнѣйшія линіи, обозначающія прежнія поверхности соприкосновенія частей.

вслѣдствіе этого, по окончаніи опыта, ихъ относительное расположеніе и оказывается совершенно инымъ, чѣмъ оно было первоначально [47]). Наконецъ изъ рисунка видно особенно хорошо, какъ средніе слои свинца обгоняли въ своемъ расползающемся движеніи верхніе и нижніе слои, задержанные треніемъ о поверхности пресса,—такъ что, еслибы мы разсматривали только нижнюю половину разрѣза (ниже линіи MN), то мы имѣли-бы въ ней совершенно вѣрное подобіе расположенія слоевъ въ растекающейся по столу жидкости, гдѣ треніе задерживаетъ одни нижніе слои [48]).

Другіе опыты еще полнѣе доказываютъ тождество явленій въ сдавливаемыхъ металлахъ и въ жидкостяхъ. Такъ, если взять металлическій цилиндръ, положить его въ болѣе твердый цилиндрическій «сосудъ», имѣющій отверстіе на днѣ, и затѣмъ оказывать на металлъ достаточное давленіе, то онъ начинаетъ «вытекать», т.-е. выдавливаться въ это отверстіе, причемъ твердая «струя» металла принимаетъ всѣ формы жидкой струи:

---

47) Этотъ рисунокъ, какъ и всѣ слѣдующіе, относится къ свинцу, но совершенно тѣже явленія представляютъ и другіе металлы, какъ это доказывается громадными количествами образцовъ, представленныхъ Академіи. Выбирая для своего перваго мемуара (изъ котораго я заимствую рисунки) изображенія однихъ свинцовыхъ образцовъ, г. Треска вѣроятно руководствовался тѣмъ, что на нихъ яснѣе видны законы движенія, такъ какъ, при бо́льшей мягкости свинца, можно было достигать бо́льшихъ частичныхъ движеній, при тѣхъ давленіяхъ, которыми располагалъ авторъ. И то, для выдавливанія небольшихъ кусковъ стали приходилось употреблять давленія до 100,000 килогр. (6000 пудовъ).

48) Чтобы доказать, что меньшее расплющиваніе нижнихъ и верхнихъ слоевъ дѣйствительно обусловливалось треніемъ о поверхности пресса, г. Треска покрылъ одну изъ этихъ послѣднихъ тонкими параллельными царапинами. Не смотря на ничтожную глубину этихъ, почти микроскопическихъ каналиковъ (ихъ приходилось по три на миллиметръ), выдавливаніе задерживалось въ направленіи перпендикулярномъ имъ и облегчалось въ направленіи ихъ длины, вслѣдствіе чего всѣ поверхности соприкосновенія свинцовыхъ пластинъ, а также и самая окружность цилиндра приняли овальныя формы. Уже одинъ этотъ фактъ, повторившійся во множествѣ опытовъ, замѣчаетъ г. Треска, могъ бы обнаружить жидкостность твердыхъ тѣлъ, потверженныхъ сильному давленію. H. Tresca. Mémoire sur l'écoulement des corps solides въ Recueil de Mémoires présentés par les savants étrangers à l'Academie de Paris, vol. 18, p. 740.— Читатель замѣтитъ, конечно, значеніе этого факта въ разсматриваемомъ нами вопросѣ объ изборожденіи.

она съуживается и покрывается продольными морщинами, когда въ сосудѣ исчерпывается запасъ металла, а внутри ея образуется та пустота, см. рис. 81, *a* [49]), — которую мы называемъ въ жидкостяхъ результатомъ всасыванія и которая всегда образуется, если высота жидкости въ сосудѣ становится уже мала по отношенію къ діаметру струи. Если же, кромѣ отверстія на днѣ сосуда, сдѣлать еще нѣсколько отверстій въ боковыхъ его стѣнкахъ, то металлъ вытекаетъ и въ эти отверстія, непосредственно подтверждая такимъ образомъ гидростатическій законъ боковой передачи давленій. Наконецъ, если въ массу металла, заключенную въ плотной муфтѣ, вогнять стержень, то металлъ поднимается вокругъ стержня кверху, точно также какъ поднимается жидкость въ стаканѣ, когда мы погружаемъ въ нее посторонее тѣло; мало того, — впереди вгоняемаго стержня образуется даже та пустота, которая замѣчается впереди всякаго твердаго тѣла, движущагося въ жидкости, и которая, подъ названіемъ *proue liquide*, составляла предметъ извѣстныхъ изслѣдованій Дюбуа (Dubouat).

И въ этихъ случаяхъ, также какъ и въ предыдущемъ, сходство внѣшнихъ явленій, представляемыхъ жидкими и твердыми тѣлами, имѣетъ основаніемъ глубокое сходство между самыми частичными движеніями. Дѣйствительно въ каждомъ данномъ опытѣ, частицы тѣла, доведеннаго давленіемъ до *состоянія жидкостности*, движутся именно такъ, какъ движутся въ сходныхъ условіяхъ жидкія частицы: вытекая струею, онѣ сходятся къ отверстію изъ всѣхъ частей сосуда, описывая извѣстныя въ гидравликѣ вѣерообразныя кривыя, онѣ вступаютъ въ струю въ той послѣдовательности, въ какой вытекаютъ различные слои воды изъ отверстія, сдѣланнаго на днѣ ведра, и въ самой струѣ онѣ описываютъ именно тѣ самые пути, какіе описы-

[49]) Этотъ рисунокъ изображаетъ струю, выдавленную изъ сосуда, въ которой были положены четыре пластины свинца. Слѣдующій рисунокъ, 82-й, изображаетъ струю въ 30 мм. діаметра безъ внутренней пустоты, выдавленную изъ десяти пластинъ свинца, при той-же высотѣ и діаметрѣ цилиндра.

ваютъ въ этомъ случаѣ частицы воды. Мало того, — изслѣдованіе частичныхъ движеній въ твердыхъ тѣлахъ становится новымъ методомъ изслѣдованія движеній въ жидкостяхъ и содѣйствуетъ даже открытію фактовъ, ранѣе незамѣченныхъ. Наконецъ, рядъ самыхъ разнообразныхъ опытовъ надъ мягкими пластичными тѣлами, какъ воскъ, кирпичная или фарфоровая глина и др., надъ сыпучими тѣлами, какъ песокъ или охотничья дробь, и наконецъ — надъ разноцвѣтными, слоисто-расположенными жидкостями, довершаетъ этотъ рядъ аналогій, прослѣживая ихъ не только на крайнихъ представителяхъ твердаго и жидкаго типа тѣлъ, но и на цѣломъ рядѣ промежуточныхъ формъ.

Словомъ, не плодя болѣе примѣровъ и отсылая читателя къ подлиннымъ опытамъ г. Трескá [50], — которые конечно должны быть извѣстны всякому слѣдящему за развитіемъ физическихъ наукъ, — достаточно будетъ сказать, что всѣ испытанныя твердыя тѣла переживаютъ подъ давленіемъ слѣдующіе три фазиса. Сперва, въ нѣкоторыхъ тѣсныхъ предѣлахъ, тѣло вполнѣ сохраняетъ свою упругость: измѣненія формы происходятъ въ немъ лишь путемъ увеличенія и уменьшенія между-частичныхъ разстояній, которыя потомъ стремятся вернуться къ прежней величинѣ, по удаленіи внѣшней силы; и эти измѣненія (растяженія и сжиманія) растутъ пропорціонально возрастанію внѣшней силы (первый фазисъ). Затѣмъ, если давленіе увеличивается, то упругость тѣла постепенно утрачивается: измѣненія формы отчасти продолжаютъ совершаться путемъ увеличенія и уменьненія между-частичныхъ разстояній, но вмѣстѣ съ тѣмъ начи-

---

[50]) H. Tresca, Mémoire sur l'écoulement des corps solides, въ Recueil de Mémoires, présentés par les savants étrangers, vol. XVIII, и Mémoire sur le poinçonnage des métaux, который опредѣлено напечатать тамъ-же, въ 1870 г.; Morin, Rapport sur le mémoire de M. Tresca sur le poinçonnage des métaux, въ Comptes Rendus, vol. 70, 1870 (превосходное изложеніе сущности опытовъ и ихъ значенія); кромѣ того — рядъ сообщеній, сдѣланныхъ Академіи, начиная съ 1865 года, о которыхъ см. въ Comptes Rendus, также въ журналахъ Cosmos и Les Mondes.

нается уже боковое скольженіе, перераспредѣленіе частицъ; измѣненія формы растутъ уже не пропорціонально внѣшнимъ силамъ, а нѣсколько быстрѣе (второй фазисъ). Въ обоихъ этихъ фазисахъ объемъ тѣла нѣсколько уменьшается, а плотность увеличивается,—временно въ первомъ фазисѣ, постоянно—во второмъ. Наконецъ, если давленіе еще усиливается и доходитъ до извѣстнаго предѣла, который г. Треска́ называетъ *коэфиціентомъ жидкостности*, то наступаетъ третій фазисъ: тѣло сохраняетъ уже неизмѣнный объемъ,—оно становится, слѣдовательно, несжимаемымъ, какъ жидкость; между-частичныя разстоянія колеблются лишь въ самыхъ тѣсныхъ, безконечно-малыхъ предѣлахъ и, въ среднемъ выводѣ, остаются неизмѣненными въ направленіи каждаго измѣренія тѣла; упругость формы (средняя всего тѣла) окончательно утрачивается; измѣненія формы совершаются уже исключительно путемъ боковаго скольженія или перекатыванія частицъ (glissement ou roulement); тѣло подлежитъ основному закону гидростатики,—передачѣ давленія одинаково во всѣ стороны, съ тѣмъ только различіемъ, что въ твердыхъ тѣлахъ давленіе передается не безъ потери, вслѣдствіе чего оно распространяется лишь въ нѣкоторой сферѣ (zône d'activité), различной величины у различныхъ тѣлъ [51]); наконецъ сопротивленіе измѣненіямъ формы остается уже постояннымъ на единицу поверхности, а количество работы, потребной для даннаго измѣненія формы, измѣряется произведеніемъ суммы объемовъ, утраченныхъ и пріобрѣтенныхъ во взаимно-перпендикулярныхъ направленіяхъ, на нѣкоторой постоянный коэфиціентъ,—коэфиціентъ жидкостности (coefficient de fluidité), различный для различныхъ тѣлъ и равный нулю въ совершенныхъ жидкостяхъ. Понятно впрочемъ, что всѣ эти законы вѣрны только для весьма медленныхъ измѣненій формы [52]). Такимъ образомъ г. Треска́

[51]) Замѣчательно, что для сыпучихъ тѣлъ потеря бываетъ больше, чѣмъ для твердыхъ и полужидкихъ тѣлъ.

[52]) Ср. докладъ коммиссіи Парижской Академіи, составленный г-мъ Morin въ Comptes Rendus, vol. 70, 1870.

уничтожаетъ ту рѣзкую границу между твердыми и жидкими тѣлами, которая существовала до сихъ поръ въ нашихъ представленіяхъ; онъ показываетъ, что различіе между ними состоитъ не въ какихъ-нибудь коренныхъ различіяхъ ихъ свойствъ, а лишь въ степени,—въ величинѣ силъ, удерживающихъ частицы въ данномъ относительномъ расположеніи, и что даже это различіе можетъ быть въ значительной мѣрѣ уничтожено, если подвергнуть тѣло достаточному давленію. Подъ сильнымъ давленіемъ самый твердый металлъ принимаетъ до нѣкоторой степени свойства жидкости и *течетъ* въ сторону наименьшаго сопротивленія.

Смыслъ этихъ фактовъ и выводовъ въ разсматриваемомъ нами вопросѣ очевиденъ. На основаніи ихъ мы можемъ, слѣдовательно, признать доказаннымъ, что,—какъ скоро наша металлическая масса накопится до такой высоты, котда ея средніе и нижніе слои будутъ уже выдерживать давленіе, способное вызвать жидкостность даннаго металла,—масса начнетъ расползаться въ стороны, совершенно точно такъ же, какъ полужидкая глина въ нашемъ первомъ примѣрѣ. Ея частицы будутъ двигаться отъ центра въ окружности, описывая кривыя онѣ будутъ всегда направляться туда, гдѣ встрѣтятъ наименьшее сопротивленіе, т.-е. будутъ двигаться по ложбинамъ, представляемымъ поверхностью пола,—какъ частицы свинца, двигавшіяся по каналикамъ въ вышеприведенномъ опытѣ г. Треска (примѣч. 47-е),—будутъ подниматься на гряды и возвышенности, протискиваться свозь ущелья, и т. д. и т. д., выискивая всегда направленія наименьшаго сопротивленія и описывая тѣже траекторіи, что и частицы воды или полужидкой массы, съ которыми онѣ подлежатъ въ этомъ случаѣ одинаковымъ законамъ [53]).

[53]) Значеніе опытовъ г. Треска для теоріи движенія ледниковъ такъ очевидно, что нельзя не удивляться тому, что ихъ игнорируютъ до сихъ поръ пишущіе по этому вопросу. Тиндалль въ своей новѣйшей книгѣ (In the Alps. 1871) упоминаетъ, правда, объ ихъ важности одною строчкою, но этимъ и ограничивается, хотя они служатъ сильнымъ подтвержденіемъ опровергаемой имъ гипотезѣ Форбза.

Правда, что изслѣдованія г. Треска распространяются только на тягучіе, ковкіе металлы (métaux ductiles, malléables) и хотя онъ включилъ въ свои изслѣдованія сталь, но во всякомъ случаѣ—не закаленную сталь и не бѣлый чугунъ. Поэтому, можно было бы думать, что явленія жидкостности проявляются только въ нѣкоторыхъ разрядахъ ковкихъ тѣлъ. Но такой выводъ былъ бы совершенно невѣренъ: придти къ нему—значило бы отрицать въ болѣе хрупкихъ тѣлахъ возможность постоянныхъ измѣненій формы, которыя не могутъ совершаться иначе, какъ путемъ жидкостнаго движенія частицъ. Но такое отрицаніе противорѣчило бы тысячамъ самыхъ обыденныхъ наблюденій. Въ самомъ дѣлѣ, каждому геологу извѣстно, какъ расплющиваются и расползаются самыя твердыя горныя породы, напримѣръ—изуродованныя ископаемыя (также и растянутые кристаллы), составляющія самое обычное явленіе. То же подтверждается и наблюденіями надъ строительными матеріалами; самые твердые камни всегда нѣсколько расплющиваются подъ давленіемъ, прежде чѣмъ раздробиться на части, и замѣтное измѣненіе формы нерѣдко начинается въ нихъ уже подъ давленіемъ всего въ одну треть того, которое производитъ раздробленіе. Это *доказано* прямыми, точными наблюденіями [54]).

Кромѣ того, въ природѣ, подъ тѣми громадными давленіями, которыми она располагаетъ, явленіе представляется въ еще болѣе поразительныхъ формахъ. Камни, подвергшіеся давленію въ сдвигахъ,—будь это твердѣйшій кварцъ или мягкій известнякъ, формуются, какъ мягкій воскъ подъ слабымъ давленіемъ нашихъ пальцевъ; они не только отпечатываются другъ въ друга, но даже самыя твердыя гальки кварца подвергаются иногда замѣчательному боковому смѣщенію ихъ

[54]) Если мы не замѣчаемъ въ нашихъ постройкахъ такого расплющиванія, то происходитъ это только оттого, что ихъ составныя части никогда и не подвергаются нужнымъ для этого давленіямъ, и еще болѣе—оттого, что сама почва не представляетъ достаточно прочной опоры для сдавливанія матеріаловъ, она всегда немного осѣдаетъ подъ ихъ тяжестью.

частей; одна половина гальки бываетъ смѣщена цѣликомъ въ нѣкоторой плоскости относительно другой половины и, при этомъ, сцѣпленіе между сдвинутыми частями одинаково сильно въ плоскости смѣщенія, какъ и во всякой другой части камня; мы имѣемъ здѣсь, слѣдовательно, безусловно то же, что́ и при смѣщеніи (cisaillement) такимъ же образомъ свинцоваго, или ледянаго цилиндра (см. ниже). Поэтому, нельзя не сказать, что г. Треска́ совершенно правъ, когда говоритъ, что вдавливаніе жилъ, изгибаніе пластовъ горныхъ породъ и т. п., найдутъ себѣ со временемъ объясненіе въ установленныхъ имъ фактахъ истеченія твердыхъ тѣлъ. Въ послѣднемъ примѣрѣ мы имѣемъ, правда, дѣло съ громадными давленіями, но тѣ же результаты достигаются и несравненно слабѣйшими силами, если только онѣ дѣйствуютъ долгое время. Если бы мы взяли длинную палку изъ воска или мягкой смолы и прислонили ее въ нѣсколько наклонномъ положеніи къ стѣнѣ, то никто изъ насъ не былъ бы, конечно, удивленъ, увидѣвъ черезъ нѣсколько времени, что палка согнулась отъ собственной тяжести; мы сказали бы, что при достаточной подвижности частицъ въ такомъ мягкомъ тѣлѣ, какъ воскъ и смола, и при достаточной вязкости этого тѣла, фактъ совершенно естественъ. Но безусловно такое же изгибаніе замѣчается и въ тѣлахъ въ высшей степени твердыхъ и *хрупкихъ*, какъ, напримѣръ, *сталь* или *стекло*. По прошествіи нѣкотораго времени, стальная и стеклянная палка точно также изгибаются въ этихъ условіяхъ, и если изгибаніе продолжалось достаточно долго, онѣ уже не возвращаются къ первопачальному виду, когда мы поставимъ ихъ въ вертикальное положеніе [55]); между тѣмъ, понятно, что никакое постоянное изгибаніе невозможно безъ относительныхъ, *жидкостныхъ*, движеній частицъ. И такихъ фактовъ можно привести цѣлые десятки. Мало того, ихъ слѣдуетъ предвидѣть *à priori*, ибо самые не ковкіе металлы, какъ сталь или чу-

[55]) J. Poncelet, Introduction à la Mécanique industrielle, physique ou expérimentale, 3-e édition, annotée par Kretz. Paris, 1870, p. 319.

гунъ, самыя хрупкія тѣла, какъ стекло, будучи подвержены давленію, скоро перестаютъ уже подчиняться закону пропорціональности измѣненій формы величинѣ внѣшнихъ силъ, форма начинаетъ измѣняться быстрѣе, чѣмъ растетъ внѣшняя сила, а это возможно только при томъ условіи, когда *часть* измѣненія формы производится жидкостнымъ скольженіемъ частицъ [56]); существованіе этого второго фазиса состоянія тѣлъ,—промежуточнаго между фазисомъ полной упругости и тѣмъ моментомъ, когда наступаютъ разрывы сплошности [57]), и служитъ лучшимъ залогомъ того, что для всякаго тѣла, каковы бы ни были его физическія свойства, долженъ наступить и третій фазисъ,—состояніе жидкостности,—лишь бы давленіе достигло достаточной величины. Что касается до того, *когда* наступитъ это состояніе, *когда* масса начнетъ выдавливаться въ стороны, *когда* твердое тѣло утратитъ свои особенности и представитъ явленія, ставящія его въ одинъ разрядъ съ жидкими тѣлами,—то на эти вопросы теоретически можетъ быть данъ одинъ отвѣтъ: тогда, когда давленіе будетъ въ силахъ преодолѣвать извѣстнымъ образомъ частичное сцѣпленіе. Но нѣтъ того твердаго тѣла въ природѣ, будь это пластъ каменной породы или кусокъ кварца, или самая твердая сталь, для котораго не существовало бы такого предѣла. Для стали этотъ предѣлъ наступитъ позже: потребуется давленіе свыше 4000 атмосферъ, чтобы началось такое выдавливаніе массы, для свинца будетъ достаточно 130 атмосферъ [58]), для воска

---

[56]) Неизбѣжность этого вывода можно доказать и разборомъ нѣкоторыхъ численныхъ опредѣленій силы, тратящейся на измѣненіе формы въ этомъ второмъ фазисѣ.

[57]) Въ хрупкихъ тѣлахъ онъ, правда, короче, чѣмъ въ вязкихъ, но это показываетъ только, что разность между давленіемъ, производящимъ разрывъ, и тѣмъ, до котораго сохраняется полная упругость, *относительно-меньше*; абсолютная же ея величина бываетъ очень велика.

[58]) Я беру эти данныя у г. Морена. Коэфиціентъ жидкостности въ 130 килогр. на кв. цм. относится къ случаю расплющиванія полаго и составнаго цилиндра; при выдавливаніи струи получается нѣсколько высшій коэфиціентъ, т.-е. 144 килогр., а при другихъ условіяхъ—отъ 184 до 204 килогр. См. Morin, Rapport, l. c.

или для влажной глины будетъ, можетъ быть, довольно одной атмосферы или менѣе, для воды и прочихъ, такъ-называемыхъ жидкихъ тѣлъ, а также и для сыпучихъ, достаточно земного притяженія на ихъ собственныя частицы;—предѣлъ различенъ, но законъ, которому подлежатъ, какъ жидкія, такъ и самыя разнообразныя твердыя тѣла, безусловно тождественъ; перерыва нѣтъ,—есть только рядъ промежуточныхъ ступеней.

Поэтому мы можемъ смѣло признать, что и ледяная масса, въ предположенныхъ нами условіяхъ, не могла бы накопляться безгранично; наступитъ предѣлъ, когда и она начнетъ расплющиваться и когда ея частицы начнутъ воспроизводить всѣ вышеописанныя движенія. Такъ какъ ледъ составляетъ только одну изъ промежуточныхъ ступеней между жидкими и полужидкими тѣлами съ одной стороны и твердыми металлами, въ родѣ стали и кварца, съ другой стороны, то онъ также *долженъ* подлежать законамъ, которые оказываются общими для цѣлаго ряда жидкихъ, полужидкихъ, сыпучихъ и самыхъ разнообразныхъ твердыхъ тѣлъ.

Но можетъ явиться сомнѣніе, не имѣетъ-ли ледъ (а можетъ быть и очень многія другія тѣла) какихъ нибудь особыхъ свойствъ, выдѣляющихъ его изъ этого ряда тѣлъ, какъ онъ ни разнообразенъ? Поэтому мы должны ближе разсмотрѣть свойства собственно льда.

Разсматривая ледъ въ большихъ массахъ, т.-е. въ ледникахъ, мы замѣчаемъ, что въ этихъ случаяхъ онъ дѣйствительно представляетъ тѣло, подчиненное во всѣхъ своихъ движеніяхъ закономъ движенія жидкостей. Спускаясь внизъ по долинамъ, онъ движется не цѣлою массою, какъ двигалось бы тѣло, скользящее по наклонной плоскости, а съ самыми разнообразными относительными движеніями частей, — какъ жидкость. Края ледника движутся медленнѣе его середины, а поддонныя части—медленнѣе поверхностныхъ, совершенно такъ же, какъ краевыя и поддонныя части рѣки, задерживаемыя треніемъ объ ея русло, движутся медленнѣе ея середины. Мѣсто

наибо́льшей скорости, т.-е. кривая линія, соединяющая точки, которыя въ каждомъ поперечномъ сѣченіи ледника имѣютъ наибо́льшую скорость, проходитъ не по серединѣ ледника, но постоянно приближается къ тому его краю, который описываетъ выпуклую кривую, — совершенно точно такъ же, какъ это бываетъ во всякой рѣкѣ. Когда долина образуетъ ущелье, ледникъ продавливается сквозь него, хотя бы для этого ему приходилось съуживаться въ два, въ три или въ пять разъ, причемъ скорость его движенія въ ущельѣ увеличивается; но затѣмъ, выйдя въ расширеніе долины, онъ снова расходится вѣерообразно, какъ рѣка, разливающаяся въ озеро. Встрѣчая въ долинѣ пороги, онъ переливается черезъ нихъ, поднимаясь для этого въ гору и сливаясь затѣмъ ледопадами, которая воспроизводитъ всѣ формы порожистой рѣки. Встрѣчая, наконецъ, на своемъ пути высокій холмъ, ледникъ расходится на двѣ вѣтви, обтекая его съ двухъ сторонъ, и при этомъ, — совершенно также какъ въ рѣкѣ, при встрѣчѣ ея съ мостовымъ устоемъ, — на встрѣчной сторонѣ ледъ нѣсколько поднимается въ гору, образуя вздутіе, а на другой сторонѣ холма оставляетъ продолговатый промежутокъ между соединяющимися вѣтвями льда. Словомъ, ледникъ съ такою полнотою воспроизводитъ всѣ движенія жидкой массы, что, называя его ледяною рѣкою, мы дѣлаемъ не просто поэтическое сравненіе, но высказываемъ твердо-установленное научное положеніе.

Мы могли бы, слѣдовательно, ограничиться ссылкою на этотъ фактъ и имъ доказать, что большая масса льда, въ предположенныхъ нами условіяхъ, станетъ также расползаться въ стороны, воспроизводя всѣ движенія жидкаго тѣла. Но этого было бы недостаточно. Намъ важно еще доказать, что въ массѣ льда, подверженной достаточному давленію, также начались бы свободныя, жидкостныя движенія частицъ, какъ и въ металлахъ, выдавливаемыхъ г-мъ Треска́, или въ растекающейся массѣ полужидкаго тѣста. Между тѣмъ, именно это-то жидкостное движеніе частицъ льда и отрицается въ ледникахъ,

не смотря на то, что пластичность всей массы, разсматриваемой какъ цѣлое, считается совершенно доказанною,—такъ что различныя гипотезы, предлагаемыя для объясненія движенія ледниковъ, и имѣютъ главною цѣлью *согласить* пластичное движеніе *массъ* льда съ отсутствіемъ въ нихъ жидкостныхъ движеній отдѣльныхъ *частицъ*. Основаніемъ этого отрицанія жидкостной свободы частицъ служитъ, какъ извѣстно, *хрупкость* льда, т.-е. свойство, слишкомъ хорошо знакомое намъ по любому образцу, взятому съ поверхности рѣки или озера, и которое обыкновенно считается несогласимымъ съ пластичностью, понятою такъ, какъ сказано выше. Мы должны, слѣдовательно, нѣсколько остановиться на этомъ свойствѣ и посмотрѣть, какое оно можетъ имѣть вліяніе въ нашемъ вопросѣ.

Прежде всего мы остановимся на той, не разъ высказывавшейся, мысли, что ледъ, вслѣдствіе своей хрупкости, не можетъ выдержать значительнаго давленія, не раздробляясь. Основаніемъ этой мысли служатъ опыты, производившіеся надъ небольшими образцами, для изученія свойствъ строительныхъ матеріаловъ,—опыты, изъ которыхъ выводится, что всякое изъ испытанныхъ тѣлъ выдерживаетъ, безъ раздробленія, только нѣкоторое давленіе; какъ только сила, сдавливающая тѣло, переходитъ за извѣстный предѣлъ, оно начинаетъ разсѣкаться трещинами, которыя, соединяясь между собою, скоро раздѣляютъ его на обломки. Тоже долженъ представлять и ледъ, который, вдобавокъ, есть тѣло сравнительно-хрупкое, т.-е. дробящееся уже подъ сравнительно-малымъ давленіемъ («временное сопротивленіе» котораго ничтожно). Поэтому, говорятъ защитники этого взгляда, ледъ, будучи подверженъ въ ледникахъ значительному давленію, необходимо долженъ дробиться, такъ что — прибавляютъ другіе — не можетъ даже существовать ледниковъ свыше извѣстной толщины, и эту предѣльную толщину можно вывести на основаніи опыта, узнавши какъ велико давленіе, способное произвести раздробленіе небольшихъ

кусковъ льда. Такіе опыты дѣйствительно были сдѣланы, и г. Филипсъ заключилъ изъ нихъ, что ледъ не можетъ выдерживать безъ раздробленія давленіе ледянаго столба свыше 1000 или 1500 ф. (300—450 м.) высоты [59]), а г. Мозли опредѣлялъ этотъ предѣлъ въ 710 ф. (216 м.), т.-е. около $19^1/_2$ атмосферъ [60]). На основаніи этихъ опытовъ, гг. Филипсъ и Мозли заключили, что не должно существовать ледниковъ свыше 300—450 м., или свыше 220 метровъ.

Еслибы рѣчь шла только о степени справедливости послѣднихъ заключеній, то отвергнуть ихъ было бы не трудно. Дѣйствительно, мы знаемъ, что любая часть Грёнландскаго ледянаго покрова имѣетъ толщину свыше 300 м., а ледяныя горы въ 2000 м. толщины, носящіяся въ океанахъ, свидѣтельствуютъ о ледникахъ еще бо́льшей мощности. Но мнѣ хотѣлось бы показать, въ чемъ именно состоитъ ложное основаніе всего вышеприведеннаго разсужденія, а потому мы разсмотримъ его нѣсколько внимательнѣе.

Что касается до опытныхъ данныхъ, послужившихъ основаніемъ выводовъ, то нѣтъ никакой причины сомнѣваться въ ихъ точности. Если положить небольшой кусокъ льда между двухъ досокъ и сдавливать его, накладывая грузъ на верхнюю доску или сжимая доски гидравлическимъ прессомъ, то дѣйствительно онъ начинаетъ трескаться и дробиться подъ давленіемъ около двадцати атмосферъ [61]). При другихъ опытахъ, можетъ конечно потребоваться давленіе нѣсколько бо́льшее или

---

[59]) Phillips, On Glacial Striation, въ British Association Reports, 1865, цитируемый Кроллемъ.

[60]) Canon H. Moseley, On the Mechanical Properties of Ice, въ Philos. Magaz., IV ser, vol. 39, 1870, p. 10. — Г. Мозли увѣренъ даже, что ледниковъ свыше этой толщины и не существуетъ въ природѣ.

[61]) Величина г. Мозли должна быть не много менѣе той, которая получилась бы, еслибы опытъ былъ сдѣланъ такъ, какъ онъ дѣлается для опредѣленія сопротивленія небольшихъ кусковъ строительныхъ матеріаловъ; г. Мозли подвергалъ сдавливанію цилиндръ въ 1 д. въ діаметрѣ при 6 д. высоты, тогда какъ извѣстно, что временное сопротивленіе замѣтно ослабляется, если тѣло удаляется отъ кубической формы.

меньшее, но во всякомъ случаѣ — не въ десять разъ болѣе, какъ это нужно было бы, напримѣръ, чтобы согласить опытъ съ существованіемъ ледниковъ въ 2000 м. толщины, если бы признавать разсужденіе гг. Филипса и Мозли совершенно вѣрнымъ. Точно также, трудно думать, какъ это дѣлаетъ г. Кролль, чтобы давленіе, которому подвергался ледъ прежде опыта, могло въ такихъ размѣрахъ измѣнять его сопротивленіе раздробленію [62]); я полагаю, напротивъ, что кусокъ льда, взятый со дна антарктическаго ледяного покрова, точно также раздробился бы—при одинаковыхъ условіяхъ опыта—подъ давленіемъ около двадцати атмосферъ, какъ и образецъ г. Мозли. И я тѣмъ болѣе считаю себя вправѣ такъ думать, что разсужденіе гг. Филипса и Мозли дѣйствительно содержитъ въ самомъ своемъ основаніи ошибку, достаточно объясняющую разногласіе ихъ выводовъ съ фактами природы.

Прежде всего — нѣсколько словъ о самыхъ опытахъ, которыми опредѣляется сопротивленіе тѣлъ раздробленію. Когда тѣло сдавливается, какъ сказано выше, то на верхнюю доску постоянно накладываются одинъ за другимъ грузы, до тѣхъ поръ пока въ тѣлѣ не начнутъ появляться трещины. Этотъ моментъ замѣчается, и величина давленія, которому подвержено тѣло въ этотъ моментъ, считается коэфиціентомъ сопротивленія раздробленію (предѣломъ временнаго сопротивленія). Но изъ тѣхъ же опытовъ видно, что всѣ тѣла, даже самая хрупкая сталь, начинаютъ нѣсколько расплющиваться (растекаться),

---

[62]) Г. Кролль, въ бѣглой замѣткѣ объ этомъ говоритъ: „безъ сомнѣнія, кусокъ льда, обратившійся въ твердое тѣло не подъ давленіемъ, будетъ раздробленъ въ порошокъ, если помѣстить его подъ ледникъ около тысячи футъ толщиною; но послѣ того какъ онъ раздробится, онъ снова смерзнется и тогда будетъ вѣроятно въ состояніи выдержать давленіе двухъ тысячъ футъ льда". J. Croll, on the Cause of the Motion of Glaciers, въ Philos. Mag., s. IV, vol. 40, 1870, p. 170. Доказать это предположеніе было бы, я полагаю, трудно, такъ какъ, сколько мнѣ извѣстно, нѣтъ прямыхъ фактическихъ указаній на измѣненія постоянной въ такихъ размѣрахъ, а теоретически трудно было бы подыскать ему основаніе. Я не думаю, впрочемъ, чтобы г. Кролль сталъ отстаивать это мимоходомъ высказанное предположеніе.

прежде чѣмъ въ нихъ покажутся трещины [63]); правда, что въ очень твердыхъ и хрупкихъ металлахъ и камняхъ это измѣненіе формы крайне ничтожно, но тѣмъ не менѣе оно существуетъ, и есть полное основаніе думать, по аналогіи съ другими тѣлами, что если бы мы пріостановили опытъ на половинѣ, переставъ прибавлять грузы, то самое хрупкое тѣло,— подвергнутое продолжительному постоянному давленію, меньшему чѣмъ то, которое произвело бы въ немъ разрывы,— стало бы медленно расплющиваться, совершенно такъ же, какъ и мягкія, ковкія тѣла, въ родѣ напримѣръ свинца. Для льда это подтверждается даже прямымъ наблюденіемъ. Когда Хельмхольцъ сдавливалъ ледяной цилиндръ достаточно медленно, то ледъ дѣйствительно расплющивался и превращался наконецъ въ плоскую лепешку, но тѣмъ не менѣе не раздроблялся, а сначала даже и вовсе не растрескивался [64]). Такимъ образомъ несомнѣнно, что и для льда возможно такое состояніе, когда внѣшнее давленіе достаточно, чтобы совершалось жидкостное движеніе ледяныхъ частицъ, не сопровождающееся однако истрескиваніемъ и раздробленіемъ. Но въ ледникахъ значительной толщины ледъ подверженъ гораздо бо́льшему давленію, чѣмъ то, которое достаточно для приведенія его въ такое состояніе, а потому спрашивается, не будетъ ли ледъ растрескиваться подъ такимъ большимъ давленіемъ? — Къ сожалѣнію, мы не имѣемъ никакихъ опытовъ, которые дали бы намъ возможность рѣшить непосредственно, что́ произошло бы съ небольшимъ кускомъ льда, доведеннымъ до состоянія, когда онъ расплющивается, если бы мы затѣмъ все-таки продолжали *весьма* медленно увеличивать давленіе, которому онъ подверженъ—конечно избѣгая при этомъ всякихъ, даже самыхъ слабыхъ, толчковъ. Очень возможно, что мы достигли бы того,

---

[63]) Другими словами,—предѣлъ *прочнаго* сопротивленія меньше предѣла *временнаго* сопротивленія, какъ выражаются въ строительномъ искусствѣ.

[64]) H. Helmholtz, Ueber Eis und Gletscher, въ Populäre wissenschaftliche Vorträge, erstes Heft, Braunschweig, 1865, p. 123.

что тѣло стало бы трескаться и дробиться. Но за то мы можемъ навѣрно сказать, что кусокъ льда, взятый въ большой массѣ, уже навѣрно вовсе не сталъ бы раздробляться. И причина этого та, что *въ маломъ образцѣ и въ большой массѣ ледъ находится въ совершенно различныхъ условіяхъ.* Вотъ это-то обстоятельство и было упущено изъ вида Филипсомъ и Мозли.

Дѣйствительно всякое растрескиваніе возможно только тогда, когда вокругъ тѣла имѣется нѣсколько свободнаго мѣста, куда могли бы разсѣдаться его части. Образованіе трещинъ есть очевидно не что иное, какъ внезапное превращеніе, въ нѣкоторыхъ мѣстахъ, безконечно малыхъ частичныхъ разстояній въ конечные, видимые глазу промежутки, причемъ разрывъ происходитъ путемъ внезапнаго отдѣленія однѣхъ частицъ отъ тѣхъ, съ которыми онѣ прежде были связаны сцѣпленіемъ; а такъ какъ такое отдѣленіе вовсе не влечетъ за собою соотвѣтственнаго уменьшенія частичныхъ разстояній въ рядахъ частицъ, перпендикулярныхъ трещинѣ, то въ частяхъ тѣла, заключенныхъ между трещинами, и не происходитъ соотвѣтственнаго уменьшенія объема. Поэтому, растрескиваніе, а тѣмъ болѣе раздробленіе, необходимо сопровождается нѣкоторымъ увеличеніемъ пространства, занимаемаго тѣломъ. Это видно, между прочимъ, уже изъ опытовъ Треска, которыя показываютъ, что тѣла *перестаютъ сжиматься* гораздо раньше, чѣмъ давленіе будетъ способно растрескивать и раздроблять ихъ. Но еще виднѣе это изъ опытовъ надъ выдавленіемъ «струи» изъ льда и изъ нѣкоторыхъ глинъ: пока эти тѣла заключены со всѣхъ сторонъ въ сосудѣ, который представляетъ слѣдовательно оболочку, уступающую только въ одномъ мѣстѣ (въ отверстіи, черезъ которое выдавливается струя), они не растрескиваются, но за то трещины появляются немедленно, какъ только ледъ или глина вступаютъ въ струю, гдѣ увеличенію занимаемаго ими пространства уже не представляется никакого препятствія.

Такимъ образомъ понятно громадное различіе между ледя-

ною призмою, сдавливаемою въ опытахъ между двухъ досокъ, и такою же призмою, мысленно обособленною среди довольно большого ледника. Въ первомъ случаѣ имѣется полный просторъ тѣлу, чтобы разсѣдаться въ стороны, во второмъ же наша ледяная призма заключена *со всѣхъ сторонъ* въ ледяную оболочку громадной толщины, инерція которой дѣлаетъ ее столь же неподатливою, какъ и самыя толстыя металлическія стѣнки въ упомянутомъ сейчасъ опытѣ. Условій, необходимыхъ для растрескиванія и раздробленія, въ данномъ случаѣ слѣдовательно не существуетъ, и раздробленіе такъ же невозможно, какъ и внутри металлическаго сосуда въ опытѣ г. Треска. Это различіе и упущено изъ виду въ предыдущемъ разсужденіи [65]). Въ ледникѣ, впрочемъ, прибавляется новое условіе: стѣнки оболочки не абсолютно неподатливы. Вслѣдствіе указаннаго выше свойства льда, онѣ уступаютъ чрезвычайно медленно внутреннему давленію частицъ и медленно раздаются въ стороны; но такъ какъ ихъ расползаніе обусловливается самымъ внутреннимъ давленіемъ, а не постороннею причиною, то оно очевидно уже не можетъ совершаться такъ, чтобы давать мѣсто для образованія трещинъ, и условій, нужныхъ для растрескиванія, стало быть, опять-таки не существуетъ. Правда, что вслѣдствіе неоднородности льда и обусловливаемой ею неравномѣрности частичныхъ движеній, могутъ мѣстами образовываться весьма небольшіе разрывы, но эти трещинки будутъ уже чисто мѣстнымъ явленіемъ, возможнымъ во всякомъ тѣлѣ, и котораго отнюдь нельзя возводить въ общій законъ для льда и тѣмъ болѣе—для всего тѣла, разсматриваемаго въ цѣлости; такія трещинки, какъ видно будетъ въ слѣдующемъ параграфѣ, и не имѣютъ никакого отношенія къ жидкостному движенію частицъ и нисколько ему не мѣшаютъ.

[65]) Если бы мы желали воспользоваться опытами надъ малыми кусками льда для выводовъ относительно большихъ массъ, то ледяную призму слѣдовало уже заключить въ плотно охватывающій ее сосудъ и въ немъ сдавливать ее поршнемъ. Но въ такихъ условіяхъ навѣрно не произошло бы раздробленія льда; онъ просто обращался бы въ воду.

Такимъ образомъ, мы можемъ признать, что хрупкость льда, т.-е. неспособность малыхъ его кусковъ выдерживать безъ растрескиванія значительное давленіе, не можетъ считаться свойствомъ также и большихъ массъ этого тѣла, и ни въ какомъ случаѣ оно не можетъ быть признано свойствомъ, исключающимъ возможность жидкостнаго движенія частицъ, подобнаго тому, которое производится достаточнымъ давленіемъ въ другихъ твердахъ тѣлахъ. *Это* свойство не выключаетъ, слѣдовательно, льда изъ того ряда тѣлъ, о которомъ мы говорили выше [66]). Полнѣе убѣдимся мы въ этомъ, когда подробнѣе разсмотримъ отношеніе льда къ той силѣ, которая собственно *производитъ* разрывы сплошности, т.-е. къ тяженію. Тамъ же я скажу подробнѣе и объ опытахъ Трескà и Хельмхольца, о которыхъ упоминалось выше; они непосредственно докажутъ нашъ послѣдній выводъ.

Другое воззрѣніе, въ которомъ высказалась мысль о несо-

---

[66]) Въ томъ, что при сдавливаніи льда и даже *стекла* въ неподатливой оболочкѣ, они не стали бы дробиться, — не сомнѣвается и Тиндалль, который считаетъ хрупкость льда такимъ препятствіемъ къ признанію въ немъ жидкостныхъ частичныхъ движеній, достаточныхъ для объясненія пластичности ледниковъ. Такъ, онъ говоритъ: „я полагаю, что было бы возможно произвести этотъ опытъ (измѣненія формы въ крѣпкомъ, чрезвычайно медленно раздающемся влагалищѣ) такъ, чтобы стекло *сплющилось*, отчасти черезъ раздробленіе, *отчасти черезъ молекулярное разсѣданіе* (*расползаніе*) *въ стороны*, и однако могло бы быть вынуто изъ влагалища въ видѣ плотной связной массы“ (Альп. лед., § 30, с. 327); тоже говоритъ онъ, повидимому, и относительно льда (с 328). Правда, что онъ все-таки говоритъ *отчасти* и о раздробленіи, но понятно, что и это „отчасти“ устранилось бы при болѣе медленномъ дѣйствіи силы. Разъ уже допускается „боковое перемѣщеніе частицъ“, при которомъ „сцѣпленіе между ними должно ослабѣть“, а „давленіе произведетъ новыя соприкосновенія [сцѣпленія]“, (сс. 328, 329),—весь вопросъ сводится только на то, чтобы боковое перемѣщеніе частицъ и ослабленіе сцѣпленія производились достаточно медленно; тогда уже вовсе не будетъ причины сцѣпленію „разрываться“. Поэтому понятно, что въ большой массѣ стекла, гдѣ сама инертная масса образуетъ для каждой призмы „крѣпкое, чрезвычайно медленно раздающееся влагалище“, могутъ происходить постоянныя измѣненія формы, — расползанія, расплющиванія, — безъ разрывовъ сплошности, т.-е. такъ же, какъ въ ковкихъ металлахъ. „*Теченіе*“ очень *большой массы стекла* не представляетъ, слѣдовательно, ничего невѣроятнаго, также какъ и „*жидкостное теченіе*“ кварца, о которомъ мы говорили въ предыдущемъ параграфѣ.

гласимости хрупкости льда съ жидкостнымъ движеніемъ его частицъ, есть воззрѣніе Тиндалля, что ледъ неспособенъ выдерживать растяженія безъ разрывовъ сплошности. Мы разсмотримъ его теперь нѣсколько подробнѣе. Высказано это воззрѣніе по поводу извѣстной гипотезы Форбза. Опредѣливъ, что сущность этой гипотезы состоитъ въ томъ, что «*ледникъ* движется, потому что *ледъ* вязокъ», Тиндалль задается вопросомъ: что же значитъ вязкость? «Высокообразованные люди», къ которымъ онъ обращался съ этимъ вопросомъ, утверждали,—говоритъ онъ,—«что эта *клейкая тягучесть* и такую тягучесть приписывали леднику», поясняя ее тѣмъ, что тѣла, приведенныя Форбзомъ, какъ примѣры вязкихъ веществъ, можно растягивать или даже вытягивать въ нити. «Итакъ,—заключаетъ Тиндалль:— «*сущность* вязкости» есть способность тѣла растягиваться подъ дѣйствіемъ растягивающей силы, причемъ вещество, по растяженіи, находится въ состояніи частичнаго равновѣсія, или, иными словами, лишено той упругости, которая возвратила бы ему первоначальную форму» [67]). «Между тѣмъ,—говоритъ онъ:—ледъ ни въ малыхъ кускахъ, ни въ большихъ массахъ, не обладаетъ этою способностью, и вездѣ, гдѣ на него дѣйствуетъ тяженіе, онъ не растягивается, а разрывается» [68]). «Доказывается это тѣмъ, что вездѣ, гдѣ только ледникъ можетъ находиться въ состояніи тяженія, онъ истрескивается; такъ мы находимъ трещины вездѣ, гдѣ край ледника описываетъ выпуклыя кривыя, тамъ, гдѣ ледникъ расходится вѣерообразно въ расширеніи долины, тамъ, гдѣ быстро увеличивается уклонъ его поверхности, и наконецъ,—такъ утверждаетъ Тиндалль, — вездѣ, гдѣ существуетъ довольно замѣтная

---

[67]) Въ сущности, этотъ взглядъ есть не что иное, какъ повтореніе воззрѣній Хопкинса. Ср. W. Hopkins, On the Mechanism of Glaciae Motion, въ Philosophical Magazine, III ser., vol. 26, 1845, p. 168.

[68]) Дж. Тиндалль, Альпійскіе ледники (Glaciers of the Alps), переводъ С. Рачинскаго, Москва (А. Глазуновъ), 1866, § 16, с. 251. Также J. Tindall, In den Alpen (In the Alps), deutsche Ausgabe von F. Vieweg, Braunschweig, 1872, Cap. I, p. 315.

разность между скоростями двухъ точекъ, взятыхъ на поверхности въ сосѣдствѣ другъ отъ друга» [69]). Сопоставляя этотъ фактъ со способностью ледниковъ прилаживаться къ своему руслу, подобно пластичному тѣлу, Тиндалль выводитъ, что тамъ, гдѣ на ледъ дѣйствуетъ давленіе, онъ представляетъ явленія «аналогичныя» (?) съ тѣми, которыя происходятъ въ вязкихъ тѣлахъ и жидкостяхъ; тамъ же, гдѣ на него дѣйствуетъ тяженіе, аналогія исчезаетъ. Совмѣстное существованіе этихъ двухъ явленій и объясняется, по гипотезѣ Тиндалля, «раздробленіемъ и смерзаніемъ льда» [70]).

Если бы Тиндалль ограничивался только утвержденіемъ, что ледъ не есть вязкое тѣло, потому что онъ не обладаетъ способностью растягиваться, подобно тѣламъ, одареннымъ «клейкою тягучестью», то оставалось бы только согласиться съ этимъ утвержденіемъ, совершенно оставляя въ сторонѣ вопросъ, насколько такое опредѣленіе вязкости согласно съ воззрѣніями Форбза и всѣхъ писателей сороковыхъ годовъ, употреблявшихъ этотъ терминъ [71]). Точно также, если бы Тиндалль утверждалъ только, что необходимо, чтобы измѣненія формы во льдѣ совершались подъ сильнымъ давленіемъ, иначе же они сопровождаются разрывами сплошности тѣла, и что тамъ, гдѣ этотъ внѣшній гнетъ устраняется — ледъ истрескивается [72]), то опять-таки оставалось бы только согласиться и съ этимъ утвержденіемъ и даже подтвердить его позднѣйшими наблюденіями. Но Тиндалль, повидимому, не ограничивается этимъ.

Всякій согласится, я думаю, съ тѣмъ, что сущность отвѣта, который давалъ Форбзъ на вопросъ: «отчего ледники движутся такъ, какъ жидкія тѣла?» состоитъ въ томъ, что во льдѣ предполагаются возможными тѣ частичныя движенія, путемъ которыхъ совершаются движенія жидкостей. Если Форбзъ—особенно

[69]) Альп. леди., §§ 17 и 18.

[70]) Тоже, §§ 16—18 и „Выводы"; In den Alpen; p. 318.

[71]) Ниже, въ „Замѣткѣ о гипотезахъ относительно причины движенія ледниковъ", мы увидимъ, какъ невѣрно это толкованіе.

[72]) Альп. леди., конецъ § 22-го, с. 282.

ИНСТИТУТ НАСЛЕДИЯ

въ первыхъ письмахъ—и ссылался въ видѣ поясненія на полужидкія тѣла, обладающія значительною тягучестью, какъ напр. смола, деготь или медъ, то не менѣе настойчиво проводилъ онъ и мысль о возможности во льдѣ жидкостныхъ частичныхъ движеній [73]). Такъ понимаю я, по крайней мѣрѣ, Форбза; такъ понимаютъ его и весьма многіе другіе. Впрочемъ, какъ бы мы ни толковали воззрѣнія Форбза, но его гипотеза, очевидно, возбуждаетъ два вопроса: 1) одаренъ ли ледъ *тягучестью*, т.-е. свойствомъ, присущимъ въ высокой степени растопленной смолѣ, меду и подобнымъ тѣламъ, приведеннымъ имъ для примѣра, и 2) если не одаренъ, то не обладаетъ ли онъ при нѣкоторыхъ условіяхъ способностью относительнаго движенія частицъ, свойственною жидкостямъ и полужидкостямъ, — *въ достаточной степени для объясненія движенія ледниковъ?* И, какъ бы тамъ ни понимали «высокообразованные люди» гипотезу вязкости, но главный интересъ при разборѣ— если не самой гипотезы, то возбужденныхъ ею вопросовъ, сосредоточивается отнюдь не на томъ, одаренъ ли ледъ «*клейкою* тягучестью», можно ли изо льда вытягивать нити, какъ изъ меда, когда мы обмакиваемъ въ него ложку [74]) и т. п., а на томъ,—возможны ли во льдѣ частичныя движенія, свойственныя жидкостямъ, и если возможны, то достаточны ли они для объясненія движенія ледниковъ? Такимъ образомъ, отрицательное рѣшеніе этихъ послѣднихъ вопросовъ есть главный и необходимый шагъ, чтобы проложить путь всякой новой гипотезѣ. Не замѣтить этого Тиндалль, очевидно, не могъ, а потому, хотя его и занимаютъ вопросы о *клейкой тягучести* и о вытягиваніи нитей, а о жидкостномъ движеніи частицъ, по поводу гипотезы Форбза (§ 16) не говорится ни слова, но— если только я вѣрно понимаю автора гипотезы *раздробленія*

[73]) Въ 1846 году, когда его гипотеза приняла уже болѣе стройную форму, онъ уже исключительно говоритъ объ этомъ послѣднемъ свойствѣ. См. ниже, въ „Замѣткѣ о гипотезахъ и пр.“ выписку, гдѣ обстоятельно изложены его воззрѣнія.

[74]) Альп. ледн., § 16, с. 251.

и смерзанія—онъ не ограничивается отрицаніемъ сходства между льдомъ и однѣми тѣми полужидкостями, которыя одарены «клейкою тягучестью», но распространяетъ свое отрицаніе и на другія жидкости, напримѣръ, на воду, которую онъ включаетъ въ одну категорію съ вязкими тѣлами [75]). Правда, что Тиндалль нигдѣ не говоритъ опредѣлительно, что причиною движенія ледниковъ не можетъ быть свобода относительнаго движенія частицъ льда, свойственнаго жидкостямъ; мало того, —въ одномъ мѣстѣ онъ говоритъ даже: «насколько ледъ... при постепенныхъ давленіяхъ, которымъ онъ подвергается въ ледникѣ, дробится и крошится, и насколько движеніе его частей можетъ приблизиться къ движенію чисто-вязкаго тѣла, подверженнаго давленію,—этого я не знаю» [76]); а нѣсколько далѣе онъ прямо утверждаетъ, что во льдѣ *должно* происходить боковое скольженіе частицъ и что это мнѣніе давно уже высказано имъ, въ первой запискѣ о движеніи ледниковъ [77]); но уже то самое, что онъ считаетъ необходимымъ выставить новую гипотезу «*раздробленія* и смерзанія», которая должна согласить *хрупкость* льда съ жидкостнымъ характеромъ движенія *ледниковъ* [78]), его утвержденіе, что ни одинъ ледникъ не представляетъ механическихъ явленій, присущихъ опыту надъ вязкою жидкостью, текущею въ корытѣ [79]) и безусловное отрицаніе гипотезы Форбза; далѣе,—численное отождествленіе геометрическаго удлиненія съ растяженіемъ (см. ниже), выписки изъ Хельмхольца и Де-ля-Рива, изъ которыхъ слѣдуетъ, что, объяснивъ движеніе ледниковъ раздробленіемъ и смерзаніемъ, Тиндалль открылъ «существенную и главнѣйшую» при-

[75]) „...*Но аналогія (съ рѣкою) покидаетъ насъ въ одномъ весьма важномъ обстоятельствѣ. Рѣка*, а тѣмъ болѣе масса текущаго сиропа, меда, дегтя или растопленнаго каучука, изгибается безъ разрыва сплошности въ описываемыхъ ею кривыхъ. *Вязкая масса растягивается, ледъ же разламывается*“... In den Alpen, 316.

[76]) Альп. ледн., § 22, с. 282.

[77]) Тоже, § 30, с. 328.

[78]) In den Alpen, pp. 314—315.

[79]) Альп. ледн., § 22, с. 282, примѣчаніе.

ИНСТИТУТ НАСЛЕДИЯ

чину этого движенія [80]), наконецъ, многія другія мѣста его книгъ и ихъ общій характеръ,—все это, вмѣстѣ взятое, даетъ намъ право думать, что *если* онъ и допускаетъ сколько-нибудь во льдѣ способность жидкостнаго движенія его частицъ, то онъ, какъ Хопкинсъ, отводитъ этой способности самое ничтожное мѣсто, и во всякомъ случаѣ не ею объясняетъ движеніе ледниковъ. И явленіе, на основаніи котораго отрицаются во льдѣ свойства, присущія полужидкостямъ и жидкостямъ, есть отсутствіе въ немъ *растяжимости*,—его «неспособность *растягиваться* подъ вліяніемъ растягивающей силы» безъ разрывовъ сплошности. Такъ, по крайней мѣрѣ, понимаю я Тиндалля, послѣ долгихъ стараній уяснить себѣ дѣйствительный смыслъ его воззрѣній. Впрочемъ, если бы мое толкованіе и оказалось невѣрнымъ, то во всякомъ случаѣ, онъ *можетъ* быть такъ понятъ, и такъ въ самомъ дѣлѣ понимаетъ его большинство его послѣдователей; а потому необходимо разсмотрѣть вопросъ:—дѣйствительно ли неспособность льда и ледниковъ выдерживать растяженіе,—поскольку она доказывается истрескиваніемъ ледниковъ, — можетъ помѣшать намъ признать, что пластичное движеніе большой массы льда можетъ быть результатомъ частичныхъ движеній, подчиненныхъ однимъ и тѣмъ же механическимъ законамъ, какъ и движеніе частицъ въ жидкихъ тѣлахъ?

Прежде всего, полезно было бы, я полагаю, точнѣе опредѣлить, въ какомъ смыслѣ будемъ мы употреблять слово «растяженіе», такъ какъ этому слову можетъ быть придаваемъ двоякій смыслъ. Это введетъ насъ, правда, въ элементарныя объясненія, но читатель, ясно представляющій себѣ частичные процессы при измѣненіяхъ формы тѣлъ, попросту перевернетъ нѣсколько страницъ.

Если мы заставляемъ какое-нибудь тѣло измѣнять свою форму, подъ дѣйствіемъ внѣшнихъ силъ, т.-е. увеличиваемъ

---

[80]) In den Alpen, pp. 338, 335.

одни изъ его измѣреній и уменьшаемъ другія, то—когда рѣчь идетъ о твердыхъ тѣлахъ—такое измѣненіе формы мы обыкновенно называемъ на разговорномъ языкѣ *растяженіемъ* тѣла въ одномъ направленіи и *сжатіемъ* его — въ другомъ. Такъ, мы говоримъ, что полоса каучука *растягивается* въ длину, когда къ ней привѣшенъ грузъ, что кусокъ мѣди *сжимается* подъ давленіемъ парового молота, что кубическій дециметръ желѣза *растягивается* въ проволоку такой-то длины и т. д. Мы не интересуемся знать, одинаковымъ ли путемъ совершились измѣненія формы въ этихъ случаяхъ и безъ различія называемъ ихъ растяженіями и сжатіями. Мы дѣлаемъ исключеніе только для жидкостей. *Ихъ* измѣненія формы мы уже не называемъ ни растяженіями, ни сжатіями: такъ, когда вода вытекаетъ изъ озера и превращается изъ шарового сегмента въ длинную призму, а потомъ, впадая въ другое озеро, снова превращается въ сегментъ, мы уже не говоримъ, что вода *растягивается* въ призму или *сжимается* въ сегментъ такой-то величины: мы говоримъ просто, что вода приняла *форму* своего вмѣстилища. Такимъ образомъ въ разговорной рѣчи мы различаемъ только измѣненія формы въ твердыхъ и въ жидкихъ тѣлахъ, но первыхъ вовсе не различаемъ между собою. Такая терминологія, сложившаяся въ то время, когда между твердыми тѣлами и жидкостями не предполагалось ничего общаго, а сущность измѣненій формы въ твердыхъ тѣлахъ не была изслѣдована надлежащимъ образомъ,—для насъ, въ данномъ случаѣ, уже недостаточна: она предрѣшаетъ именно тотъ самый вопросъ, рѣшеніемъ котораго мы заняты, а потому мы должны сперва взглянуть, *какъ* совершаются въ различныхъ случаяхъ измѣненія формы тѣлъ, и тогда уже избрать болѣе подходящую терминологію.

Если мы беремъ полосу каучука, закрѣпляемъ одинъ ея конецъ, а къ другому привѣшиваемъ грузъ, то форма полосы измѣняется: длина ея увеличивается, поперечное же сѣченіе уменьшается, и мы говоримъ, что полоса растягивается

въ длину и сжимается въ перпендикулярныхъ направленіяхъ. Разсматривая, какимъ путемъ совершилось это измѣненіе формы, мы замѣчаемъ, — если только оно не переходило за предѣлъ полной упругости тѣла — что длина полосы увеличивалась вслѣдствіе того, что каждый вертикальный рядъ частицъ, сохранивъ то же количество частицъ, какое было въ немъ раньше, занялъ бо́льшую длину,—вслѣдствіе чего между-частичныя разстоянія должны были увеличиться, и увеличивались они въ суммѣ на всю ту длину, на которую удлиннялась полоса; и наоборотъ, каждый горизонтальный рядъ, сохранивъ тоже количество частицъ, занялъ меньшую длину, вслѣдствіе чего разстоянія между его частицами должны были уменьшиться. Такимъ образомъ, удлиненіе извѣстнаго измѣренія совершалось здѣсь путемъ дѣйствительнаго *растяженія* тѣла, а уменьшеніе измѣренія — путемъ дѣйствительнаго *сжатія*, и мы, слѣдовательно, имѣемъ полное право назвать эти измѣненія формы растяженіями и сжатіями тѣла (extension и compression); такъ мы и будемъ ихъ называть. Такимъ же путемъ происходитъ измѣненіе формы, если (оставаясь все время въ предѣлахъ полной упругости тѣла) мы *сдавливаемъ* кусокъ каучука подъ прессомъ (онъ *сжимается* въ вертикальномъ направленіи и *растягивается* въ горизонтальномъ) или — если мы на колѣнѣ *сгибаемъ* палку (она *сжимается* во внутренней половинѣ и *растягивается* во внѣшней). Во всѣхъ этихъ случаяхъ, пока тѣло сохраняетъ полную упругость, происходятъ, слѣдовательно, *сжиманія* тѣла въ однихъ направленіяхъ и *растяженія* въ другихъ.

Но существуетъ другой классъ измѣненій формы, обусловленныхъ еще другими причинами. Въ предыдущихъ случаяхъ, тѣло, говорили мы, вполнѣ сохраняетъ свою упругость, т.-е. вполнѣ возвращается къ прежнему виду по удаленіи внѣшней силы, и частицы его принимаютъ вполнѣ свое прежнее относительное расположеніе. Но, если измѣненіе формы переходитъ за извѣстный предѣлъ, то оно начинаетъ совершаться уже двоякимъ путемъ; сперва только увеличиваются и уменьшаются

между-частныя разстоянія, но затѣмъ, вмѣстѣ съ дальнѣйшимъ увеличеніемъ и уменьшеніемъ этихъ разстояній, начинается также и боковое движеніе частицъ, — скольженіе ихъ относительно другъ друга, которое стремится уничтожать проявляющіяся въ тѣлѣ тяженія и сжиманія. При недостаточной подвижности частицъ, ихъ скольженіе не вполнѣ однако устраняетъ проявляющіяся въ тѣлѣ тяженія и сжиманія, такъ что, по удаленіи внѣшней силы, частицы все еще не находятся въ состояніи равновѣсія, и тѣло отчасти возвращается къ прежнему виду. Такимъ образомъ полное измѣненіе формы тѣла,— полное увеличеніе и уменьшеніе его различныхъ измѣреній,— бываетъ все еще только временнымъ, но оно уже слагается изъ двухъ частей: одна изъ нихъ, какъ и въ первыхъ примѣрахъ, есть результатъ *растяженія* и *сжатія* данныхъ рядовъ частицъ, а другая, составляющая то измѣненіе формы, которое сохраняется и по удаленіи внѣшней силы, есть уже результатъ перемѣщенія частицъ, ихъ *бокового скольженія;* эту послѣднюю часть мы уже, слѣдовательно, не имѣемъ никакого права называть растяженіемъ или сжиманіемъ тѣла [81]).

Наконецъ, есть третья группа измѣненій формы, совершающихся уже исключительно путемъ перераспредѣленія частицъ. Такъ, когда вода вытекаетъ изъ озера и образуетъ рѣку, то это измѣненіе ея формы совершается, какъ извѣстно, уже не вслѣдствіе того, что нѣкоторые ряды частицъ растянулись, а другіе сжались, какъ это было въ каучуковой полосѣ, а исключительно вслѣдствіе скольженія, бокового смѣщенія частицъ. Если, во время самаго процесса измѣненія формы, въ водѣ и проявлялись тяженія и сжиманія, то всѣ они были безконечно-малы, распространялись на безконечно-малыя разстоянія (такъ, въ одномъ небольшомъ рядѣ частицъ могли одновременно проявляться въ разныхъ мѣстахъ и тяженія, и

[81]) Вейсбахъ называетъ эти двѣ части измѣненія формы *упругимъ удлиненіемъ* и *постояннымъ удлиненіемъ*. Ср. Ю. Вейсбахъ, теоретическая и практическая механика, перев. изд. Вольфа, Спб. 1859, томъ I, с. 390.

сжиманія), и продолжались безконечно-малые промежутки времени; эти безконечно-малыя силы, производившія *чисто-мѣстныя* нарушенія частичнаго равновѣсія, немедленно вызывали соотвѣтственныя перемѣщенія частицъ, и такъ какъ эти послѣднія обладаютъ достаточною подвижностью, то равновѣсіе могло быть немедленно возстановлено. Такимъ образомъ можно сказать, что тяженія и сжиманія проявлялись въ тѣлѣ *только въ возможности*, никогда не достигая замѣтныхъ величинъ; измѣненіе же формы, или увеличеніе и уменьшеніе данныхъ измѣненій, совершалось отнюдь не путемъ растяженія и сжиманія тѣла, а исключительно—путемъ относительныхъ движеній его частицъ. Но такимъ путемъ измѣненія формы совершаются не въ однихъ почти совершенныхъ жидкостяхъ, какъ вода: нужною для этого подвижностью частицъ обладаютъ также всѣ несовершенныя жидкости и полу-жидкости (тѣстообразныя массы); а равно—какъ мы видѣли выше—и твердыя тѣла, подверженныя достаточному давленію, если измѣненіе ихъ формы производится съ достаточною медленностью. Такъ, когда Треска̀ беретъ стальной цилиндръ, съ діаметромъ въ 100 мм., выдавливаетъ изъ него струю въ 1,5 мм. длиною, и обращаетъ такимъ образомъ первоначальный діаметръ цилиндра въ ломаную, имѣющую 103 мм. длины вмѣсто ста, или когда онъ такимъ же способомъ превращаетъ діаметръ свинцоваго цилиндра, имѣвшій сначала 100 мм. длины, въ линію свыше 800 мм., то онъ, *не растягиваетъ тѣла* въ направленіи этихъ діаметровъ на эти величины (какъ растянулась бы струна при тѣхъ же условіяхъ): онъ *вдавливаетъ* въ ряды частицъ, первоначально-составлявшіе діаметръ, *новыя частицы*, вслѣдствіе чего плотность каждаго ряда частицъ, равно какъ и всего тѣла, *остается совершенно неизмѣнною*, какъ послѣ опыта, *такъ и во время его* [82]).

Такимъ образомъ существуетъ коренное различіе между способами измѣненія формы въ этомъ случаѣ и въ нашихъ

[82]) G. Tresca, l. c. u, Morin, Rapport etc.

первыхъ примѣрахъ: въ упругомъ каучукѣ, струнѣ или палкѣ дѣйствительно происходило растяженіе тѣла въ извѣстномъ направленіи, т.-е. увеличеніе частичныхъ разстояній, причемъ сумма этихъ чрезвычайно малыхъ увеличеній равнялась всей величинѣ, на которую удлинялось тѣло (тоже, въ обратномъ смыслѣ, относится и до сжиманія); здѣсь-же боковое скольженіе частицъ вовсе не даетъ проявляться растяженіямъ, иначе какъ безконечно-малымъ, на безконечно-малыхъ пространствахъ и въ безконечно-малые промежутки времени. Мы можемъ конечно называть и эти измѣненія формы растяженіями или сжатіями, и мы часто такъ даже и дѣлаемъ (напр., когда говоримъ, что растягиваемъ кусокъ желѣза въ тонкую проволоку), но, когда насъ занимаютъ вопросы именно о томъ, какіе процессы совершаются въ тѣлахъ при данныхъ измѣненіяхъ форма,—употребленіе такой терминологіи, *невпрно предрѣшающей вопросы*, можетъ вносить только сбивчивость понятій, спутывая явленія, не имѣющія между собою ничего общаго, кромѣ внѣшняго сходства.

Вслѣдствіе этого, мы будемъ различать во всѣхъ тѣлахъ, жидкихъ или твердыхъ, два рода измѣненій формы: одни—совершающіяся путемъ растяженія и сжатія тѣла, другія—совершающіяся путемъ жидкостнаго движенія его частицъ. Первыя мы и будемъ называть растяженіями и сжиманіями тѣла, тогда какъ вторыя будутъ для насъ просто измѣненія формы,—удлиненія и укорачиванія, причемъ для удобства можно пожалуй употреблять выраженія въ родѣ «удлиненіе, или растяженіе *такого-то измѣренія*», но отнюдь не «растяженіе *тѣла* по такому-то измѣренію». Къ первому разряду принадлежатъ всѣ измѣненія формы тѣлъ въ первомъ изъ фазисовъ, о которыхъ говорилось выше (стр. 482), и временная часть удлиненій и укорачиваній во второмъ фазисѣ. Ко второму разряду — всѣ измѣненія формы въ третьемъ фазисѣ и постоянная ихъ часть во второмъ. — Поэтому, взявши напримѣръ какую-нибудь линію на ледникѣ и замѣтивъ, что по прошествіи нѣкотораго

времени длина ея нѣсколько увеличилась вслѣдствіе разности скоростей ея конечныхъ точекъ, мы уже не будемъ говорить, какъ это дѣлаетъ Тиндалль, что ледъ *растянутъ* на такую-то величину и сравнивать его съ натягиваемою струною; мы скажемъ напротивъ, что удлиненіе даннаго измѣренія льда *могло* быть слѣдствіемъ растяженія, но могло и не быть. Все зависѣло отъ того, въ какихъ условіяхъ совершалось измѣненіе формы: во 1) съ достаточною-ли медленностію, чтобы частичныя перераспредѣленія не давали проявляться замѣтнымъ тяженіямъ, а во 2) подъ достаточнымъ-ли давленіемъ, чтобы придать частицамъ нужную подвижность. И только тогда назовемъ мы это измѣненіе формы растяженіемъ, когда убѣдимся, что оно не могло совершиться путемъ относительнаго бокового движенія частицъ, а совершалось исключительно путемъ увеличенія между-частичныхъ разстояній. Такая терминологія, которая не вноситъ, собственно говоря, ничего новаго, поможетъ намъ, я думаю, составить «себѣ болѣе точное понятіе о разсматриваемыхъ явленіяхъ» [83]).

---

[83]) Всѣ тѣ, которые занимались изученіемъ сопротивленій тѣлъ, конечно дѣлаютъ это различіе; они никогда не смѣшиваютъ удлиненія и укорачиванія тѣла (allongement, raccourcissement) съ его растяженіемъ и сжатіемъ (extension, compression). Тиндалль не дѣлаетъ этого различія: онъ вовсе не задается даже вопросомъ, есть ли удлиненіе измѣренія льда синонимъ растяженія? Онъ всякое увеличеніе измѣренія называетъ растяженіемъ, вслѣдствіе чего и получаются сравненія частей ледника съ натянутою струною, сгибаемою палкою и т. п.; (Альп. ледн. §§ 17, 18), съ которыми они могутъ не имѣть (и не имѣютъ) ничего общаго; наконецъ, мало того,—всякое понятое такимъ образомъ *растяженіе* (extension), т.-е. всякое увеличеніе измѣренія, становится для него *мѣриломъ тяженія* (tension), которому подвергаются частицы льда въ данномъ направленіи. Въ этомъ случаѣ онъ идетъ даже гораздо дальше Хопкинса,—которому вообще слѣдуетъ съ удивительною точностью,—такъ какъ Хопкинсъ, при изложеніи своей теоріи, сдѣлалъ по крайней мѣрѣ нѣкоторыя оговорки; такъ, онъ указываетъ, что при извѣстной степени полужидкостности тѣла, растяженіе (увеличеніе измѣреній) можетъ *вовсе не сопровождаться тяженіями* („я сомнѣваюсь,—говоритъ онъ,—чтобы онъ [т.-е. известка въ одномъ его опытѣ] подвергалась даже какому бы то ни было *тяженію*, вслѣдствіе своей полужидкостности"; Phil. Mag. XXVI, 332); онъ напоминаетъ также, что направленіе максимума тяженія совпадаетъ съ направленіемъ максимума геометрическаго удлиненія только въ томъ случаѣ, когда измѣненія формы въ тѣлѣ происходятъ совершенно такъ, какъ въ твердыхъ *упругихъ* тѣ-

Теперь спрашивается, въ какомъ смыслѣ имѣли бы мы право утверждать, что ледъ не можетъ выдержать, безъ разрывовъ сплошностей, даже слабаго растяженія?—Въ томъ ли смыслѣ, что ледъ не выдерживаетъ того увеличенія междучастичныхъ разстояній, которое въ значительной степени выдерживается каучукомъ въ нашемъ первомъ примѣрѣ, или—также и въ томъ, что никакое, хотя бы небольшое, медленное увеличеніе измѣреній льда, при медленныхъ измѣненіяхъ формы въ ледникахъ, не можетъ совершиться безъ появленія трещинъ?

Допустивши справедливость перваго изъ этихъ утвержденій, т.-е. неспособность льда *растягиваться* (въ точномъ смыслѣ слова) на замѣтную величину,—неспособность, дѣйствительно доказываемую истрескиваніемъ ледниковъ, мы обратимся ко второму утвержденію, поддерживаемому Тиндаллемъ, и провѣримъ его сопоставленіемъ съ фактами.

Такъ какъ Тиндалль очень хорошо знаетъ, что невозможно отрицать абсолютно существованіе въ тѣлѣ какой-нибудь способности, разъ она существуетъ въ другихъ тѣлахъ,—то онъ старается конечно только доказать что ледъ не обладаетъ растяжимостью въ сколько-нибудь измѣримой степени; а чтобы показать, на что ледъ «неспособенъ по части вязкаго растяженія», онъ, въ «Альпійскихъ ледникахъ» прибѣгаетъ къ слѣдующему численному опредѣленію. Онъ беретъ на окраинѣ Ледянаго Моря двѣ вѣхи, одну—близъ самаго края, другую—

лахъ (id., 161 — 162, 169) — т.-е. въ первомъ фазисѣ, о которомъ мы говорили выше,—и еще при нѣкоторыхъ условіяхъ (id., 154, 332), но иногда такого совпаденія можетъ вовсе и не быть. Такимъ образомъ читатель можетъ по крайней мѣрѣ судить о степени приложимости математическихъ выводовъ Хопкинса къ данному частному случаю. У Тиндалля же мы не находимъ такихъ оговорокъ; онъ считаетъ какъ-бы доказаннымъ, что максимумъ геометрическаго растяженія во льдѣ всегда совпадаетъ съ максимумомъ физическаго тяженія и даже служитъ его мѣриломъ; пользуясь этимъ, Тиндалль и опредѣляетъ одну физическую постоянную льда, т.-е. степень его растяжимости (Альп. леди. § 18, с. 262). Быть можетъ, въ этомъ слѣдуетъ видѣть уступку популярности изложенія предмета, но я позволю себѣ усомниться, чтобы такимъ изложеніемъ достигалась ясность представленій у читателя.

въ 190 футахъ (58 м.) отъ нея, по линіи перпендикулярной къ краю,—и измѣряетъ скорости движенія вѣхъ. Оказывается, что первая проходитъ въ сутки 10 д. (254 мм.), а вторая—въ тоже время, $14^3/_4$ д. (375 мм.), что́ составляетъ разность скоростей около дюйма въ пять часовъ. На основаніи этого, Тиндалль вычисляетъ, какъ измѣнилась бы форма воображаемаго квадрата, построеннаго на линіи, соединяющей вѣхи, если допустить, что вершины его передвинулись въ направленіи его сторонъ, попарно на вышеприведенныя величины. Наибольшее удлиненіе измѣреній, при такомъ превращеніи квадрата въ ромбъ, бываетъ, какъ извѣстно, въ направленіи діагонали [84]), и въ данномъ случаѣ, достигло бы въ пять часовъ 0,000 217 ея длины (0,000 044 въ часъ). Это удлиненіе діагонали и служитъ, по мнѣнію Тиндалля, численною величиною «растяженія льда», и этого «растяженія»,—говоритъ онъ,—ледъ не въ состояніи выдержать: ледникъ разрывается, и образуются многочисленныя краевыя трещины» [85]). Показавъ, такимъ образомъ, какъ ничтожно растяженіе, котораго не можетъ выдержать ледъ, Тиндалль прибавляетъ, что «до сихъ поръ не существуетъ ни одного опыта надъ массами, большими или малыми, который показывалъ бы, что ледъ сколько-нибудь обла-

---

[84]) Этотъ законъ, на которомъ Хопкинсъ (l. c. основалъ свою теорію образованія трещинъ, всего ясніе, я полагаю, можетъ быть выраженъ такъ: относительное приращеніе секанса, $\frac{\delta\, Sec\ \alpha}{Sec\ \alpha\delta}$ при данномъ абсолютномъ приращеніи тангенса, $\delta\, tang\ \alpha$, бываетъ наибольшимъ, когда уголъ (α) равенъ 45°; оно равно тогда,—при очень маломъ приращеніи тангенса,—половинѣ его отношенія къ радіусу, т.-е. $\frac{\delta\, tang\ \alpha}{2\ R}$.

[85]) Поступая такимъ образомъ, Тиндалль повторяетъ только выкладку, сдѣланную Хопкинсомъ (l. c., p. 167), вставляя въ нее свои наблюденія, вмѣсто наблюденій Форбза. Нужно только замѣтить, что Хопкинсъ поступилъ осторожнѣе: хотя, по его теоріи, онъ имѣлъ полное право вывести, какъ и Тиндаль, величину „растяженія“, котораго не выдерживаетъ ледъ, но онъ этого не сдѣлалъ; онъ ограничился только *сравненіемъ* „растяженія“ въ среднихъ частяхъ ледника и на краяхъ, и заключилъ, что послѣднее должно быть въ 40 разъ больше перваго. Въ то время, измѣренія Форбза, которыя могли бы опровергнуть и этотъ выводъ, еще не были сдѣланы. Они обнародованы только въ слѣдующемъ году.

даетъ способностью къ растяженію, которая, повидимому, есть сущность вязкости» [86]).

По поводу этого опредѣленія и дѣлаемыхъ изъ него выводовъ я долженъ сдѣлать нѣсколько возраженій, правда — очень уже элементарныхъ, но тѣмъ не менѣе, на мой взглядъ, необходимыхъ. Нѣкоторымъ извиненіемъ за эту элементарность пусть послужитъ впрочемъ то, что и все то опредѣленіе основано на соображеніяхъ, въ которыхъ можетъ быть судьею «мальчикъ, одолѣвшій 47-е положеніе первой книги Эвклида» (l. c.). Прежде всего, допустимъ, что выкладка Тиндалля дѣйствительно доказываетъ неспособность льда растягиваться, даже при такихъ медленныхъ измѣненіяхъ формы, какъ вышеприведенное. Изъ этого однако еще ничего, надѣюсь, не слѣдуетъ, пока эти измѣненія формы не сравнены съ прочими измѣненіями формы въ ледникахъ. Что же, если эти прочія окажутся еще медленнѣе вышеприведеннаго? Такъ какъ Тиндалль не отрицаетъ безусловно возможности во льдѣ жидкостныхъ частичныхъ движеній (см. выше, стр. 500), то вопросъ оказывается уже вопросомъ степени, и если окажется, что прочія измѣненія формы въ ледникахъ совершаются медленнѣе вышеприведеннаго (и они дѣйствительно совершаются медленнѣе), то разсчетъ Тиндалля ничего не доказываетъ относительно ихъ; *они* могутъ, стало быть, совершаться безъ разрывовъ сплошности, если не доказано противнаго, и ледъ обладаетъ, стало быть, свойствомъ, составляющимъ «сущность вязкости», въ достаточной степени для объясненія пластичнаго движенія ледниковъ. Словомъ, абсолютная величина «нерастяжимости льда», сама по себѣ, не имѣетъ никакого значенія, пока не доказано, что движеніе ледниковъ требуетъ вездѣ такой же, или боль-

---

[86]) Альп. ледн., § 18, с. 262.—Нельзя не пожалѣть, конечно, что Тиндалль, который такъ охотно занимался вылѣпливаніемъ изо льда всякихъ чашекъ, рюмокъ и т. п. путемъ раздробленія и смораживанія, не нашелъ нужнымъ сдѣлать весьма простыхъ опытовъ, которые дѣйствительно доказали бы неспособность льда „растягиваться“; они тогда опровергли бы въ самой ея „сущности“, гипотезу вязкости, которую старался опровергнуть Тиндалль.

шей «растяжимости». Этого сравненія мы не находимъ у Тиндалля [86]).

Далѣе, понятно что выведенная Тиндаллемъ величина удлиненія діагонали, 0,000 044 въ часъ, есть ничто иное, какъ *геометрическій фактъ*, и съ физическимъ яленіемъ пока еще не имѣетъ ничего общаго. *Удлинненіе* тѣла не есть еще мѣрило его *растяженія* и, слѣдовательно — *тяженія*, которому подвергаются его частицы. Оно становится его мѣриломъ лишь тогда, когда тѣло *абсолютно* упруго, когда въ немъ *вовсе* не совершается бокового перемѣщенія частицъ. Но этого Тиндалль не утверждаетъ и, наоборотъ, прямо говоритъ, какъ мы видѣли, противное; а въ такомъ случаѣ тяженіе, которому можетъ подвергаться ледъ, можетъ составлять уже не болѣе, какъ *часть* того средняго тяженія, которому онъ подвергся бы при данномъ удлинненіи, если бы въ немъ вовсе не происходило бокового перемѣщенія частицъ [88]). Тяженіе измѣряется въ этомъ случаѣ отнюдь не среднимъ удлинненіемъ, а только — избыткомъ послѣдняго надъ тою частью удлинненія, которая достигается боковымъ скольженіемъ частицъ, а эта послѣдняя зависитъ отъ чрезвычайно разнообразныхъ условій. Но если вычитаемыя не составляютъ опредѣленной части уменьшаемаго, то разности непропорціональны уменьшаемымъ. Поэтому, — разъ только Тиндалль допускаетъ возможность бокового скольженія частицъ и не доказываетъ, что она пропорціональна удлинненію тѣла, — это удлинненіе перестаетъ быть не только абсолютнымъ, но даже сравнительнымъ мѣриломъ *тяженія* (tension, которое производитъ трещины); удлинненія, въ десять разъ болѣе медленныя, могутъ сопровождаться въ десять разъ

---

[87]) Необходимость его, какъ мы видѣли сейчасъ, очень хорошо понялъ Хопкинсъ, — онъ имъ однимъ и ограничался.

[88]) Мѣстами оно можетъ и превышать его въ нѣсколько разъ. Все зависитъ отъ того, насколько, въ различныхъ частяхъ тѣла, боковое скольженіе частицъ уровновѣшиваетъ тяженіе. Въ текстѣ я не касаюсь этого случая, для простоты изложенія; но достаточно понимать избытокъ какъ величину, которая можетъ быть и отрицательною, чтобы перейти къ общему случаю.

большими тяженіями и наоборотъ; такъ что, если бы Тиндалль и доказалъ даже, что большинство измѣненій формы въ ледникахъ совершается съ такою же быстротою, какъ и предыдущее, или даже бо́льшею, то и тогда его выводъ всё-таки не имѣлъ бы еще никакого значенія: нужно было бы доказать еще, что боковое скольженіе частицъ въ другихъ частяхъ ледника не можетъ составлять бо́льшей части даннаго удлиненія, чѣмъ въ его примѣрѣ. Ничего подобнаго мы не находимъ у Тиндалля.

Наконецъ,—оставляя даже въ сторонѣ всѣ эти обстоятельства,—измѣренія Тиндалля все-таки не даютъ *никакого* понятія *даже о величинѣ измѣненій формы*, которыя совершаются во льдѣ въ данное время. Въ самомъ дѣлѣ, чтобы разсчетъ Тиндалля былъ вѣренъ, необходимо, чтобы двѣ точки ледника, отстоящія другъ отъ друга на 190 ф., пройдя въ сутки 10—14 3/4 д., *не измѣнили своего взаимнаго разстоянія даже на полдюйма*, и чтобы двѣ другія вершины воображаемаго квадрата, построеннаго на линіи, соединяющей эти точки, *прошли бы въ точности тѣже* 10 и 14 3/4 д.; ибо, если бы одна изъ вѣхъ приблизилась къ краю ледника хотя на полдюйма, а разность скоростей двухъ другихъ воображаемыхъ вершинъ квадрата была бы на полдюйма меньше или больше, чѣмъ разность скоростей самыхъ вѣхъ,— то увеличеніе діагонали было бы либо равно нулю, либо вдвое больше полученнаго выше. Оба эти допущенія лежатъ однако въ предѣлахъ не только возможнаго, но и весьма вѣроятнаго; такъ, въ одномъ измѣреніи г. Рельи [89]) мы видимъ, напримѣръ, что разсстояніе между двумя вѣхами, близкими къ краю, уменьшается въ двое сутокъ съ 27 ф. на 26 ф. 10 д., а въ другомъ—увеличивается въ тоже время на полдюйма. Что же касается до разности скоростей, то еще болѣе вѣроятно, что

---

[89]) Я пользуюсь предварительными данными, сообщенными г. Метьюсомъ: W. Mathevs. On Canon Moseley's views upon Glacier-Motion въ Philos. Mag. IV ser., vol. 42, 1871, p. 417.

для двухъ точекъ, лежащихъ въ 190 ф. отъ вѣхъ по перпендикуляру. Она будетъ замѣтно иная, чѣмъ для самыхъ вѣхъ; это можно утверждать даже навѣрное, зная, что на ледникѣ нѣтъ двухъ точекъ, какъ бы близки онѣ ни были, двигающихся съ одинаковыми скоростями. Поэтому, если Тиндалль хотѣлъ вывести такимъ путемъ величину того, что онъ называетъ «растяженіемъ» льда, онъ уже долженъ былъ измѣрить движенія по крайней мѣрѣ четырехъ точекъ ледника, а не довольствоваться движеніями двухъ вѣхъ, отстовщихъ другъ отъ друга болѣе, чѣмъ на сотню футовъ, какъ это сдѣлалъ Хопкинсъ; но Хопкинсъ самъ никогда не предпринималъ на ледникахъ никакихъ измѣреній и долженъ былъ пользоваться наличнымъ матеріаломъ.—Но и этого мало: если бы Тиндалль измѣрилъ движенія и четырехъ точекъ, образующихъ квадратъ въ 190 ф. длины и ширины, то и тогда (допуская, что удлиненіе есть мѣрило тяженія) *такое* опредѣленіе тяженія было бы все-таки никуда негодно. Въ самомъ дѣлѣ, я воображаю себѣ удивленіе инженера, которому мы сказали бы, что опредѣляли физическую постоянную какого-нибудь неоднороднаго тѣла,—его временное сопротивленіе,—на призмѣ въ 190 ф. (точнѣе 269 ф.) длиною! Онъ конечно сказалъ бы намъ, что если бы мы имѣли даже самое однородное тѣло, какое мы только можемъ приготовить искусственно, то и тогда—тяженіе, которому мы подвергли бы столбъ въ 190 ф. длины, не давало бы *ни малѣйшаго* понятія о тяженіи, которое выдерживаютъ отдѣльныя его части; тѣло все-таки было бы достаточно неоднородно, чтобы однѣ его части выдерживали тяженіе въ нѣсколько разъ болѣе того средняго тяженія, которое получилось бы для всего столба. Тѣмъ болѣе примѣнимо это ко льду: разности скоростей двухъ вѣхъ, отстоящихъ на 190 ф. другъ отъ друга, не могутъ дать даже самаго отдаленнаго понятія о возможныхъ относительныхъ движеніяхъ двухъ близко-отстоящихъ точекъ,—тогда какъ именно эти движенія и производятъ разрывы сплошности. Такъ, если бы г. Рельи при измѣ-

реніи движеній ледника Бьонассэ, ограничился только промежутками въ 150 ф. между вѣхами, то оказалось бы, что двѣ точки, отдѣленныя этимъ промежуткомъ (крайняя вѣха и шестая отъ нея въ измѣреніи стр. 418) движутся съ разностью скоростей всего на 0,25 д. въ 20 дней, что̀ соотвѣтствовало бы въ часъ увеличенію діагоналей на 0,000 000 1 ихъ длины: и, если бы ледъ между этими вѣхами былъ истресканъ, то Тиндалль долженъ былъ бы сказать, что ледъ не выдерживаетъ въ часъ разстяженія даже въ одну десяти-милліонную; между тѣмъ, если тѣже 150 ф. подраздѣлить на промежутки въ 30 ф., то разности скоростей доходятъ уже до 6,9 д. въ 20 дней, что̀ даетъ удлинненія діагоналей въ *сто тридцать восемь разъ большія* [90]). Тоже самое слѣдуетъ и изъ измѣреній Форбза, тоже сдѣланныхъ черезъ два фута и обнародованныхъ еще въ 1846 году.

Такимъ образомъ, разсчетъ Тиндалля, *не даетъ абсолютно никакого понятія* ни о томъ, какое тяженіе можетъ произвести во льдѣ разрывы сплошности, ни о томъ, какія измѣненія формы («растяженія») могутъ произвести эти разрывы, ни о томъ, какъ велики и быстры измѣненія формы и тяженія въ самыхъ ледникахъ, т.-е. превышаютъ-ли они тѣ, которыя уже сопровождаются во льдѣ разрывами, или нѣтъ, ни о томъ, наконецъ, какъ велики тѣ самыя измѣненія формы, которыя онъ желаетъ измѣрить. Еще менѣе понятія объ этомъ могутъ дать другія его опредѣленія, гдѣ онъ беретъ еще бо́льшія пространства, т.-е. напримѣръ весь ледникъ во всю его ширину, и разсматриваетъ его какъ абсолютно-упругое и однородное твердое тѣло, сравнивая съ растягиваемою струною или согибаемою на колѣнѣ палкою [91]). Мы должны, поэтому, обратиться къ другимъ даннымъ.

---

[90]) Для промежутковъ въ два фута эти удлинненія становятся уже въ *шестьсотъ семьдесятъ* разъ больше.

[91]) Такъ Тиндалль беретъ поперечный вырѣзокъ въ Ледяномъ Морѣ и, замѣтивъ, что этотъ вырѣзокъ превращается черезъ сутки въ дугу (вслѣдствіе того, что средніе части движутся на нѣсколько дюймовъ скорѣе краевъ), онъ опредѣ-

Оставляя въ сторонѣ вопросъ, какое *тяженіе* можетъ произвести во льду разрывы сплошности, такъ какъ мы уже допустили выше, что для этого достаточно самаго малаго тяженія, мы посмотримъ теперь, какія постоянныя измѣненія формы («растяженія» Тиндалля) выдерживаетъ ледъ безъ растрескиванія, т.-е. какія измѣненія формы могутъ совершаться въ немъ путемъ жидкостнаго движенія частицъ, не давая проявляться тяженіямъ, достаточнымъ для образованія разрывовъ сплошности? Для этого мы обратимся сперва къ измѣреніямъ на ледникахъ,—но уже гораздо болѣе полнымъ, чѣмъ измѣренія Тиндалля, а потомъ—къ опытамъ, и затѣмъ сравнимъ

ляетъ длину этой дуги; она оказывается на $^1/_{80}$ дюйма больше, а потому Тиндалль заключаетъ, что ледъ не въ состояніи выдержать въ сутки растяженія въ $^1/_{80}$ д. при ширинѣ Ледяного Моря около полумили; т.-е. менѣе 0,000 000 02 въ часъ, и прибавляетъ, что ужъ „навѣрно, если бы ледникъ обладалъ способностью, которая сколько-нибудь заслуживала названіе вязкости, то онъ удовлетворилъ бы этому скромному требованію; но онъ не можетъ этого: вмѣсто того, чтобы растянутыя согласно этому слабому *давленію*, онъ разрывается какъ въ высшей степени хрупкое тѣло, и слѣдствіемъ этого оказывается появленіе краевыхъ трещинъ“ (In den Alpen, 318). Послѣ сказаннаго выше я полагаю, можно уже избавиться отъ непріятной необходимости возражать на подобный разсчетъ: ледникъ разрывается измѣненіями формы *въ пять или въ десять тысячъ разъ большими*. Любопытно только то, что Тиндалль самъ же утверждаетъ, что дифференціальное движеніе на краяхъ бываетъ гораздо быстрѣе, чѣмъ въ среднихъ частяхъ ледника, а въ такихъ условіяхъ понятно, что *средняя* величина не даетъ никакого понятія о величинахъ, изъ которыхъ она слагается.—Другое указаніе—что ледникъ растрескивается даже при ничтожномъ измѣненіи уклона его поверхности, на два или на три градуса (Альп. ледн., § 17, с. 252 и In den Alpen, 317),—еще болѣе грѣшитъ тою же ошибкою. Тиндалль опять-таки упускаетъ изъ виду, что средняя величина измѣненія уклона не даетъ *никакого понятія* о томъ, какъ велики въ ледопадахъ дифференціальныя движенія смежныхъ точекъ, и что именно эти дифференціальныя движенія даютъ начало образованію трещинамъ, а не воображаемое среднее измѣненіе формы. Его разсчетъ былъ бы основателенъ, прежде всего, лишь въ томъ случаѣ, если бы измѣненіе средняго уклона поверхности ледника указывало на равное ему измѣненіе *уклона ложа*, а во 2) если бы ледниковый ледъ дѣйствительно имѣлъ какое-нибудь, хотя самое отдаленное сходство со сгибаемою упругою палкою. Но ни того, ни другого не существуетъ на самомъ дѣлѣ. Дѣйствительно, достаточно взглянуть на рисунки самого Тиндалля (Альп. леди., рис. 27 и 59; In den Alpen, рис. 2), чтобы увидѣть, что среднее измѣненіе уклона ложа долины можетъ быть въ нѣсколько десятковъ разъ меньше отдѣльныхъ частныхъ измѣненій, если ложе падаетъ уступами. Но это еще не важно. Гораздо важнѣе то, что всякій у кого существуютъ хоть сколько-нибудь ясныя топо-

эти измѣненія формы съ тѣми, путемъ которыхъ совершается все пластическое движеніе ледниковъ.

Изъ измѣреній на ледникахъ, наиболѣе пригодныя для нашей цѣли суть тѣ, которыя сдѣланы Форбзомъ въ 1844 году на Ледяномъ Морѣ и Метьюзомъ и Рельи въ 1870 году—на ледникѣ Бьонассэ. Въ тѣхъ и другихъ, разстоянія между вѣхами были въ 2 фута, и къ послѣднимъ измѣреніямъ приложена была всевозможная тщательность (провѣрялось, напримѣръ, взаимное разстояніе вѣхъ), такъ какъ они имѣли спеціальною цѣлью выяснить, какъ велики бываютъ относитель-

---

графическія представленія, кто когда-нибудь разсматривалъ карты дна альпійскихъ озёръ, при первомъ-же взглядѣ на карту Ледянаго Моря съ его ледопадами, скажетъ, что ледопады существуютъ именно тамъ, гдѣ въ долинѣ существуютъ пороги, черезъ которые и переливается ледъ: для этого не нужно зондировать ледника, нужно быть хоть немножко знакомымъ съ топологіею долинъ (взглянувъ хоть на карточку, приложенную, Хельмхольца, читатель убѣдится въ этомъ). Но, если ледникъ поднимается въ гору и переливается черезъ порогъ, то неизбѣжно онъ вздувается передъ порогомъ, выпираясь при этомъ снизу, такъ-сказать волнами—какъ оно и есть на самомъ, дѣлѣ (ср. Альп. ледн., рис. 42 и 59, и In den Alp. рис. 2),—какъ же можно въ этомъ случаѣ приравнивать его къ сгибаемой палкѣ? И какое же можетъ дать понятіе среднее измѣненіе уклона его поверхности о тяженіяхъ, которымъ ледъ подвергается въ отдѣльныхъ волнахъ? Пусть читатель взглянетъ на упомянутые рисунки самого Тиндалля, и онъ увидитъ эти *волны*, изъ которыхъ слагается ледопадъ; онъ пойметъ, что если желательно было вычислить, чему равно здѣсь растяженіе льда, то слѣдовало это сдѣлать уже на *отдѣльныхъ волнахъ*, въ которыхъ плоская поверхность превращается иногда въ поверхность полу-цилиндра, линія—почти въ полуокружность. Ясно, что разрывы производятся здѣсь силами въ тысячи и десятки тысячъ разъ большими, чѣмъ тѣ среднія, о которыхъ говоритъ авторъ.—Наконецъ, что касается до медленности расширенія трещинъ, то Тиндалль повидимому не замѣчаетъ, что покуда онъ не доказалъ, что скорость расширенія трещины равна скорости измѣненія формы (на дѣлѣ она гораздо меньше), этотъ фактъ одинаково можетъ быть приведенъ и въ доказательство того, какая ничтожная доля измѣненія формы не возмѣщается скольженіемъ частицъ и выражается тяженіемъ. Но какой же осторожный мыслитель сошлется на этотъ фактъ, понимая, что и въ томъ и въ другомъ случаѣ нужно измѣрить не скорость увеличенія одной трещины, а сумму увеличенія *всѣхъ* трещинокъ на данномъ пространствѣ, и что до тѣхъ поръ весь фактъ не имѣетъ ровно никакой цѣны. Но что же дѣлать, если Тиндалль, который такъ превосходно излагаетъ факты, когда описываетъ дифференціальныя движенія ледниковъ, совершенно забываетъ всѣ эти факты, и даже болѣе элементарныя свѣдѣнія,—едва только коснется гипотезы Форбза: тогда ледникъ становится для него уже струною или палкою,—среднее тяженіе—равнымъ мѣстнымъ и т. п.!

ныя движенія точекъ, близко отстоящихъ другъ отъ друга. Допуская, что́ другая, воображаемая линія вѣхъ, взятая въ двухъ футахъ отъ той, которой движенія измѣрялись непосредственно, двигалась бы съ тѣми же скоростями, что и измѣренная линія, (что, при маломъ разстояніи, уже не можетъ повлечь за собою измѣримыхъ ошибокъ) и вычисляя, на основаніи разности скоростей вѣхъ, относительныя удлиненія діагоналей въ квадратахъ, имѣющихъ стороны въ *два* фута, вмѣсто 190 ф., мы получаемъ, что наибольшія изъ удлиненій доходятъ въ часъ до 0,000 145 въ измѣреніяхъ Форбза [92]) и до 0,000 098 въ измѣреніяхъ г. Рельи [93]).—И въ томъ и другомъ случаѣ ледъ *свободно выдерживаетъ* ихъ безъ разрывовъ; трещинъ не образовывалось между взятыми въ этомъ разсчетѣ вѣхами ни во время измѣреній Форбза, продолжавшихся шесть дней (у Форбза тщательно изображены трещины), ни во время измѣреній г. Рельи, продолжавшихся двадцать дней. Такимъ образомъ, слѣдуя методу Тиндалля, мы уже получаемъ, что ледъ въ ледникахъ выдерживаетъ, безъ истрескиванія, удлиненія измѣреній въ два и въ три раза бо́льшія чѣмъ тѣ, которыя Тиндалль считаетъ уже невозможными. Но наблюденія надъ ледниками (помимо другихъ причинъ) не совсѣмъ еще убѣдительны потому, что очень мелкія трещинки могли оставаться незамѣтными; поэтому мы обратимся къ опытамъ. Такіе опыты были сдѣланы въ 1870 году гг. Метьюзомъ и Фроудомъ (Froude) и впослѣдствіи повторены г. Мозли; они совершенно убѣдительно рѣшаютъ вопросъ и вполнѣ доказываютъ существованіе во льдѣ того свойства, которое Тиндалль называетъ растяжимостью. Г. Метьюзъ бралъ ледяную доску, длиною около 2,13 м., шириною въ 165 мм. и толщиною въ 35 мм., и клалъ ее на подпорки, отстоящія другъ

---

[92]) Ср. J. Forbes, Illustrations of the Viscous Theory of Glacier Motion, въ Philosophical Transaction of the Royal Society for the year 1846, London, 1846, part II, p. 171.

[93]) W. Mathews, l. c. p. 415.

отъ друга на 2,07 м.; въ такомъ положеніи доска оставлялась на нѣкоторое время, при температурахъ воздуха отъ —3° до—1°, и черезъ сутки доска уже оказывалась изогнутою отъ собственной тяжести; *постоянный* ея изгибъ доходилъ до 44 мм., а черезъ трое сутокъ, онъ былъ уже въ 94 мм. для верхней поверхности и 79 мм.— для нижней. Доска принимала правильную кривую форму, вовсе не была истрескана и раздробилась только тогда, когда, послѣ кратковременной оттепели, подпорки на четвертыя сутки примерзли къ почвѣ и доскѣ. Другой опытъ былъ сдѣланъ при температурѣ выше нуля. Въ этомъ случаѣ доска въ 152 мм. ширины и 61 мм. толщины, положенная на подпорки, отстоящія другъ отъ друга на 1,83 м., изгибалась еще быстрѣе; полное изгибаніе, въ 178 мм., было достигнуто въ нѣсколько часовъ; но тогда — нижняя поверхность доски оказалась покрытою множествомъ мелкихъ трещинъ [94]). Такая скорость изгибанія, при данномъ состояніи льда, слѣдовательно, производила, уже разрывы сплошности. Наконецъ, въ опытахъ г. Мозли, ледяная доска, толщиною въ 12,7 мм. и при разстояніи между подпорками въ 91 цм., на которую накладывался небольшой постоянно увеличиваемый грузъ, достигала при низкой температурѣ (повидимому черезъ нѣсколько часовъ) *постояннаго* изгиба въ 4,6 мм. и временнаго, исчезавшаго по снятіи груза,—въ 12,7 мм; при этомъ доска, представлявшая «великолѣпную, гладкую поверхность», нисколько не истрескивалась и сохраняла еще значительную долю первоначальной упругости [95]). Но такъ какъ всякое изгибаніе сопровождается увеличеніемъ всѣхъ продольныхъ измѣреній на выпуклой сторонѣ изогнувшейся доски, то мы имѣемъ здѣсь прямое доказательство, что ледъ можетъ выдерживать безъ разрыва то, что́ Тиндалль называетъ растяженіями.

[94]) Журналъ „Nature“, vol. I, 24 марта 1870.

[95]) Can. Moseley, On the Mechanical Impossibility of the Descent of Glaciers by their Weigt only, въ Philos. Mag. IV ser., vol. 42, 1871, p. 146. Отъ собственной тяжести доска изогнулась тотчасъ-же на 0,8 мм. Температура при опытахъ была «значительно ниже нуля».

Зная разстоянія подпорокъ, толщину доски и величину ея изгибанія, мы можемъ вычислить, чему равна разность двухъ дугъ,—внѣшней и нейтральной (проходящей черезъ середину доски) и эта разность, будучи раздѣлена на первоначальную длину дуги, выразить съ достаточною приблизительностью удлиненіе каждой продольной линіи на выпуклой сторонѣ доски (растяженіе Тиндалля). Оно равно въ часъ 0,000 040 — въ первомъ опытѣ г. Метьюза и 0,000 055—въ опытѣ г. Мозли [96]), а во второмъ опытѣ г. Метьюза, при высокой температурѣ, оно доходитъ уже до 0,001 283. Такимъ образомъ мы имѣемъ, что измѣненія формы, сопровождающіяся удлинненіями въ 40 до 55 милліонныхъ, могутъ совершаться во льдѣ безъ малѣйшихъ разрывовъ сплошности; измѣненія же формы, сопровождающіяся въ часъ удлинненіями на 1283 милліонныхъ, могутъ быть уже слишкомъ быстры: частицы льда могутъ не обладать для этого достаточною подвижностью, отчего и появляются мѣстныя тяженія, которыхъ ледъ не выдерживаетъ, и образуются мѣстныя трещинки. Причемъ нужно еще помнить, что всѣ эти величины относятся до того случая, когда ледъ не подверженъ внѣшней силѣ давленія; а такъ какъ мы знаемъ изъ опытовъ г. Треска, что пластичность тѣлъ увеличивается давленіемъ — и въ значительной мѣрѣ, — то мы вправѣ сказать, что вышеприведенныя величины далеко еще не выражаютъ полной пластичности льда. За то опыты г. Метьюза тѣмъ именно и интересны, что наглядно опровергаютъ воззрѣніе Тиндалмя, что ледъ неспособенъ постояннымъ образомъ растягиваться *подъ дѣйствіемъ растягивающей силы;* сила, дѣйствующая въ этомъ случаѣ, есть именно та, которую Тиндалль называетъ растягивающею.

Правда, что эти измѣненія формы чрезвычайно медленны, но они нисколько не медленнѣе тѣхъ, путемъ которыхъ совершается пластичное движеніе ледниковъ. Въ самомъ дѣлѣ, обра-

[96]) Я принялъ, что отъ начала опыта до 25-го измѣренія (l. c. p. 17) прошло 5 часовъ,—навѣрно больше дѣйствительнаго.

щаясь къ упомянутымъ выше измѣреніямъ Форбза и Рельи, мы видимъ, что все пластичное движеніе ледниковъ совершается путемъ такихъ относительныхъ движеній ихъ частей, при которыхъ точки, отстоящія другъ отъ друга на 2 фута, опережаютъ другъ друга въ сутки не болѣе какъ на $^1/_{215}$ до $^1/_{125}$ ихъ взаимнаго разстоянія; причемъ такія малыя разности скоростей представляютъ все-таки еще совершенные исключительные случаи; бо́льшею-же частью разности колеблются между $^1/_{1000}$ и $^1/_{2000}$, а иногда падаютъ и до $^1/_{7000}$ [97]). Вычисляя, чему равны наибольшія удлиненія при такихъ измѣненіяхъ формы (по направленіямъ діагоналей), мы видимъ, что они только въ одномъ случаѣ изъ 45-и достигаютъ 0,000 145 у Форбза и 0,000 098 у г. Рельи, (въ одномъ изъ 60-ти); въ большинствѣ же случаевъ колеблются около 0,000 050, а нерѣдко падаютъ и до 0,000 003. Такимъ образомъ, видя, что среднія изъ приведенныхъ удлиненій нисколько не больше тѣхъ, которыя происходятъ безъ разрыва въ ледяныхъ доскахъ, мы можемъ сказать, что измѣненія формы въ ледникахъ совершаются съ такою скоростью, при которой можетъ *вовсе* не появляться во льдѣ разрывовъ сплошности *даже тогда, когда онъ не подверженъ внѣшнему давленію* [98]).

---

[97]) Измѣренія Форбза и гг. Метьюза и Рельи сдѣланы не у самаго берега ледника. Первыя начинались въ разстояніи 225 ф. (69 м.) отъ него (l. c., p. 165 и tab. VIII), вторыя—въ 210 ф. (64 м.). Поэтому, можно было бы думать, — не представится-ли близъ края болѣе быстрыхъ относительныхъ движеній, чѣмъ приведенныя въ текстѣ? Не имѣя измѣреній въ этихъ частяхъ ледника, мы можемъ только сказать, что если предположить скорость края равною нулю, то скорость ближайшей къ краю вѣхи все-таки составляла бы только $^1/_{206}$ ея разстоянія отъ края въ первомъ случаѣ, и $^1/_{360}$—во второмъ, вслѣдствіе чего надо думать, что если въ краевой части и встрѣтятся относительныя движенія, болѣе быстрыя, чѣмъ приведенныя въ текстѣ, то они немногимъ будутъ превышать ихъ. Во всякомъ случаѣ это обстоятельство и не важно, такъ какъ намъ нужно знать, какія дифференціальныя движенія въ ледникѣ могутъ происходить *безъ разрыва* сплошности, а для этого нужны именно измѣренія, недалекія отъ края, но внѣ сильно-растресканной полосы. Таковы особенно измѣренія Форбза, которыя начинаются у самыхъ границъ послѣдней и даже нѣсколько захватываютъ ее.

[98]) Понятно, что всѣ эти численныя опредѣленія чрезвычайно шатки, но во всякомъ случаѣ они не уступаютъ въ точности тѣмъ, на которыхъ основываетъ свое

Изъ этого очевидно слѣдуетъ, что пластичное движеніе ледниковъ можетъ совершаться, *не давая проявляться тяженіямъ*, которыя въ состояніи были-бы произвести во льдѣ эти разрывы. А такъ какъ, если-бы тяженія не уничтожались соотвѣтственнымъ скольженіемъ частицъ, то они съ теченіемъ времени достигали-бы, при постоянномъ удлиненіи нѣкоторыхъ измѣреній, громадныхъ величинъ, которыхъ не выдержало бы никакое самое тягучее тѣло, то мы вправѣ сказать, что измѣненія формы въ ледниковомъ льдѣ совершаются путемъ того бокового частичнаго скольженія частицъ, которымъ совершаются измѣненія формы въ жидкостяхъ. Такимъ образомъ, утверждать, что ледъ не растяжимъ, можно только въ томъ смыслѣ, что онъ не выдерживаетъ даже ничтожнаго *упругаго растяженія, т. е. увеличенія между-частичныхъ разстояній. Такое* свойство мы охотно допустимъ во льдѣ. *Оно* дѣйствительно доказывается появленіемъ трещинъ въ ледникахъ, ибо если бы ледъ обладалъ довольно значительною растяжимостью (упругою), то трещинъ вовсе не могло бы появиться при той медленности, съ которою совершаются измѣненія формы въ ледникахъ [99]).

Но понятно, что неспособность льда выдерживать понятыя такимъ образомъ растяженія уже не можетъ находиться въ противорѣчіи съ возможностью въ немъ частичныхъ движеній, подчиненныхъ законамъ движенія жидкостей. Напротивъ того, полнѣйшее отсутствіе растяжимости можетъ находиться въ полнѣйшемъ согласіи съ существованіемъ жидкостныхъ движеній. Такъ вода, т.-е. почти совершенная жидкость, вовсе не растяжима, и всякій разъ, какъ какія-нибудь силы стремятся растягивать

доказательство Тиндалль. Оставляя даже въ сторонѣ всякія цифры, мы имѣемъ въ изгибаніи ледяныхъ досокъ прямое опроверженіе воззрѣній о нерастяжимости льда. Читатель припомнитъ конечно, по поводу этихъ опытовъ, сказанное выше объ изгибаніи въ такихъ же условіяхъ стальныхъ и стеклянныхъ палокъ.

99) Судя по опытамъ Мозли (l. c.) и упругая растяжимость льда все таки не слишкомъ мала. Но численная ея величина не имѣетъ для насъ никакого значенія.

ее, т.-е. увеличивать разстоянія между ея частицами,—связь послѣднихъ разрывается: когда вода несется въ порогѣ или сливается водопадомъ, и однѣ частицы, задерживаемыя треніями, отстаютъ отъ другихъ, тогда проявляются тяженія, и непрерывность струи разрывается,—вода дробится какъ стекло. И если такіе разрывы сплошности мы замѣчаемъ въ водѣ лишь въ исключительныхъ условіяхъ, то обусловливается это отнюдь не ея способностью «растягиваться подъ вліяніемъ растягивающей силы», а чрезвычайною подвижностью ея частицъ, которая *вовсе не даетъ проявиться тяженіямъ* до тѣхъ поръ, покуда измѣненіе формы совершается съ быстротою, не превосходящею эту подвижность. Точно также—и во льдѣ. При медленныхъ измѣненіяхъ формъ, его частицы, особенно когда онъ подверженъ давленію, также могутъ приходить въ жидкостное движеніе и перераспредѣляться, вовсе не давая проявляться такимъ тяженіямъ, которыя, даже при весьма слабой рястяжимости льда, вызвали бы разрывы сплошности. Если же измѣненіе формы совершается съ такою быстротою, что частицы льда не успѣваютъ перемѣщаться *такъ*, чтобы не допустить до проявленія сколько-нибудь сильныхъ тяженій, то эти тяженія разрываютъ ледъ и образуютъ трещины. Но эти разрывы представляютъ собою, такъ-сказать, только *разность* между полнымъ увеличеніемъ даннаго измѣренія тѣла и тѣмъ, которое достигается путемъ скольженія частицъ, оно представляетъ только не восполненный избытокъ. Такимъ образомъ, появленіе трещинъ и не можетъ находиться въ противорѣчіи съ возможностью во льдѣ частичныхъ движеній, свойственныхъ жидкостямъ; оба факта *могутъ* существовать совмѣстно, и мы дѣйствительно убѣдимся сейчасъ на основаніи опыта, что они *существуютъ* совмѣстно.

Тотъ фактъ, указываемый Тиндаллемъ, что трещины всегда появляются именно тамъ, гдѣ по теоріи Хопкинса *должны* существовать наибольшія тяженія (если разсматривать ледникъ какъ твердое, упругое тѣло, совершенно лишенное жидкост-

ности), и что трещины имѣютъ именно тѣ направленія, на которыя указываетъ теорія,—этотъ фактъ очевидно не можетъ находиться въ противорѣчіи со сказаннымъ сейчасъ. Избытокъ силы, о которомъ мы говорили, очевидно долженъ проявляться преимущественно тамъ, гдѣ сама сила достигаетъ наибольшей величины. Что-же касается до того, что при предполагаемомъ мною жидкостномъ движеніи частицъ льда, неуравновѣшенныя тяженія могутъ принимать всевозможныя направленія, вслѣдствіе чего и трещины могли-бы направляться во всевозможныя стороны, то опять-таки понятно, что преобладающее направленіе, которое будутъ принимать неуравновѣшенныя тяженія, будетъ все-таки *преимущественно* то, въ которомъ проявились бы эти тяженія, если бы они ничѣмъ не уравновѣшивались; затѣмъ, едва только образовалась самая малѣйшая трещина въ извѣстномъ направленіи, дальнѣйшее ея увеличеніе производится уже гораздо слабѣйшею силою. Кромѣ того, нужно замѣтить, что и самыя трещины далеко не имѣютъ той правильности и параллелизма и вовсе не такъ постоянно пересѣкаютъ ось ледника подъ угломъ въ 45°, какъ это могъ-бы вообразить себѣ читатель, на основаніи «Альпійскихъ ледниковъ», если онъ не имѣлъ случая ознакомиться съ самими ледниками въ природѣ, или по достаточному количеству точныхъ рисунковъ и фотографій [100]). Наконецъ,—и это едва ли не важнѣе всего остальнаго, — трещины, *всѣ*, за исключеніемъ образующихся въ ледопадахъ, о которыхъ говорилось уже въ примѣчаніи 91-мъ, образуются всегда *на краяхъ* ледника, боковыхъ или конечныхъ. Между тѣмъ мы знаемъ, что жидкостныя движенія частицъ проявляются въ твердыхъ тѣлахъ въ довольно значительной степени лишь тогда, когда эти тѣла подвержены достаточному давленію; если-же давленіе ослабѣваетъ, то это свойство исчезаетъ, и измѣненіе формы совер-

---

[100]) Не мѣшаетъ замѣтить, что и сама теорія, *правильно* понятая, вовсе не требуетъ этой симметричности трещинъ. См. объ этомъ ниже въ „Зам. о гипотезахъ и пр.“

шается тогда уже какъ въ упругомъ, сгибаемомъ или растягиваемомъ брусѣ: оно сопровождается тогда тяженіями, а слѣдовательно можетъ сопровождаться и разрывами. Поэтому, совершенно естественно, что на краяхъ ледника, гдѣ давленіе на ледъ производится только *съ одной стороны*, весьма часто не встрѣчая противодѣйствующей встрѣчной поверхности, оно, при слабомъ сцѣпленіи частицъ, должно быть сравнительно слабо, и во всякомъ случаѣ можетъ быть недостаточно для проявленія во льдѣ жидкостныхъ свойствъ [101]).

---

101) Быть можетъ, въ основаніи разсужденія Тиндалля и носится совершенно вѣрная мысль, именно, что ледъ иначе относится къ измѣненіямъ формы, совершающимся подъ давленіемъ, чѣмъ къ тѣмъ, которыя совершаются подъ вліяніемъ растягивающихъ силъ. Правда, что и въ томъ и другомъ случаѣ измѣненіе формы сопровождается какъ удлиненіями, такъ и укорочиваніями измѣреній т. е., въ упругихъ тѣлахъ — сжиманіями и растяженіями; такъ брусъ, расплющиваемый подъ давленіемъ, уменьшается въ высоту и увеличивается (по Тиндаллю „растягивается“) въ ширину, и совершенно такое же измѣненіе формы можетъ быть достигнуто растягивающими силами. Но можно представить себѣ, — и это будетъ совершенно согласно съ тѣмъ, что мы знаемъ о другихъ тѣлахъ—что ледъ иначе относится къ увеличенію его измѣреній, когда оно совершается путемъ сдавливающей силы, чѣмъ когда оно же совершается путемъ силы растягивающей. Если бы Тиндалль имѣлъ *это* въ виду, то съ нимъ вполнѣ слѣдовало бы согласиться (замѣтивъ только, что давленіе можетъ быть крайне ничтожно, судя по опытамъ г. Метьюза). Ледъ и всѣ твердыя тѣла и полужидкости, обладающія весьма малою свободою частицъ, только тогда движутся по гидродинамическимъ законамъ, когда они подвержены достаточному давленію, — собственному или внѣшнему. Въ этомъ смыслѣ, возраженіе его было бы тѣмъ болѣе справедливо, что Форбзъ упустилъ изъ вида это обстоятельство. Но мы находимъ у Тиндалля нѣсколько такихъ мѣстъ, изъ которыхъ необходимо заключить, что онъ имѣетъ въ виду вовсе не это различіе, а то, что ледъ неспособенъ выдерживать удлиненіе измѣреній, *какимъ бы путемъ она ни происходила*. Такъ, когда онъ беретъ поперечный прямой вырѣзокъ изъ ледника, и замѣчаетъ, то черезъ сутки этотъ вырѣзокъ принимаетъ форму дуги весьма малой кривизны, то онъ говоритъ, что этотъ вырѣзокъ растягивается въ дугу, какъ струна, и не выдерживаетъ этого растяженія, вслѣдствіе чего и разрывается. Мѣжду тѣмъ, измѣненіе формы происходитъ здѣсь *подъ давленіемъ* (такъ понимаетъ его и Тиндалль, см. примѣч. 91-е) и происходитъ совершенно такъже, какъ напримѣръ въ томъ опытѣ Треска, гдѣ выдавливается струя: всякій слой тѣла, вступающій въ „струю“ и двигающійся въ ней своею серединою, находится въ совершенно такихъ же условіяхъ, какъ и въ ледникѣ, гдѣ конечныя точки вырѣзка задержаны треніемъ, тогда какъ среднія выдавливаются впередъ, не встрѣчая этой задержки. Если бы мысль Тиндалля была та, которая высказана въ началѣ этого примѣчанія, то онъ вѣроятно и выразилъ бы ей приблизительно такъ, что: ледъ *подчиняется законамъ*

Такое предположеніе подтверждается и слѣдующимъ опытамъ г. Треска,—опытомъ, который, доказывая, что подъ давленіемъ, *измѣненія формы льда происходятъ путемъ жидкостнаго движенія частицъ, не смотря на его хрупкость*, вмѣстѣ съ тѣмъ воспроизводитъ въ точности и образованіе трещинъ тамъ, гдѣ давленіе на ледъ ослабѣваетъ. Беря кусокъ льда и выдавливая изъ него струю, какъ въ вышеописанныхъ опытахъ надъ металлами, Треска [102]) получалъ *безусловно всѣ явленія движенія жидкаго тѣла*, т.-е. ту же послѣдовательность вытеканія частицъ, тѣ же траекторіи и т. д.; но выдавленная «струя» оказывалась покрытою трещинками, поперечными ея оси. Этотъ фактъ Треска объясняетъ тѣмъ, что въ моментъ, когда часть сжимаемаго ледянаго цилиндра начинаетъ входить въ отверстіе на днѣ сосуда, и слѣдовательно не подлежитъ моментально давленію съ противоположной стороны (со стороны дна сосуда),—она нѣсколько утрачиваетъ слою жидкостность, отчего въ ней и образуется разрывъ. Но это явленіе, замѣчаетъ онъ, *совершенно побочное* и не имѣетъ никакого отношенія къ движенію частицъ въ цилиндрѣ *и струѣ*, которое совершается по всѣмъ законамъ движенія жидкихъ тѣлъ. Мало того, тоже явленіе наблюдалось и у нѣкоторыхъ менѣе связныхъ лѣпныхъ глинъ (pâtes céramiques d'une nature plus liante), и этотъ послѣдній фактъ тѣмъ болѣе важенъ для вопроса о движеніи ледниковъ, что тождества частичнаго движенія въ этихъ глинахъ съ движеніемъ въ жидкихъ тѣлахъ никто не станетъ отрицать, да и дока-

---

движеніи частицъ, свойственнымъ *жидкостямъ* (какъ это полагалъ Форбзъ), во всѣхъ тѣхъ случаяхъ, когда онъ подверженъ достаточному давленію; тамъ-же, гдѣ это давленіе ослабѣваетъ, жидкостное движеніе частицъ проявляется лишь въ слабой степени, вслѣдствіе чего ледъ растягивается подобно упругому тѣлу и, не выдерживая этого растяженія, разрывается трещинами. Но въ такомъ случаѣ онъ уже не сталъ бы говорить о неспособности льда выдерживать удлиненія вообще (называя ихъ растяженіями) и не сравнивалъ бы льда въ вышеприведенномъ примѣрѣ движенія ледянаго вырѣзка съ упругимъ брусомъ, съ которымъ онъ уже не могъ бы имѣть (и не имѣетъ) ничего общаго.

102) *E. Saint-Edno* въ журналѣ „Cosmos", 1865, I, pp. 267—268.

зано оно массою опытовъ, сдѣланныхъ г-мъ Треска; а между тѣмъ въ этихъ глинахъ точно также происходитъ образованіе трещинъ въ струѣ, т.-е. въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ могутъ проявляться тяженія—фактъ, на которомъ Тиндалль основалъ все различіе между *механическими законами* движенія льда и полужидкихъ массъ [103]).

Тоже подтверждается и опытами Хельмхольца. Когда онъ расплющивалъ подъ давленіемъ гидравлическаго пресса ледяной цилиндръ, сдѣланный изъ спрессованнаго снѣга или кусочковъ льда, то расплющиваніе сперва происходило безъ разрывовъ сплошности «*и только напослѣдокъ*, говоритъ Хельмхольцъ, когда цилиндръ превратился уже въ довольно плоскій дискъ, онъ начиналъ разрываться на краяхъ и образовывать трещины, подобныя ледниковымъ въ маломъ масштабѣ» [104]). Такимъ образомъ очевидно, что до извѣстныхъ предѣловъ расплющиваніе шло совершенно точно такъ же, какъ въ опытахъ г. Треска, т.-е. жидкостнымъ движеньемъ частицъ; но когда, при постоянномъ увеличеніи діаметра цилиндра, увеличивалась и быстрота измѣненій формы,—частицы уже не успѣвали передвигаться такъ, чтобы уничтожать появляющіяся тяженія; тогда появлялись, какъ нѣчто прибавочное, разрывы и именно на краяхъ. Кромѣ того, не мѣшаетъ замѣтить, что всѣ свои опыты Хельмхольцъ производилъ все-таки слишкомъ быстро (они дѣлались для аудиторіи); вслѣдствіе этого, когда онъ выдавливалъ сквозь узкое отверстіе «струю» изъ льда, она *расширялась* по мѣрѣ образованія (чего не было въ опытахъ Треска, гдѣ она всегда оставалась цилиндрическою) и потому неудивительно, что подъ конецъ она также разрывалась

---

[103]) Нужно замѣтить, что если бы Треска еще медленнѣе измѣнялъ форму льда, то вѣроятно не получалось бы и этихъ трещинъ въ струѣ. Судя по величинѣ давленія, употреблявшагося имъ для формованія льда, есть основаніе думать, что оно было гораздо больше того, которое было бы *достаточно* для замѣтнаго вытеканія льда.

[104]) *H. Helmholtz*, Ueber Eis und Gletscher, въ Populäre wissenschaftliche Vorträge, 1-tes Heft, Braunschweig 1865, p. 123.

трещинами, разсѣкавшими ее *вдоль*. Этимъ объясняется также, почему во все время опыта слышался слабый трескъ, а при разсматриваніи цилиндра, въ немъ замѣчалось множество микроскопическихъ трещинокъ, большинство которыхъ *исчезало въ первыя моменты по прекращеніи сдавливанія* (свидѣтельство того, что тѣло находилось въ состояніи неустойчиваго частичнаго равновѣсія,—чего не было бы при болѣе медленныхъ измѣненіяхъ формъ) [105]).

Говоря о трещинахъ, кстати будетъ наконецъ прибавить, что эти побочныя образованія въ ледникахъ (вообще говоря,—часто поверхностныя, не смотря на ихъ нерѣдко бо́льшую абсолютную глубину), уничтожаются тою же силою давленія,—либо путемъ простаго сцѣпленія, свойственнаго всѣмъ тѣламъ, либо—при благопріятныхъ условіяхъ—путемъ смерзанія. Дѣйствительно, при дальнѣйшемъ движеніи ледника, разорванныя стѣнки его трещинъ снова приводятся въ соприкосновеніе и сдавливаются, а мы знаемъ, что подъ достаточнымъ давленіемъ всѣ тѣла могутъ спаиваться такъ, что не остается и слѣдовъ прежняго разрыва. Такъ спаиваются, напримѣръ, осколки разбитой фарфоровой чашки, если они тотчасъ соединены между собою, плотно нажаты и оставлены въ такомъ видѣ на нѣкоторое время (опытъ, на который часто ссылается Сегэнъ); такъ слипаются зеркальныя стекла, такъ, наконецъ, спаиваются въ опытахъ Треска пластинки металловъ или свинцовыя дробинки,

---

[105]) Idem, pp. 122—125. Тутъ же—рисунки расплющеннаго цилиндра и выдавленной ледяной струи.—Опытъ Хельмхольца обнаруживаетъ еще одинъ *весьма важный* фактъ,—именно что цилиндры, спрессованные изъ кусочковъ льда, формуются по своимъ новымъ оболочкамъ не потому, чтобъ ледъ сперва обращался въ порошокъ, который потомъ смерзается въ однородную прозрачную массу, прилаживаясь къ своей новой оболочкѣ. Напротивъ того,—въ цилиндрѣ можно очень хорошо отличать *первоначальные куски льда, совершенно прозрачные* (слѣдовательно—не истресканные), *но измѣнившіе свою форму, т.-е. спрессованные, или расплющенные*,—какъ свинцовыя дробины въ опытахъ надъ истеченіемъ металловъ. Раздробленіе и смерзаніе происходитъ, слѣдовательно, *только* въ тѣхъ обломочкахъ льда, которыми окружены бо́льшіе куски (и отчасти въ наружной части послѣднихъ); расплющиваніе же бо́льшихъ кусковъ совершается *вовсе безъ раздробленія*, путемъ жидкостнаго движенія частицъ.

изъ которыхъ составлялись расплющиваемые цилиндры, и т.-д. Но, кромѣ обычной силы сцѣпленія, во льдѣ еще дѣйствуетъ при температурѣ близкой къ нулю, также и сила смерзанія,— т.-е. обращеніе въ ледъ тонкаго слоя воды, смачивающей соприкасающіяся поверхности. Дѣйствіемъ этихъ двухъ силъ и устраняются случайные разрывы льда, подобно тому, какъ въ болѣе подвижныхъ жидкостяхъ они устраняются простою силою слипанія, когда масса отъ собственной тяжести стекаетъ въ образующуюся трещину и заполняетъ её. При этомъ, смерзаніе должно играть важную роль въ жизни ледниковъ, среди которыхъ обращается достаточное количество воды (гдѣ и разрывы чаще), такъ какъ оно содѣйствуетъ чрезвычайно *быстрому* соединенію случайно разорванныхъ частей: онѣ смерзаются едва только вновь приведены въ соприкосновеніе. Благодаря этимъ двумъ силамъ, сцѣпленія и смерзанія, самая хрупкость льда,—т.-е. его способность дробиться при быстрыхъ и сильныхъ напорахъ, когда онъ не со всѣхъ сторонъ заключенъ въ твердой оболочкѣ и разрываться отъ быстрыхъ тяженій, когда они превосходятъ степень подвижности частицъ,—самая эта хрупкость, говорю я, становится новымъ источникомъ пластичности *большихъ массъ*. При слишкомъ быстрыхъ измѣненіяхъ формы, ледъ отчасти дробится или крошится, передвигается отчасти въ видѣ сыпучаго тѣла и въ такомъ видѣ уже легче, съ затратою меньшей силы, принимаетъ форму новой, представляющейся ему оболочки; но затѣмъ, благодаря сцѣпленію и смерзанію, разрознившіяся части быстро соединяются въ сплошную массу. Наконецъ, когда двѣ поверхности сдавливаются между собою, то хрупкость льда содѣйствуетъ раздробленію ихъ мелкихъ выступовъ и такимъ образомъ даетъ возможность бо́льшему количеству точекъ придти въ соприкосновеніе, а это обстоятельство способствуетъ въ свою очередь болѣе прочному спаиванію и смерзанію. Въ обоихъ этихъ случаяхъ *хрупкость тѣла* становится новымъ источникомъ *пластичности большей его массы*, т.-е. содѣйствуетъ болѣе полному сохраненію *массою* ея не-

прерывности при измѣненіяхъ ея формы, даже тамъ, гдѣ пластичность тѣла была бы для этого недостаточна. Такія условія, гдѣ измѣненіе формы совершается въ ледникахъ быстрѣе, чѣмъ это допускаетъ ледъ,—отчего и происходитъ растрескиваніе,—мы дѣйствительно находимъ въ различныхъ *частяхъ* ледниковъ,—иногда, напримѣръ, по крутому склону, онъ сыплется даже обломками, подобно лавинѣ,—но не слѣдуетъ преувеличивать, какъ на это указывалъ уже Форбзъ (Illustrations, 194 sq.), распространенности подобныхъ явленій. Если отрѣшиться отъ того впечатлѣнія, которое выноситъ всякій, выбивавшійся съ трудомъ изъ сѣти трещинъ, во время ходьбы по леднику, и взглянуть на него, какъ на цѣлое, то онъ все-таки оказывается весьма мало истрескапною массою, гораздо болѣе похожею на сплошное тѣло. Движенія этой-то сплошной массы и совершаются помимо всякаго раздробленія.

Итакъ, подводя итогъ всему сказанному, мы приходимъ къ слѣдующимъ выводамъ:

Ледъ, подъ достаточнымъ давленіемъ, можетъ обладать и обладаетъ, подобно другимъ твердымъ тѣламъ, нѣкоторою жидкостною свободою частицъ;

вслѣдствіе этого, измѣненія формы извѣстной скорости могутъ совершаться въ немъ путемъ жидкостнаго движенія частицъ, безъ разрывовъ сплошности;

скорость измѣненій формы, возможныхъ такимъ путемъ, совершенно достаточна, чтобы путемъ ея одной могли совершаться всѣ движенія альпійскихъ ледниковъ.

Способность льда легко раздробляться подъ давленіемъ есть свойство однихъ небольшихъ образцовъ и не распространяется на большія массы.

Слабая способность льда выдерживать упругое растяженіе не можетъ служить помѣхою жидкостному движенію частицъ, и разрывы, образующіеся при нѣкоторыхъ условіяхъ вслѣдствіе этой неспособности, не имѣютъ никакого отношенія къ характеру частичныхъ движеній прочей массы.

Движенія сдавливаемой большой массы льда должны, слѣдовательно, совершаться, какъ во всей массѣ, такъ и въ отдѣльныхъ мельчайшихъ ея частяхъ, путемъ самостоятельныхъ частичныхъ движеній, подчиненныхъ законамъ движенія частицъ жидкаго тѣла, и могутъ сопровождаться лишь случайными разрывами, не необходимыми для того, чтобы жидкостное движеніе массы стало возможнымъ.

Устранивши такимъ образомъ еще одну помѣху къ признанію возможности жидкостныхъ движеній во льдѣ, мы посмотримъ теперь, какъ сильно должно быть давленіе, чтобы вызвать въ немъ такія частичныя движенія. Можетъ быть оно окажется такъ велико и потребуетъ, слѣдовательно, такого громаднаго накопленія льда, которое, по какимъ-нибудь физико-географическимъ причинамъ, придется признать невозможнымъ.

Самыя обыденныя наблюденія говорятъ, однако, что это давленіе не должно быть очень велико. Въ самомъ дѣлѣ, каждая наблюдательная кухарка нашихъ сѣверныхъ странъ знаетъ, какъ легко формуется ледъ: ей извѣстно, уже по бутылкѣ замерзшаго молока, что если жидкость медленно замерзаетъ въ бутылкѣ, не плотно закупоренной, то, принявши форму льда, она выдавливается сквозь горлышко въ видѣ стержня; при этомъ ледъ, первоначально образовавшійся на поверхности жидкости и вдоль стѣнокъ сосуда (въ видѣ верхней плоскости и цилиндрической поверхности), принимаетъ при выдавливаніи черезъ горлышко цилиндрическую форму. Что сила, нужная для такого формованія, не должна быть очень велика, видно уже изъ того, что нерѣдко, при достаточно медленномъ замерзаніи, она бываетъ недостаточна, чтобы преодолѣть сцѣпленіе частицъ стекла и разорвать бутылку [106]). Изъ этого факта уже ясно,

[106]) Всякій можетъ самъ убѣдиться, что здѣсь не происходитъ замерзанія жидкости въ горлышкѣ, въ видѣ цилиндра, который потомъ постепенно приподнимался бы. Еще лучше это видно въ опытахъ Росса, Мартена и Кристи надъ замерзаніемъ воды въ пустотѣлыхъ снарядахъ, гдѣ длина выдавленнаго ледянаго стержня въ нѣсколько разъ превосходила длину затравки.

что для формованія льда достаточно давленія всего въ нѣсколько атмосферъ.

Что касается до научныхъ опредѣленій давленія, потребнаго чтобы измѣненія формы льда совершались путемъ жидкостныхъ частичныхъ движеній, то эти опредѣленія не даютъ сколько-нибудь надёжныхъ величинъ. Такъ, изъ одного опыта г. Треска слѣдовало бы признать, что для льда необходимо давленіе въ пять разъ меньшее, чѣмъ для свинца, причемъ, въ условіяхъ, въ которыхъ былъ сдѣланъ опытъ (выдавливаніе струи), было употреблено давленіе въ 126 килогр. на кв. цм. поверхности тѣла, что̀ соотвѣтствовало бы давленію ледянаго столба около 1400 метровъ высоты,—но этотъ опытъ вовсе не даетъ никакого понятія о минимумѣ потребнаго давленія. Затѣмъ, можно было бы воспользоваться коэфиціентомъ сопротивленія сдвигу [107]) (résistance au cisaillement, shearing force), который г. Мозли опредѣлялъ для льда и который, по изслѣдованіямъ Треска̀, подтвержденнымъ теоретическими соображеніями ак. Сенъ-Венана, равенъ коэфиціенту жидкостности (coefficient de fluidité) [108]). Но опредѣленія г. Мозли даютъ для упомянутаго коэфиціента такія различныя величины, и эти величины такъ явно зависятъ отъ скорости, съ которою производится сдвигъ,—чего не должно быть по теоріи, если вѣрно само понятіе о коэфиціентѣ,—что мы рѣшительно не имѣемъ возможности воспользоваться ими [109]). Все, что̀ можно было-бы

---

[107]) Русскіе переводчики механики Вейсбаха приняли терминъ „сопротивленіе скалыванію," (Widerstand des Abdrückens oder Abscheerens). „Сопротивленіе сдвигу или смѣщенію" едва ли не вѣрнѣе выразило бы понятіе. Для геолога оно особенно удобно.

[108]) Ср. Morin, Rapport, l. c. и Saint-Venant, Note sur l'égalité etc. въ Comptes Rendus, 1870, vol. 70, p. 309.

[109]) Если основываться на томъ, что для свинца требуются, при одинаковыхъ условіяхъ, давленія въ пять разъ бо̀льшія, чѣмъ для льда, то, пользуясь коэфиціентомъ жидкостности, или сопротивленія смѣщенію, выведеннымъ г-мъ Треска̀ для свинца (130 килогр. на кв. цм.), мы получили-бы для льда (при расплющиваніи его) 26 килогр. на кв. цм. Но и на эту величину нельзя положиться, такъ какъ все-таки Треска̀ дѣйствовалъ на ледъ съ слишкомъ большою силою.—Изъ опытовъ

сказать, это то, что, по опредѣленіямъ г. Мозли, давленіе въ 21,7 кил. на кв. цм., или ледянаго столба въ 240 метровъ (около 800 ф.) высоты, уже достаточно, чтобы раздробля́ть ледъ, т.-е. производить въ немъ частичныя движенія столь быстрыя, что они вызываютъ разрывы сплошности. Между тѣмъ, извѣстно изъ опытовъ г. Ардана (Ardant), и др., что замѣтныя постоянныя растяженія, какъ въ мягкихъ, такъ и въ твердыхъ металлахъ, начинаются уже при давленіяхъ, бо́льшею частію около $^1/_3$ того, которое производитъ разрывы сплошности, и что въ твердыхъ и нетягучихъ металлахъ это отношеніе бываетъ еще нѣсколько меньше, чѣмъ въ мягкихъ [110]). Меньшія же, т.-е. болѣе медленныя, измѣненія — какъ видно изъ опытовъ Фэрберна (Fairbairn) и Годкинсона (Hodkinson) — начинаются уже при самыхъ ничтожныхъ давленіяхъ [111]). Изъ этого мы имѣемъ уже нѣкоторое, довольно прочное основаніе заключить, что *замѣтныя* постоянныя измѣненія формы во льдѣ могутъ начаться уже при давленіи около одной трети 22-хъ килогр. т.-е. около 7—8 килогр. на кв. цм. Еще меньшія величины получаются, если принять въ разсчетъ время, ибо извѣстно, что, при продолжительномъ дѣйствіи внѣшней силы, постоянныя измѣненія формы происходятъ въ тѣлахъ даже подъ вліяніемъ самыхъ слабыхъ силъ; такъ, удлиненіе свинцовыхъ полосъ въ 0,000170 въ теченіе трехъ сутокъ, происходитъ уже подъ вліяніемъ силы равной всего $^1/_{10}$-й той, которая производитъ разрывы. Но такъ какъ эти измѣненія формы слишкомъ уже медленны, то мы можемъ остановиться на отношеніи въ $^1/_3$ до $^1/_2$ и сказать, что постоянныя измѣненія формы во льдѣ начнутся уже подъ давленіями менѣе 8—10 килогр. на кв.

же г. Мозли получаются всевозможныя величины отъ 8,4 до 4,5 килогр. на кв. цм., причемъ эти величины явно становятся тѣмъ меньше, чѣмъ медленнѣе происходило смѣщеніе. См. объ этомъ ниже, въ „Замѣткѣ о гипотезахъ и пр.“.

[110]) Poncelet, l. c., pp. 379, 381, 319, 325.

[111]) Idem. Также Вейсбахъ, т. I, с. 384.

цм., т.-е. *подъ давленіемъ ледянаго столба менѣе 100 метровъ высоты* [112]).

Весьма ясное понятіе о томъ, какъ ничтожно можетъ быть давленіе, способное производить во льдѣ постоянныя измѣненія формы, не уступающія въ быстротѣ ледниковымъ, даютъ также вышеописанные опыты г. Метьюза; изъ нихъ видно, что для этого бываетъ достаточно даже собственнаго вѣса небольшой ледяной доски. Вывести изъ этихъ опытовъ коэфиціентъ сопротивленія смѣщенію едва-ли было-бы возможно, не зная величины измѣненій объема, но можно сказать приблизительно, что онъ получился бы во всякомъ случаѣ *менѣе 0,14 килогр. на квадратный центиметръ*. Эти опыты весьма важны для насъ, такъ какъ они служатъ новымъ подтвержденіемъ того, какъ малы могутъ быть давленія, необходимыя для проявленія во льдѣ пластическихъ движеній, свойственныхъ жидкимъ тѣламъ; на основаніи ихъ мы снова можемъ заключить, что если бы мы взяли кусокъ льда, *хотя-бы всего въ нѣсколько метровъ толщины*, то уже въ немъ обнаружилось бы, при температурахъ немногимъ ниже нуля, измѣримое боковое выдавливаніе частицъ, вслѣдствіе вѣса его собственныхъ верхнихъ слоевъ [113]). Тѣмъ болѣе можемъ мы быть увѣрены, что если бы мы взяли довольно большую толщу льда, напримѣръ въ 200 метровъ толщины (660 ф.), то среднія ея части, выдерживая давленія свыше 8 килогр. на кв. цм., стали бы уже явно представлять относительныя движенія частицъ, свойственныя жидкимъ тѣламъ, и стали бы слѣдовательно выдавливаться въ стороны, со скоростями отнюдь не меньшими, чѣмъ въ альпійскихъ ледникахъ.

---

[112]) Собственно говоря, это разсужденіе, конечно, не точно, такъ какъ мы не принимаемъ здѣсь въ разсчетъ величины измѣненій объёма тѣла (см. выше). Но въ виду другихъ фактовъ, особенно нижеизложенныхъ, можно быть увѣреннымъ, что оно скорѣе преувеличиваетъ нужное давленіе, чѣмъ уменьшаетъ его.

[113]) Весьма желательно было бы, чтобы этотъ выводъ былъ доказанъ прямымъ опытомъ. Подобные опыты конечно всего лучше могли бы быть сдѣланы въ нашихъ сѣверныхъ странахъ, гдѣ не встрѣтилось бы тѣхъ затрудненій въ пріисканіи нужныхъ большихъ кусковъ льда, которыя обыкновенно такъ мѣшаютъ западнымъ ученымъ.

Мы можемъ поэтому смѣло принять, не рискуя впасть въ ошибку, что для проявленія въ толщѣ льда свойствъ, о которыхъ мы говоримъ, достаточно было-бы накопленія его до толщины 200 метровъ. Такая толща стала бы расползаться, воспроизводя всѣ тѣ движенія, которыя я описалъ выше, говоря о полужидкой массѣ, и ея нижнія частицы описывали-бы именно тѣ пути, которые необходимо должны были описывать частицы тѣла, производившаго наблюдаемое въ природѣ изборожденіе. Но мы знаемъ, что такая толщина не только не представляетъ ничего невѣроятнаго, но даже несравненно меньше той, которую мы теперь находимъ въ ледникахъ и ледяныхъ покровахъ. Такъ, накопленія фирна до 300 м. (ок. 1000 ф.) существуютъ даже въ Альпахъ, а ледяныя горы въ 1000 и даже до 2500 м. (3000—8000 ф.), носящіяся теперь въ Южномъ Океанѣ [114]), или въ 1000 м. — въ Баффиновомъ заливѣ [115]), свидѣтельствуютъ, что даже современные ледяные покровы, даже въ береговой полосѣ, достигаютъ толщины въ десятки, если не въ сотни разъ болѣе той, которая была-бы нужна для жидкостнаго выдавливанія льда.

Что же касается до того,—не будетъ ли ледъ обращаться въ воду при давленіяхъ, необходимыхъ для проявленія въ немъ пластичности, то прямымъ отвѣтомъ могли-бы служить пластичные ледники горныхъ странъ и ледяные покровы. Во всякомъ случаѣ мы знаемъ, что температура таянія льда понижается на $0^{\circ},0075$ съ увеличеніемъ давленія на одну атмосферу (около 12 м. льда), а потому, зная, что для проявленія во льдѣ пластичности достаточно накопленія его до толщины гораздо менѣе 200 метровъ, мы можемъ сказать, что такое давленіе можетъ понизить температуру таянія нижнихъ слоевъ льда всего на $0^{\circ},12$. Поэтому, если температура ледника почти равна нулю,—случай, который мы можемъ предполагать только въ умѣренныхъ странахъ, — то ледъ будетъ *отчасти* обра-

[114]) J. Croll, по Towson, Icebergs of the Southern Ocean.

[115]) Hayes, The Open Polar-sea.

щаться въ воду. Я говорю «отчасти», потому что въ такой неоднородной массѣ, какъ ледникъ, давленіе не можетъ распространяться равномѣрно, а потому мѣстами оно будетъ меньше, а мѣстами больше средняго. Вслѣдствіе этого, въ иныхъ мѣстахъ будутъ образовываться небольшія количества воды, которыя только увеличатъ пластичность льда, служа для передачи большихъ давленій (см. объ этомъ въ «Зам. о гипотезахъ относ. движ. ледн.», гипотезу г. Болля). Въ арктическихъ-же ледяныхъ покровахъ, которыхъ температура должна быть значительно ниже нуля, обращеніе льда въ воду путемъ давленія можетъ представлять лишь совершенно ничтожный, случайный процессъ. Тоже относится и до верхнихъ частей ледниковъ въ горныхъ странахъ, напримѣръ—въ Альпахъ.

Но можетъ явиться еще одно сомнѣніе. Если движенія ледяныхъ массъ совершаются путемъ боковаго скольженія ихъ частицъ, и если эти массы такъ пластичны, что частицы льда могутъ сообразоваться въ своихъ путяхъ со всѣми мелкими неровностями скалъ, по которымъ онѣ движутся, то могутъ-ли камешки и кристаллики, проводящіе борозды, удержаться въ такомъ тѣлѣ съ тою прочностью, безъ которой правильное изборожденіе невозможно?

Такое сомнѣніе возможно однако лишь при крайне-преувеличенномъ представленіи о томъ, какая степень пластичности льда необходима для согласованія путей его частицъ съ неровностями почвы. На самомъ же дѣлѣ, разсматривая то, что въ дѣйствительности происходитъ въ ледникахъ, мы замѣчаемъ что, несмотря на полнѣйшую ихъ способность прилаживаться ко всѣмъ неровностямъ своего русла, относительныя движенія частицъ ледниковаго льда совершенно ничтожны на малыхъ протяженіяхъ, сравнительно съ массовымъ движеніемъ. Такъ напримѣръ, если бы мы взяли часть ледника въ одинъ квадратный метръ (на поверхности или на днѣ его), то по прошествіи сутокъ мы увидѣли бы, что этотъ кусокъ льда прошелъ

всею своею массою нѣкоторое разстояніе, но что относительныя перемѣщенія его частицъ, совершившіяся въ то же время, такъ малы, что едва могутъ быть замѣчены при самыхъ тщательныхъ измѣреніяхъ. Пройдя, напримѣръ, въ сутки 60 мм., этотъ квадратный кусокъ льда,—какъ видно изъ измѣреній г. Рельй, —едва измѣнилъ бы свою форму на какіе-нибудь два-три миллиметра: разность скоростей двухъ его вершинъ доходила бы въ сутки всего отъ 0,8 до 2,5 мм. [116]), а ихъ расхожденіе въ то же время было-бы не болѣе 1,5 мм., что̀ составляло-бы уголъ всего около $1^1/_2{}^\circ$. Понятно, однако, что при столь ничтожномъ относительномъ движеніи частицъ, можно разсматривать нашъ кусокъ льда, какъ будто-бы онъ двигался со скоростью въ 60 мм., вовсе безъ относительнаго движенія его частицъ; а при такихъ условіяхъ, какъ мы знаемъ изъ опытовъ г. Добрэ, изборожденіе происходило-бы непремѣнно, лишь бы на ледъ было оказано достаточное давленіе. Нужно еще замѣтить при этомъ, что какъ ни ничтожны эти относительныя движенія частицъ на небольшихъ пространствахъ, но они совершенно достаточны, чтобы объяснить всѣ особенности изборожденія скалъ. Дѣйствительно, если разсматривать поверхность изборожденной скалы въ родѣ изображенной мною выше (рис. 13), то мы убѣждаемся, что на такихъ скалахъ (за исключеніемъ тѣхъ мѣстъ, гдѣ ледъ долженъ былъ взбираться на почти отвѣсныя стѣны) нѣтъ двухъ бороздъ, взятыхъ въ разстояніи одного метра другъ отъ друга, которыя, будучи первоначально параллельными, расходились-бы на протяженіи суточнаго пути льда во взятомъ сейчасъ примѣрѣ (т.-е. на протяженіи 60 мм.) болѣе, чѣмъ на два-три миллиметра, т.-е. на одинъ или два градуса; исключеніе составляютъ только тѣ мѣста, гдѣ ледъ

---

[116]) Наибольшая замѣченная разность доходитъ въ одномъ случаѣ до 4,8 мм. при разстояніи въ 1 метръ. Тоже и въ измѣреніяхъ Форбза: кусокъ льда въ 1 кв. м., взятый у его вѣхъ № 2 и № 38, проходитъ въ сутки 348 и 311 мм., а разность скоростей его вершинъ доходитъ въ это время только до 2,1 и 4,9 мм. Forbes, Illustrations etc., p. 171).

долженъ былъ взбираться на почти отвѣсныя стѣны бараньихъ лбовъ, и гдѣ расхожденія случайно доходятъ до 10°; но здѣсь представляются уже особыя — очень сложныя — механическія условія, и мы очевидно сдѣлали-бы чрезвычайно невѣрный выводъ, если, основываясь на томъ, что частицы льда, при встрѣчѣ съ непреодолимою каменною преградою и нажимаемыя надвигающеюся сзади массою, могутъ расходиться подъ углами въ 10°,—мы заключили бы, что онѣ также легко могутъ расходиться и для того, чтобы обходить какой-нибудь подвижный камешекъ, задерживаемый только треніемъ о скалу.

Наконецъ, основательность упомянутаго сомнѣнія можетъ быть опровергнута прямымъ фактомъ, т.-е. ссылкою на еще болѣе пластичное тѣло, воду. Частицы этой жидкости обладаютъ, конечно, несравненно бо́льшею свободою перемѣщенія чѣмъ частицы льда, но мы знаемъ, что онѣ не обтекаютъ мелкихъ камешковъ, лежащихъ на днѣ рѣки, а приводятъ ихъ въ движеніе, хотя этимъ камешкамъ и приходится и стирать и вытачивать каменное ложе, по которому они несутся. Впрочемъ, на этотъ счетъ есть и прямыя наблюденія Бишофа. Приводя во вращательное движеніе воду, налитую въ жестяной сосудъ, на днѣ котораго лежали камешки и песокъ, Бишофъ замѣчалъ, что, при нѣкоторой скорости вращенія, эти камешки покрываютъ дно жестянаго сосуда тончайшими царапинами. Тоже замѣчалось и въ томъ случаѣ, когда дно сосуда составляла гладкая стеклянная пластинка [117]). Такимъ

[117]) G. Bischof, Chemische u. phys. Geologie, Supplement-Band, Bonn, 1871, p. 54.—Читатель замѣтитъ конечно, что этотъ фактъ не противорѣчитъ сказанному раньше о невозможности изборожденія водою; тончайшія царапинки, образовавшіяся въ опытѣ Бишофа, хотя и доказываютъ бороздящую силу воды, но ея ледниковыми бороздами не имѣютъ ничего общаго по величинѣ и расположенію. Такъ какъ опытъ былъ остановленъ достаточно скоро, то эти царапинки можно было еще различить, но если бы онъ былъ продолженъ долѣе, то число ихъ сдѣлалось бы такъ велико и онѣ такъ разнообразно переплетались бы другъ съ другомъ, что просто обратили бы глянцовитую поверхность стекла въ матовую. На шероховатомъ камнѣ онѣ только сгладили бы неровности, придавъ ему (водную) полировку.

образомъ, даже и въ жидкости, взаимное сцѣпленіе частицъ достаточно, чтобы приводить въ движеніе камешки и песокъ такъ, чтобы они могли царапать поверхность, по которой движутся. Тѣмъ достаточнѣе для этого сцѣпленіе частицъ льда, обладающихъ несравненно меньшею свободою относительнаго движенія. Ясно, слѣдовательно, что молекулярное движеніе ледяныхъ частицъ отнюдь не находится въ противорѣчіи съ изборожденіемъ скалъ. Поэтому я и не вижу никакой причины обращаться еще къ какому-то особому скольженію всего ледника, кромѣ пластичнаго его движенія,—какъ это дѣлаютъ (не приводя, впрочемъ, никакихъ основаній) Тиндалль и другіе. Напротивъ того, я полагаю, что пластичное частичное движеніе льда въ ледникахъ, подъ большимъ давленіемъ, есть дѣйствительная [118]) и единственно-возможная причина изборожденія.

Обращаясь теперь къ наблюденіямъ въ природѣ, чтобы удостовѣриться въ томъ, что масса льда, накопившаяся на какомъ-нибудь материкѣ, дѣйствительно можетъ расползаться во всѣ стороны, хотя-бы почва не представляла никакого уклона, мы конечно не можемъ ожидать, чтобы природа дала намъ возможность удостовѣриться въ этомъ непосредственно: мы можемъ составлять только гадательныя предположенія о рельефѣ страны, скрытой подо льдомъ. Впрочемъ, послѣ наблюденій Хэйеса, Норденшильда и второй Германской экспедиціи, Грёнландія можетъ служить подтвержденіемъ того, что ледяной покровъ расползается во всѣ стороны, несмотря на то, что уклонъ покрываемой имъ страны не превосходитъ $^1/_4{}^0$, а по всей вѣроятности даже гораздо меньше [119]). Кромѣ того, мы

---

[118]) Въ этомъ отношеніи я совершенно согласенъ съ г. Кроллемъ; но онъ касается вопроса съ другой точки зрѣнія, на мой взглядъ не совсѣмъ убѣдительной. Ср. J. Croll, On the Physical Cause of the Motion of Glaciers, въ Philos. Magaz., ser. IV, vol. 37, 1869, p. 205.

[119]) Поднимаясь въ верхнихъ частяхъ фьорда Франца-Іосифа на окрестныя высоты, Пайеръ несомнѣнно увидѣлъ бы высокія цѣпи горъ, если-бы онѣ суще-

знаемъ, напримѣръ, отъ Агассиса, что верхняя часть Аарскаго ледника имѣетъ на поверхности уклонъ всего въ $0^0\ 18'21''$ на протяженіи 618 м., а нѣсколько ниже — въ $2^\circ\ 16'\ 25''$. Средній же уклонъ въ верхнихъ частяхъ ледника всего $1^\circ\ 39'$. Уклоны поверхностей нэве вообще очень незначительны: такъ, нэве Алеча имѣетъ уклонъ въ 3^0 (по Э. де-Бомону), а нэве Финстераара — всего въ $1^0\ 40'$; на нѣкоторыхъ же протяженіяхъ они совершенно горизонтальны [120]). Но еще любопытнѣе наблюденія г. de-Seue надъ нэве Юстедаля въ Норвегіи, такъ какъ изъ нихъ видно, что это нэве, несмотря на совершенно горизонтальную поверхность, имѣетъ все-таки скорости отъ 2,4 до 7,1 мм. въ часъ [121]). Впрочемъ, вообще извѣстно уже изъ наблюденій Агассиса, что уклонъ ложа имѣетъ несравненно меньшее вліяніе на скорость ледника, чѣмъ величина питающихъ его цирковъ: ледники, хотя-бы и очень крутые, но питаемые малыми цирками и имѣющіе малую толщину, движутся гораздо медленнѣе чѣмъ тѣ, которые, хотя и имѣютъ пологое ложе, но за то питаются большими фирнами и достигаютъ значительной толщины [122]).

Итакъ, на основаніи всего вышесказаннаго мы можемъ придти къ заключенію, что на материкахъ должны были образовываться, при извѣстныхъ климатическихъ условіяхъ, обширные ледяные покровы въ тысячу, двѣ и три тысячи метровъ толщины, и что эти ледяные покровы (и даже такіе, которые

ствовали въ среднихъ частяхъ Грёнландіи. Между тѣмъ, горы въ 3000 м. высоты были видны только въ самомъ сосѣдствѣ береговой полосы. Впрочемъ, если-бы мы допустили даже существованіе сплошнаго поднятія въ 3000 м. высоты въ среднихъ частяхъ Грёнландіи, подъ 76° с. ш., то, принимая въ разсчетъ, что ледяной покровъ уже въ ближайшемъ сосѣдствѣ западнаго берега достигаетъ высоты не менѣе 600 м. (Hayes, A. Nordenskjöld), мы получили бы для уклона его поверхности всего 2400 м. на 600 килом., т.-е. менѣе $^1/_4{}^0$.

120) L. Agassiz, Système glaciaire. Paris, 1847, pp. 44, 83, 84, 90.

121) C. de-Seue, le nevè de Justedal, no Amer Jour. of Sc. and Arts (III) v. 4, 1872, p. 134.

122) Agassiz. l. c., pp. 91, 527.—Ср. также выше, примѣчаніе 16-е на стр. 419.

были бы въ десять и двадцать разъ тоньше) должны были расползаться по странѣ, какого-бы она ни была рельефа. Разъ образовавшись, ледяной покровъ достаточной толщины необходимо долженъ былъ бы представлять совершенно тоже, что́ представляетъ масса глины, или масса металла въ предположенныхъ выше условіяхъ. Онъ растекался бы во всѣ стороны, какъ масса жидкости, спускался бы въ глубокія впадины почвы и поднимался бы на нагорья, имѣющія меньшую высоту, чѣмъ та, которой онъ достигаетъ въ своихъ среднихъ частяхъ; вообще онъ стремился бы заровнять всѣ неровности почвы, покрывая ее пеленою, имѣющею горизонтальную поверхность. Предѣлъ распространенію такой массы былъ бы только тамъ, гдѣ годичное таяніе и испареніе льда были бы достаточны, чтобы остановить ея дальнѣйшіе захваты, или тамъ, гдѣ она встрѣтилась бы съ нагорьями, превосходящими высоту ея среднихъ частей. Но и въ этихъ случаяхъ вліяніе на климатъ близкаго сосѣдства обширной массы льда было бы таково, что эта масса стремилась бы все болѣе и болѣе расширить свои владѣнія. Она неизбѣжно понижала бы температуру воздуха, поглощая массу тепла на таяніе и испареніе льда, уменьшала бы нагрѣваніе, увеличивая количество водяныхъ паровъ въ атмосферѣ, и увеличивала бы количество водныхъ осадковъ,— словомъ, дѣйствовала бы такъ, какъ—по справедливому замѣчанію А. И. Воейкова [123]) — дѣйствуетъ весною въ нашихъ широтахъ масса снѣга, оставшаяся на поляхъ послѣ очень снѣжной зимы. Такимъ образомъ, все новыя и новыя области присоединились бы къ тѣмъ, въ которыхъ годичное накопленіе снѣга превосходитъ годичное его таяніе и испареніе. Особенно замѣтно это было бы въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ ледяной покровъ, въ своемъ вѣковомъ распространеніи, приближался бы къ высокимъ горнымъ цѣпямъ; онѣ въ свою очередь становились бы холодильниками для сгущенія водныхъ осадковъ въ видѣ

[123]) А. Воейковъ, въ Извѣстіяхъ Географ. Общ., 1870, также въ American Journal, July 1871.

снѣга, и въ одну сторону своего ската онѣ посылали бы новые ледяные потоки, на присоединеніе къ общему ледяному покрову, въ другую — посылали бы по главнымъ долинамъ мощные ледники въ сосѣднія равнины. И только въ этихъ равнинахъ, на южныхъ склонахъ высокихъ цѣпей, или у подошвы болѣе теплыхъ и сухихъ плоскогорій, наша ледяная масса встрѣчала бы наконецъ предѣлъ своему распространенію.

Но едва только доказана необходимость такого расползающагося движенія ледяной массы и признано, что—какъ только скалы достаточно отполированы, — всѣ пути нижнихъ частей такой массы обозначаются проводимыми ими шрамами, то всѣ явленія изборожденія становятся чрезвычайно ясными: они вытекаютъ, какъ неизбѣжные корольларіи изъ доказанной теоремы.

Прежде всего мы получаемъ, слѣдовательно,—разсматривая явленіе въ общихъ чертахъ, — лучистое изборожденіе, расходящееся изъ нѣкоторой центральной площади и обусловленное общимъ расползаніемъ ледяной массы. Въ этомъ своемъ расходящемся движеніи изборожденіе будетъ иногда сообразоваться съ особенностями рельефа страны, иногда — нѣтъ, смотря по мѣстнымъ условіямъ. Если ледъ встрѣчаетъ широкую, абсолютно-глубокую, но относительно пологую долину, поперечную направленію его движенія, то, занимая ее одновременно на всемъ ея протяженіи спускающимися ледяными массами, онъ не можетъ направиться ни въ ту, ни въ другую сторону въ направленіи ея длины: онъ долженъ прямо пересѣкать её; получится, слѣдовательно, столь обычное изборожденіе поперекъ долины. Наоборотъ, если на пути ледяной массы встрѣтится узкая и глубокая впадина, въ родѣ щели, давшей начало фьорду, или —геометрически-подобной формы, но въ бо́льшихъ или меньшихъ размѣрахъ, и если уклонъ этой впадины значителенъ, то каково бы ни было направленіе движенія всей ледяной массы, но часть ея неизбѣжно направится внизъ по этой долинѣ, слѣдуя, какъ альпійскій ледникъ, всѣмъ ея изги-

бамъ: она будетъ двигаться подобно струйкѣ воды, которая несется по извилинамъ ложбинки на днѣ рѣки, тогда какъ вся рѣка продолжаетъ свое движеніе въ прежнемъ направленіи. Получится, слѣдовательно, изборожденіе, рабски слѣдующее направленіямъ долины, тогда какъ внѣ этой долины оно удерживаетъ свой обычный ходъ. Таково изборожденіе на западныхъ берегахъ Норвегіи. Если льду встрѣтится широкая долина, хотя бы почти перпендикулярная радіусамъ расхожденія ледяной массы, но если эта долина замѣтно расширяется, и при устьѣ ея встрѣчаются открытыя мѣста, — такъ что она представляетъ открытый выходъ выдавливаемому льду, — то онъ всегда нѣсколько уклонится отъ первоначальнаго направленія, внизъ по ея длинѣ. Такъ уклоняется, напримѣръ, изборожденіе въ нижнихъ частяхъ Финскаго залива, мѣняя свое южное и даже юго-восточное движеніе на юго-юго-западное. Если встрѣтится широкая и глубокая долина подъ острымъ угломъ къ направленію лучистаго расхожденія льда, то онъ можетъ или направиться внизъ по ней, или пересѣкать её: все будетъ зависѣть отъ того, во-1), насколько открытъ и удобенъ этотъ каналъ для выгруженія льда внизъ по его длинѣ, а во-2), какъ велико давленіе, или живая сила, въ сосѣднихъ частяхъ ледяной массы. Такъ напримѣръ, если бы ледяная масса N, ограниченная линіею cd (рис. 83), движущаяся въ направленіи, указанномъ большими стрѣлками, встрѣтила долину ab, $a'b'$, то она направилась бы отчасти внизъ по ней, и изборожденіе приняло бы направленіе, указанное на рисункѣ маленькими стрѣлками. Такъ заворачивалъ, напримѣръ, ледяной потокъ въ сѣверныхъ частяхъ Ботническаго залива, мѣняя свое юго-юго-восточное движеніе на южное (Boethlingk). Но если бы, при тѣхъ же условіяхъ, подвигалась еще масса льда изъ M (рис. 84), имѣющая бо́льшую живую силу, чѣмъ та масса, которая идетъ изъ N (т.-е. выдавливаемая бо́льшею ледяною толщею), то она заворотила бы потокъ N, и изборожденіе пересѣкало бы долину почти подъ прямымъ угломъ. Такъ,

потокъ льда шедшій со становаго нагорья Скандинавіи, заворачивалъ Ботническій потокъ въ среднихъ частяхъ Ботническаго залива и заставлялъ его выдавливаться на Финскія плоскогорія. Если перпендикулярно радіусамъ расхожденія ледяной массы, или подъ большимъ угломъ къ нимъ, встрѣтится цѣпь горъ, или сплошное поднятіе меньшей высоты, чѣмъ та, которой достигаетъ ледяная масса въ своихъ среднихъ частяхъ, —то ледъ не можетъ остановиться у подножія этого поднятія. Если годичное его таяніе не будетъ уничтожать годичной прибыли льда, вновь образующагося и надвигающагося сзади, то онъ долженъ будетъ накопляться у подножія поднятія до тѣхъ поръ, пока не достигнетъ его вершины, не окутаетъ его сплошь, какъ пеленою, и не начнетъ двигаться поверхъ его,—черезъ него. Такъ переходилъ ледяной потокъ Финляндское сплошное поднятіе, Ирландскія цѣпи, высокія цѣпи большаго бассейна (Great Basin) въ Сѣверной Америкѣ, и т. д. Наконецъ, если обширный ледяной потокъ, сползающій съ большаго материка, встрѣтитъ другой потокъ, сползающій съ другаго материка, то, встрѣчаясь, они оба направятся подъ угломъ туда, гдѣ будетъ встрѣчаться наименьшіе сопротивленіе. Такой случай представился бы напримѣръ, если бы ледяная масса, сползающая съ полярнаго материка, встрѣтилась съ массою, сползающею изъ Скандинавіи и Лапландіи: онѣ образовали бы одинъ общій потокъ, который двигался бы на З., въ Нѣмецкое море, огибая Нордкапъ.

Словомъ, не плодя примѣровъ, которые подберетъ каждый, имѣющій въ рукахъ карты изборожденія, весь общій характеръ расположенія ледниковыхъ бороздъ, разнообразныя ихъ уклоненія отъ первоначальныхъ путей становятся совершенно понятными и бо́льшею частію *могутъ быть фактически объяснены* въ связи съ рельефомъ страны, если только всегда имѣть въ виду, что ледяной покровъ есть совершенно пластическая масса, которой движенія всегда суть результатъ выдавливанія частицъ въ сторону наименьшаго сопротивленія.

Нечего и прибавлять, что всѣ эти явленія, ни въ отдѣльныхъ случаяхъ, ни — тѣмъ болѣе — въ ихъ совокупности, не могутъ быть объяснены *никакимъ инымъ путемъ*, какъ признаніемъ пластическаго ледянаго покрова. А такъ какъ во всѣхъ странахъ сѣвернаго полушарія (и вѣроятно южнаго), *гдѣ только намъ извѣстно изборожденіе*, оно всегда является съ перечисленными признаками, то несомнѣнно, что всѣ эти страны нѣкогда покрывались сплошными ледяными толщами [124]). Мало того, если гдѣ-нибудь будетъ найдено изборожденіе, хотя бы съ однимъ изъ перечисленныхъ сейчасъ признаковъ, то — такъ какъ онъ не можетъ быть объясненъ ни рѣчнымъ, ни морскимъ льдомъ — мы должны будемъ признать, что страна, гдѣ найдено такое изборожденіе, тоже была нѣкогда покрыта либо отдѣльными ледниками, либо ледянымъ покровомъ. Наконецъ, если мы найдемъ гдѣ-нибудь хотя бы одинъ квадратный метръ отполированной и изборожденной поверхности, въ какихъ бы то ни было условіяхъ, — лишь бы не на днѣ долины, въ нижнемъ теченіи очень большой рѣки, текущей на сѣверъ, — мы должны будемъ, слѣдуя единственно-раціональному методу естествознанія, т.-е. оцѣнкѣ вѣроятностей, признать *весьма* вѣроятнымъ, что въ данномъ мѣстѣ, проходилъ нѣкогда ледникъ, — хотя бы даже не было никакихъ другихъ признаковъ этого ледника (случай, какъ мы увидимъ ниже, почти невозможный).

При этомъ, если изборожденіе замѣчается только въ долинахъ, и въ этихъ долинахъ—только до извѣстной высоты [125]), и если оно *всегда* слѣдуетъ направленію долинъ, то несомнѣнно,

---

[124]) Онѣ конечно могли погружаться и дѣйствительно погружались всѣ на нѣкоторую глубину въ арктическое море, но—послѣ или прежде періода сплошныхъ ледяныхъ покрововъ.

[125]) Въ этомъ случаѣ нужно, впрочемъ, всегда руководствоваться не однимъ изборожденіемъ, а вообще — ледниковою формою скалъ, такъ какъ изборожденіе на стѣнахъ долинъ бываетъ плохо замѣтно на нѣкоторой высотѣ даже и въ томъ случаѣ, если ледъ заполнялъ всю долину и даже распространялся по странѣ сплошнымъ покровомъ большой толщины.

что въ странѣ существовали только отдѣльные ледники, которые, покрывая высшія точки и цирки нагорья, спускались затѣмъ по нынѣ-существующимъ долинамъ, заполняя ихъ не до самаго верха, или же образуя нетолстые покровы надъ гребнями водораздѣловъ. Нужно впрочемъ всегда убѣдиться сперва, что изборожденія, не слѣдующаго долинамъ горъ, и ледниковыхъ формъ у скалъ вовсе не замѣтно на водораздѣлахъ, такъ какъ и въ странѣ, покрывавшейся сплошнымъ ледянымъ покровомъ, изборожденіе всегда замѣчается преимущественно на днѣ долинъ, какъ вслѣдствіе атмосферическихъ и другихъ причинъ, о которыхъ будетъ рѣчь въ слѣдующемъ параграфѣ, такъ и вслѣдствіе того, что послѣ исчезновенія сплошнаго ледянаго покрова всегда уцѣлѣвали отдѣльные ледники. Если же изборожденіе встрѣчается и на высшихъ точкахъ страны и на гребняхъ побочныхъ отроговъ, если оно слѣдуетъ долинамъ лишь отчасти, слегка уклоняясь въ сторону ихъ уклона, но на сплошныхъ поднятіяхъ пересѣкаетъ меньшія долины и, говоря вообще, держится преимущественно одного направленія, — тогда мы заключаемъ о существованіи сплошнаго ледянаго покрова значительной толщины. Наконецъ, если мы увидимъ, что изборожденіе съ этими послѣдними признаками попадается только мѣстами, на небольшихъ пространствахъ массивныхъ нагорій, то мы заключимъ о существованіи отдѣльныхъ, небольшихъ ледяныхъ покрововъ, которые могли и не покрывать всего материка. Къ первому типу принадлежатъ Алпійскіе ледники и вообще ледники высокихъ альпійскихъ горныхъ странъ (Гималаи, Альпы); ко второму типу—ледяные покровы, покрывавшіе сплошныя поднятія и плоскія возвышенности (Скандинавія, Финляндія, восточныя части Сѣверной Америки и т. д.); наконецъ, къ третьему типу принадлежатъ, повидимому, небольшіе ледяные покровы, нынѣ существующіе въ Скалистыхъ горахъ Сѣверной Америки; они также покрываютъ только нѣкоторыя части нагорья, но гораздо обширнѣе альпійскихъ или гималайскихъ ледниковъ.

Заключенія. Итакъ, резюмируя сказанное, мы имѣемъ:

1. Изборожденіе, сходное съ ледниковымъ, можетъ быть иногда результатомъ рѣчнаго льда, въ тѣхъ случаяхъ, когда въ рѣкѣ, текущей съ юга на сѣверъ, случаются громадные заторы, и ледъ проталкивается съ большою силою по низкимъ береговымъ мысамъ. Въ такихъ случаяхъ, изборожденіе на болѣе мягкихъ породахъ можетъ иногда отличаться отъ ледниковаго только нѣсколько меньшею правильностью и тѣмъ, что пересѣкаетъ *луды* (сходныя съ бараньими лбами) не вдоль ихъ большой оси, а перпендикулярно ей.

2) Изборожденіе плавающими льдинами въ моряхъ можетъ быть и возможно иногда, при особо-благопріятныхъ условіяхъ и на очень небольшихъ протяженіяхъ; но до сихъ поръ нигдѣ, ни на одномъ изъ береговъ, вышедшихъ недавно изъ подъ уровня моря, несмотря на тщательные поиски, не было наблюдаемо такого изборожденія, которое могло бы быть приписано морскимъ льдинамъ, хотя бы съ какою-нибудь вѣроятностью.

3. То изборожденіе, которое дѣйствительно наблюдается въ природѣ, рѣшительно не объяснимо плавающими льдинами и можетъ быть объяснено только сплошными ледяными покровами или ледниками:

a) оно расходится лучисто изъ одного или нѣсколькихъ центровъ; оно всегда слѣдуетъ узкимъ и глубокимъ долинамъ, но безпрестанно пересѣкаетъ болѣе широкія и болѣе открытыя впадины, достигающія иногда значительной глубины; оно поднимается на небольшія горныя цѣпи и на обширныя плоскія возвышенности и пересѣкаетъ ихъ, то направляясь вверхъ по ихъ долинамъ, то пересѣкая эти долины подъ всевозможными углами; оно всегда избираетъ такія направленія, гдѣ большая масса какого-нибудь пластичнаго тѣла, двигаясь въ извѣстную сторону, встрѣчала бы наименьшія сопротивленія;

b) оно слѣдуетъ мельчайшимъ изгибамъ поверхности горъ, а большія куполовидныя вершины не опоясываетъ по горизон-

талямъ, но поднимается на ихъ нерѣдко-крутые боковые склоны; оно покрываетъ склоны куполовидныхъ вершинъ не только на встрѣчной сторонѣ, но и на той, которая была бы закрыта для плавающей льдины маковкою горы;

c) оно поднимается въ гору на склоны въ 20^0—30^0, иногда въ 65^0, даже иногда — на отвѣсные и вогнутые склоны;

d) оно сплошь да рядомъ встрѣчается въ такихъ мѣстахъ, которыхъ бороздящая сила могла достигнуть, только миновавши большой порогъ; такъ мы находимъ его на склонѣ и у подошвы довольно высокихъ горныхъ цѣпей и обширныхъ сплошныхъ поднятій, которыя сами не могли давать начала отдѣльнымъ ледникамъ, причемъ оно имѣетъ такое направленіе, что бороздящая сила необходимо должна была предварительно пересѣчь эти поднятія; также — на днѣ обширныхъ долинъ, гдѣ оно либо спускается внизъ по долинѣ, либо пересѣкаетъ её.

4. Всѣ эти явленія, абсолютно невозможныя для плавающихъ льдинъ, могутъ быть объяснены только при допущеніи, что бороздившіе камни были заключены въ такое твердое тѣло, которое, вмѣстѣ съ тѣмъ, было бы совершенно пластично — и сообразовалось бы въ своихъ движеніяхъ со всѣми неровностями своего ложа, подобно массѣ воды или другой жидкости, или полужидкости.

5. Такое тѣло могла представлять только толща льда громадныхъ размѣровъ. Какъ наблюденіе, такъ и опытное изученіе свойствъ твердыхъ тѣлъ показываютъ, что, будучи подвержены достаточному давленію, самыя твердыя тѣла становятся совершенно пластичными, и въ нихъ происходятъ частичныя движенія, тождественныя съ тѣми, которыя происходятъ въ растекающихся жидкостяхъ. Наблюденіе и опытъ показываютъ также, что ледъ принадлежитъ къ тѣламъ, обладающимъ этою пластичностью въ весьма значительной степени, и что толща льда, гораздо меньшей мощности, чѣмъ тѣ, которыя нынѣ накопляются на около-полярныхъ материкахъ, должна, подъ давленіемъ собственныхъ верхнихъ слоевъ, выдавливаться во всѣ стороны.

подчиняясь при этомъ, въ своихъ частичныхъ движеніяхъ, гидродинамическимъ законамъ. Относительныя перемѣщенія частицъ въ такой массѣ совершаются конечно весьма медленно, достигая, въ короткіе промежутки времени и на малыхъ разстояніяхъ, едва измѣримыхъ величинъ; но, при неизбѣжной вслѣдствіе этого медленности поступательнаго движенія всѣхъ частей расползающейся массы, эти ничтожныя относительныя движенія вполнѣ достаточны, чтобы заставить массу формоваться сообразно всѣмъ неровностямъ своего ложа и, вмѣстѣ съ тѣмъ, сохранить достаточную твердость, чтобы удерживать въ неизмѣнномъ положеніи песчинки и камешки, бороздящіе горныя породы.

6. Сравненіе движеній, которыя должны совершаться въ массѣ льда, находящейся въ этихъ условіяхъ, съ тѣми, которыя должно было совершать бороздившее тѣло, чтобы дать изборожденіе, наблюдаемое въ природѣ, показываетъ, что, признавая расползаніе ледянаго покрова причиною изборожденія, мы обращаемся къ возможной и достаточной причинѣ, которая объясняетъ какъ главныя типичныя черты, такъ и всѣ второстепенныя особенности въ расположеніи бороздъ; и наоборотъ, эти типичныя черты и особенности изборожденія не могутъ быть объяснены *никакимъ другимъ* изъ возможныхъ въ этомъ случаѣ физическихъ дѣятелей.

Замѣтка

о гипотезахъ, предложенныхъ для объясненія движенія ледниковъ.

Положеніе вопроса.— Гипотеза Соссюра. — Воззрѣнія Хопкинса.— Гипотезы Хюги и Шарпантье,—г. Мозли,—г. Томсона.—Гипотеза Форбза.—Гипотеза г. Тиндалля.—Вычисленія и выводы г. Мозли.—Возраженія г. Кролля и его гипотеза.—Гипотеза г. Болля.—Соображенія, основанныя на температурѣ ледниковъ.—Температуры арктическихъ ледяныхъ покрововъ.—Заключенія.

Разсматривая въ предыдущемъ параграфѣ, что̀ должно было бы произойти съ массою льда, накопившеюся на какомъ-нибудь материкѣ, мы пришли къ заключенію, по аналогіи съ разнообразными, полужидкими и твер-

дыми тѣлами, что такая масса, достигнувъ извѣстной толщины, необходимо должна была-бы расползаться во всѣ стороны, подчиняясь въ своихъ частичныхъ движеніяхъ законамъ движенія жидкостей; и мы убѣдились также, что подобное расползаніе массы льда было-бы достаточною и единственно-возможною причиною того изборожденія, которое наблюдается теперь на многихъ материкахъ. Разсмотрѣвъ затѣмъ ближе свойства собственно-льда, а именно его твердость и хрупкость,—которыя съ перваго взгляда, казалось, могли бы противорѣчить предполагаемой въ немъ пластичности,—мы убѣдились, что они ни въ какомъ случаѣ не могутъ находиться въ противорѣчіи съ тою небольшою степенью пластичности, которая была-бы достаточна, чтобы объяснить какъ движенія ледниковъ, такъ и всѣ явленія изборожденія. Наконецъ, мы показали, что давленіе, которому долженъ быть подвергнутъ ледъ, чтобы въ немъ проявилась эта пластичность, отнюдь не превышаетъ того давленія, которое онъ выдерживаетъ въ альпійскихъ ледникахъ и въ арктическихъ ледяныхъ покровахъ. Такимъ образомъ, устанавливая фактъ неизбѣжности жидкостнаго расползанія большой ледяной массы, мы получили, какъ частный случай изъ общаго положенія, тотъ выводъ, что движеніе альпійскихъ ледниковъ также должно совершаться путемъ жидкостнаго, частичнаго расплющиванія льда,—какъ совершалось бы въ подобныхъ же условіяхъ расплющиваніе любаго твердаго тѣла, накопившагося въ достаточныхъ размѣрахъ. Изучая изборожденіе и прилагая ко льду законы, выведенные г-мъ Треска для металловъ, въ связи съ фактами, установленными при изученіи сопротивленія тѣлъ, мы пришли, слѣдовательно, къ тому, чтобы признать главною причиною движенія ледниковъ то свойство,—жидкостное частичное движеніе,—которое считалъ этою причиною Форбзъ, и мы подтвердили такимъ образомъ его гипотезу изслѣдованіями, сдѣланными въ позднѣйшее время, частію въ совершенно другихъ областяхъ.

Теперь мы сопоставимъ въ бѣгломъ очеркѣ различныя гипотезы, предлагавшіяся въ разное время для объясненія движенія альпійскихъ ледниковъ. Мы увидимъ изъ этого обзора, что всѣ тѣ изъ нихъ, которыя предложены въ послѣднее время, признаютъ уже пластичность большихъ массъ льда фактомъ совершенно твердо установленнымъ, и что онѣ разнятся между собою только въ вопросѣ о томъ, какими свойствами *собственно льда* объясняется эта пластичность *ледниковъ*; впрочемъ, даже и при разногласіи относительно этихъ свойствъ, всѣ главныя гипотезы допускаютъ пластичность льда хотя въ нѣкоторой мѣрѣ; онѣ расходятся между собою лишь относительно *степени* проявленія этого свойства и относительно того, какую роль слѣдуетъ отвести ему въ числѣ другихъ свойствъ льда, которыя также могутъ служить для объясненія движенія ледниковъ. Разсмотрѣвши различныя гипотезы, мы убѣдимся, слѣдовательно, что установленное выше положеніе о необходимости расползанія большой ледяной толщи, не зависитъ вовсе отъ того, которую изъ предложенныхъ гипотезъ мы предпочли бы другимъ; а вмѣстѣ съ тѣмъ я постараюсь также показать, что, признавая пластичность льда причиною пластичности ледниковъ, мы дѣйствительно обращаемся къ *главной* причинѣ, наилучше доказанной и общей для всѣхъ ледниковъ безъ исключенія. Этотъ обзоръ еще болѣе подтвердитъ такимъ образомъ положенія, установленныя въ предыдущемъ параграфѣ.

Вопросъ о способѣ и причинахъ движенія ледниковъ былъ поднятъ еще въ концѣ прошлаго столѣтія, и съ тѣхъ поръ онъ не перестаетъ занимать физиковъ. Но, не смотря на то, что о немъ пишутъ уже болѣе семидесяти лѣтъ и что имъ очень дѣятельно занимаются съ сороковыхъ годовъ, не смотря наконецъ на чрезвычайно обширный фактическій матеріалъ, собранный въ послѣднее тридцатилѣтіе,—вопросъ до сихъ поръ все еще не получилъ удовлетворительнаго и общепринятаго рѣшенія. Разсмотрѣть подробно ходъ его развитія, показать, какъ въ теченіе тридцати слишкомъ лѣтъ ведется подъ различными формами споръ все объ одномъ и томъ же,—обладаетъ ли ледъ тою небольшою пластичностью, которая была бы достаточна для объясненія движенія ледниковъ, и показать разнообразныя формы, въ которыхъ проявляется воззрѣніе, отрицающее эту пластичность—было бы, конечно, весьма поучительно; но это завлекло бы насъ слишкомъ далеко, а потому мы ограничимся здѣсь только тѣмъ, что́ непосредственно нужно намъ для цѣлей, изложенныхъ въ началѣ этой замѣтки.

Начало научному изученію Альпъ было положено, какъ извѣстно, въ концѣ прошлаго столѣтія Соссюромъ; имъ же была высказана и первая, распространившаяся въ наукѣ, гипотеза относительно причины движенія ледниковъ [126]). Убѣдившись въ самомъ фактѣ движенія этихъ, съ виду неподвижныхъ, массъ,—фактъ, который нерѣдко отрицался даже позднѣе,—Соссюръ удовольствовался первою, естественно представляющеюся догадкою относительно причины замѣченнаго явленія; онъ предположилъ, что ледникъ скользитъ цѣлою массою по своему руслу, и что облегчается это скольженіе водою, обращающеюся повсемѣстно подо льдомъ, причемъ въ тѣхъ случаяхъ, когда въ долинѣ встрѣчается сопротивленіе движенію ледника, онъ приподнимается водою, вслѣдствіе оказываемаго на неё гидростатическаго давленія. Правда, что изъ одного мѣста его «Путешествія», на которое указываетъ Тиндалль, видно, что отъ него не ускользнула способность ледниковъ прилаживаться къ своему руслу, но онъ не сдѣлалъ никакой попытки согласить эту способность съ предположеннымъ скольженіемъ льда цѣлою массою: онъ ограничился заявленіемъ факта. Нужно, впрочемъ, сказать, что Соссюръ вообще коснулся этого вопроса совершенно вскользь, посвятивъ ему въ своихъ трехъ томахъ всего нѣсколько строчекъ. Тѣмъ не менѣе, гипотеза массоваго скольженія принялась въ наукѣ и держалась довольно долго, т.-е. вплоть до сороковыхъ годовъ, когда вопросъ о движеніи ледниковъ былъ наконецъ впервые поставленъ на научную почву обширными изслѣдованіями Шарпантье, Агассиса, Форбза и многихъ другихъ.

Новыя наблюденія, собранныя въ сороковыхъ годахъ и такъ блистательно доказывавшія пластичность ледниковъ, заставили конечно изслѣдователей, близко знакомыхъ съ жизнью этихъ ледяныхъ рѣкъ, совершенно отказаться отъ гипотезы массоваго скольженія. Тогда было предложено нѣсколько новыхъ объясненій, изъ которыхъ одни исходили изъ пластичности ледниковъ и старались объяснить её тѣми особыми условіями, въ которыхъ находятся

---

[126]) Въ числѣ гипотезъ о причинахъ движенія ледниковъ упоминается еще гипотеза Шейхцера, высказанная въ 1705 году, но она имѣла очень ограниченное распространеніе.

ледъ въ этихъ большихъ скопленіяхъ, другія же шли дальше и объясняли самую пластичность ледниковъ пластичностью льда. Но—эти объясненія такъ прямо шли въ разрѣзъ съ установившимся представленіемъ о льдѣ и ледникахъ, какъ о твердыхъ, совершенно непластичныхъ тѣлахъ, что они конечно немедленно вызвали усиленный отпоръ со стороны защитниковъ традиціонныхъ воззрѣній. Въ числѣ послѣднихъ видное мѣсто занимаетъ извѣстный Хопкинсъ, который, начавши съ безусловнаго отрицанія пластичности не только льда, но и самихъ ледниковъ, долго пытался доказать достаточность одного массоваго скольженія для объясненія явленій, причемъ старался обосновать свои воззрѣнія какъ на опытахъ, такъ и на математическихъ соображеніяхъ. Правда, что старанія Хопкинса не увѣнчались успѣхомъ; сдѣланные имъ опыты были дѣйствительно любопытны, но приложеніе ихъ къ реальнымъ фактамъ природы встрѣчало многочисленныя затрудненія, а математическія доказательства, будучи основаны на гипотетическихъ соображеніяхъ о молекулярныхъ силахъ, естественно вызывали недовѣріе со стороны тѣхъ, кому близко была знакома сложность процессовъ, подлежавшихъ объясненію. Скоро наконецъ и самъ Хопкинсъ, ближе ознакомившись съ фактами, былъ доведенъ до необходимости сдѣлать такой рядъ уступокъ, который окончательно измѣнялъ смыслъ и значеніе его первоначальныхъ воззрѣній. Но его защита гипотезы скольженія и особенно непластичности льда, совпадая съ ходячими воззрѣніями, все-таки не прошла безслѣдно: она не только задерживала распространеніе новыхъ объясненій, но отражается даже и въ современныхъ воззрѣніяхъ; а потому, хотя Хопкинсу и не удалось возстановить гипотезы скольженія, но мы должны будемъ остановиться нѣсколько на высказанныхъ имъ взглядахъ.

Самое очевидное возраженіе, представлявшееся противъ гипотезы Соссюра; было то,—какимъ образомъ могутъ ледники двигаться по долинамъ, имѣющимъ такое ничтожное паденіе, какое обнаружилось изъ измѣреній Шарпантье. Это возраженіе и постарался прежде всего устранить Хопкинсъ. Съ одной стороны, онъ доказывалъ, на основаніи законовъ распространенія теплоты, что нижняя поверхность ледника необходимо должна находиться въ состояніи таянія во всякое время года, вслѣдствіе чего подо льдомъ всегда должно обращаться нѣкоторое количество воды, содѣйствующей скольженію [127]), а съдругой стороны онъ показалъ прямыми опытами, что нѣсколько влажный ледъ скользитъ по наклоннымъ поверхностямъ даже и въ томъ случаѣ, если уголъ паденія ихъ ничтоженъ, а сами поверхности нѣсколько шероховаты. Дѣйствительно, изъ сдѣланныхъ имъ опытовъ видно, что кусокъ льда въ 9 д. (23 цм.) въ квадратѣ, положенный на троттуарную плиту, изсѣченную обычными зазубринами каменотёсовъ (зазубрины лежали въ направленіи ската), скользитъ по плитѣ даже тогда, когда уклонъ ея былъ всего въ 3°; въ этомъ случаѣ скорость скольженія доходила все-таки до 8 мм. въ часъ. При большихъ-же уклонахъ, до 10°, скорость еще возрастала, приблизительно пропорціонально углу наклоненія, и движеніе оставалось (до 20°) неускорительнымъ; но даже и при самыхъ малыхъ углахъ наклоненія, доходившихъ до 0°40′, движеніе все-таки было еще замѣтно, если ледъ лежалъ на гладкой,

[127]) Въ это время не разъ высказывалось мнѣніе, что ледникъ долженъ зимою примерзать къ своему руслу.

хотя и не отполированной поверхности; а на шлифованной мраморной плитѣ онъ выказывалъ, замѣчаетъ Хопкинсъ, такую же чувствительность къ малѣйшимъ измѣненіямъ уровня, какъ и вода [128]). Наконецъ, скорость движенія вообще увеличивалась, когда на ледъ накладывался нѣкоторый грузъ [129]).

Понятно, однако, что эти опыты устраняли только одну изъ многихъ трудностей, съ которыми встрѣчалась гипотеза скольженія, даже въ самомъ вопросѣ о треніи скользящаго ледника, и эти трудности были немедленно указаны Форбзомъ, Агассисомъ и другими. Опыты доказывали только, что ледъ можетъ скользить по весьма пологому скату, когда его треніе ничтожно, но— какъ можетъ онъ двигаться тогда, когда долженъ бороздить и полировать скалы и, слѣдовательно, преодолѣвать громадное треніе? какъ можетъ онъ, далѣе, двигаться по долинѣ, дно которой покрыто буграми и скалами, врѣзающимися въ ледъ, и т. д. Эти и подобныя трудности очевидно не могли быть устранены никакими соображеніями, и онѣ остаются въ полной силѣ до настоящаго времени [130]).

Но еще существеннѣе былъ другой разрядъ трудностей, на которыя гипотеза массоваго скольженія наталкивалась въ явленіяхъ пластичности ледниковъ. Въ этой области затрудненія росли съ каждымъ годомъ, такъ какъ

---

[128]) W. Hopkins. Сообщеніе въ засѣданіи Британской Ассоціаціи, 1843 года, въ Athenaeum, 1843, № 827, p. 802, также въ Phil Mag., (III), vol. 26.

[129]) Грузъ доходилъ приблизительно до 0, 1 килгр. на кв. цм.—Повторенные недавно г. Мозли, эти опыты дали тѣже результаты.

[130]) Хопкинсъ конечно отвѣчалъ на эти возраженія, но чрезвычайно слабо. Онъ утверждалъ, что теперь дно альпійскихъ долинъ должно быть уже совершенно выглажено ледниками, и что оно не можетъ представлять большихъ шероховатостей—предположеніе, очевидно ошибочное, если вспомнить видъ, представляемый теперь руслами прежнихъ ледниковъ. Прежде-же, когда ледники достигали 300—900 м. толщины, большія неровности, говоритъ онъ, не должны были составлять препятствія движенію, такъ какъ изъ опытовъ видно, что скорость скольженія увеличивается, если на ледъ накладывается грузъ. Хотя этотъ фактъ не объясненъ до сихъ поръ, но теперь, послѣ изслѣдованій Томсона, мы имѣемъ право думать, что бо́льшее давленіе (сочредоточенное въ нѣсколькихъ *точкахъ* соприкосновенія льда съ плитою) ускоряетъ таяніе льда, имѣющаго температуру въ нуль градусовъ, отчего и уменьшается треніе въ этихъ точкахъ. Но понятно, что такой процессъ нисколько не помогъ бы непластичному тѣлу двигаться поверхъ встрѣчаемыхъ имъ бугровъ и скалъ; да и самъ Хопкинсъ, объяснявшій явленіе усиленнымъ разрушеніемъ льда въ точкахъ встрѣчи, видимо не считалъ этого объясненія достаточнымъ. Поэтому, онъ доказывалъ, что такъ какъ скалы въ долинахъ носятъ слѣды полировки и изборожденія, то уже самый этотъ фактъ служитъ неопровержимымъ доказательствомъ того, что скольженіе могло совершаться по неровному руслу. Что-же касается до крупныхъ скалъ, встрѣчаемыхъ ледникомъ, то онѣ, полагалъ онъ, разкалываютъ ледъ. Хопкинсъ очевидно не имѣлъ никакого понятія о пластичности, обнаруживаемой ледникомъ при встрѣчѣ со скалами, подобными Саду (le jardin). Ср. On the Motion of Glaciers first letter, § 4 et 7, въ Philos. Magaz., vol. 26, 1845.— Нужно вообще замѣтить, что упрекъ, сдѣланный ему Форбзомъ въ томъ, что онъ приступилъ къ созиданію теоріи, вовсе не ознакомившись съ фактами, подлежащими объясненію, былъ совершенно основателенъ.

каждое лѣто приносило все новыя и новыя наблюденія, доказывавшія все болѣ и болѣе, что ледникъ движется не цѣлою массою, а — какъ вполнѣ пластичное тѣло, прилаживающееся ко всѣмъ неровностямъ, съуженіямъ, расширеніямъ и т. п. своего русла. — Пластичность льда, изъ которой всѣ эти явленія вытекали бы какъ простыя слѣдствія, Хопкинсъ отрицалъ безусловно. Ледъ, полагалъ онъ, есть твердое тѣло, обладающее лишь нѣкоторою упругою гибкостью, но совершенно неспособное къ постояннымъ, неупругимъ измѣненіямъ формы: въ немъ возможно только увеличеніе и уменьшеніе между-частичныхъ растояній, изъ которыхъ первое, переходя за извѣстный предѣлъ, вызываетъ появленіе трещинъ; скольженіе же частицъ, характеризующее пластичныя тѣла, совершенно въ немъ невозможно. Исходя изъ *такого* воззрѣнія на ледъ, Хопкинсъ и создалъ свою теорію трещинъ, основанную на формулахъ, выведенныхъ Пуассономъ для упругихъ измѣненій формы. Мы уже отчасти упоминали о ней въ предыдущемъ параграфѣ, такъ какъ она была принята потомъ Тиндаллемъ, и ниже скажемъ о ней еще нѣсколько словъ.

Отрицая такимъ образомъ пластичность льда, Хопкинсъ отрицалъ вмѣстѣ съ тѣмъ, на первыхъ порахъ, и пластичность ледниковъ; а такъ какъ твердое непластичное тѣло, скользящее цѣлою массою по своему руслу, не могло бы представлять тѣхъ неравномѣрностей движенія, которыя представляетъ ледникъ, не могло бы проходить черезъ узкія ущелья и т. д., то всѣ эти факты Хопкинсъ старался объяснить тѣмъ, что ледникъ дѣлится трещинами на куски, которые скользятъ по долинѣ независимо, съ различными скоростями [131]). Такимъ образомъ, то, что ледники протискиваются черезъ ущелья, въ которыхъ должны съуживаться въ два и три раза, онъ объяснялъ тѣмъ, что они дѣлятся продольными трещинами на длинныя полосы, изъ которыхъ только среднія проскальзываютъ въ ущелье, тогда какъ боковыя задерживаются въ углахъ, передъ тѣсниною. Тоже объясненіе прилагалось и къ тому случаю, когда на днѣ долины встрѣчается холмъ. Наконецъ такимъ же дѣленіемъ ледника и независимымъ скольженіемъ продольныхъ полосъ объяснялось и то, что среднія части движутся быстрѣе краевыхъ [132]).

Понятно, однако, что подобныя объясненія, свидѣтельствовавшія только о совершенномъ незнакомствѣ съ явленіями природы, не могли долго удержаться, и что Хопкинсъ скоро самъ долженъ былъ отказаться отъ нихъ. Тогда, въ 1845 году, онъ сталъ постепенно переходить къ признанію пластичности льда. Сперва онъ отказался отъ дѣленія ледника на части продольными трещинами и постарался доказать, помощью различныхъ допущеній [133]), что образованіе открытыхъ плоскостей разрыва вовсе не необходимо,

---

[131]) Отчетъ о сообщеніи въ British Association, въ Athenaeum, № 827, 1843, p. 802.—Замѣчательно при этомъ то, что Хопкинсъ вовсе не задавался вопросомъ, существуютъ ли трещины, прорѣзающія ледникъ во всю его толщину. Всѣ имѣющіяся до сихъ поръ наблюденія дѣлаютъ однако такое допущеніе весьма сомнительнымъ.

[132]) W. Hopkins, On the Motion of Glaciers, въ Philos. Magazine, III Series, vol. 26, 1845, p. 15.

[133]) Idem, On the Mechanism of the Motion of Glaciers, second letter, l. c., p. 165.

такъ какъ онѣ могутъ замѣняться *«плоскостями скольженія»*: «середина ледника», говоритъ онъ, «можетъ двигаться быстрѣе краевъ и безъ дѣйствительнаго разрыва,—такъ, чтобы одна часть массы, лежащая по одну сторону такой плоскости, скользила относительно другой части, лежащей по другую сторону, не образуя однако открытыхъ трещинъ». Это допущеніе служило такимъ образомъ первымъ шагомъ къ признанію пластичности, къ допущенію въ ледникѣ скольженія безъ разрывовъ сплошности; ибо, вмѣсто дѣленія видимыми трещинами на конечныя полосы, предполагалось уже невидимое подраздѣленіе льда воображаемыми плоскостями скольженія, число которыхъ очевидно могло быть безконечно велико. И дѣйствительно, немедленно вслѣдъ за тѣмъ, Хопкинсъ заговорилъ уже о пластичности льда. Отождествляя пластичность съ растяжимостью и подразумѣвая подъ именемъ послѣдней—способность выдерживать неупругія удлиненія, Хопкинсъ признаетъ до нѣкоторой степени эту способность во льдѣ [134]). Ледъ, говоритъ онъ, дѣйствительно обладаетъ пластичностью или растяжимостью, но—въ весьма малой степени, такъ что, выдерживая безъ разрыва медленныя измѣненія формы въ среднихъ частяхъ ледника, онъ уже не выдерживаетъ ихъ въ кривыхъ частяхъ, гдѣ они происходятъ гораздо быстрѣе; а чтобы показать, во сколько разъ эти послѣднія бываютъ быстрѣе первыхъ, онъ и приводитъ тотъ разсчетъ, повторенный впослѣдствіи Тиндаллемъ, о которомъ говорилось выше, на стр. [135]). Но, допуская во льдѣ небольшую пластичность, Хопкинсъ находитъ нужнымъ дать ей особое названіе,—*вѣковой растяжимости* или *вѣковой пластичности*, и опредѣляетъ её какъ «ту пластичность, которая требуетъ для своего проявленія—постояннаго дѣйствія силы, можетъ быть даже очень большой, въ теченіе долгаго времени,—въ противоположность той пластичности, которая дозволяетъ массѣ измѣнять свою форму немедленно (?) и на значительную величину, подъ вліяніемъ сравнительно-слабыхъ силъ» (p. 168). Неумѣстность этого термина была впрочемъ тотчасъ же указана Юэллемъ (Whewell), который замѣтилъ, что время есть необходимое условіе всякой пластичности, и что странно называть вѣковымъ такой процессъ, результаты котораго становятся очевидными по прошествіи нѣсколькихъ дней или даже часовъ [136]). Понятно также, что дѣло не въ томъ, какъ велика пластичность, которою обладаетъ ледъ, а въ

---

[134]) L. c., p. 167.—Впрочемъ, воззрѣніе, что ледникъ дѣлится продольными трещинами, или плоскостями скольженія на независимо-движущіяся полосы конечной ширины, отчего прямая линія, проведенная поперекъ ледника, должна обратиться не въ кривую, а въ ступенчатую линію, опять появляется позже, въ его возраженіи Форбзу.—См. Hopkins, Remarks on Prof. Forbes's Reply, въ Philos. Mag., vol. 26, 1845, p. 599 и fig. 2.—Ср. также первое письмо, id., p. 15.

[135]) Хопкинсъ однако не отождествляетъ здѣсь „растяженія“ съ тяженіемъ, какъ это дѣлаетъ Тиндалль: при допущеніи во льдѣ хотя какой-нибудь пластичности, такое отождествленіе очевидно уже непозволительно. Впрочемъ онъ далѣе также смѣшиваетъ упругія измѣненія формы съ неупругими: иначе нельзя, напримѣръ, объяснить фразы (p. 168), гдѣ, говоря о послѣднихъ, онъ упоминаетъ о *болѣе или менѣе продолжительномъ* сохраненіи неразрывности при „растяженіи“.

[136]) Dr. Whewell, Additional Remarks on Glacier Theories, въ Phil. Mag., III ser. vol. 26, 1845, p. 218.

томъ,—*достаточна* ли она, или нѣтъ, чтобы объяснить движеніе ледниковъ. Опытъ и наблюденіе, какъ мы видѣли, даютъ на этотъ вопросъ утвердительный отвѣтъ. Къ такому же отвѣту былъ скоро вынужденъ и Хопкинсъ.

Идя далѣе по пути уступокъ, онъ долженъ былъ придти наконецъ къ заключенію, что все различіе между теоріями «скольженія» и «вязкости» состоитъ только *въ степени пластичности*, приписываемой ими льду. «Защитники теоріи вязкости», говоритъ онъ, «навѣрно не станутъ отрицать, что нѣкоторое скольженіе ледника по своему ложу дѣйствительно имѣетъ мѣсто: въ самомъ дѣлѣ, отполированныя и изборожденныя скалы, сопровождающія ледники, служатъ этому самымъ неоспоримымъ доказательствомъ; за то другая сторона можетъ допустить, что часть движенія зависитъ отъ пластичности ледниковаго льда... Обѣ теоріи могутъ, слѣдовательно, придти къ соглашенію, допустивъ оба рода движенія; но, тогда какъ одна изъ нихъ требуетъ, напримѣръ, девять-десятыхъ всего движенія на долю скольженія, другая требуетъ ихъ на долю пластичнаго измѣненія формы» [137]). И, чтобы рѣшить, которая изъ двухъ гипотезъ правѣе, Хопкинсъ предлагаетъ доказать наблюденіемъ, что поддонныя части ледника дѣйствительно движутся медленнѣе поверхностныхъ, и что прямая линія, проведенная поперекъ ледника, обращается при его движеніи въ кривую, а не въ ступенчатую линію: если будетъ доказано, говоритъ онъ, что скорость верхней поверхности въ нѣсколько разъ больше скорости нижней поверхности, то притязанія послѣдней теоріи [вязкости] должны быть признаны немедленно (p. 250). Тоже относится и до того случая, если прямая линія дѣйствительно обращается въ кривую [138]). Оба эти факта, какъ извѣстно, были доказаны (въ слѣдующемъ же году) Форбзомъ и Мартеномъ (Martins) [139]), а первый изъ нихъ подтвержденъ впослѣдствіи еще Тиндаллемъ. Такимъ образомъ, Хопкинсъ, на основаніи своихъ собственныхъ словъ, былъ бы вынужденъ оставить теоріи скольженія лишь объясненіе той небольшой части движенія ледниковъ, безъ которой, по его мнѣнію, невозможно изборожденіе скалъ; но сдѣлалъ-ли онъ это признаніе теоріи пластичности, или нѣтъ,—я не знаю.

Относительно-же своихъ механическихъ изслѣдованій о направленіи линій наибольшаго тяженія и скольженія, Хопкинсъ остался при другомъ мнѣніи: «они», говоритъ онъ, «не зависятъ отъ будущихъ наблюденій... и будутъ одинаково приложимы, какая бы изъ двухъ теорій ни была принята» (l. c., p. 250). Въ ошибочности этого взгляда не трудно однако убѣдиться. Въ самомъ дѣлѣ, теорія Хопкинса основана на разсмотрѣніи силъ, дѣйствующихъ въ тѣлѣ совершенно упругомъ, нисколько не обладающемъ пластичностью, —въ которомъ измѣненія формы совершаются *только вслѣдствіе его упругой гибкости*, т.-е. исключительно путемъ увеличенія и уменьшенія междучастичныхъ разстояній, но отнюдь не вслѣдствіе скольженія частицъ. А потому понятно, что такая теорія можетъ быть совершенно неприложима къ тѣлу, въ которомъ измѣненія формы совершаются главнымъ образомъ вслѣдствіе его пластичности, т.-е. путемъ скольженія частицъ, почти вовсе безъ

[137]) Hopkins, Idem, third letter, pp. 247—248.

[138]) Hopkins, Remarks, l. c., p. 599.

[139]) Forbes, Thirteen letter on Glaciers, въ Edinb. N. Philos. Journ., 1847 отд. оттискъ, p. 16.

увеличенія и уменьшенія между-частичныхъ разстояній. Если бы это не было очевидно à priori, то Хопкинсъ могъ убѣдиться въ этомъ изъ собственныхъ опытовъ. Не далѣе какъ черезъ мѣсяцъ, т.-е. въ слѣдующемъ-же письмѣ, онъ уже самъ долженъ былъ сознаться, что *его теорія зависитъ именно отъ степени пластичности тѣла*. Сдѣлавши нѣсколько опытовъ съ известкою различной затвердѣлости, онъ увидѣлъ, что его теоретическіе выводы совершенно не оправдывались для болѣе мягкихъ образцовъ: разрывы происходили здѣсь въ направленіяхъ, разнившихся отъ вычисленныхъ *на цѣлые тридцать градусовъ*; и чтобы объяснить это разногласіе, Хопкинсъ долженъ былъ признать, что въ болѣе пластичныхъ тѣлахъ осуществляются совершенно иныя условія, чѣмъ принятыя имъ въ разсчетъ [140]). Конечно, можно было бы сказать, что болѣе мягкая известка представляетъ уже такую степень пластичности или даже полужидкостность, которой нельзя принимать въ разсчетъ, говоря о твердыхъ тѣлахъ; но это было бы невѣрно. Дѣло вовсе не въ томъ, какою абсолютною пластичностью обладаетъ тѣло, а въ томъ, какая доля его измѣненій формы совершается въ силу этого свойства, и какая—путемъ упругаго изгибанія [141]). А такъ какъ Хопкинсъ самъ долженъ былъ бы признать, на основаніи вышесказаннаго, что девятьдесятыхъ—или, вообще, большая часть—измѣненій формы въ ледникахъ совершается вслѣдствіе пластичности льда, то теорія, основанная на предположеніи, что ледъ есть тѣло, вполнѣ лишенное этого свойства, — вовсе къ нему неприложима.

Впрочемъ, Хопкинсъ вообще преувеличивалъ значеніе своей теоріи; слѣдуетъ помнить, что она вся построена на такихъ допущеніяхъ, справедливость которыхъ не только никогда не была доказана, но которыя и вообще-то очень трудно было бы доказать или провѣрить. Тотъ, кто возьметъ на себя трудъ просмотрѣть математическія выкладки, изъ которыхъ выводится

---

[140]) Онъ говоритъ: въ предыдущихъ письмахъ, „я подразумѣвалъ, что сопротивленіе массы ихъ образованію [разрывовъ] одинаково во всѣхъ направленіяхъ. Но весьма вѣроятно что, при равенствѣ прочихъ условій, это сопротивленіе [въ мягкой известкѣ] достигаетъ наибольшей величины въ направленіяхъ перпендикулярныхъ линіямъ наибольшаго давленія...“ т.-е. въ направленіяхъ наибольшаго тяженія. Различіе въ положеніяхъ системы смѣщеній, въ тѣхъ случаяхъ, когда масса представляетъ твердое тѣло и когда она достаточна мягка (Sott), зависитъ я полагаю, отъ того, что масса *въ первомъ случаѣ легче уступаетъ перпендикулярному тяженію, а во второмъ касательной силѣ* [силѣ сдвига]. Вѣроятно, оно такъ и было; въ сущности, я сомнѣваюсь даже, чтобы въ томъ опытѣ, гдѣ масса была взята болѣе мягкая, *въ ней вовсе проявлялись тяженія вслѣдствіе ея полужидкостности*“ и т. д. (l. c., fourth letter, p. 332). Изъ этихъ словъ и изъ разногласія съ опытомъ при различныхъ степеняхъ пластичности, всего яснѣе видно, насколько теорія независима отъ гипотезъ о свойствѣ ледниковаго льда.

[141]) Хотя въ своихъ опытахъ надъ болѣе густыми образцами Хопкинсъ и получилъ результаты, согласные съ теоріею, но нужно помнить, что онъ искусственно ускорялъ движеніе въ жолобѣ; отношеніе же пластичнаго процесса къ упругому прямо зависитъ отъ скорости измѣненій формы. Подобное замѣчаніе сдѣлалъ ему уже Форбзъ.

теорія распредѣленія силъ въ ледникѣ [142]), увидитъ дѣйствительно, что въ основу ея положены допущенія, которыя приняты совершенно бездоказательно [143]). Такъ, здѣсь предполагается прежде всего, что сопротивленіе льда тяженію и сжиманію (т. е. перпендикулярнымъ силамъ) равно сопротивленію сдвигу (т. е. касательной силѣ); между тѣмъ, есть полное основаніе думать, что во всѣхъ тѣлахъ сопротивленіе тяженію и сжиманію гораздо больше сопротивленія медленному сдвигу: есть сотни примѣровъ того, что сила, неспособная произвести самаго малѣйшаго упругаго растяженія или сжиманія (увеличенія или уменьшенія между-частичныхъ разстояній), производитъ однако неупругія измѣненія формы, сопровождающіяся сдвигомъ. Кромѣ того, въ вычисленія вводится еще допущеніе, что касательныя силы (силы сдвига), дѣйствующія на противоположныя и параллельныя стороны каждаго изъ элементовъ тѣла, равны между собою и противоположны, и равны также силамъ сдвига, дѣйствующимъ въ перпендикулярныхъ направленіяхъ. Между тѣмъ, достаточно вспомнить чрезвычайное разнообразіе дифференціальныхъ движеній въ ледникахъ, чтобы понять, какъ далеко такое допущеніе отъ всякаго подобія истины: я напомню, напримѣръ, хоть то *разбрасываніе* веществъ, попадающихъ въ ледники (если они могутъ быть раздроблены) вслѣдствіе котораго тѣло, занимавшее прежде пространство какого-нибудь квадратнаго полуметра, распредѣляется черезъ нѣсколько лѣтъ на пространство въ нѣсколько сотъ квадр. метровъ; этотъ фактъ во-очію доказываетъ, что если только во льдѣ существуетъ свобода скольженія частицъ, то движутся эти частицы съ самыми разнообразными относительными движеніями, при которыхъ уже не можетъ быть и рѣчи объ упомянутомъ равенствѣ касательныхъ силъ: теорія однако не принимаетъ въ разсчетъ ничего хоть сколько-нибудь подобнаго такому движенію. Впрочемъ, справедливость своихъ допущеній для ледниковъ Хопкинсъ вовсе даже и не стремится доказать: онъ признаетъ ихъ какъ-бы всегда присущими всякому

---

[142]) On the Mechanism of the Motion of Glaciers, Second letter, §§ 4, 7—11, p. 148, sg.

[143]) Читатель, незнакомый съ англійскимъ языкомъ, можетъ найти тоже вычисленіе направленія и величины наибольшей перпендикулярной силы (тяженія или сжиманія) и касательной (сдвига, скалыванія) въ любомъ курсѣ по теоріи упругости, а также въ нѣкоторыхъ курсахъ механики, между прочимъ, на русскомъ языкѣ у Вейсбаха (Теоретич. и Практич. Механика, дополненіе къ первому тому, с. 83). Если въ вычисленіе, помѣщенное Вейсбахомъ, ввестиеще силу (P), дѣйствующую поперечно оси сгибаемаго бруса,– которой не вводитъ Вейсбахъ,— и найти затѣмъ, по общимъ правиламъ дифференціальнаго исчисленія, условія, при которыхъ силы (U и Y),—перпендикулярная и касательная,—дѣйствующія на элементъ наклонный къ оси бруса, или къ силѣ Q, подъ угломъ Ψ, достигаютъ наибольшей величины, то получатся для этого угла Ψ и для самыхъ силъ тѣже выраженія, что и Хопкинса, т.-е.:

$$tang\ 2\ (Y, Q) = -\ cotang\ 2\ (U, Q) = \frac{2X}{P-Q},$$

$$a\ Y\ max.\ или\ min. = \tfrac{1}{2}\left(P+Q \pm \sqrt{(P-Q)^2+4X^2}\right)$$

$$и\ U\ \ \ \ \ \ \ \ = \pm\tfrac{1}{2}\sqrt{(P-Q)^2+4X^2}$$

веществу [144]).—Поэтому неудивительно, что изо всего его изслѣдованія, донынѣ нашелъ себѣ приложеніе только *геометрическій* законъ, — что въ квадратѣ, который превращается въ косой параллелограммъ, путемъ движенія одной изъ его сторонъ въ своемъ собственномъ направленіи, наибольшее *удлиненіе* и наибольшее *укорачиваніе измѣреній* происходятъ по взаимноперпендикулярнымъ діагоналямъ,—т. е. фактъ, явствовавшій, конечно, уже изъ опытовъ надъ пластичными глинами. На него дѣйствительно, можетъ быть, прежде недостаточно обращали вниманія (если не считать «тяженія къ центру» другою формою выраженія того-же закона). Все же то, что̀ говоритъ Хопкинсъ о распредѣленіи силъ тяженія, сжиманія и скольженія (и, слѣдовательно, о траекторіяхъ частицъ) при упомянутомъ измѣненіи формы квадрата, если и имѣетъ какое-нибудь отношеніе къ дѣйствительности, то развѣ только *самое* отдаленное. Все, что̀ можно сказать, это то, что *въ самыхъ общихъ чертахъ* наибольшія тяженія дѣйствуютъ подъ нѣкоторымъ острымъ угломъ къ краю леднику; наибольшія же давленія составляютъ съ ними нѣкоторый прямой или тупой уголъ, но и то—только

---

[144]). Хопкинсъ вообще впадалъ въ ошибку, нерѣдкую у нѣкоторыхъ математиковъ. Онъ не обращавъ должнаго вниманія на то, что въ вопросахъ, гдѣ мы не имѣемъ прямыхъ наблюденій или вообще — несомнѣнныхъ фактовъ, которые могли бы быть выражены математическими символами, мы должны, прежде чѣмъ приступить къ математическому анализу, сдѣлать рядъ гипотетическихъ допущеній, которыя и выражаемъ потомъ нашими основными уравненіями; и въ этихъ-то допущеніяхъ,—а отнюдь не въ способѣ выраженія символами нашихъ предположеній и не въ дальнѣйшихъ преобразованіяхъ формулъ, — и кроются обыкновенно ошибки такого рода изслѣдованій. Кромѣ того, онъ всякую свою догадку спѣшилъ выразить аналитически, совершенно забывая, что такой пріемъ (полезный въ тѣхъ случаяхъ, когда изъ одного предположенія должны выводиться всѣ его *сложныя* послѣдствія) въ большинствѣ случаевъ не только не двигаетъ впередъ дѣла, не только не содѣйствуетъ точности представленій, но даже мѣшаетъ ей, замаскировывая произвольность дѣлаемыхъ допущеній (ср. § 7 перваго письма). Вообще, онъ постоянно крайне злоупотреблялъ анализомъ, не ставя вовсе предварительнаго вопроса, можетъ ли анализъ въ данномъ случаѣ принести какую-нибудь пользу или нѣтъ. Лучшимъ примѣромъ можетъ служить вычисленіе въ § 5-мъ перваго письма, сдѣланное съ цѣлью доказать, что температура льда на нѣкоторой небольшой глубинѣ будетъ во всякое время года равна нулю. Доказать это очевидно возможно лишь двоякимъ путемъ: либо прямымъ наблюденіемъ, либо сославшись на то, что во всѣхъ горныхъ породахъ, на нѣкоторой небольшой глубинѣ залегаетъ уже слой постоянной температуры, неизмѣнной во всѣ времена года, и что эта температура возрастаетъ по мѣрѣ углубленія въ почву; а потому, допустивши что теплопроводимость и скорость возрастанія постоянной температуры съ глубиною одинаковы во льдѣ и въ такихъ-то горныхъ породахъ, слѣдуетъ допустить, что и во льдѣ, при такой-то продолжительности и интенсивности зимы, слой неизмѣнно-нулевой температуры будетъ лежать приблизительно на такой-то глубинѣ. Вмѣсто этого, Хопкинсъ обращается къ формуламъ Пуассона для распространенія теплоты въ земномъ шарѣ и очевидно дѣлаетъ не только буквально тѣже допущенія, но еще вводитъ новыя,—о теплопроводимости земной коры отъ расплавленнаго ядра до ледяной оболочки, или о законѣ измѣненія

потому, что этотъ фактъ обнаруживается и изъ опытовъ съ пластичными тѣлами. Утвержденіе-же, что направленіе наибольшаго тяженія есть направленіе, въ которомъ вовсе не дѣйствуетъ касательная сила [145]), т. е. вовсе не происходитъ скольженія частицъ, — это положеніе,—основное при разсужденіяхъ о жилистомъ строеніи, — рѣшительно не можетъ быть принято, ибо при неупругихъ измѣненіяхъ формы, скольженіе всегда происходитъ въ направленіяхъ, перпендикулярныхъ наибольшему давленію, т.-е. въ тѣхъ, въ которыхъ, по теоріи Хопкинса, имѣетъ мѣсто наибольшее тяженіе. Поэтому, даже Тиндалль, выражающій также высокое мнѣніе о теоретическихъ изслѣдованіяхъ Хопкинса, считаетъ, какъ видно, это положеніе невѣрнымъ, ибо именно въ этомъ направленіи допускаетъ скольженіе частицъ, въ которомъ видитъ одну изъ причинъ жилистаго строенія [146]).—Не допуская во льдѣ достаточной пластичности, онъ уже требуетъ только *замѣны выраженія* «скольженіе волоконъ» (взятаго изъ гидростатики) другимъ, болѣе подходящимъ къ *его* воззрѣнію на ледъ, какъ на непластичное тѣло. Чтобы полнѣе убѣдиться, впрочемъ, какъ ошибочны были бы наши представленія о молекулярныхъ процессахъ, совершающихся въ тѣлахъ при неупругихъ измѣненіяхъ формы, если бы мы довольствовались тою простотою явленій, которую допускаетъ Хопкинсъ, достаточно вглядѣться въ рисунки, изображающіе результаты опытовъ Треска. Мы найдемъ здѣсь нѣсколько случаевъ, совершенно тожественныхъ съ движеніемъ льда въ ледникахъ. Но еслибы на основаніи измѣненій формы массъ, происходящихъ въ этихъ случаяхъ, мы заключили бы, напримѣръ, какъ Тиндалль, что движеніе частицъ происходитъ по прямымъ линіямъ, параллельнымъ оси тѣла, и что наибольшее частичное

температуры воздуха въ теченіе года. И все это для того, чтобы получить результатъ, который онъ самъ же долженъ признать невѣрнымъ и который онъ произвольно уменьшаетъ потомъ въ три раза, чтобы согласить съ наблюденіемъ; причемъ объясняется эта *поправка* вліяніемъ снѣговаго покрова, совершенно неизвѣстнымъ количественно.—Форбзъ былъ вполнѣ правъ, говоря, что подобныя вычисленія могутъ быть пригодны только, какъ математическія упражненія для учениковъ Хопкинса, но къ тому, что̀ дѣйствительно происходитъ въ природѣ, они не имѣютъ никакого, даже самаго отдаленнаго отношенія. (Forbes, Reply to Mr. Hopkins on the Motion of Glaciers, въ Philos. Mag., vol. 26, 1845, p. 407). Между тѣмъ Хопкинсъ былъ повидимому весьма высокаго мнѣнія о своихъ математическихъ выводахъ; презрительно отзываясь о „популярныхъ теоріяхъ“, онъ неоднократно приглашалъ „немногихъ, способныхъ справиться съ математическими трудностями вопроса“, опровергать справедливость его *математическихъ* выводовъ; онъ забывалъ, что ошибочны не его математическія выкладки (вообще—довольно элементарныя), а *допущенія*, положенныя въ основу первоначальныхъ уравненій, и что въ то время, когда математикъ подготовляетъ этими допущеніями мѣсто для анализа, онъ стоитъ безусловно на одной и той же точкѣ съ созидателемъ „популярной теоріи“, а потому вполнѣ подлежитъ его контролю. Впрочемъ—не одинъ Хопкинсъ можетъ служить примѣромъ того, какъ импонируютъ подобныя математическія упражненія и особенно подобные вызовы.

145) „... The directions of maximum and minimum tension are coincident with the lines of no tangential action“, l. c. p. 159.

146) Альп. леди., § 30, с. 329.

скольженіе должно встрѣчаться въ направленіи этихъ линій, мы сдѣлали бы совершенно ложное заключеніе. Достаточно вглядѣться въ сложныя кривыя траекторіи частицъ и представить себѣ возможныя различія скоростей, съ которыми описываются эти кривыя, чтобы увидѣть, какъ мало имѣютъ общаго дѣйствительно совершающіеся процессы съ такимъ предположеніемъ, почерпнутымъ изъ теоріи упругихъ тѣлъ. Тоже навѣрно представляется и въ ледникѣ [147]). Поэтому, вдумываясь въ сложность частичныхъ движеній, совершающихся въ тѣлахъ при неупругихъ измѣненіяхъ формы, нельзя не придти къ заключенію, что небольшой рядъ опытовъ, обдуманно сдѣланныхъ надъ пластичными, твердыми и полужидкими тѣлами (подобныхъ опытамъ Форбза и Треска), проливаетъ гораздо больше свѣта на вопросъ, чѣмъ десятки математическихъ изслѣдованій, подобныхъ Хопкинсовымъ, основованныхъ на совершенно гадательныхъ и произвольныхъ допущеніяхъ о молекулярныхъ свойствахъ тѣлъ. Не мудрено поэтому, что собственно-механическая часть этихъ изслѣдованій нисколько не содѣйствовала разъясненію вопроса о движеніи ледниковъ, и, не смотря на неизмѣнно лестные о ней отзывы, остается до сихъ поръ безъ всякаго полезнаго приложенія [148]).

---

[147]) „Движеніе частицъ ледника относительно другъ друга, производящее разрывъ, не должно быть смѣшиваемо съ ихъ обсолютнымъ движеніемъ въ ледникѣ“, справедливо замѣчалъ уже Форбзъ (Forbes, Théorie de la Structure Veinée de la Glace, septième lettre sur les glaciers, въ Bibl. Univ. de Genève, Juin 1844, p. 7 отдѣльнаго оттиска). Нужно помнить такъ же, какъ не полны до сихъ поръ наши измѣренія движенія точекъ ледника: они даютъ только одну координату.

[148]) Лучшій критическій разборъ воззрѣній Хопкинса мы находимъ у Юэлля (Whewell), и хотя въ предыдущемъ я и придерживался его взглядовъ, но не безполезно будетъ привести здѣсь его собственныя слова:

„Предположимъ,—говоритъ онъ,—что предлагающій теорію движенія ледниковъ начинаетъ съ того, что представляетъ себѣ ледникъ твердымъ тѣломъ [въ противоположность пластичному], одареннымъ или неодареннымъ гибкостью [*гибкими* Юэлль называетъ *твердыя* тѣла, которыхъ частицы могутъ двигаться, не измѣняя своихъ относительныхъ связей, и конечно, вслѣдствіе этого, *упругія*. Ср. его опредѣленіе этихъ различныхъ понятій въ Dr. Whewell, On Glacier Théories, Phil. Mag. vol. 26, 1845, p. 171]. Такъ какъ очевидно, что ледникъ не есть масса, скользящая просто по наклонной плоскости ускорительнымъ движеніемъ, то пришлось бы принять въ разсчетъ силы, возникающія изъ взаимно-дѣйствія однихъ частей на другія. Части, обладающія бо́льшею свободою движенія, оказывали бы тяженія на остальныя и стремились бы произвести трещины. Сначала, предлагающій теорію обращалъ бы вниманіе исключительно на прямое сцѣпленіе массы. Если силы будутъ перевѣшивать сцѣпленія, то очевидно появятся поперечныя трещины; таковъ былъ бы единственный результатъ гипотезы въ ея первоначальной формѣ. Но очевидно, что въ ледникахъ середина движется быстрѣе краевъ. Стало быть, необходимо удѣлить мѣсто въ гипотезѣ и этому факту. Первое предположеніе, которое можетъ представиться есть то, что ледникъ разбитъ случайными продольными трещинами на полосы конечной ширины; и что эти полосы скользятъ другъ возлѣ друга. Но, при такомъ допущеніи, первоначально прямая линія на ледникѣ обращалась бы въ ступенчатую, состоящую изъ конечныхъ частей. Такъ какъ этого нѣтъ на самомъ дѣлѣ, то авторъ теоріи можетъ

Чтобы покончить теперь съ гипотезою скольженія, я упомяну здѣсь кстати о той ея части, которую удерживаетъ еще Тиндалль. Мы видѣли выше, что Хопкинсъ, послѣ предложенныхъ имъ самимъ рѣшающихъ опытовъ, долженъ былъ бы, на основаніи собственныхъ своихъ словъ, оставить на долю массоваго скольженія льда только ту небольшую часть, безъ которой, по его мнѣнію, невозможно изборожденіе скалъ. Туже часть массоваго скольженія считаетъ необходимымъ удержать и Тиндалль, на томъ же основаніи. Теорія Соссюра, говоритъ онъ,—«это слѣдуетъ помнить,—въ нѣкоторой мѣрѣ соотвѣтствуетъ *истинѣ*»: сверхъ выдавливанія ледника внизъ по долинѣ «вся масса цѣликомъ скользитъ по своему наклонному руслу». Доказательствъ этому Тиндалль не приводитъ никакихъ и ограничивается тѣмъ, что повторяетъ выше приведенный (стр. 555) аргументъ Хопкинса «скалы Англіи,—замѣчаетъ онъ,—до сихъ поръ носятъ слѣды этихъ могучихъ движеній» [149]). Такъ какъ доказать или опровергнуть это утвержденіе очевидно невозможно прямымъ наблюденіемъ движеній ледника, то вопросъ

видоизмѣнить свои воззрѣнія. Онъ можетъ замѣтить тогда впервые, что рядомъ съ дѣленіемъ массы, путемъ разрыва прямаго сцѣпленія, возможно также дѣленіе ея вслѣдствіе скольженія одной части относительно другой. Тогда онъ придетъ, на основаніи простыхъ механическихъ соображеній, къ тому выводу, что сила сцѣпленія массы можетъ уступать этому стремленію къ скольженію, въ направленіяхъ перпендикулярныхъ поперечнымъ трещинамъ; а такъ какъ масса все-таки остается неразрывною послѣ скольженія, то въ ней окажутся полосы, обозначающія слѣды плоскости скольженія. Если такой процессъ происходитъ почти по всей ширинѣ ледника, то мы уже очень близко подошли къ воззрѣнію о пластичности..... Если представленіе объ измѣненіяхъ формы въ пластичномъ тѣлѣ, требующихъ времени для ихъ совершенія, ново для автора, и если онъ медленно дошелъ до этого представленія, то онъ можетъ, въ виду этихъ обстоятельствъ, назвать это свойство *вѣковою* пластичностью; но этотъ эпитетъ, въ приложеніи къ данному свойству, будетъ лишній, ибо онъ выражаетъ условіе, необходимое для всякой пластичности, и—неправильный, когда онъ прилагается къ процессу, дающему въ нѣсколько дней видимые результаты". Наконецъ, признавши такимъ образомъ пластичность въ горизонтальной плоскости, автору останется только признать её и въ вертикальномъ направленіи, т.-е. признать ускореніе поверхности, которое все еще можно пока отрицать, такъ какъ доказать его наблюденіемъ довольно трудно. „Но,—заключаетъ Юэлль,—надо думать, что, признавши горизонтальную пластичность, авторъ скоро перестанетъ отвергать и вертикальную: и такимъ образомъ, начавши съ гипотезы непластичныхъ, твердыхъ ледниковъ, онъ придетъ къ убѣжденію о пластичномъ ледникѣ. Я очертилъ,— продолжаетъ онъ,—и эти измѣненія гипотезы и конечный результатъ, имѣя въ виду автора, который былъ бы вынужденъ къ послѣдовательнымъ шагамъ очевидною необходимостью. Но изъ исторіи наукъ мы очень хорошо знаемъ, что переходъ отъ ошибки къ истинѣ не всегда дѣлается прямымъ, простымъ путемъ", и т. д. Я не выписываю продолженія, такъ какъ оно касается уже того, что слѣдовало бы признать заслуги Форбза, если онъ такъ способствовали уясненію взглядовъ. См. Dr. Whewell, Additional Remarks on Glacier Theories, въ Philos. Mag., III ser., vol. 26, 1845, p. 217.

[149]) Тиндалль, Альп. леди., § 13, с. 238, и „Выводы", с. 343.—Hopkins, l. c., 3-d letter, p. 247.

можетъ быть рѣшенъ только на основаніи изборожденія. Но—именно изборожденіе-то и опровергаетъ его самымъ рѣшительнымъ образомъ. Въ самомъ дѣлѣ, каждый, кто сколько-нибудь знакомъ съ ледниковыми шрамами, очень хорошо знаетъ, что мы нигдѣ не находимъ изборожденія, ни въ глубокихъ долинахъ, ни на плоскихъ возвышенностяхъ, которое *могло бы* быть произведено тѣломъ, скользящимъ цѣлою массою: не говоря уже о плоскихъ возвышенностяхъ, но и въ каждой долинѣ ледниковыя борозды на каждомъ шагу свидѣтельствуютъ о полной пластичности бороздившаго тѣла. Глядя на поверхности небольшихъ бараньихъ лбовъ, покрытыхъ шрамами, опоясывающими ихъ со всѣхъ сторонъ и изгибающимися сообразно со всѣми выпуклостями, мы, напротивъ того, должны придти къ заключенію, что на всей нижней поверхности ледниковъ не существуетъ даже двухъ или трехъ квадратныхъ метровъ, которые двигались бы цѣликомъ, безъ относительнаго движенія ихъ частицъ [150]). Съ этимъ, я полагаю, доженъ былъ бы согласиться и Тиндалль, если бы онъ имѣлъ случай обратить больше вниманія на изборожденныя скалы вообще, и особенно на такія, гдѣ шрамы согласуются со всѣми мелкими неровностями поверхности. Чтоже касается до предубѣжденія, высказывающагося въ этомъ признаніи какъ-бы совершенно уже доказаннымъ, что изборожденіе не можетъ быть продуктомъ движенія пластичнаго тѣла, а необходимо должно быть результатомъ массоваго скольженія твердой, непластичной массы,—то мы уже видѣли выше, что это предубѣжденіе не имѣетъ никакого основанія: пластичный ледъ будетъ также точно бороздить скалы, какъ и непластичный, скользящій цѣлою массою [151]).

Ниже, мы опять встрѣтимся съ воззрѣніями Хопкинса, говоря о другихъ возрѣніяхъ Тиндалля. Теперь же мы перейдемъ къ прочимъ гипотезамъ, предложеннымъ также въ сороковыхъ и пятидесятыхъ годахъ.

Двѣ гипотезы, считающія причиною пластичнаго движенія ледника его расширеніе, одна—вслѣдствіе замерзанія пропитывающей его воды, другая—вслѣдствіе повышеній температуры, могутъ быть упомянуты теперь только для полноты обзора. Первая, какъ извѣстно, состоитъ въ томъ, что вода, проникающая во внутрь ледника по его волоснымъ скважинамъ и трещинамъ, замерзаетъ въ нихъ и увеличиваетъ его объёмъ; а такъ какъ расширеніе не можетъ происходить безпрепятственно во всѣ стороны, то оно происходитъ въ сторону наименьшаго сопротивленія, т.-е. внизъ по долинѣ, вслѣдствіе чего ледникъ и выдавливается постепенно внизъ по своему руслу.

---

[150]) Для верхней поверхности ледниковъ это доказывается, какъ мы знаемъ, и непосредственными измѣреніями: Ср., между прочимъ, выводъ г. Метьюза (l. c., Phil. Mag., XLII, 420) изъ наблюденій г. Рельи.

[151]) Подобнаго же воззрѣнія держится, повидимому, и г. Хэймъ, такъ какъ, воспроизводя движеніе ледниковъ помощью тѣста изъ гашенаго гипса, онъ располагалъ свои опыты такъ, чтобы „движеніе (тѣста) было сочетаніемъ теченія массы (flowing) и скольженія (sliding)". Но здѣсь вопросъ сводится, сколько можно понять, уже скорѣе на вопросъ терминологіи.—Ср. A. Heim, On Glaciers, въ Philos. Mag., IV ser., vol. 41, 1871, Supplement, p. 499. (изъ Poggendorff's Annalen, 1870, Ergänzungband V).

Высказанная еще въ 1705 году, Шейхцеромъ [152]), эта гипотеза нашла себѣ поддержку въ трудахъ Хюги и Шарпантье, и одно время, приступая къ своимъ изслѣдованіямъ въ Альпахъ, ея держались также Агассисъ и Дезоръ; они скоро, впрочемъ, должны были отказаться отъ нея, и теперь эта гипотеза имѣетъ уже весьма немногихъ сторонниковъ. Въ недавнее время её снова попытался возобновить въ нѣсколько измѣненномъ видѣ г. Градъ (Grad), но его попытка не имѣла успѣха [153]).

Другая гипотеза (craw ling theory) была предложена въ 1855 году извѣстнымъ математикомъ, г-мъ Мозли, и опять возобновлена имъ въ 1869 году. По этой гипотезѣ предполагается, что температура ледника не постоянна, но измѣняется съ температурою воздуха, и что при этихъ измѣненіяхъ онъ расширяется и сжимается, подобно прочимъ твердымъ тѣламъ. Но такъ какъ ледникъ представляетъ тѣло, лежащее на наклонной плоскости, то расширеніе и сжиманіе его не можетъ происходить равномѣрно въ обѣ стороны отъ центра тяжести. При расширеніи, верхняя его половина, чтобы подняться по скату, должна была бы преодолѣвать сопротивленіе собственнаго вѣса и давленіе верхнихъ частей, а потому расширеніе бо́льшей части ледника происходитъ внизъ по скату, т.-е. въ томъ направленіи, въ которомъ оно облегчается дѣйствіемъ силы тяжести. Точно также и при сжиманіи: если бы оно совершалось равномѣрно въ обѣ стороны отъ центра тяжести, то нижняя половина ледника должна была бы подниматься въ гору, преодолѣвая сопротивленіе собственнаго вѣса, а потому сжиманіе происходитъ путемъ стягиванія бо́льшей части ледника внизъ по наклонной плоскости. И то и другое, слѣдовательно, производитъ движеніе центра тяжести и бо́льшей части массы льда внизъ по долинѣ; и чѣмъ чаще и шире будутъ колебанія температуры, тѣмъ быстрѣе будетъ движеніе. Аналогичное этому явленіе представляетъ сползаніе свинцовыхъ листовъ, которыми иногда покрываютъ крыши, и которые, при частыхъ и незначительныхъ измѣненіяхъ температуры, замѣтно ползутъ внизъ, не смотря даже на удерживающіе ихъ гвозди.

Обѣ эти гипотезы встрѣчаются съ такимъ обиліемъ противорѣчащихъ фактовъ, и онѣ такъ часто уже были опровергаемы, что излишнее было бы повторять высказанныя противъ нихъ возраженія [155]).

Гораздо болѣе состоятельную гипотезу, но все-таки еще недостаточную для объясненія движенія ледниковъ, представляютъ воззрѣнія г. Джемса Томсона. Они основаны, какъ извѣстно, на томъ установленномъ имъ фактѣ, что температура таянія льда понижается оказываемымъ на него давленіемъ на нѣкоторую величину,—именно на 0°,0075 при увеличеніи давленія на

---

[152]) Тиндалль, Альп. леди., с. 237.

[153]) Замерзаніе воды въ трещинахъ ледника есть, конечно, фактъ несомнѣнный, и его слѣдуетъ имѣть въ виду при объясненіи нѣкоторыхъ явленій, особенно въ арктическихъ ледяныхъ покровахъ. Но причиною движенія ледниковъ оно, понятно, не можетъ быть ни въ какомъ случаѣ.

[154]) Разборъ ихъ смотри у Форбза, Агассиса, также въ послѣднее время —въ статьяхъ г. Болля (Phil. Mag., IV ser., vol. 40, p. 1, и vol. 41, p. 81)' г. Кролля, (id., vol. 40, p. 161) и г. Хэйма (id., vol. 41, p. 485).

одну атмосферу. Вслѣдствіе этого свойства, ледъ подверженный давленію въ одну атмосферу (сверхъ обычнаго), обращается въ воду, хотя бы его температура была ниже нуля на 0°.0075, и наоборотъ вода, подверженная тому же давленію, замерзаетъ уже при этой температурѣ. Сущность гипотезы г. Томсона всего лучше можетъ быть передана слѣдующими словами, которыми характеризуетъ её Тиндалль, со свойственною ему ясностью изложенія: «прежде всего представляется, что извѣстныя части ледника подвергаются давленію. Это давленіе приводитъ ледъ, въ жидкое состояніе; вода же, образующаяся при этомъ, продавливается сквозь ледникъ въ томъ направленіи, въ которомъ ей предполагается удобнѣйшій исходъ. Но самымъ актомъ разжиженія былъ развитъ холодъ, и когда вода освободилась отъ давленія, она замерзаетъ на новомъ мѣстѣ. Такъ какъ давленіе такимъ образомъ устранено тамъ, гдѣ оно было первоначально приложено, то этой силѣ подвергаются новыя частицы льда: онѣ въ свою очередь разжижаются, вода распредѣляется какъ сказано выше, и снова замерзаетъ на какомъ-либо иномъ мѣстѣ. Повторенію такихъ процессовъ г. Томсонъ и приписываетъ измѣненія въ формѣ, наблюдаемыя въ ледникахъ» [155]).

Что гипотеза г. Томсона обращается къ явленію, которое *должно* имѣть мѣсто въ ледникахъ,—въ этомъ не можетъ быть никакого сомнѣнія. Ледъ, имѣющій температуру въ 0°, или весьма немногимъ ниже ея, долженъ обращаться въ воду подъ давленіемъ и это давленіе, какъ справедливо замѣчаетъ г. Болль (см. ниже), бываетъ мѣстами гораздо больше того, которое можно было бы вывести, основываясь только на толщинѣ и вѣсѣ льда. А такъ какъ температура альпійскихъ ледниковъ весьма близка къ нулю, то обращеніе льда въ воду оказываемымъ на него давленіемъ должно имѣть мѣсто въ весьма значительныхъ размѣрахъ. Но что это явленіе недостаточно для объясненія движенія ледниковъ, — въ этомъ также не можетъ быть сомнѣнія, какъ это и показалъ уже Тиндалль [156]). Въ самомъ дѣлѣ,

---

[155]) Альп. ледн., § 21, с. 274.—Тутъ же см. библіографическія указанія относительно записокъ г. Томсона.

[156]) Вполнѣ соглашаясь съ первымъ соображеніемъ Тиндалля относительно гипотезы Томсона (принадлежащимъ, собственно говоря, Хопкинсу), я никакъ не могу согласиться со вторымъ (Альп. ледн., § 21, стр. 276—278), и повторю именно то самое возраженіе, которое Тиндалль предвидитъ, но,по моему мнѣнію вовсе не устраняется; — я сошлюсь на то, что температура *Альпійскаго* ледника, за исключеніемъ тонкаго поверхностнаго слоя, одинаково близка къ нулю какъ зимою, такъ и лѣтомъ. Что же касается до отвѣта Тиндалля на это возраженіе,—что онъ измѣрялъ движенія не внутреннихъ частей ледника, а поверхностнаго слоя, имѣвшаго въ это время температуру около—5°, и въ немъ замѣтилъ дифференціальныя движенія,—то я спросилъ бы только: Если бы верхній слой ледника, составляющій не болѣе 3—5% всей его толщины, вовсе не имѣлъ, вслѣдствіе своей низкой температуры, никакого стремленія двигаться, а вся остальная масса льда, имѣющая температуру въ 0°, между тѣмъ двигалась бы, какъ всегда, со своими различіями скоростей,—то какъ полагаетъ Тиндалль: не будетъ-ли увлеченъ этотъ тонкій верхній слой движеніемъ слоевъ, лежащихъ непосредственно подъ нимъ, и не приметъ-ли онъ участіе въ ихъ пластичномъ дви-

если только ледъ не растрескань множествомъ трещинъ, то нѣтъ достаточной причины, чтобы вода постоянно выдавливалась непремѣнно въ сторону движенія ледника, а не вверхъ, не назадъ и т. п.; между тѣмъ по гипотезѣ г. Томсона это было бы необходимо. Затѣмъ, самая мысль, что весь ледъ ледника, чтобы подвинуться напримѣръ на одинъ футъ, долженъ сперва обратиться въ воду и уже въ видѣ воды передвинуться по волоснымъ щелямъ и что затѣмъ эта вода снова должна обратиться въ ледъ,— тогда какъ мы ничего подобнаго не замѣчаемъ въ поверхносныхъ частяхъ ледника,—самая эта мысль, говорю я, прежде чѣмъ быть принята, должна бы быть подтверждена какими-нибудь весьма вѣскими основаніями; но этихъ основаній мы не находимъ и придумать ихъ не можемъ; а между тѣмъ, если не допустить именно такого процесса, то указанное г. Томсономъ явленіе перестаетъ уже быть *причиною* движенія.

Но, если свойство льда, на которое ссылается г. Томсонъ, не можетъ быть признано достаточною причиною движенія ледниковъ, то во всякомъ случаѣ оно должно имѣть нѣкоторое, и даже весьма существенное, значеніе въ ихъ жизни, если они лежатъ въ умѣренномъ климатѣ и, слѣдовательно постоянно имѣютъ температуру около нуля. Къ этому значенію мы еще вернемся ниже, излагая воззрѣнія г. Болля. Теперь же мы перейдемъ къ тѣмъ двумъ гипотезамъ, которыя однѣ въ настоящее время оспариваютъ другъ у друга право на признаніе со стороны большинства изслѣдователей: я говорю о гипотезахъ Форбза и Тиндалля.

Первая изъ нихъ есть гипотеза *вязкости льда* (viscous theory), высказанная Форбзомъ впервые въ 1842—44 году и, послѣ долгихъ споровъ, окончательно изложенная имъ въ 1846 году [157]). Эта гипотеза такъ уже извѣстна, что можно было бы не излагать ея; но такъ какъ подлинныя сочиненія Форбза могутъ быть теперь отысканы лишь въ журналахъ сороковыхъ годовъ (Сборника «Occasional Papers» я уже не нашелъ въ продажѣ), а воззрѣнія его подвергались разнообразнымъ перетолковываніямъ, то не лишнее будетъ изложить ихъ его собственными словами.

По этой гипотезѣ, пластичное движеніе ледниковъ объясняется тѣмъ, что ледъ, въ большихъ массахъ и при температурахъ, близкихъ къ нулю, предполагается имѣющимъ свойства вязкихъ, или полужидкихъ тѣлъ; вязкими же или полужидкими тѣлами называются такія, частицы или части которыхъ могутъ, подъ давленіемъ собственной массы тѣла, приходить въ относительныя движенія, тождественныя съ движеніями частицъ въ жидкостяхъ. Чтобы пояснить свои воззрѣнія, Форбзъ, излагая ихъ впервые въ письмахъ, печатавшихся въ Джемсоновомъ журналѣ (Edinburgh New Philosophical Journal), сослался для примѣра на густыя, тягучія полужидкости, въ родѣ меда, дегтя, или растопленной смолы, и на густо замѣшанныя пластичныя глины, и утверждалъ, что еслибы такое тѣло было вылито въ слабо-наклонное ко-

---

женіи? Если—да, то все опроверженіе, основанное на томъ, что измѣрялись движенія поверхностнаго слоя, а не внутреннихъ частей, рушится само собою.

[157]) J. Forbes, Illustrations of the Viscous Theory of Glacier Motion, Part III, § 8, въ Philosophical Transactions of the Royal Society of London for the year 1846, pp. 192—210.

рыто, или въ модель, изображающую долину, то оно медленно текло бы, воспроизводя всѣ явленія, которыми сопровождаются движенія ледниковъ. Но впослѣдствіи, вѣроятно потому, что сравненіе льда съ медомъ, растопленною смолою и т. п. давало поводъ къ безполезнымъ спорамъ, Форбзъ оставилъ это сравненіе, и въ запискѣ 1846 года онъ уже ссылается только на опыты, сдѣланные съ тѣстомъ изъ густой пластической глины и на лавовые потоки; послѣдніе, обладая при охлажденіи всевозможными степенями пластичности и двигаясь въ долинахъ большими массами, превосходно поясняютъ законы движенія ледниковъ [158]). Вмѣстѣ съ тѣмъ, онъ уже яснѣе опредѣляетъ, что́ собственно подразумѣвается подъ именемъ *вязкости* льда,—терминъ, который ему посовѣтовалъ принять Джонъ Гершель, для отличія его гипотезы отъ другихъ. Всего яснѣе выражены его воззрѣнія въ слѣдующихъ словахъ, которыми начинается изложеніе теоріи въ упомянутой запискѣ 1846 года.

«Главныя мои аналогіи для объясненія движенія ледниковъ заимствованы», говоритъ Форбзъ, «изъ движеній рѣки, и отъ точности этого сравненія зависитъ въ значительной мѣрѣ справедливость или несправедливость моихъ объясненій. Какъ бы ни были малы и отрывочны наши знанія о механизмѣ движенія несовершенныхъ жидкостей [воду Форбзъ справедливо причисляетъ къ несовершеннымъ жидкостямъ], но объясненіе, которое я давалъ, основано только на томъ, что́ намъ извѣстно о нихъ, и этого знанія, я полагаю, достаточно для того, чтобы мы имѣли право утверждать тождество механическихъ явленій въ обоихъ случаяхъ,—именно, что движеніе является слѣдствіемъ внутреннихъ давленій, возникающихъ вслѣдствіе вѣса самой массы и передаваемыхъ, частью или преимущественно, тѣмъ путемъ, какимъ передается гидростатическое давленіе въ тѣлѣ, котораго части могутъ двигаться или быть сдвигаемы одна относительно другой (путемъ проявленія той силы, которую д-ръ Томасъ Юнгъ называетъ *Detrusive Force* (*) и которая преодолѣваетъ то, что́ обыкновенно называется въ жидкостяхъ треніемъ),—такъ, что скорости бываютъ послѣдовательно различны для смежныхъ точекъ движущагося тѣла, возрастая на поверхности и въ центрѣ массы и убывая на краяхъ ея и на днѣ.

«Такъ движутся вязкія жидкости, таково-же нерѣдко бываетъ и движеніе тѣлъ, обладающихъ обычными свойствами твердыхъ тѣлъ (даже хрупкихъ, какъ густо-свареная смола), если только достаточная сила дѣйствуетъ на нихъ достаточно-продолжительное время **); причемъ вліяніе времени

---

[158]) Дарвинъ конечно не могъ не замѣтить этого, и въ своемъ геологическомъ отчетѣ о плаваніи на „Биглѣ“ указываетъ на замѣчательное сходство между лавовыми потоками и ледниками. См. Darwin, Geology of the Voyage of the Beagle, part II, или подробныя выписки изъ него въ Phil. Mag., vol. 26, 1845, p. 354.

*) Lectures, I, 135. *Прим. Форбза.*

**) См. опытъ проф. Гордона въ Philos Mag., мартъ 1845 года. *Прим. Форбза.*—Это наблюденіе дѣйствительно заслуживаетъ полнаго вниманія. Проф. Гордонъ замѣтилъ въ Gateshed'ѣ бочку смолы (Stockholm pitch) съ проломаннымъ дномъ, лежавшую у одного канатнаго завода. Смола, представляющая „хрупкое тѣло съ конхоидальнымъ изломомъ“, медленно вытекла изъ бочки *въ твердомъ видѣ* и образовала потокъ, который воспроизвелъ вполнѣ движеніе ледниковъ; *смола*

состоитъ главнымъ образомъ въ томъ, что давленіе, недостаточное чтобы произвести мгновенное освобожденіе [detrusion] частицъ, заставитъ ихъ, рано или поздно, *скользить незамѣтно другъ по другу, и вступать въ новыя сцѣпленія* [*new attachments*]—такъ, чтобы измѣненіе формы произошло безъ положительныхъ разрывовъ, которые обращали бы тѣло въ кучу обломковъ. Такое измѣненіе формы можетъ произойти или безъ малѣйшей утраты тѣломъ непрерывности, или путемъ образованія многочисленныхъ, мѣстныхъ и очень мелкихъ трещинокъ, не вездѣ однако сообщающихся между собою, и слѣдовательно не уничтожающихъ неизбѣжно сцѣпленія,—что можетъ быть названо «a bruise» [159]). Вслѣдъ за этимъ, Форбзъ еще сравниваетъ ледникъ «съ рѣкою, *въ которой жидкостное начало было бы весьма мало* [greatly in defect], *а начало сцѣпленія или вязкости—весьма велико*» [the cohering or viscous principle is greatly in excess] [160]).

Изъ приведенныхъ словъ очевидно, слѣдовательно, что Форбзъ объяснялъ движеніе ледниковъ присутствіемъ во льдѣ свойства,—свободы жидкостнаго движенія частицъ, существованіе котораго въ твердыхъ тѣлахъ такъ блистательно доказано теперь опытами г. Трескà надъ металлами и надъ самимъ льдомъ. Правда, что опытныя доказательства этого свойства, которыхъ требовалъ уже Хопкинсъ, мы имѣемъ только теперь, черезъ 20—25 лѣтъ послѣ провозглашенія гипотезы; но что Форбзъ дѣйствительно имѣлъ въ виду именно это свойство (хотя и ограничилъ его нѣсколько, послѣдними словами о трещинкахъ), въ этомъ не можетъ быть никакого сомнѣнія. Это очевидно изъ выше приведенныхъ словъ, набранныхъ курсивомъ и, кромѣ того, еще подтверждается примѣчаніемъ къ стр. 205-й той же записки. Форбзъ ссылается здѣсь на опытъ г-на Кристи надъ выдавливаніемъ замерзающаго льда въ пустотѣломъ снарядѣ, т.-е. на опытъ, тождественный съ опытами Трескà надъ выдавливаніемъ струи, и приводитъ еще слова Athenaeum'a, въ которыхъ употреблено даже самое выраженіе «*истеченіе* твердаго металла». Сообщая объ одномъ патентѣ на выдѣлку оловянной посуды путемъ штампованія, Athenaeum дѣйствительно тогда уже указывалъ, что олово подъ извѣстнымъ давленіемъ «*течетъ* по законамъ движенія жидкостей».

Но одною вязкостью или пластичностью льда еще не исчерпывается гипотеза Форбза. Оставалось еще объяснить тотъ фактъ, что скорость движенія ледниковъ зависитъ отъ температуры воздуха,—что среди зимы она

оставалась однако хрупкою въ то время, какъ она текла—прибавляетъ г. Гордонъ (Phil. Mag., XXVI, 1845, 207).—По поводу этого опыта нельзя не замѣтить слѣдующаго: одно изъ двухъ,—или онъ подверженъ сомнѣнію (напр.,—не накаливалась ли бочка лучами солнца), и тогда слѣдуетъ повторить его; или же онъ не подверженъ сомнѣнію,—и тогда нечего болѣе толковать о несовмѣстимости хрупкости льда съ пластичностью; твердая смола не есть уже болѣе тягучее тѣло, а такое же хрупкое, какъ и ледъ.

[159]) Въ другомъ мѣстѣ Форбзъ поясняетъ это слово, говоря, что называетъ такъ образованіе мелкихъ разрывовъ сплошностей во множествѣ точекъ. Reply to Mr. Hopkins, l. c., p. 412.

[160]) Illustr. of the Viscous Theory, l. c., p. 193.

бываетъ отъ двухъ до пяти разъ меньше, чѣмъ въ жаркіе лѣтніе мѣсяцы [170]), и что она видимо увеличивается даже въ отдѣльные жаркіе дни [171]). Замѣтивъ изъ наблюденій г. Бальмà (извѣстнаго альпійскаго вожака), что скорости ледниковъ, измѣняясь весьма мало въ теченіе зимы, очень быстро возрастаютъ сразу въ началѣ весны, когда температура воздуха становится выше нуля, и начинается весеннее таяніе снѣга, особенно-же—послѣ первыхъ дождей; зная также, какъ пропитывается ледникъ водою послѣ нѣсколькихъ дождливыхъ дней, — Форбзъ предположилъ, что вода въ ледникѣ оказываетъ существенное вліяніе на его скорость. Дѣйствіе ея бываетъ, однако, двоякое: когда волосныя скважины не переполнены водою, она просто нѣсколько увеличиваетъ пластичность льда; когда-же, вслѣдствіе усиленнаго притока, поры переполняются, тогда вода оказываетъ сильное гидростатическое давленіе на окружающій ее ледъ и выдавливаетъ это пластичное тѣло въ стороны наименьшаго сопротивленія, содѣйствуя такимъ образомъ движенію ледника [172]). Первую свою роль, полагаетъ Форбзъ, вода сохраняетъ во всякое время, даже во время зимнихъ морозовъ; потому что хотя зимою и прекращается таяніе ледника и слѣдовательно, притокъ, съ поверхности, но, обращаясь по сложной сѣти волосныхъ скважинъ, вода стекаетъ изъ нихъ чрезвычайно медленно и не успѣваетъ опорожнить ихъ даже и въ теченіе нѣсколькихъ зимнихъ мѣсяцевъ. Эта вода и увеличиваетъ отчасти пластичность ледника, — существующую впрочемъ и помимо ея, въ силу кореннаго свойства льда [173]). Вторая же, главная

---

[170]) Ср. Illustrations, p. 183, 39., гдѣ помѣщены результаты наблюденій г. Бальмà, сдѣланные по просьбѣ Форбза въ теченіе цѣлаго года (разъ въ мѣсяцъ) надъ скоростью ледниковъ des Bois и des Bossons, а равно и чертежи, выражающіе измѣненія скоростей этихъ двухъ ледниковъ, вмѣстѣ съ ходомъ температуры.

[171]) Въ недавнее время этотъ фактъ вполнѣ вподтвержденъ наблюденіями д-ра Пфаффа. Слѣдя непрерывно въ полѣ теодолита за движеніями вѣхи, вбитой въ ледникъ, онъ убѣдился, что скорость ея увеличивается не только въ жаркіе дни, но даже и въ различные часы дня, достигая максимума въ промежуткѣ отъ двухъ до пяти часовъ пополудни, и, слѣдовательно, зависитъ даже отъ суточныхъ колебаній температуры. Dr. Pfaff, въ Naturforscher, 1874, по Poggendorf's Annalen.

[172]) «Вліяніе теплой погоды на ускореніе движенія вполнѣ обусловливается, говоритъ Форбзъ, обиліемъ воды, насыщающей его поры; но это обиліе воды можетъ дѣйствовать двояко: во-первыхъ,—дѣлая ледъ менѣе ломкимъ, когда онъ распускается водою, циркулирующею въ совершенно жидкомъ видѣ въ его порахъ, а во-вторыхъ—и главнымъ образомъ—гидростатическимъ давленіемъ, оказываемымъ ею, вслѣдствіе *переполненія (gorging)* пористой массы жидкостью".—Illustrations, p. 200.

[173]) „Но вода въ трещинахъ еще не составляетъ ледника, а только—главное орудіе, среду (vehicle) для передачи силы, дѣйствующей на нее.... Если бы ледъ не былъ самъ до нѣкоторой степени вязокъ (ductile), то это давленіе не могло бы произвести никакого, самаго малѣйшаго поступательнаго движенія льда. Давленіе въ волосныхъ сосудахъ ледника стремится только отдѣлить одну частицу отъ другой и производитъ такимъ образомъ тяженія и сжиманія, внутри *тѣла самаго ледника*, которой подается вслѣдствіе свойственной ему небольшой пластичности».—Idem, p. 209.

роль воды начинается тогда, когда волосные сосуды *переполнены*, т.-е. когда притокъ почему-либо сильно перевѣшиваетъ то количество, которое успѣваетъ свободно вытекать изъ сложной системы сосудовъ; а это бываетъ какъ послѣ дождей, такъ и тогда, когда съ наступленіемъ жаркихъ дней чрезвычайно усиливается таяніе на поверхности ледника. Этимъ переполненіемъ сосудовъ и объясняется вліяніе теплой погоды на ускореніе движенія [174]). Такимъ образомъ, нѣкоторому количеству воды, остающемуся въ ледникѣ и зимою, приписывается нѣкоторое увеличеніе пластичности льда; большему же количеству, переполняющему волосные сосуды, приписывается *ускореніе* движенія ледника, *сверхъ* той скорости, которая сохраняется и во время зимы и которая можетъ быть названа, такъ сказать, нормальною.

Вѣрно ли это объясненіе, или нѣтъ,—трудно рѣшить въ настоящее время: вопросъ чрезвычайно сложенъ и могъ бы быть рѣшенъ только при помощи достаточныхъ наблюденій, которыя разрѣшали бы частные вопросы, возникшіе изъ объясненія Форбза; но со времени его работъ по этому предмету, новыхъ наблюденій въ этомъ направленіи не было сдѣлано. Ниже мы увидимъ, что г. Болль, котораго справедливо считаютъ однимъ изъ лучшихъ авторитетовъ по альпійскимъ ледникамъ, приписываетъ пропитыванію водою лишь нѣкоторое второстепенное вліяніе; главную же причину ускоренія, замѣчаемаго при повышеніяхъ темцературы воздуха, онъ видитъ въ другомъ явленіи, о которомъ мы и скажемъ впослѣдствіи нѣсколько словъ; здѣсь же я остановлюсь на возраженіяхъ, высказанныхъ Тиндаллемъ, такъ какъ они даютъ случай нѣсколько полнѣе охарактеризовать вопросъ.

Одно возраженіе касается первой части изложенной сейчасъ мысли Форбза, т.-е. того предположенія, что пластичность ледника обусловливается, хотя нѣсколько, присутствіемъ въ немъ воды. Чтобы опровергнуть эту мысль, Тиндалль приводитъ свое измѣреніе зимняго движенія Ледянаго Моря, изъ котораго видно, что въ концѣ декабря этотъ ледяной потокъ двигался со скоростью, равною половинѣ лѣтняго максимума. Указавши затѣмъ, какіе холода стояли въ теченіе двухъ недѣль, предшествовавшихъ

---

[174]) «Съ наступленіемъ мороза.... пористая масса начинаетъ *осушаться* (дренироваться). Этотъ процессъ происходитъ весьма медленно.... Если бы дѣло было иначе, то ледники совершенно высыхали бы послѣ заката солнца и зимою,—чего нѣтъ на самомъ дѣлѣ. Но все-таки гидростатическое давленіе въ цѣломъ ледникѣ значительно ослабляется процессомъ стеканія воды: это очевидно, если наблюдать за ея уровнемъ въ вертикальной дырѣ, пробитой на нѣкоторую глубину въ твердомъ ледниковомъ льдѣ. Послѣ дождя и въ жаркое время онъ всегда выше, чѣмъ въ сухую и холодную погоду. Въ первомъ случаѣ, ледникъ, такъ-сказать, переполненъ водою,—притокъ съ поверхности превосходитъ убыль, происходящую путемъ стока". Idem, p. 209.—Послѣднія замѣчанія вполнѣ согласны съ наблюденіями Агассиса, изъ которыхъ прекрасно видно, что притокъ воды въ буровыя скважины прямо зависитъ отъ температуры воздуха. При этомъ нужно еще замѣтить, что вода скопляется не изъ однихъ только поверхностныхъ частей ледника, а по всей длинѣ скважины;—это видно изъ того, что въ двухъ скважинахъ различной глубины, количество накоплявшейся за ночь воды всегда бывало пропорціонально ихъ глубинѣ. Ср. Agassiz, въ Edinb. N. Philos. Journal vol. 38, p. 268.

измѣренію, Тиндалль заключаетъ, что волосныя скважины должны были въ это время совершенно опорожниться; но, несмотря на это, ледникъ продолжалъ двигаться и сохранялъ довольно значительную скорость [175]).—Фактъ, что ледники движутся и зимою со скоростью, равною иногда половинѣ лѣтней, что зимою бываютъ въ Альпахъ холода, не перерываемые по двѣ и по три недѣли ни одною оттепелью,—конечно не новъ. Измѣренія зимнихъ скоростей, сдѣланныхъ въ довольно разнообразныхъ условіяхъ, были обнародованы уже Форбзомъ; о температурѣ же мы само собою не узнаемъ отъ Тиндалля чего-нибудь ранѣе не извѣстнаго и не принятаго уже въ соображеніе; а потому довольно трудно понять, въ чемъ же собственно эти факты могли бы опровергнуть воззрѣнія Форбза. Изъ вышесказаннаго видно, что онъ совершенно знакомъ съ ними, но тѣмъ не менѣе утверждаетъ, что вода сохраняется въ порахъ ледника и зимою, не смотря на прекращеніе притока съ поверхности; а въ подтвержденіе этого онъ ссылается на медленность, съ которою должно совершаться опоражниваніе сложной системы сосудовъ. Очень можетъ быть, что Форбзъ заблуждается, но доказать этого очевидно невозможно однимъ повтореніемъ слишкомъ извѣстныхъ фактовъ, *вошедшихъ уже въ составъ самаго его сужденія*. Надо искать другихъ основаній. Нужно показать, напримѣръ, путемъ прямого наблюденія, что зимою вода дѣйствительно отсутствуетъ въ волосныхъ сосудахъ, или же доказать теоретически, что она необходимо должна вытечь изъ сосудовъ въ теченіе такого-то срока. Ни того, ни другого мы не находимъ, однако, у Тиндалля: ограничиваясь повтореніемъ извѣстнаго факта, онъ прибавляетъ къ нему только одно замѣчаніе, что если волосныя скважины такъ быстро наливаются, какъ допускалъ Форбзъ, то онѣ также быстро должны опоражниваться [176]). Но—едва ли нужно напоминать, что избыточное наполненіе скважинъ пористаго тѣла и опоражниваніе нормальнаго количества воды, содержимаго ими и удерживаемаго волоснымъ притяженіемъ,—двѣ вещи совершенно различныя. Не выходя изъ круга обыденныхъ примѣровъ, достаточно указать хотя на землю цвѣточнаго горшка; каждому извѣстно, какъ быстро напитывается она водою и какъ медленно вытечетъ изъ нея (если оно вообще когда-нибудь вытечетъ) то небольшое количество воды, которое дѣлаетъ землю влажною. Тысячи подобныхъ примѣровъ и даютъ намъ право думать, что нормальное количество воды въ порахъ ледника дѣйствительно можетъ сохраняться чрезвычайно долгое время.—Въ пользу этого предположенія *можетъ* быть также истолковано слѣдующее обстоятельство. Изъ измѣреній г. Бальма видно, что въ одномъ высоко-лежащемъ ледникѣ (Glacier des Bossons), скорость движенія въ теченіе зимы 1844—45 года постоянно убывала, такъ что годовой минимумъ скорости падалъ на промежутокъ съ 17 марта по 16 апрѣля. Но, если обиліе воды въ волосныхъ скважинахъ имѣетъ хотя какое-нибудь вліяніе на скорость ледника, то это замедленіе *можетъ* быть истолковано въ пользу медленнаго опоражниванія [177]).—Чтоже

---

[175]) Альп. леди., § 20, с. 271.

[176]) Альп. леди., § 20, с. 270.

[177]) Понятно, что это замѣчаніе, которое я дѣлаю всколзь, не подрывало бы нисколько силы предыдущаго если бы оказалось, или что наблюденія невѣрны, или—что фактъ объясняется другимъ путемъ.

касается до того, что Форбзъ видитъ въ водѣ, пропитывающей ледникъ, условіе его пластичности, то можно сказать только, что это условіе не необходимо, и во всякомъ случаѣ неважно: сохраняется ли зимою вода въ волосныхъ скважинахъ, или нѣтъ,—во всякомъ случаѣ ледникъ, если бы онъ даже вовсе не содержалъ жидкой воды, все-таки двигался бы и движется въ арктическихъ странахъ уже въ силу одной пластичности льда; а такъ какъ, судя по тому, что́ мы знаемъ объ арктическихъ ледяныхъ покровахъ, и судя по опытамъ съ ледяными досками, скорость его тѣмъ не менѣе была бы одного порядка съ наблюдаемою зимою въ альпійскихъ ледникахъ, то надо думать, что присутствіе того небольшого количества воды, которое можетъ сохраниться зимою, имѣетъ уже ничтожное значеніе, сравнительно съ значеніемъ пластичности самаго льда. Это же свойства *льда* совершенно не зависитъ отъ присутствіи въ немъ воды,—какъ опредѣлительно утверждалъ уже и Форбзъ. Если онъ и придалъ значеніе водѣ для объясненія пластичности *ледника*, то источникъ этого воззрѣнія объясняется, я полагаю, исторически. Когда его гипотеза вязкости была встрѣчена такимъ грознымъ сопротивленіемъ, онъ видимо радовался всякому приближенію къ его взглядамъ, а потому охотно шелъ на встрѣчу и на сближеніе съ тѣми воззрѣніями, которыя сколько-нибудь приближались къ его собственнымъ, или сколько-нибудь оправдывали допущеніе пластичности въ ледникахъ. Въ данномъ случаѣ,—онъ сдѣлалъ уступку воззрѣніямъ Агассиса [178]). Впослѣдствіи же, когда при дальнѣйшемъ изученіи ледниковъ и другихъ тѣлъ, Форбзъ болѣе и болѣе убѣждался въ истинности своей гипотезы *вязкости* льда, онъ отказался отъ этой уступки, и въ возраженіи г-ну Блекуэллю, о которомъ упоминаетъ Тиндалль, онъ уже прямо отрицаетъ, чтобы вода была *необходимымъ* условіемъ пластичности ледника. Ледникъ можетъ двигаться, слѣдовательно, и въ томъ случаѣ, если онъ вовсе не содержитъ воды,—въ силу одной пластичности льда. Но тогда онъ будетъ имѣть уже нѣкоторую наименьшую скорость, которую можно назвать нормальною. Если же волосныя его скважины начнутъ наливаться водою, то скорость немедленно возрастетъ и будетъ расти до тѣхъ поръ, пока притокъ будетъ превышать вытеканіе; и наоборотъ, скорость тотчасъ начнетъ убывать какъ только притокъ воды ослабѣетъ, и волосные сосуды начнутъ опоражниваться отъ избыточной воды. Въ такомъ видѣ гипотеза имѣетъ за себя значительную долю вѣроятія.

Впрочемъ, Тиндалль оспариваетъ ее и въ этомъ видѣ: онъ вообще отрицаетъ зависимость между скоростью ледника и притокомъ воды въ волосныя скважины. Фактъ, на который онъ указываетъ, въ этомъ случаѣ дѣйствительно заслуживаетъ полнаго вниманія. Дѣло въ томъ, что хотя съ декабря 1846 года по середину апрѣля 1847 г., температура воздуха у Монтаньери была постоянно ниже нуля, однако движеніе Ледяного Моря постепенно ускорялось въ это время, и средняя суточная скорость возрасла

---

[178]) Такое впечатлѣніе производятъ, по крайней мѣрѣ, его письма, гдѣ онъ впервые говоритъ о томъ, что ледникъ есть смѣсь льда и воды. Ср. Forbes, Letters on Glaciers Theories, въ IV-th letter, Edinb. N. Philos. Journ. Jan. 1843, p. 18 (отдѣльнаго оттиска), и VI th. letter, id., Oct. 1844, p. 235.

за эти четыре мѣсяца отъ 24 д. до 34 ½ д. [179]). Къ сожалѣнію, Тиндалль ограничивается совершенно голымъ заявленіемъ этого факта, не говоря ни слова о цѣломъ рядѣ условій, которыя необходимо должны быть приняты въ соображеніе, прежде чѣмъ дѣлать какіе-нибудь выводы; подлинныхъ же наблюденій я теперь не имѣю подъ руками. Дѣйствительно, нужно было бы знать, какъ шло ускореніе въ различные мѣсяцы? Какая температура оставалась ниже нуля, — средняя-ли дневная, или также и максимумъ въ наиболѣе жаркіе часы отдѣльныхъ теплыхъ дней? (послѣднее мало вѣроятно); какъ велико было таяніе льда отъ прямого нагрѣванія лучами солнца, такъ какъ въ горныхъ странахъ это таяніе бываетъ вовсе не ничтожно, хотя температура воздуха и остается ниже нуля, и т. д. Въ такомъ же голомъ видѣ, какъ его сообщаетъ Тиндалль, фактъ не можетъ служить ни за, ни противъ воззрѣній Форбза. Дѣйствительно, измѣренія, сдѣланныя также г-мъ Бальма на Ледяномъ-же Морѣ (немного ниже Монтаньера, противъ Chapeau, т.-е. въ той части, которая называется Glacier des Bois), представляютъ совершенно такой же фактъ, и тѣмъ не менѣе нельзя сказать, чтобы онъ находился въ противорѣчіи съ гипотезою Форбза. И изъ этихъ измѣреній видно также, что средняя суточная скорость одной точки Ледника Лѣсовъ также возрастаетъ на ту же относительную величину (отъ 11, 8 д. въ концѣ ноября до 16, 9 д. во второй половинѣ марта и первой апрѣля), но вмѣстѣ съ тѣмъ видны и другіе факты, — указанные въ свое время Форбзомъ, — которые служатъ лучшимъ основаніемъ его воззрѣній. Прежде всего—обнаруживается одно чрезвычайно важное обстоятельство, о которомъ почему-то совершенно умалчиваетъ Тиндалль въ то время, какъ зимою скорость упомянутой точки возрастаетъ чрезвычайно медленно—всего на 5, 1 д. (128 мм.) въ 4½ мѣсяца,—она сразу увеличивается въ апрѣлѣ, *въ одинъ мѣсяцъ* на 5, 6 д. (142 мм.), т.-е. почти въ *пять* разъ быстрѣе; въ другихъ же трехъ точкахъ, движенія которыхъ были измѣрены въ этотъ годъ г-мъ Бальма скорость даже *убываетъ* зимою, а потомъ въ апрѣлѣ сразу возрастаетъ, въ одинъ мѣсяцъ на 3—9 д. (75—225 мм.) [180]). При этомъ, быстрое возрастаніе прямо совпадаетъ съ наступленіемъ такой погоды, при которой начинается быстрое таяніе снѣговъ. Въ то время, какъ средняя температура поднимается отъ—6° до 0°, скорость ледника остается почти неизмѣнною, т.-е. въ высокихъ точкахъ даже убываетъ нѣсколько, а въ нижнихъ—увеличивается на очень небольшую величину. Между тѣмъ, когда температура воздуха возрастаетъ на шесть же градусовъ выше нуля, скорость ледника увеличивается весьма бы-

---

[179]) Альп. ледн., § 20, с. 271.

[180]) Вотъ среднія суточныя скорости четырехъ точекъ на двухъ ледникахъ (Illustrations, p. 191 и табл. XI):

	Des Bois		Des Bossons	
съ 20 ноября по 4 декабря	11,8 д.		17,3 и 13,1 д.	
съ 4 декабря по 7 января	11,5	и 3,3 д.	15,9 „ 13,0	„
съ 7 января по 18 февраля	14,0 „	2,6 „	13,6 „ 12,0	„
съ 18 февраля по 17 марта	17,0 „	3,0 „	15,4 „ 12,8	„
съ 17 марта по 17 апрѣля	16,9 „	4,6 „	12,9 „ 10,3	„
съ 17 апрѣля по 17 мая	22,5 „	7,3 „	23,3 „ 19,4	„

стро,—почти въ десять разъ быстрѣе [181]). Этотъ фактъ, чрезвычайно рѣзко выраженный во всѣхъ точкахъ, и особенно—верхнихъ, дѣйствительно лучше всего объясняется внезапною прибылью воды, вслѣдствіе быстраго таянія, начавшагося въ апрѣлѣ. Наконецъ, онъ превосходно вяжется еще съ одною частностью, именно съ внезапнымъ ускореніемъ движенія Ледяного Моря въ промежуткѣ съ 18 февраля по 17 марта; этотъ внезапный скачокъ въ 3 дюйма (75 мм.) совпадаетъ съ дождемъ, выпавшемъ въ началѣ марта, причемъ онъ замѣчается только въ нижней точкѣ,—какъ и слѣдовало ожидать, такъ какъ въ болѣе высокихъ областяхъ дождь вѣроятно замѣнялся снѣгомъ. Умалчивать объ этомъ внезапномъ ускореніи ледниковъ весною какъ это дѣлаетъ Тиндалль,—нельзя: его слѣдуетъ или объяснить, или опровергнуть. И это тѣмъ болѣе, что фактъ превосходно доказывается такимъ небольшимъ ледникомъ, какъ Gl. des Bossons, въ которомъ измѣненія скоростей очевиднѣе и легче могутъ быть отнесены къ ближайшей причинѣ, чѣмъ въ Ледяномъ Морѣ; они не замаскировываются здѣсь цѣлою совокупностью чрезвычайно разнообразныхъ условій, какъ это бываетъ въ ниже лежащихъ ледникахъ [182]). Что же касается до ускоренія (въ два дюйма), которое замѣчается въ нижней точкѣ ледника des Bois, съ декабря по середину февраля (также какъ и въ наблюденіяхъ 1846—47 года, на которыя ссылается Тиндалль), то здѣсь прежде всего бросается въ глаза, что это ускореніе замѣчается только въ одной нижней точкѣ (измѣренія 1846—47 года также относятся къ нижнему теченію системы Ледяного Моря). Между тѣмъ, именно въ нижней точкѣ всего возможнѣе небольшія увеличенія притока воды, вслѣдствіе таянія во время кратковременныхъ повышеній температуры воздуха въ нѣкоторые часы отдѣльныхъ зимнихъ дней, особенно въ началѣ февраля (въ январьскомъ измѣреніи скорость меньше, чѣмъ въ декабрьскомъ). Кромѣ того, на скорости нижняго теченія ледника отзывается еще, болѣе или менѣе, каждое случайное ускореніе въ каждой изъ верхнихъ вѣтвей системы ледяныхъ рѣкъ, вызванное случайными (преимущественно топографическими) благопріятными условіями. Наконецъ, когда мы рѣшаемъ, возможно ли было въ данный періодъ таяніе снѣга, мы очевидно не должны довольствоваться одними показаніями термометра, наблюдаемаго въ тѣни, хотя бы это былъ даже максимумъ-термометръ. Нужно помнить, какъ значительно бываетъ таяніе снѣга отъ прямого дѣйствія солнечныхъ лучей, не смотря на то, что средняя и наибольшая температура воздуха остается на нѣсколько градусовъ ниже нуля [183]). Наконецъ, я весьма сомнѣваюсь, судя

---

[181]) На это указалъ уже Форбзъ. Выразивъ на чертежѣ скорость ледника функціею отъ температуры воздуха, онъ говоритъ: „разсматривая кривыя,... мы поражены ихъ почти совершеннымъ параллелизмомъ съ осью (flatness), до тѣхъ поръ, пока температура не достигаетъ нуля". Послѣ этого онѣ быстро поднимаются вверхъ. Ср. Illustrations, p. 191 и табл. XI.

[182]) На это также указывалъ Форбзъ. Дѣйствительно, желая изучить, напримѣръ, зависимость прибыли въ рѣкахъ отъ дождей, мы навѣрно обратились бы къ верховымъ рѣчкамъ, а не къ низовью большой рѣки, гдѣ всякая прибыль есть уже результатъ многихъ сложныхъ явленій.

[183]) Фактъ слишкомъ общеизвѣстенъ, чтобы нужно было доказывать его цитатами; но какъ примѣръ, любопытный по мѣсту наблюденія, можно привести замѣ-

по зимѣ 1844 — 45 года, чтобы въ началѣ весны 1847 года, температура воздуха у Монтаньера не поднималась выше нуля въ отдѣльные часы болѣе теплыхъ дней.—Вообще, слѣдуетъ прибавить, что вопросъ о зависимости скорости ледниковъ отъ температуры воздуха слишкомъ сложенъ, чтобы можно было сколько-нибудь содѣйствовать его разрѣшенію такими бѣглыми соображеніями, какъ тѣ, которыми довольствуется Тиндалль. Это видно уже изъ высказанныхъ сейчасъ соображеній. Но, кромѣ того, есть еще цѣлый рядъ обстоятельствъ, которыми онъ усложняется; такъ достаточно напомнить хоть слѣдующія: скорость ледника зависитъ, кромѣ присутствія воды, еще отъ давленія выпавшаго снѣга, которое иногда можетъ быть отнюдь не ничтожно, отъ давленія верхнихъ частей системы ледниковъ, движеніе которыхъ само обусловливается цѣлымъ рядомъ условій (въ томъ числѣ и упомянутыхъ сейчасъ), отъ «истощенія матеріала» послѣ быстраго движенія, отъ непосредственнаго прогрѣванія верхняго слоя льда, отъ скорости пропитыванія ледника водою и скорости прогрѣванія наружныхъ частей (замѣчается запаздываніе явленій) и т. д.; наконецъ, скорость такого большого потока, какъ Ледяное Море у Монтаньера, есть уже конечный результатъ всѣхъ этихъ чрезвычайно разнобразныхъ условій, дѣйствующихъ на цѣлую систему ледяныхъ рѣкъ [184]). Взвѣсивши эти чрезвычайно сложныя условія, читатель вѣроятно осторожнѣе отнесется къ вопросу, чѣмъ это дѣлаетъ авторъ «Альпійскихъ ледниковъ» [185]).

Наконецъ, что касается до отсутствія волосныхъ скважинъ въ ледникѣ, о которомъ говоритъ Тиндалль, основываясь *только* на наблюденіи Гёкслі [186]), то, не находя въ «Альпійскихъ ледникахъ» никакихъ основаній такому предпочтенію, я напомню о столь-же убѣдительныхъ противорѣчащихъ опытахъ Агассиса, Шлагинтвейта, Бертэня (Bertin), Града и Дюпрэ (Dupré), о которыхъ Тиндалль почему-то вовсе не упоминаетъ. Изъ нихъ явствуетъ прямо противоположное тому, что наблюдалъ Гёкслі. Такъ на-

---

чанія Кэна и Хэйеса, сдѣланныя подъ 78½° и 81° с. ш. и слѣдовательно при очень косвенномъ паденіи солнечныхъ лучей. Хэйесъ замѣчаетъ 14 мая, когда температура весь день продержалась около нуля и только на самое короткое время достигала этой точки, падая вмѣстѣ съ тѣмъ до—6°, 7, что снѣгъ во-очію сталъ „мокрымъ, водянистымъ“ (Polar-Meer, 290), а Кэнъ говоритъ 22 мая 1854, что въ это время уже не было надобности растапливать снѣгъ для добыванія воды, такъ какъ послѣдняя имѣлась уже въ достаточномъ количествѣ на поверхности (слѣдовательно—лужами); между тѣмъ, максимумъ-термометръ, вплоть до этого дня, ни разу не поднимался выше—6°, 5, средняя уже суточная температура ни разу не переходила за—9°, 9. (Arct. Expl., I, 238, II, 418).

[184]) Что эти рѣки лежатъ въ болѣе высокихъ областяхъ,—еще ничего не доказываетъ. Всякій, кто знакомъ съ горными странами, знаетъ напримѣръ, какою высокою температурою пользуются временно небольшія защищенныя ущелья, открытыя къ югу; въ такихъ ущельяхъ таяніе, конечно, можетъ быть несравненно сильнѣе, чѣмъ въ долинѣ Ледяного Моря, обращенной прямо на С.-С.-З. (Подобныя условія вѣроятно и представляютъ ледникъ, лежащій къ Сѣверу отъ Aiguille du Dru, и Glacier du Talèfre).

[185]) Обзоръ трудностей вопроса можно найти въ той же статьѣ Форбза.

[186]) Альп. ледн., § 20, с. 273.

примѣръ, пробивши между двумя трещинами, въ совершенно «здоровомъ» льдѣ, галерею, которой потолокъ былъ на 8,1 м. подъ поверхностью ледника, и вливши окрашенной жидкости въ вертикальную дыру, въ 1,6 м. глубиною, высверленную надъ галереею, Агассисъ видѣлъ, что черезъ два часа окрашенная жидкость уже капала съ потолка, проходя только по волоснымъ сосудамъ, причемъ она быстрѣе проникала черезъ синій ледъ, чѣмъ черезъ бѣлый [187]). Шлагинтвейтъ же видѣлъ проникновеніе окрашенныхъ растворовъ въ ледникѣ до глубины въ 60—80 метровъ, и опыты Бертэня (Bertin), Града и Дюпрэ (Duprê) вполнѣ подтверждаютъ эти наблюденія, говоритъ г. Хэймъ [188]). Всѣ эти опыты производились, конечно, надъ «здоровымъ» льдомъ. Вопросъ остается, слѣдовательно, *по меньшей мѣрѣ* спорнымъ. Но г. Хэймъ замѣчаетъ, что разнорѣчивые результаты опытовъ могутъ и не противорѣчить другъ другу. Если волосные сосуды уже наполнены водою, то окрашенной жидкости и нѣтъ—говоритъ онъ—причины проникать въ нихъ, если вода не можетъ свободно вытекать внизъ, или если окрашенная жидкость не давитъ очень большимъ столбомъ. Точно также тамъ, гдѣ ледъ находится въ состояніи сильнаго сжатія, и гдѣ вода сама выдавливается изъ сосудовъ, невозможно, чтобы въ нихъ проникала новая жидкость, тогда какъ, наоборотъ,—тамъ гдѣ давленіе ослабляется, проникновеніе растворовъ будетъ происходить сравнительно легко (l. c., id.). Эти соображенія, какъ видно, весьма правдоподобны, а потому нѣтъ никакой возможности такъ легко довѣрять *одному* отрицательному результату, полученному Гёкели.

Такимъ образомъ можно, если не ошибаюсь, придти къ заключенію, что опроверженія Тиндалля не опровергаютъ еще воззрѣній Форбза; въ инфильтраціи воды мы дѣйствительно имѣемъ одну возможную и вѣроятную причину ускоренія ледниковъ съ повышеніемъ температуры. Но есть ли это единственная, или по крайней мѣрѣ главная причина,—этого мы въ настоящее время рѣшить не можемъ: вопросъ чрезвычайно сложенъ, а наблюденія пока недостаточны. Ниже мы еще разъ встрѣтимся съ этимъ вопросомъ, а теперь возратимся къ первой части гипотезы Форбза,—къ гипотезѣ пластичности или вязкости льда.

Легко представить себѣ, какую бурю возраженій должна была вызвать въ сороковыхъ годахъ эта гипотеза, когда даже теперь, не далѣе какъ въ 1871 году, послѣ всѣхъ работъ Форбза и Агассиса, даже послѣ изслѣдованій Трескà, Тиндалль еще говоритъ, что «эта теорія такъ противорѣчитъ нашимъ обыденнымъ свѣдѣніямъ о природѣ льда, что въ сознаніи все-таки остается сомнѣніе въ ея справедливости» [189]). Въ сороковыхъ же годахъ, Хопкинсъ

---

[187]) L. Agassiz, Account on Observations made on the Glacier of the Aar въ Edinburgh New Philos. Journal, vol. 33, 1842, pp. 399—402.—Тоже доказывается и притокомъ воды въ буровыя скважины, и пропорціональнымъ глубинѣ ихъ, причемъ очень хорошо видна зависимость силы притока отъ температуры воздуха. Ср. L. Agassiz, The Glacial Theory and its Recent Progress, въ Edinb. N. Phil. J., vol. 33, p. 263.

[188]) A. Heim, On Glaciers, въ Philos. Mag., IV series, vol. 41, 1871, Supplement, p. 486; изъ Poggendorff's Annalin, 1870, Ergänzungband.

[189]) J. Tyndall, In den Alpen, p. 318.—Съ опытами Трескà Тиндалль впрочемъ, повидимому, мало знакомъ, такъ какъ онъ ограничивается упоминаніемъ

говорилъ, что «называть твердое, кристаллическое вещество, подобное ледниковому льду, полужидкимъ или вязкимъ тѣломъ есть почти такое же злоупотребленіе словами» (departure from all propriety of language), какъ называть красное—зеленымъ только потому, что они составляютъ части одного и того же спектра [190]).— Нужно впрочемъ замѣтить, что отчасти и самъ Форбзъ нѣсколько усиливаетъ предубѣжденія, съ которыми должна была бороться его гипотеза. Сдѣлавъ нѣсколько наблюденій, доказывавшихъ пластичность ледниковъ, онъ уже спѣшилъ предложить гипотезу для объясненія явленій, не разработавъ ея предварительно и не обосновавъ ея на достаточномъ количествѣ фактовъ. Вслѣдствіе этого ему пришлось потомъ, въ жару разгорѣвшейся полемики, одновременно—отстаивать заявленные имъ факты, дѣлать новыя наблюденія, чтобы отстоять свои воззрѣнія отъ высказанныхъ возраженій, и наконецъ, вмѣстѣ съ этимъ, разработывать самую гипотезу. Поэтому онъ, то мѣнялъ свою терминологію, не дѣлая должнаго разграниченія между терминами: вязкость, гибкость и т. п., то приводилъ новые примѣры, обращавшіеся уже къ инымъ разрядамъ фактовъ, то наконецъ обращался къ новымъ причинамъ, содѣйствующимъ движенію ледниковъ, но не отдѣлялъ съ достаточною рѣзкостью главныхъ отъ второстепенныхъ, —и никогда не изложилъ своихъ воззрѣній въ видѣ стройнаго цѣлаго. Оттого и получились тѣ противорѣчія, которыми такъ охотно пользуется въ своей критикѣ Тиндалль. Первые примѣры, которые выбралъ Форбзъ, чтобы пояснить движеніе ледника, будучи заимствованы изъ разряда тягучихъ,

---

объ этихъ «превосходныхъ опытахъ», но не говоритъ ни о томъ, что въ нихъ превосходнаго, ни, еще менѣе, о естественно-возникающемъ вопросѣ, не противорѣчатъ-ли они его воззрѣніямъ (id., p. 337). Точно также и объ опытахъ гг. Метьюза и Фроуда, которые непосредственно доказываютъ отрицаемую имъ «растяжимость» льда, онъ ограничивается только упоминаніемъ, что они «весьма любопытны», но замѣчаетъ, что „температура льда при этихъ опытахъ была, сколько мнѣ извѣстно, на нѣсколько градусовъ ниже нуля: важно было бы повторить эти опыты съ такимъ льдомъ, который имѣлъ бы дѣйствительную температуру ледника, т.-е. 0° Ц.“ (Id., p. 319).—Между тѣмъ, первые опыты были сдѣланы именно при нулѣ и высшихъ температурахъ, вторые—при температурахъ ниже нуля; въ глазахъ другихъ,—въ этомъ послѣднемъ особенно и заключается ихъ убѣдительность.“— *Послѣдующее примѣчаніе автора, сдѣланное въ корректурѣ:* „Изъ письма, помѣщеннаго въ журналѣ „Nature“, я узнаю, что опытъ гг. Метьюза и Фроуда былъ повторенъ Тиндаллемъ надъ ледниковымъ льдомъ. Брусья изъ этого льда точно также изгибались постояннымъ изгибомъ, и изгибъ могъ быть наблюдаемъ даже по прошествіи очень короткаго промежутка времени. Первоначальныя неудачи нѣкоторыхъ опытовъ объясняются вѣроятно тѣмъ, что Тиндалль, не довольствуясь изгибомъ брусьевъ отъ собственнаго вѣса, нагружалъ ихъ по срединѣ добавочнымъ грузомъ. Эти опыты заслуживаютъ вниманія въ томъ отношеніи, что устраняютъ возраженіе, которое могло бы быть сдѣлано противъ опытовъ г. Метьюза, основывалось на большей хрупкости ледниковаго льда.—Въ этомъ же письмѣ Тиндалль упоминаетъ о весьма любопытной статьѣ проф. Бьянкони, гдѣ описаны такія же опыты. (I. Tyndall, On the Bending of Glacier Jce, въ Nature, 1871, vol. 4, p. 447)“.

[190]) W. Hopkins, Reply to Dr. Whewell's Remarks on Glacier Theories, въ Philos. Mag., v. 26, 1845, p. 335.

клейкихъ тѣлъ, были также положительно неудачны и—вовсе не необходимы; физическія свойства льда гораздо лучше поясняются другими сравненіями, а между тѣмъ сравненіе льда съ медомъ или дегтемъ, хотя и оставленное потомъ, до сихъ поръ продолжаетъ еще смущать критиковъ. Затѣмъ, высказавъ свои возрѣнія, Форбзъ старался доказать ихъ исключительно наблюденіями надъ ледниками. Конечно, онъ собралъ вслѣдствіе этого такой богатый матеріалъ, подобнаго которому не далъ никто изъ новѣйшихъ изслѣдователей (подобный же матеріалъ можно найти только у Агассиса и Дезора), и поднялъ множество частныхъ вопросовъ, нисколько не подвинутыхъ съ тѣхъ поръ, — но опыты собственно надъ *льдомъ* гораздо лучше доказали бы его гипотезу. Такихъ опытовъ не было однако сдѣлано; Форбзъ точно сомнѣвался въ томъ, что они могутъ доказать его возрѣнія лучше, чѣмъ опыты съ известкою, глиною, и т. п. [191]). Самый терминъ—*вязкость*—былъ также выбранъ не совсѣмъ удачно. Не то, чтобы онъ расходился съ терминологіею, принятою тогда въ механикѣ, но въ самой механикѣ этотъ терминъ былъ неудобенъ, а когда его приходилось распространить на новую область сродныхъ явленій, его недостатки выступили еще яснѣе и легли новымъ препятствіемъ этому распространенію. (Нѣсколько замѣчаній объ этомъ, которыя, на мой взглядъ необходимо имѣть въ виду, читатель найдетъ въ примѣчаніи [192].) Наконецъ,

---

[191]) Опытовъ,воспроизводящихъ движеніе ледниковъ помощью льда, до сихъ, поръ не сдѣлано; а они *конечно* возможны. *При надлежащемъ осуществленіи тождественныхъ условій*, малый образецъ, понятно, воспроизведетъ всѣ тѣже явленія, что и большія массы.

[192]) Мы видѣли выше, что Тиндалль, не довѣряя собственному толкованію *вязкости*, обращался къ „высоко-образованнымъ людямъ“ за объясненіемъ этого термина и остановился на полученномъ отъ нихъ замѣчательно странномъ объясненіи, что „вязкость—это клейкая тягучесть“. Между тѣмъ, всякому, кто знакомъ съ изслѣдованіями по механикѣ сопротивленій тѣлъ, сдѣланными въ 1830—50-хъ годахъ, должно быть извѣстно, что этимъ именемъ называлось тогда, да и теперь еще (Томсонъ), сопротивленіе жидкостей и газовъ боковому скольженію ихъ частицъ,—ничтожное въ газахъ, весьма слабое въ жидкостяхъ въ родѣ воды и весьма замѣтное въ несовершенныхъ жидкостяхъ. Впослѣдствіи первыя попытки сдѣланы въ началѣ тридцатыхъ годахъ—тоже сопротивленіе было изслѣдовано и въ твердыхъ тѣлахъ и названо сперва сопротивленіемъ *касательной силѣ*, потомъ—сопротивленіемъ *сдвигу* или *смѣщенію* (resistance to the *detrusive force*, to the *shearing*, résistance au *cisaillement*, à la *force latérale ou tangentielle* и т.п.), а теперь—доказано (опытнымъ путемъ—г-мъ Трескà и теоретически—С.-Венаномъ), что это послѣднее сопротивленіе равно тому, что Трескà долженъ былъ назвать сопротивленіемъ *жидкостности* (résistance à la *fluidité*) Въ жидкостяхъ же оно продолжало и продолжаетъ называться вязкостью, или треніемъ (viscosité frottement des liquides); но никому не приходитъ, конечно, въ голову, говоря напримѣръ о *вязкости воздуха* (W. Thomson, Hydrokinetic Solutions) или о *вязкости воды*, подозрѣвать въ нихъ *клейкую тягучесть!* Тоже относится и до сопротивленія сдвигу,—напримѣръ въ деревѣ или холодномъ металлѣ. Напротивъ того, уже въ тридцатыхъ годахъ опредѣлительно говорилось, что вязкость жидкостей есть не что иное, какъ сопротивленіе частичныхъ силъ боковому смѣщенію частицъ (до этого тутъ предполагалось еще какое-то вліяніе ихъ полярности).

Форбзъ не разграничилъ съ достаточною ясностью собственно гипотезы вязкости отъ гипотезы, предложенной имъ для объясненія полосатаго строенія (veined structure) ледниковъ, и едва ли не придалъ этой послѣдней бо́льшее значеніе, чѣмъ то, которое она должна была бы занимать въ самой гипотезѣ вязкости льда; а это объясненіе вызвало массу новыхъ споровъ, по поводу вопроса, во всякомъ случаѣ второстепеннаго.—Вообще Форбзъ, высказывая впервые свою гипотезу, дѣйствительно не разсчиталъ всей силы предвзятахъ воззрѣній, съ которыми она должна будетъ бороться, и слишкомъ понадѣялся на обобщительное направленіе тогдашней науки, стремившейся сгладить рѣзкія границы между тѣлами, установленныя въ былыя времена [193]). Но за то и самъ онъ слишкомъ радостно встрѣчалъ всякое приближеніе къ его воззрѣніямъ, спѣша самъ дѣлать уступки, для перехода въ спорѣ на болѣе нейтральную почву; а вслѣдствіе этого, естественно, ослаблялась сила его аргументаціи въ пользу пластичности собственно льда. Если прибавить къ этому еще нѣкоторую темноту изложенія теоретическихъ воззрѣній (которая дѣйствительно существуетъ, какъ слѣдствіе указанныхъ причинъ, но которую, вмѣстѣ съ тѣмъ, и преувеличивали)—то легло понять, почему гипотеза Форбза подала поводъ къ такимъ разнообразнымъ толкованіямъ, что одни считали ее только сводомъ фактовъ, другіе видѣли въ ней уже стройную теорію и наконецъ почти всѣ возражатели толковали ее совершенно произвольно.

Что это не былъ сводъ фактовъ, — въ этомъ не можетъ быть никакого сомнѣнія. Напротивъ, Форбзъ имѣлъ ту, весьма существенную заслугу, что онъ высказалъ и старался доказать обобщеніе,—какъ оно ни казалась тогда,

---

Поэтому ясно, что когда говорится, что ледъ есть *„вязкое тѣло или вязкая полужидкость“*, то этимъ выражается, что ледъ есть *тѣло, въ которомъ измѣненія формы совершаются путемъ скольженія частицъ другъ по другу, также какъ въ жидкостяхъ, но — гдѣ это скольженіе встрѣчаетъ значительно бо́льшее сопротивленіе, чѣмъ въ жидкостяхъ* (принимая воду за типъ послѣднихъ). Такое опредѣленіе прямо слѣдуетъ и изъ вышеприведенныхъ словъ Форбза, что ледникъ есть *тѣло, въ которомъ жидкостное начало весьма мало, а сцѣпленіе или вязкость сравнительно велико.* Въ этомъ смыслѣ, вѣроятно, Джонъ Гершель и посовѣтовалъ Форбзу принять терминъ „вязкости льда“. — Кромѣ того, нужно еще замѣтить, что въ то время Форбзъ не могъ ограничиться сравненіемъ льда съ полужидкостями, не прибавивъ какого-нибудь термина въ родѣ *„вязкая* полужидкость“, ибо въ сочиненіяхъ по механикѣ тридцатыхъ и сороковыхъ годовъ, *сыпучія тѣла и земли также постоянно назывались полужидкостями* (lockere oder halbflüssige Massen, demi-fluides ou terres); нужно было отдѣлить ледъ отъ сыпучихъ тѣлъ, показавъ, что хотя движеніе его частицъ и совершается такъ же, какъ въ сыпучихъ тѣлахъ (или въ жидкостяхъ), но что сцѣпленіе частей или частицъ при этомъ не разрывается; а это представленіе прямо выражалось словомъ вязкость. Такое разграниченіе было тѣмъ болѣе необходимо, что въ то время многіе дѣйствительно стремились представить ледникъ, какъ сыпучее тѣло, состоящее изъ крупныхъ обломковъ. Этимъ и объясняется, почему Форбзъ, тотчасъ послѣ вышеприведенныхъ словъ, вставляетъ параграфъ о томъ, что „ледъ не есть куча обломковъ“, другими словами—не есть сыпучее тѣло, не есть полужидкость, лишенная вязкости.

[193]) Illustrations, p. 205.

да и теперь еще, смѣлымъ,—что частичные процессы, совершающіеся при измѣненіяхъ формы во льдѣ,—т. е. въ твердомъ, хрупкомъ тѣлѣ,—и въ полужидкихъ массахъ, могутъ подлежать въ извѣстныхъ случаяхъ одинаковымъ законамъ,—что не только внѣшнія, форменныя явленія въ движеніи ледника и рѣки сходны между собою, но что и частичные процессы, изъ которыхъ они слагаются, также тождественны. Мы видимъ теперь, какъ подтвердилась эта мысль, и какъ расширился кругъ тѣлъ, которыя могутъ быть включены въ ту же группу. Но отъ Форбза совершенно ускользнулъ тотъ фактъ, какое вліяніе оказываетъ давленіе на пластичность льда, — фактъ, замѣченный уже Рандю, но значеніе котораго вполнѣ выяснилось только теперь изъ опытовъ г. Треска. Затѣмъ, встрѣтивъ сильную оппозицію своимъ воззрѣніямъ, Форбзъ спѣшилъ воспользоваться всякимъ указаніемъ на побочныя обстоятельства, замѣчаемыя въ ледникахъ, которыя могли бы сдѣлать пластичность льда сколько-нибудь вѣроятнымъ свойствомъ въ глазахъ его противниковъ; онъ охотно шелъ на встрѣчу противоположнымъ гипотезамъ и дѣлалъ имъ также уступки, которыя помогли бы соглашенію. Такъ, уступая Хопкинсу, онъ допустилъ, что пластичность ледниковаго льда увеличивается тѣмъ, что онъ истрескивается безчисленнымъ множествомъ мельчайшихъ трещинъ, — явленіе, конечно возможное мѣстами, но вовсе не необходимое для объясненія пластичнаго движенія ледниковъ; а уступая Агассису, онъ придалъ большое значеніе пропитыванію ледника водою,—о чемъ уже говорилось выше. А такъ какъ, дѣлая эти уступки, Форбзъ уже не настаивалъ съ достаточною ясностью на томъ, что истрескиваніе льда или пропитываніе его водою суть только второстепенныя, добавочныя условія, которыя ускоряютъ лишь въ нѣкоторыхъ случаяхъ измѣненія формы, совершающіяся вслѣдствіе прирожденной льду пластичности, то онъ этимъ только умножалъ поводы къ враждебнымъ нападкамъ и придиркамъ. Между тѣмъ, обѣ эти уступки, какъ мы видимъ теперь, были совершенно ненужны. Основная мысль Форбза, что ледъ достаточно пластиченъ, чтобы измѣнять свою форму, какъ полужидкія тѣла, и что степень присущей ему пластичности, одна, совершенно достаточна, чтобы объяснить движеніе ледниковъ, блистательно подтверждается теперь опытами гг. Треска, Хельмхольца и Метьюза. Мало того, эти опыты доказываютъ, что не только масса льда, но и масса всякаго, самаго твердаго тѣла, представила бы, при сходныхъ условіяхъ, тѣже явленія, что и полужидкое тѣсто. Не удивительно поэтому, что гипотеза пластичности или вязкости, освобожденная отъ чуждыхъ ей примѣсей, теперь снова завоевываетъ себѣ прежнее значеніе, которое она утрачивала-было въ шестидесятыхъ годахъ.

Другая, соперничествующая съ нею гипотеза, есть, какъ извѣстно, гипотеза Тиндалля. Отчасти мы уже съ нею ознакомились, такъ какъ критика мнѣній Форбза, дѣлаемая Тиндаллемъ, тѣсно связана съ его собственными воззрѣніями: наконецъ, сама гипотеза «раздробленія и смерзанія» настолько уже общеизвѣстна, что, излагая её собственными словами автора, достаточно будетъ немногихъ выписокъ.

«Въ силу какихъ же свойствъ,—спрашиваетъ Тиндалль, описавши движеніе ледниковъ, — можетъ ледъ такимъ образомъ сгибаться и измѣнять свою форму, какъ это описано въ предыдущихъ наблюденіяхъ? Единствен-

ная, еще заслуживающая теперь вниманія теорія есть извѣстная теорія вязкости. Многія явленія, какъ мы видѣли, говорятъ за то, что ледъ есть вязкое или «полужидкое» вещество и, какъ таковое, течетъ въ альпійскихъ ледникахъ. Общій видъ многихъ ледниковъ, ихъ способность протискиваться въ ущелья и снова расширяться въ долинѣ, миновавши эти тѣснины [196]), явное изгибаніе ихъ въ долинахъ,—всѣ эти свойства находятся въ согласіи съ вязкостью. Наконецъ, полосатое строеніе ледниковъ считается также многими вѣскими авторитетами рѣшительнымъ доказательствомъ въ пользу теоріи вязкости, и высказано было утвержденіе, что невозможно объяснить его никакою иною гипотезою».

«Но эта теорія до такой степени противорѣчитъ нашимъ обыденнымъ наблюденіямъ надъ природою льда, что въ сознаніи все-таки остается сомнѣніе въ ея истинности. Нельзя ли, однако, воспроизвести тѣже явленія безъ вмѣшательства этой теоріи?—Дѣйствительно, это возможно... [Слѣдуетъ затѣмъ описаніе извѣстныхъ опытовъ]. Такимъ образомъ, эти опыты доказываютъ существованіе въ малыхъ массахъ льда—свойства, ранѣе въ нихъ неизвѣстнаго. Они доказываютъ, судя по всему, что ледъ гораздо пластичнѣе, чѣмъ когда-либо предполагалось. Но самый зародышъ, изъ котораго получились эти результаты, находимъ мы въ лекціи, прочтенной въ 1850 году въ Royal Institution и напечатанной въ «Athenaeum'ѣ» и «Literary Gazette». Фарэдэй показалъ тогда, что если два куска льда, имѣющіе температуру въ 0°, приводятся въ соприкосновеніе, то они немедленно смерзаются вслѣдствіе превращенія въ ледъ—тонкаго слоя влажности, существующаго между ними. Обыденнымъ примѣромъ этого явленія служитъ снѣговой шаръ [скатываемый при играхъ дѣтей]. Если снѣгъ имѣетъ температуру ниже 0° и притомъ *сухъ*, то онъ не скатывается; если же онъ нѣсколько таетъ, то онъ легко можетъ быть сдавленъ въ твердую массу... Подобные факты наводятъ на мысль, что если бы мы положили кусокъ льда—напримѣръ прямой ледяной брусокъ—въ кривую форму, и подвергли его давленію, то онъ раздробился бы, но что та же самая сила привела бы обломки въ соприкосновеніе, а чрезъ это возстановилась бы снова неразрывность массы. Опытъ, какъ мы видѣли, вполнѣ подтверждаетъ это предположеніе: ледъ обратился изъ цѣльной прямой призмы въ цѣльную-же согнутую призму, и переходъ совершился здѣсь не путемъ вязкаго движенія частицъ, а путемъ *раздробленія и смерзанія*. Если бы переходъ отъ одной кривизны формы къ другой совершался достаточно медленно, то мы получили бы въ точности тоже явленіе, какое представляетъ любой поперечный вырѣзокъ въ ледникѣ [197]). Всѣ факты движенія, на которыхъ основывается представленіе о вязкости, приводятся такими опытами, какъ вышеприведенные, въ согласіе съ доказаннымъ свойствомъ льда. Благодаря этому свойству, ледъ прилаживается къ своему руслу и сохраняетъ свою общую неразрывность, трещины закрываются, и раздробленный ледъ ледопада, какъ напр. Талефра или Ронскаго ледника, снова смерзается въ цѣлую неразрывную массу» [198]). Сказавши затѣмъ, что сущность вязкости есть растяжимость и сославшись на вышеприведенные разсчеты, чтобы показать отсутствіе этой способности во льдѣ, Тиндалль заключаетъ: «резюмируя все, изслѣдователь имѣетъ передъ собою два ряда явленій, одинъ — въ гармоніи (?) съ понятіемъ о вязкости, другой—противоположный ему, насколько это возможно. Гдѣ дѣйствуетъ давленіе, тамъ мы имѣемъ первый рядъ; гдѣ дѣйствуетъ тяженіе,—послѣд-

---

[196]) Если не ошибаюсь, эта фраза невѣрно передана въ нѣмецкомъ переводѣ, которымъ я пользуюсь; я передаю ее, сообразуясь съ „Альпійскими ледниками".

[197]) „...Но представимъ себѣ, что вмѣсто трехъ формъ употреблены три тысячи, или, еще лучше,—что изгибъ одной и той-же формы измѣняется, съ очень медленною постепенностью; ледъ въ такомъ случаѣ измѣнялъ бы свои очертанія столь постепенно, что *грубаго разрыва не было бы замѣтно*. Ледъ представлялъ бы всѣ явленія вещества пластичнаго..."—Альп. лед., § 22, с. 281.

[198]) In den Alpen, pp. 312—315.

ній. Но оба могутъ быть соглашены допущеніемъ или вѣрнѣе—доказанною опытомъ истиною, что хрупкость льда и его способность вновь смерзаться дѣлаютъ возможными въ немъ измѣненія формы безъ нарушенія непрерывности» [199]).

Такъ излагаетъ Тиндалль свою гипотезу. Что касается до смерзанія, то причина его остается еще не выясненною. Обусловливается-ли оно вліяніемъ кристаллизаціонныхъ и молекулярныхъ силъ, какъ это полагаетъ Тиндалль, вслѣдъ за Фарадэемъ,—или-же причины его слѣдуетъ искать въ пониженіи температуры таянія льда вслѣдствіе давленія, сосредоточившагося въ *точкахъ* соприкосновенія обломковъ,—какъ это полагаютъ Дж. Томсонъ, Жаменъ (Jamin) и Хельмхольцъ, — остается еще вопросомъ. Прежде, Тиндалль вполнѣ отвергалъ вторую причину; теперь-же, послѣ возраженій Хельмхольца [200]), онъ пришелъ съ нимъ къ заключенію, что въ настоящее время вопросъ еще не можетъ быть рѣшенъ окончательно [201]). Для теоріи ледниковъ онъ, впрочемъ, и не имѣетъ существеннаго значенія.

Предложенная въ концѣ пятидесятыхъ годовъ, гипотеза «раздробленія и смерзанія» быстро распространилась. Она имѣла, конечно, въ глазахъ многихъ, неоцѣненное достоинство, именно то, что *соглашала* явленія, которыя считаются несогласимыми,—т.-е. хрупкость льда съ доказанною пластичностью ледниковъ. Благодаря смерзанію, она давала возможность признавать пластичность въ ледникахъ, не допуская ея во льдѣ, т.-е. избавляла отъ необходимости признать во льдѣ свойство, которое многіе считаютъ до сихъ поръ чѣмъ-то совершенно выходящимъ изъ ряда обычныхъ представленій о твердыхъ тѣлахъ; затѣмъ, любопытные новые опыты, на которыхъ она основывалась, популярность ея автора и, наконецъ, его изящное, общедоступное изложеніе, —все это, конечно, весьма способствовало распространенію гипотезы. Но, не подкупаясь внѣшними достоинствами, мы должны строже спросить себя, дѣйствительно-ли она удовлетворяетъ всѣмъ извѣстнымъ фактамъ вполнѣ-ли она объясняетъ ихъ и, наконецъ, чѣмъ она доказывается?

Прежде всего, нельзя не указать на одно, весьма любопытное обстоятельство. Всякому, кто знакомъ съ физическими работами Тиндалля, хорошо извѣстно, съ какою ясностью и опредѣленностью обыкновенно выражаетъ онъ свой образъ мыслей, — какъ конкретно, образно стремится онъ всегда представить процессы, совершающіеся, по его мнѣнію, въ тѣлахъ, прибѣгая даже, въ случаѣ надобности, хотя-бы къ грубому, фигуральному изображенію болѣе сложныхъ явленій. Но — странное дѣло—въ данномъ случаѣ, въ вопросѣ о ледникахъ, эта типичная особенность ума какъ будто совершенно покидаетъ Тиндалля. Все, что онъ говоритъ о движеніи ледниковъ, выражено такъ неопредѣленно, такъ глухо, что не только не даетъ намъ яснаго, конкретнаго представленія о томъ, какъ совершается движеніе массы льда, формующейся по своему руслу, но оставляетъ насъ даже въ совершенномъ недоумѣніи относительно того, въ чемъ собственно состоитъ сущность воззрѣній автора. Въ самомъ дѣлѣ, — какъ движется ледникъ по гипотезѣ раздробленія и смерзанія? Дѣлится-ли онъ повсемѣстно на мелкіе обломки, которые передвигаются независимо, подобно частямъ сыпучаго

---

[199]) Idem, p. 318.

[200]) H. Helmholtz, Ueber Eis und Gletscher, l. c., 130, sq.

[201]) In den Alpen, p. 352.

тѣла, и то спаиваясь между собою, то снова разъединяясь, какъ кусочки льда въ кабинетныхъ опытахъ? Или ледникъ дѣлится трещинами, разрѣзающими его во всю ширину, только на крупныя части, обладающія способностью независимаго движенія, какъ это допускалъ Хопкинсъ? Или дѣленіе трещинами только облегчаетъ измѣненія формы во льдѣ, которыя вообще совершаются вовсе безъ разрывовъ сплошности, такъ что одни края массы разрываются вѣерообразно, въ то время какъ среднія ея части остаются неразрывными и движутся какъ пластичное тѣло? Какъ слѣдуетъ, наконецъ, понимать утвержденіе, что въ мѣстахъ, гдѣ ледъ подверженъ давленію, его движенія находятся «въ гармоніи», или «согласуются» съ понятіемъ о вязкомъ тѣлѣ: является ли здѣсь ледъ дѣйствительно пластичнымъ тѣломъ, какъ свинецъ или лѣпная глина, или же подъ словомъ «гармонія» слѣдуетъ понимать только внѣшнее сходство,—такое, напримѣръ, какое Тиндалль, со своей точки зрѣнія, находитъ между движеніемъ всего ледника и теченіемъ рѣки? Ни одинъ изъ этихъ, и еще многихъ другихъ вопросовъ не рѣшается «Альпійскими ледниками», и мы остаемся въ полномъ недоумѣніи относительно того, въ какомъ видѣ представляется автору даже самый фактъ, подлежащій его объясненію. Но еще болѣе увеличиваются наши недоумѣнія, когда мы стараемся конкретнѣе представить себѣ сущность гипотезы «раздробленія и смерзанія». Приступая къ этой гипотезѣ, Тиндалль указываетъ намъ на то, что измѣненія формы въ кускахъ льда *могутъ* совершаться путемъ *раздробленія* и смерзанія, и говоритъ, что этотъ процессъ представляетъ *достаточную* причину для объясненія движенія ледниковъ; но вслѣдъ затѣмъ онъ сейчасъ-же спѣшитъ прибавить оговорку, которая вполнѣ подрываетъ всю силу послѣдняго утвержденія, и оставляетъ насъ въ совершенномъ невѣдѣніи относительно того, — насколько, по мнѣнію автора, дѣйствительно совершается въ ледникахъ процессъ, такъ прекрасно описанный, когда рѣчь шла о небольшихъ кускахъ льда. И эта оговорка такъ уже измѣняетъ всю постановку вопроса, что внимательный читатель положительно недоумѣваетъ, что собственно понимается подъ словами «раздробленіе и смерзаніе», и невольно спрашиваетъ себя, не представляютъ ли они только замаскированную форму того самаго, что авторъ такъ усердно оспариваетъ подъ именемъ пластичности?—Далѣе,—мы читаемъ въ «Альпійскихъ ледникахъ», что раздробленіе и смерзаніе есть достаточная и вѣроятная причина движенія ледниковъ, и, хотя этого нигдѣ не выражено открыто и ясно, но по множеству данныхъ, заключаемъ, что авторъ считаетъ эту причину «существенною и главною»; но изъ той же книги, въ разныхъ другихъ ея мѣстахъ, мы узнаемъ, что, кромѣ раздробленія и смерзанія, въ ледникахъ предполагается еще массовое скольженіе, по гипотезѣ Соссюра, и пластичное движеніе, по гипотезѣ Форбза. И напрасно было бы думать, судя по отношенію автора къ обѣимъ гипотезамъ, что этимъ процессамъ придается только побочное, второстепенное значеніе; вовсе нѣтъ. Массовымъ скольженіемъ объясняется такой коренной, существенный фактъ въ жизни ледниковъ, какъ полировка скалъ и изборожденіе (причемъ мы не находимъ никакого, хотя слабаго намека на то, какъ можетъ масса льда скользить въ извилистой и неровной долинѣ, если она не разсѣкается трещинами во всю свою толщину); а когда мы хотимъ узнать, какая часть движенія ледника приходится на долю раздробленія и смерзанія, и какая—

на долю пластичнаго измѣненія формы, — тогда Тиндалль то̀ говоритъ намъ, что онъ самъ не знаетъ, какая доля приходится каждому изъ этихъ процессовъ, то̀ выражаетъ сомнѣніе, чтобы ледъ «хотя сколько-нибудь» обладалъ «растяжимостью», составляющею, по его мнѣнію, сущность вязкости или пластичности, и поэтому разсматриваетъ ледъ, какъ тѣло вполнѣ *упругое*, въ которомъ вовсе не существуетъ скольженія частицъ, то̀, наконецъ, объясняетъ такое повсемѣстное явленіе въ ледникѣ, какъ краевое жилистое строеніе, именно этимъ самымъ скольженіемъ частицъ [202]). Не упоминая о другихъ мелкихъ неясностяхъ, — туже неопредѣленность находимъ мы и по второстепенному вопросу, о вліяніи температуры воздуха на скорость движенія ледника. Признается ли это вліяніе? Конечно, да; самъ Тиндалль приводитъ свои зимнія измѣренія, изъ которыхъ видно, что зимою Ледяное Море движется вдвое медленнѣе, чѣмъ лѣтомъ. Но колебанія температуры въ различные дни, имѣютъ ли они какое-нибудь значеніе? Объ этомъ мы узнаёмъ только, что Форбзъ «*убѣжденъ*» въ ихъ вліяніи, и уже по тону замѣтки намъ представляется догадываться, убѣжденъ-ли въ этомъ Тиндалль, или же считаетъ такое убѣжденіе абсурдомъ. Наконецъ, на вопросъ, чѣмъ объясняется меньшая скорость ледника во время зимы, — мы вовсе не находимъ никакого отвѣта.

Всѣ эти пріемы до такой степени чужды автору «Теплоты» и такъ рѣзко расходятся со взглядами, выраженными имъ въ увлекательной защитительной рѣчи «о роли воображенія, или точнѣе — образности представленій въ наукѣ», что не могутъ не остановить на себѣ нашего вниманія и естественно вызываютъ желаніе ихъ объяснить. Объясненіе, если не ошибаюсь, и не трудно найти, обратившись къ письмамъ Хопкинса «о механизмѣ движенія ледниковъ». Съ одной стороны, вліяніе этихъ писемъ такъ настойчиво представляется уму, какъ при сравненіи общей концепціи воззрѣній Хопкинса и Тиндалля, такъ и при сопоставленіи даже нѣкоторыхъ отдѣльныхъ аргументовъ и оборотовъ рѣчи, что трудно было бы въ немъ сомнѣваться; а съ другой стороны, только вліяніемъ воззрѣній, переходныхъ сами по себѣ, и возможно было бы объяснить, именно у Тиндалля, такую неопредѣленность представленій о самой защищаемой гипотезѣ, такое смѣшеніе различныхъ родовъ движенія, безъ всякаго сколько-нибудь ясно выраженнаго разграниченія между ними. И дѣйствительно, въ «Альпійскихъ ледникахъ" мы находимъ всѣ элементы, совмѣстившіеся въ воззрѣніяхъ Хопкинса, какъ они сложились въ послѣднихъ его письмахъ. „Вѣковая пластичность» выразилась въ той неопредѣленной, но вѣроятно малой долѣ измѣненій формы, которую Тиндалль считаетъ возможною вслѣдствіе пластичности самаго льда: та часть массоваго скольженія ледника, которую Хопкинсъ считалъ неизбѣжнымъ удержать при всякой гипотезѣ, чтобы объяснить изборожденіе, удержана и Тиндаллемъ, на томъ-же основаніи; отождествленіе вязкости или пластичности съ растяжимостью, — тогда какъ это свойство гораздо лучше характеризуется способностью скольженія частицъ, — и смѣшеніе неупругаго удлиненія съ упругимъ растяженіемъ цѣликомъ заимствованы у Хопкинса; все, что̀ высказалъ Хопкинсъ противъ Форбза,

---

202) Производится ли оно тяженіемъ, или давленіемъ, — въ данномъ случаѣ не имѣетъ значенія. Справедливо конечно послѣднее.

принимая ледъ абсолютно-упругимъ тѣломъ, воспроизведено, какъ мы видѣли, и у Тиндалля, — до самыхъ мелочей, съ удержаніемъ даже выкладки, повторенной по образцу той, которая была сдѣлана Хопкинсомъ, когда онъ пользовался еще недостаточнымъ матеріаломъ; наконецъ, даже новое, т. е. „раздробленіе и смерзаніе» Фарэдэя, служитъ только для того, чтобы согласить то, что Хопкинсъ, а за нимъ и Тиндалль, считаютъ несогласимымъ, т.-е. хрупкость *льда* со способностью *ледниковъ* прилаживаться къ своему руслу, и само это раздробленіе становится, наконецъ, столь-же неосязаемымъ процессомъ, какъ тоже раздробленіе въ послѣднихъ письмахъ Хопкинса. Затѣмъ, объясненіе жилистаго строенія давленіемъ, основанное на новыхъ наблюденіяхъ, уже не принадлежитъ собственно къ гипотезѣ о причинѣ движенія ледниковъ.

Такое впечатлѣніе вынесетъ, я полагаю, всякій, кто параллельно изучитъ письма Хопкинса и «Альпійскіе ледники». Но, — если подчиненіе чьей-нибудь стройной теоріи, съ цѣлью ея дальнѣйшей разработки, не представляетъ само по себѣ ничего нежелательнаго, то, въ данномъ случаѣ, подчиненіе воззрѣніямъ Хопкинса не могло не быть крайне вреднымъ. Эти воззрѣнія не представляютъ стройной теоріи. Они суть результатъ компромисса, вынуждавшагося шагъ за шагомъ, — результатъ ряда уступокъ, среди которыхъ у автора ни единаго раза не прорвалось сознательнаго выраженія о томъ, насколько его новые взгляды расходятся съ предшествовавшими, и гдѣ, напротивъ, употреблены всѣ старанія, чтобы представить видоизмѣненныя воззрѣнія логическимъ развитіемъ первоначальныхъ. Очевидно, что такая совокупность воззрѣній можетъ вести только къ неясности представленій, къ туманнымъ взглядамъ, стремящимся согласить предвзятыя воззрѣнія съ противорѣчащими имъ данными наблюденія. Такъ должна была она отозваться — если мое сопоставленіе вѣрно — и на взгляды Тиндалля. Наконецъ, я позволю себѣ выразить предположеніе, что и самъ Тиндалль тоже можетъ быть пережилъ фазисъ, подобный тому, который пережилъ Хопкинсъ, т. е. начавши съ мысли, что пластичность льда вовсе не нужна, чтобы объяснить движеніе ледяныхъ массъ, что для этого достаточно *раздробленія* ледника, въ точномъ смыслѣ этого слова, онъ потомъ, мало-помалу, дошелъ наконецъ, путемъ изученія фактовъ природы, до необходимости признать эту пластичность и низвести раздробленіе до возможнаго минимума. Но, къ сожалѣнію, на этомъ моментѣ развитія гипотезы Тиндалль и прервалъ дальнѣйшее изученіе ледниковъ (я разумѣю, конечно, научное), а потому онъ и не могъ дойти до созданія новой стройной теоріи. Только такимъ образомъ и возможно было-бы объяснить, полагаю я, тѣ аномаліи, на которыя указано выше. Впрочемъ, вѣрны-ли это сопоставленіе и эта догадка, или нѣтъ, во всякомъ случаѣ гипотеза «раздробленія и смерзанія» вызываетъ нѣкоторыя весьма существенныя сомнѣнія, вѣроятно не разъ уже представлявшіяся всякому, кто внимательно вдумывался въ ея основанія. Къ нимъ мы и перейдемъ теперь.

Что касается до массоваго скольженія и изборожденія, то я уже говорилъ о нихъ раньше и показалъ, почему, съ одной стороны, въ первомъ не предстоитъ никакой надобности для объясненія втораго, а съ другой стороны—почему само изборожденіе слѣдуетъ признать лучшимъ опроверженіемъ массоваго скольженія льда; возвращаться къ этому вопросу, слѣдова-

тельно, нѣтъ надобности. Впрочемъ, это повтореніе Тиндаллемъ мысли Хопкинса и не особенно существенно въ его гипотезѣ.

Коренной же недостатокъ гипотезы состоитъ, я полагаю, въ томъ, что она оставляетъ насъ въ совершенномъ недоумѣніи относительно того, во 1), въ какой мѣрѣ движеніе ледника дѣйствительно предполагается совершающимся путемъ *раздробленія* и *смерзанія*, и въ какой мѣрѣ—путемъ пластичнаго измѣненія формы, а во 2) что̀ собственно слѣдуетъ понимать подъ словами «раздробленіе льда?» Затѣмъ, то обстоятельство, что ледъ въ ледникахъ подлежитъ процессу, который, хотя съ какимъ-нибудь основаніемъ, могъ бы быть названъ «раздробленіемъ», остается рѣшительно ничѣмъ недоказаннымъ.

Въ самомъ дѣлѣ, въ какой мѣрѣ предполагается въ ледникѣ дѣйствительное раздробленіе и смерзаніе, и въ какой мѣрѣ въ его движеніе должно привходить пластичное измѣненіе формы льда? Этотъ *основной* вопросъ положительно остается безъ прямаго отвѣта. Если бы Тиндалль ограничился заявленіемъ, что онъ «не знаетъ», «*насколько* ледъ.... при постепенныхъ давленіяхъ, которымъ онъ подвергается въ ледникѣ дробится и крошится, и *насколько* движеніе его частей можетъ приблизиться (?) къ движенію чисто-вязкаго тѣла, подверженнаго давленію» [203]), то мы могли бы счесть эту фразу простымъ діалектическимъ пріемомъ: до такой степени разногласитъ она со всею критикою гипотезы Форбса (который тоже не отвергалъ дробленія въ ледникѣ, только придавалъ ему второстепенное значеніе) и со всѣмъ тѣмъ, что говоритъ Тиндалль о хрупкости, нерастяжимости льда и т. п. Но самая сущность гипотезы представляетъ туже неопредѣленность: само раздробленіе и смерзаніе низводится на степень чего-то столь неуловимаго, такой неясной смѣси дѣйствительнаго раздробленія съ жидкостнымъ частичнымъ движеніемъ, что мы совершенно становимся втупикъ, какъ слѣдуетъ понимать этотъ терминъ.

Исходною точкою гипотезы служатъ, какъ мы видимъ, опыты, гдѣ ледъ дѣйствительно *дробится* и *крошится*, гдѣ непрерывная масса распадается на кучу обломковъ, превращаясь сперва въ сыпучее тѣло, чтобы въ этомъ видѣ принять форму своей новой оболочки, и гдѣ наконецъ промежутки между отдѣльными кусками, на которые распадается тѣло, обозначаются трещинами, видимыми простому глазу, и измѣримыми,—словомъ, такіе опыты, гдѣ дѣйствительно происходитъ *раздробленіе* льда на части и возсоединеніе разрозненныхъ частей *смерзаніемъ*. Мы въ правѣ, слѣдовательно, думать, что такой-же процессъ предполагается и въ ледникахъ. И въ этомъ предположеніи еще болѣе убѣждаетъ насъ утвержденіе автора, что ледъ разрывается при самомъ малѣйшемъ удлиненіи, что въ ледниковомъ льдѣ не происходитъ ничего подобнаго тому, что̀ мы видимъ напримѣръ въ воскѣ или смолѣ, что измѣненія формы во льдѣ не имѣютъ ничего общаго съ тѣми полу-частичными процессами (движеніями частичекъ, particules), которые наблюдаются напримѣръ въ лѣпной глинѣ [204]). Но Тиндалль самъ спѣшитъ остановить насъ отъ подобнаго вывода. Описавши опыты, гдѣ измѣненія формы льда

---

[203]) Альп. леди., § 22, с. 282.

[204]) Выписавъ изъ Форбса то мѣсто, гдѣ говорится, что вязкая полужидкость, наполняющая наклонное корыто, текла бы въ этомъ корытѣ, осуществляя именно

дѣйствительно производятся путемъ раздробленія, онъ прибавляетъ однако, что если бы измѣненіе формы «совершалось достаточно медленно, то мы получили бы въ точности тоже явленіе, которое представляетъ любой поперечный вырѣзокъ ледника»; а при такихъ условіяхъ, говоритъ онъ, «ледъ измѣнялъ бы свои очертанія столь постепенно, что *грубаго* (?) *разрыва не было бы замѣтно*»,—измѣненіе формы произошло бы «безъ разрыва сплошности». — Но что же такое *раздробленіе* безъ *разрыва* сплошности, раздробленіе безъ грубаго разрыва? Такое явленіе настолько не подходитъ подъ то, что понимается и въ механикѣ, и въ разговорной рѣчи подъ словомъ «раздробленіе», что если даже не считать такой терминологіи злоупотребленіемъ словами и допустить ея законность, то на худой конецъ слѣдовало-же по крайней мѣрѣ объяснить, что̀ именно подразумѣвается подъ такимъ процессомъ; надо-же было показать, чѣмъ онъ разнится, съ одной стороны— отъ того, что механика дѣйствительно называетъ раздробленіемъ, а съ другой — отъ того жидкостнаго частичнаго движенія, сопровождающагося лишь случайными разрывами, которое мы видимъ въ глинахъ и подобныхъ имъ пластичныхъ тѣлахъ, и противъ котораго такъ возстаетъ Тиндалль. Подобнаго разъясненія мы однако не находимъ.

Между тѣмъ, раздробленіе и пластичное частичное движеніе, понимаемыя въ ихъ обыкновенномъ смыслѣ, вовсе не тождественные процессы. Если они и связываются, можетъ быть, цѣпью промежуточныхъ формъ, то во всякомъ случаѣ они представляютъ два крайнихъ звена одной цѣпи. И различіе между этими процессами самъ-же Тиндалль признаетъ настолько существеннымъ, что охотно тратитъ время и мѣсто, чтобы опровергнуть гипотезу, обращающуюся ко второму изъ нихъ, и расчистить такимъ образомъ мѣсто своей гипотезѣ, обращающейся къ первому процессу. Въ самомъ дѣлѣ, всякій согласится, я думаю, съ тѣмъ, что подъ именемъ раздробленія (crushing) можно понимать только распаденіе льда на куски, отдѣляющіеся другъ отъ друга, хотя на моментъ, сколько-нибудь видимыми глазу трещинами и во всякомъ случаѣ — настолько обособленные отъ остальной массы, что они могутъ двигаться независимо отъ движенія смежныхъ съ ними частей тѣла; смерзаніемъ-же можно назвать только возсоединеніе такихъ кусковъ путемъ окристаллизованія слоя воды, смачивающей ихъ поверхности. Наоборотъ, при пластичномъ измѣненіи формы (при томъ, которое мы наблюдаемъ въ жидкостяхъ, въ полужидкостяхъ въ родѣ лѣпныхъ глинъ, и въ пластическихъ твердыхъ тѣлахъ, какъ сургучъ, воскъ, и т. п.) разрывы сплошности вообще рѣдки; для измѣненія формы тѣла нѣтъ надобности, чтобы оно подраздѣлялось трещинами на массу обломковъ или зёренъ, способныхъ къ независимому движенію; и наконецъ, главная масса движеній совершается тѣмъ путемъ, что скользятъ другъ по другу отдѣльныя частицы (или часточки), которыя медленно отдаляясь отъ тѣхъ частицъ, съ которыми онѣ прежде были связаны, въ тоже время сближаются съ другими частицами, и вступаютъ съ ними въ новыя сцѣпленія. Словомъ, движеніе путемъ

тѣ условія, которыя предполагаются въ ледникѣ, Тиндалль прибавляетъ: „это вполнѣ опредѣлительно; мое-же, столь-же опредѣлительное, мнѣніе состоитъ въ томъ, что *никакой ледникъ никогда не представлялъ механическихъ условій, присущихъ такому опыту*“. Альп. ледн., § 22, с. 282, примѣчаніе.

раздробленія и смерзанія есть очевидно распаденіе тѣла, или нѣкоторыхъ частей тѣла, на кучу обломковъ, и движеніе этихъ обособленныхъ обломковъ совершенно тоже, какъ и въ сыпучей массѣ,— причемъ, во льдѣ, смерзаніе постоянно возстановляетъ связь разрозненныхъ кусковъ; пластичное же движеніе есть измѣненіе формы безъ дѣленія тѣла на такія обломки и, во всякомъ случаѣ, не путемъ такого дѣленія, а преимущественно путемъ скольженія отдѣльныхъ частицъ.

Какой-же изъ этихъ двухъ процессовъ имѣетъ въ виду гипотеза раздробленія и смерзанія?—Какъ мы видѣли сейчасъ, Тиндалль даетъ на этотъ вопросъ лишь самые неопредѣленные отвѣты. Вводя свою новую гипотезу раздробленія, и основывая ее на опытахъ, гдѣ дѣйствительно происходитъ дробленіе льда, онъ очевидно *имъ* старается объяснить движеніе ледниковъ; но дѣлая затѣмъ вышеупомянутую оговорку, онъ повидимому отрицаетъ въ ледникѣ то самое явленіе, которое составляетъ отличительную черту этого процесса. И тѣмъ не менѣе, не смотря на подобныя оговорки, кто-же усомнится однако, что Тиндалль, особенно сначала, имѣлъ въ виду именно *раздробленіе* льда, въ его самомъ обыденномъ смыслѣ. Если бы онъ не имѣлъ его въ виду, то, какъ мы полнѣе убѣдимся въ этомъ позже, его гипотеза теряла бы даже всякую raison d'être.

Чѣмъ-же однако доказывается, что измѣненія формы въ ледникахъ совершается путемъ дѣйствительнаго раздробленія, или что дробленіе льда преобладаетъ въ нихъ надъ пластичнымъ движеніемъ частей? — Прямыхъ доказательствъ, основанныхъ на непосредственномъ наблюденіи, мы напрасно стали бы искать: наблюденіе скорѣе доказываетъ противное. Если снять въ ледникѣ верхній слой, разрыхленный и дряблый отъ дѣйствія солнечныхъ лучей, атмосфернаго тепла и дождей, то осталась бы масса крѣпкаго, «здороваго» льда, которая и составляетъ почти всю массу ледника: дряблый верхній слой имѣетъ, сравнительно, ничтожную толщину. Но въ этомъ здоровомъ, *движущемся* льдѣ мы не находимъ никакихъ признаковъ раздробленности; онъ такъ плотенъ и цѣленъ, что Тиндалль даже отрицаетъ существованіе въ немъ *волосныхъ*, *невидимыхъ глазу* трещинъ, и самъ считаетъ рѣшительнымъ тотъ фактъ, что ледъ, обрѣзанный чрезвычайно тонкою пластинкою вокругъ дырки, наполненной цвѣтною жидкостью, не пропускалъ этой жидкости [205]). Между тѣмъ, этотъ ледъ движется, онъ ежечасно измѣняетъ свою форму какъ пластичное тѣло; движеніе ледника есть движеніе именно *такого* здороваго, спресованнаго льда, и по гипотезѣ *этотъ* ледъ находится, слѣдовательно, въ состояніи «раздробленія»!—Стало быть, прямымъ наблюденіемъ гипотеза не доказывается, а скорѣе опровергается, да и самъ Тиндалль нигдѣ не пытается доказать ее этимъ путемъ: онъ подыскиваетъ ей косвенныя доказательства.

Съ однимъ изъ нихъ мы уже ознакомились. Оно основано на томъ, что ледники разрываются въ извѣстныхъ мѣстахъ трещинами, изъ чего выводится заключеніе о почти совершенной «нерастяжимости» ледниковаго льда (неспособности принимать постоянныя удлиненія), составляющей сущность вязкости, или пластичности. Но, не говоря уже о томъ что сами разсчеты, привидимые въ доказательство, не выдерживаютъ даже самой снисходи-

[205]) Альп. леди., § 27, стр. 273.

тельной критики, — мы видѣли выше что подобными фактами «нерастяжимость» и не можетъ быть доказана, что появленіе въ извѣстныхъ мѣстахъ трещинъ сопутствуетъ измѣненіямъ формы даже самыхъ пластичныхъ тѣлъ [206]) и что наконецъ ледъ несомнѣнно *обладаетъ* тѣмъ, что Тиндалль называетъ растяжимостью, въ достаточной мѣрѣ для объясненія пластичнаго движенія ледниковъ. Появленіе трещинъ точно также не можетъ быть, слѣдовательно, доказательствомъ того, что ледниковый ледъ повсемѣстно растрескивается и дробится на мельчайшіе обломки, какъ и появленіе разрывовъ на краяхъ массы, свинца или желѣза, расплющиваемой молотомъ, не можетъ служить доказательствомъ, чтобы вся масса металла, измѣняющая свою форму, дробилась въ это время на мелкіе куски и не обладала пластичностью. Свинецъ или желѣзо остаются пластичными тѣлами, въ то самое время, когда рвутся на краяхъ подъ ударами молота.

Другое, главное, основаніе гипотезы составляютъ *опыты* надъ кусками льда, втискиваемыми въ различныя оболочки. Въ этихъ опытахъ, Тиндалль дѣйствительно производитъ всевозможныя измѣненія формы путемъ раздробленія и смерзанія; и, замѣчая въ этихъ явленіяхъ *сходство* съ тѣми, которыя происходятъ въ ледникахъ (попросту кусокъ льда изгибается въ обоихъ случаяхъ), онъ заключаетъ что *различіе* между ними состоитъ *только* въ скорости, съ которою они происходятъ; процессъ-же, путемъ котораго они совершаются, тождественъ въ обоихъ случаяхъ: измѣненія формы въ ледникахъ, слѣдовательно, *также* совершаются путемъ раздробленія и смерзанія (см. вышеприведенную выписку, стр. 580: «Подобные факты наводятъ на мысль» и т. д. до конца).—Законность такого заключенія по аналогіи я позволю себѣ, однако, отвергнуть самымъ рѣшительнымъ образомъ. Когда мы беремъ прямой ледяной брусокъ и быстро втискиваемъ его въ кривую оболочку, и такимъ образомъ въ нѣсколько секундъ измѣняемъ его форму, то дѣйствительно ледъ дробится и крошится. Но какое же имѣемъ мы право заключать, что если *быстрое* измѣненіе формы совершается путемъ раздробленія, то такимъ же путемъ совершится и *медленное* измѣненіе? Гипотеза вязкости или пластичности льда въ томъ именно и состоитъ, что она утверждаетъ, что медленныя измѣненія формы (тѣ, которыя представляютъ ледники) совершаются инымъ путемъ чѣмъ быстрыя; чѣмъ-же опровергается это положеніе столь вѣроятное *a priori* и такъ прекрасно подтверждаемое фактами? Дѣйствительно, — чтобъ сослаться на старинный опытъ — возьмемъ хоть стекло, которое конечно не менѣе «хрупко» чѣмъ ледъ; если прямую стеклянную палку мы быстро втиснемъ прессомъ въ кривую призматическую оболочку, то палка понятно, раздробится на мельчайшіе куски, совершенно также какъ ледяной брусокъ. Между тѣмъ, когда мы такой же палкѣ предоставимъ изгибаться отъ собственной тяжести, она точно также измѣнитъ свою форму, т.-е. приметъ *тотъ же постоянный* изгибъ, но уже *вовсе* безъ раздробленія, безъ малѣйшаго даже истрескиванія.

---

[206]) Этотъ фактъ, очевидно, могъ бы имѣть какое-нибудь значеніе лишь въ томъ случаѣ, если-бы доказывалось, что пластичное движеніе ледниковъ есть слѣдствіе дѣленія массы на крупныя части, какъ это думалъ Хопкинсъ; но надо думать, что *этого*, по крайней мѣрѣ, Тиндалль не имѣлъ въ виду, когда писалъ „Альпійскіе ледники“.

Какое-же, слѣдовательно, сходство между процессомъ быстраго измѣненія формы стекла и медленнаго? Между тѣмъ, именно на такомъ *предполагаемомъ*, но абсолютно ничѣмъ не доказываемомъ, сходствѣ и строится вся гипотеза Тиндалля. Приводитъ ли онъ, въ самомъ дѣлѣ, хотя какое-нибудь наблюденіе, изъ котораго слѣдовало бы, что и при медленныхъ измѣненіяхъ формы, подобныхъ упомянутому сейчасъ, также происходитъ раздробленіе льда? Приводитъ ли онъ, наконецъ, хотя какое-нибудь теоретическое соображеніе, которое сдѣлало бы вѣроятнымъ этотъ выводъ?—Ничего подобнаго мы не находимъ: мы не видимъ абсолютно ничего, кромѣ одной догадки, ничѣмъ не доказываемой,—что медленныя измѣненія формы *должны* совершаться также какъ и быстрыя. И напрасно стали бы мы сами искать основаній для подобнаго заключенія; мы не найдемъ ихъ, ни въ извѣстныхъ намъ опытахъ, ни въ нашихъ теоретическихъ представленіяхъ. Наоборотъ, наблюденіе надъ всѣми другими тѣлами прямо говоритъ, что быстрыя измѣненія формы *всегда* совершаются *инымъ* путемъ, чѣмъ медленныя, что первыя всегда сопровождаются раздробленіемъ массы, а вторыя—нѣтъ, и наши теоретическія представленія вполнѣ объясняютъ этотъ фактъ; большая сила выбрасываетъ разомъ цѣлую группу частицъ изъ сферы удерживающаго ихъ частичнаго притяженія, малая же сила этого не дѣлаетъ. Словомъ, это заключеніе Тиндалля есть только заключеніе по аналогіи *внѣшняго сходства*, совершенно недостаточной въ этомъ случаѣ; и это заключеніе не подтверждается ни опытомъ, ни теоріею.

Что касается до приложенія гипотезы къ ледникамъ, то понятно, что если доказано, что измѣненія формы такой-то скорости (при данныхъ условіяхъ) не могутъ совершаться во льдѣ иначе, какъ путемъ раздробленія тѣла, то нужно еще доказать, что измѣненія формы въ ледникахъ (при тѣхъ же условіяхъ) совершаются *съ такою же, или большею скоростью*. И не менѣе понятно то, что такое доказательство, представляя единственно-возможную логическую опору гипотезы, должно было бы составлять, такъ-сказать, центръ тяжести всей аргументаціи. Но этого, какъ мы видѣли, вовсе не доказывается, и Тиндалль не дѣлаетъ даже никакой попытки основать свою гипотезу на этомъ, единственномъ раціональномъ основаніи: и наоборотъ, первые опыты, сдѣланные съ цѣлью узнать, какія измѣненія формы можетъ выдерживать ледъ безъ раздробленія (опыты гг. Метьюза и Фроуда), прямо доказали какъ-разъ противное тому, что должно было служить исходною точкою гипотезы раздробленія. Точно также и изъ прямаго наблюденія ледниковъ, какъ упомянуто уже выше, вовсе не видно, чтобы главная ихъ масса находилась въ такомъ состояніи, которое можно было бы назвать состояніемъ раздробленія. Раздробленіе и смерзаніе дѣйствительно играютъ въ жизни ледника немаловажную роль; въ дряблomъ поверхностномъ слоѣ льда они могутъ имѣть существенное значеніе; точно также и тамъ, гдѣ ледникъ, переливаясь черезъ порогъ долины, представляетъ иногда почти только кучу обломковъ, смерзаніе можетъ быть главнымъ факторомъ для возстановленія сплошности; наконецъ, оно можетъ быть вообще весьма важнымъ факторомъ для сращиванія всякихъ трещинъ. Но—дряблый поверхностный слой, ледопады и истресканная краевая часть составляютъ лишь малую часть всего ледника (особенно, въ большихъ ледяныхъ потокахъ и въ покровахъ арктическихъ странъ); миновавши дряблый поверхностный слой и спускаясь глубже, во внутренніе слои, или всматриваясь въ обрывы ледяныхъ покрововъ, мы находимъ массу здороваго льда, вовсе не изсѣченную

безчисленными трещинами и не представляющую во время своего движенія никакихъ признаковъ раздробленности [207]). Въ приложеніи къ ледникамъ гипотеза не доказывается, слѣдовательно, ни косвеннымъ, ни прямымъ путемъ: мы не можемъ сказать, чтобы ледниковый ледъ *долженъ* былъ находиться въ состояніи раздробленія, ни того, что онъ *находится* въ такомъ состояніи. Но какое же право имѣемъ мы, въ такомъ случаѣ, утверждать противное на основаніи одного выше упомянутаго *предположенія?*

Итакъ, если гипотеза раздробленія и смерзанія предполагаетъ, что ледниковый ледъ во время своего движенія дѣйствительно дробится и крошится, т.-е. дѣлится повсемѣстно трещинами, весьма малыми въ нѣкоторыхъ случаяхъ, но все-таки доступными наблюденію, и только благодаря такому дробленію на независимо движущіяся части, способенъ претерпѣвать измѣненія формы, — тогда должно быть доказано: или что ледъ во всей толщѣ ледника дѣйствительно находится въ такомъ состояніи, или, что такое раздробленіе необходимо *должно* происходить въ ледникахъ, такъ какъ ихъ ледъ претерпѣваетъ измѣненія формы столь быстрыя, что они уже невозможны безъ распаденія его на части; что ледяной цилиндръ, напримѣръ, котораго внѣшнюю форму мы измѣняемъ съ тою медленностью, съ которою происходятъ подобныя же измѣненія формы въ ледникахъ, несмотря на эту медленность измѣненія, все-таки разбивается трещинами на мелкіе обломки, и, только благодаря свободѣ движенія этихъ обломковъ, можетъ измѣнять свою форму. Но ничего подобнаго не доказано: прямое наблюденіе ледниковъ не подтверждаетъ этого представленія, а опытъ скорѣе говоритъ противное; теоретическія-же соображенія, основанныя на появленіи трещинъ, совершенно недостаточны.

Но, можетъ быть, предполагается, что раздробленіе есть процессъ, столя же недоступный наблюденію, какъ и тотъ, путемъ котораго совершаются измѣненія формы въ пластическихъ тѣлахъ; но что при этомъ процессѣ движутся не отдѣльныя частицы, а уже цѣлыя группы частицъ; что прежде чѣмъ вступить въ соединеніе съ новыми частицами, прежнія сцѣпленія должны быть не только ослаблены, но и разорваны, т.-е. междучастичныя разстоянія должны сперва увеличиться такъ, чтобы частицы вышли за предѣлы всякаго дѣйствія сцѣпленія, — хотя такое расхожденіе еще не выражается раздробленіемъ тѣла, видимымъ нашему глазу, прямо или помощью инструментовъ; что наконецъ, прежде чѣмъ возстановится связь частицъ, нѣкоторая часть ихъ должна обратиться въ воду (актъ, предшествующій смерзанію), чтобы уже въ этомъ видѣ возстановить разрушенную непрерывность; словомъ,—что раздробленіе и смерзаніе есть такой процессъ, въ которомъ мы не можемъ удостовѣриться непосредственнымъ наблюденіемъ, но къ которому приводитъ насъ размышленіе, основанное на фактахъ. Но въ такомъ случаѣ на первомъ планѣ является вопросъ, отличается ли этотъ процессъ чѣмъ-нибудь отъ того, который совершается въ пластическихъ тѣлахъ? Въ тѣстообразныхъ массахъ и даже въ металлахъ точно также движутся не химическія частицы (molécules), а группы частицъ (particules), или даже отдѣльные камочки; и въ нихъ также—особенно, въ болѣе густыхъ

---

[207]) Такое впечатлѣніе и выносятъ изслѣдователи, близко знакомые съ ледниками и которымъ мы имѣемъ полное основаніе довѣрять, какъ напр. г. Болль (Phil. Mag., IV s., XLI, 85), или г. Метьюзъ (Phil. Mag., IV s., XLII, 420, тезисъ 1-й).

глинахъ—частицы часто расходятся на разстоянія, на которыхъ перестаетъ дѣйствовать сцѣпленіе, и образуютъ микроскопическія или даже видимыя трещины. Качественнаго различія, слѣдовательно, не существуетъ, и остается только различіе количественное; вопросъ можетъ быть, слѣдовательно, только о *степени* развитія даннаго процесса, о *численномъ преобладаніи* одного надъ другимъ. Но извѣстно, что ничего подобнаго никогда не разсматривалъ Тиндалль. Если-же будетъ указано на то, что ледъ дробится и крошится при быстрыхъ измѣненіяхъ формы,—что̀ могло бы сдѣлать вѣроятнымъ предположеніе, что и при медленныхъ измѣненіяхъ происходитъ тоже явленіе, только не въ столь ясной формѣ, — то такое предположеніе было бы вѣроятнымъ только въ томъ случаѣ, если бы свойствомъ дробиться при быстрыхъ измѣненіяхъ формы обладалъ *только* ледъ. Но тоже свойство находимъ мы и у всѣхъ пластичныхъ тѣлъ, безъ исключенія. Не только стекло или сталь, пластичныя лишь при весьма медленныхъ измѣненіяхъ формы, но и безусловно всѣ тѣла того ряда, который представляется стекломъ, сталью, свинцомъ, сургучомъ, воскомъ, лѣпною глиною, дегтемъ и наконецъ водою, точно такъ же дробятся при быстрыхъ измѣненіяхъ формы, какъ и ледъ. И наоборотъ ледъ, какъ видно изъ опытовъ Треска, Хельмхольца и наконецъ Метьюза, точно также дробится и истрескивается все менѣе и менѣе, по мѣрѣ того, какъ медленнѣе происходитъ измѣненіе его формы. Поэтому, чтобы сдѣлать гипотезу раздробленія вѣроятною даже въ такомъ видѣ, нужно было бы доказать, что измѣненія формы въ ледникахъ совершаются съ быстротою, *близкою къ той, при которой ледъ въ нашихъ опытахъ дробится и крошится, и отдаленною отъ той, при которой онъ не истрескивается, не дробится, не крошится*; но опять-таки ничего подобнаго не доказано, а все, что̀ извѣстно, ведетъ къ обратному заключенію.

Словомъ, какъ бы мы ни старались истолковать гипотезу раздробленія и смерзанія, но мы постоянно вращаемся въ дилеммѣ: или предполагается дѣйствительное раздробленіе, но тогда такое явленіе не доказывается ни наблюденіемъ ледника, ни теоретическими соображеніями; или же предполагается какой-то процессъ, представляющій лишь самое неуловимое количественное отличіе отъ пластичнаго, и тогда допущеніе можетъ быть основано только на *численныхъ* данныхъ, но — ни тѣ численныя данныя, которыми мы располагаемъ, ни тѣ теоретическія соображенія, основанныя на наблюденіи, которыя могли бы отчасти ихъ замѣнить, не оправдываютъ такого допущенія. Поэтому, мы имѣемъ полное право сказать, что гипотеза раздробленія и смерзанія остается только догадкою, ничѣмъ не доказываемою и, вдобавокъ, крайне неопредѣленно выраженною. Исходною ея точкою послужили опыты, безспорно весьма любопытные въ томъ отношеніи, что они объясняютъ, какъ ледникъ, мѣстами разорванный слишкомъ быстрыми тяженіями, можетъ сращиваться смерзаніемъ гораздо быстрѣе, чѣмъ силою простого сцѣпленія. Но, внося этими опытами новый, плодотворный элементъ въ объясненіе жизни ледяныхъ массъ, Тиндалль, однако, какъ это безпрестанно повторяется въ наукѣ,—преувеличилъ значеніе этого элемента. Вмѣстѣ съ тѣмъ, онъ совершенно упустилъ изъ виду громадный классъ пластичныхъ измѣненій формы, совершающихся во всѣхъ безъ исключенія твердыхъ тѣлахъ, хрупкихъ и нехрупкихъ, т.-е. рядъ явленій, которыя какова бы ни была ихъ, неизвѣстная намъ *сущность* — во всякомъ случаѣ

несравненно ближе, или тождественны съ тѣми, которыя происходятъ въ полужидкостяхъ и жидкостяхъ, но существенно отличаются отъ тѣхъ, которыя происходятъ въ тѣлахъ, когда они должны сперва обращаться въ сыпучую массу, чтобы измѣнить свою форму съ нѣкоторою чрезмѣрною для нихъ быстротою. Упуская изъ виду этотъ классъ явленій, Тиндалль не замѣтилъ, поэтому, что (кромѣ смерзанія, которое есть *только* болѣе скорое возсоединеніе разорванной связи) его опыты не вносили никакого новаго факта, ранѣе неизвѣстнаго у всѣхъ безъ исключенія пластичныхъ и даже жидкихъ тѣлъ, и что поэтому приложимость или неприложимость ихъ къ вопросу о движеніи ледниковъ зависѣла исключительно отъ *численнаго* сравненія скорости послѣдняго движенія съ тѣмъ, при которомъ начинается измѣненіе формы путемъ раздробленія. Подобнаго сравненія, поэтому, не было сдѣлано. Первые же опыты, дающіе основаніе для такого численнаго сравненія, говорятъ противъ гипотезы, и гипотеза теряетъ, слѣдовательно, единственое основаніе, на которомъ въ свое время можно было попытаться обосновать ее.

Таковы главныя возраженія противъ сущности гипотезы раздробленія и смерзанія, — возраженія, если не ошибаюсь, достаточно сильныя, чтобы заставить усомниться въ ея истинности. Изъ мелкихъ, возбуждаемыхъ ею сомнѣній, я упомяну здѣсь, — и то только ради полноты, о томъ, которое касается смерзанія. Состоитъ оно въ томъ, — откуда берется вода, необходимая для смерзанія, когда температура ледниковаго льда на нѣсколько градусовъ ниже нуля? Въ самомъ дѣлѣ, понятно, что присутствіе воды, хотя въ очень небольшомъ количествѣ, есть необходимое условіе смерзанія: безъ *воды*, безъ обращенія ея въ ледъ, возсоединеніе кусковъ льда перестало бы уже быть смерзаніемъ (*re*gelation), да и изъ прямыхъ опытовъ Тиндалля извѣстно, что сухой снѣгъ и раздробленный ледъ при низкой температурѣ вовсе не смерзаются. Между тѣмъ, хотя мы и не имѣемъ на то прямыхъ наблюденій, но есть полное основаніе думать (не говоря уже объ арктическихъ материкахъ), что температура ледниковъ въ верхнихъ частяхъ горныхъ странъ должна быть на нѣсколько градусовъ ниже нуля, и что нулевой температуры ледники достигаютъ въ нижнихъ частяхъ долинъ только постепенно, по мѣрѣ того, какъ спускаются въ области, которыхъ средняя годовая температура выше нуля [208]). Конечно, потребная для смерзанія вода можетъ получаться вслѣдствіе давленія (какъ это справедливо указалъ Томсонъ), и мы дѣйствительно знаемъ, что, во всѣхъ кабинетныхъ опытахъ Тиндалля, изъ его формъ дѣйствительно выдавливалось нѣкоторое количество воды [209]), необходимо обязанной своимъ происхожденіемъ давленію; но возможность полученія воды этимъ путемъ утрачивается уже въ томъ случаѣ, когда температура льда на 2—3° ниже нуля, такъ какъ при такой температурѣ для обращенія льда въ воду потребовалось бы безпрепятственное давленіе ледянаго столба въ 3,2 до 4,2

[208]) Наблюденія Агассиса на Алечскомъ ледникѣ (Edinb. N. Phil. Journal, vol. 33, p. 217) какъ будто указываютъ на то, что и здѣсь ледъ имѣетъ еще температуру немного ниже нуля, до—0°,5; но, зная трудности подобныхъ наблюденій, нельзя еще считать этого факта рѣшительнымъ.

[209]) Альп. ледн., § 22, ст. 281.

верстъ высоты; причемъ надо замѣтить еще, что сосредоточеніе давленія въ отдѣльныхъ частяхъ ледника (см. ниже), въ этомъ случаѣ уже не имѣетъ значенія. По гипотезѣ раздробленія и смерзанія, присутствіе воды требуется въ каждой данной точкѣ ледника, измѣняющаго свою форму съ сохраненіемъ непрерывности. Чтоже касается до того источника, на который намекаетъ Тиндалль [210]), т.-е. до «жидкостной свободы» частицъ въ поверхностной части ледяныхъ обломковъ, зависящей отъ распредѣленія кристаллизаціонныхъ силъ,—то надо думать, что и этимъ путемъ жидкія частицы могутъ получаться только тогда, когда температура льда очень близка къ нулю. Къ такому заключевію приводитъ какъ-то немногое, что мы можемъ представить себѣ объ этомъ молекулярномъ явленіи, такъ и то обстоятельство, что снѣгъ или раздробленный ледъ, имѣющіе температуру замѣтно ниже нуля, уже вовсе не смерзаются подъ малымъ давленіемъ. Между тѣмъ, Тиндалль вовсе и не ставитъ вопроса, откуда берется вода въ этихъ случаяхъ, и ведетъ свои разсужденія такъ, какъ будто температура всякаго ледника необходимо должна быть равна нулю. Нужно впрочемъ прибавить, что въ этомъ случаѣ онъ поступаетъ такъ же, какъ и другіе авторы гипотезъ, предложенныхъ для объясненія движенія ледниковъ: почти всѣ они признаютъ нулевую температуру ледниковаго льда несомнѣннымъ фактомъ. Ниже мы еще вернемся къ этому вопросу.

Наконецъ, слѣдуетъ упомянуть еще про тотъ, весьма существенный недостатокъ,—вѣрнѣе впрочемъ неполноту—гипотезы Тиндалля, что она вовсе не объясняетъ, почему скорость движенія ледника находится въ такой тѣсной зависимости отъ температуры воздуха,—почему лѣтомъ ледникъ движется отъ двухъ до пяти разъ быстрѣе, чѣмъ зимою, почему его скорость въ жаркіе дни бываетъ больше, чѣмъ въ холодные, и почему, наконецъ, даже въ промежуткѣ отъ 2-хъ до 5 ч. пнд. скорость (покрайней мѣрѣ верхняго слоя) становится больше, чѣмъ была до полудня. Этотъ фактъ, однако, слишкомъ важенъ, чтобы оставлять его безъ вниманія: всякая гипотеза должна объяснить его. Впрочемъ, такъ какъ явленія не находятся въ противорѣчіи съ гипотезою раздробленія и смерзанія, а Тиндалль, повидимому, и не задавался съ цѣлью создать сколько-нибудь полную теорію движенія ледниковъ, то я и не упомянулъ бы объ этомъ обстоятельствѣ, если бы мнѣ не казалось, что онъ, повидимому, сомнѣвается даже въ томъ, чтобы существовала такая тѣсная зависимость между температурою воздуха и скоростью движенія ледника [211]). Между тѣмъ, самый фактъ, ясно доказанный уже Форбзомъ, недавно опять вполнѣ подтвержденъ д-ромъ Пфаффомъ, который обнаружилъ очень точными измѣреніями, что скорость поверхностныхъ точекъ ледника возрастаетъ не только въ теплые дни, но даже вслѣдствіе суточныхъ колебаній температуры [212]). Во всякомъ случаѣ, однимъ раздробленіемъ и смерзаніемъ это явленіе не объясняется.

Таковы нѣкоторыя соображенія, въ силу которыхъ слѣдуетъ признать,

---

[210]) Альп. леди., § 24, с. 292. Ср. также in den Alpen, гл. IV второй части.

[211]) Такъ можно понять, по крайней мѣрѣ, то мѣсто § 20-го, с. 270, гдѣ онъ говоритъ объ этомъ предметѣ.

[212]) Dr. Pfaff, въ Naturforscher, 1874, по Poggendorff's Annalen.

что вопросъ о причинѣ движенія ледниковъ не рѣшается принятіемъ гипотезы раздробленія и смерзанія. Тѣмъ не менѣе, въ шестидесятыхъ годахъ это объясненіе распространилось почти повсемѣстно; на немъ сошлись приверженцы самыхъ противоположныхъ взглядовъ, — чему конечно наиболѣе способствовала сама неопредѣленность гипотезы и тотъ просторъ, который она давала самымъ разнороднымъ толкованіямъ. Дѣйствительно, одни изъ ея приверженцевъ, — тѣ, которымъ было совершенно чуждо представленіе о пластичности твердыхъ, хрупкихъ тѣлъ,—объясняли движеніе ледниковъ ихъ раздробленіемъ въ точномъ смыслѣ слова; другіе же, успѣвшіе освоиться съ этимъ представленіемъ, хотя и употребляли слово «раздробленіе», но низводили обозначаемый имъ процессъ до такой ничтожной степени, что онъ обращался безусловно въ то самое пластичное частичное движеніе, которое предполагалъ въ ледникахъ Форбзъ. Слово, одинаково принятое съ обѣихъ сторонъ, мирило однако противоположныя воззрѣнія, и споры на время затихли. Но когда, въ 1869 году, вопросъ о движеніи ледниковъ былъ снова поднятъ въ литературѣ г-мъ Мозли, то снова разгорѣлись прежніе споры, и почти всѣ, принявшіе въ нихъ участіе, нашли нужнымъ внести тѣ или другія измѣненія въ общепринятую ими до тѣхъ поръ гипотезу раздробленія и смерзанія; вмѣстѣ съ тѣмъ, какъ мы увидимъ сейчасъ, всѣ мнѣнія клонились къ тому, чтобы объяснить движеніе ледниковъ именно тѣмъ самымъ пластичнымъ, частичнымъ процессомъ, который такъ старалась опровергнуть гипотеза Тиндалля. Такъ какъ въ этомъ спорѣ вопросъ получилъ нѣсколько новую постановку, то я изложу его здѣсь, ограничиваясь впрочемъ лишь самыми главными чертами и отсылая читателя за многими любопытными частностями къ подлиннымъ статьямъ, печатавшимся въ «Philosophical Magazine».

Въ гипотезахъ Соссюра, Форбза, Томсона и Тиндалля предполагается, какъ мы видѣли, что сила, приводящая въ движеніе ледникъ, есть сила тяжести; споры ведутся только о томъ, въ какой физической обстановкѣ проявляется эта сила, какія физическія свойства льда даютъ ей возможность произвести въ результатѣ пластическое движеніе ледниковъ. Г-нъ Мозли полагаетъ, наоборотъ, что одна сила тяжести была бы для этого недостаточна, а потому онъ обращается къ работѣ тепла, поглощаемаго льдомъ,—работѣ, которая, по его мнѣнію, производитъ упоминавшееся уже выше сползаніе ледника (crawling). Оставляя совершенно въ сторонѣ гипотезу сползанія, я остановлюсь только на первой, критической части аргументаціи г. Мозли.— Теоретически, основная его мысль конечно совершенно вѣрна: онъ сравниваетъ работу силы тяжести, получающуюся при прохожденіи нѣкоторою частью ледника извѣстнаго разстоянія, съ тою работою, которая должна быть израсходована, чтобы преодолѣть сопротивленія, встрѣчающіяся при этомъ движеніи, и опредѣляетъ такимъ образомъ, достаточна ли первая сила для второй работы. Работа силы тяжести, при прохожденіи нѣкоторою частью ледника извѣстнаго разстоянія, опредѣляется общеизвѣстными формулами; различныя же сопротивленія, которыя должны преодолѣваться этою силою, г. Мозли подраздѣляетъ на слѣдующіе разряды: 1) треніе ледника о дно и стѣны долины; 2) внутреннее треніе слоевъ, движущихся съ различными скоростями; 3) сопротивленіе боковому смѣщенію или сдвигу,

каждой частицы льда относительно смежныхъ съ нею частицъ, развивающееся вслѣдствіе дифференціальнаго движенія въ ледникѣ, (cisaillement, shearing, скалываніе); и наконецъ 4) сопротивленіе такому же сдвигу частицъ, происходящему при встрѣчахъ льда съ неровностями русла. Коэфиціентъ тренія берется изъ опытовъ Ренни (0,022), а коэфиціентъ сопротивленія сдвигу, обыкновенно выражоемый въ механикѣ грузомъ, который необходимъ чтобы произвести сдвигъ на единицѣ поверхности тѣла, г. Мозли самъ опредѣляетъ помощію опыта [213]). Этотъ коэфиціентъ получается такъ великъ (отъ 75 до 120 ан. фунтовъ на кв. дюймъ, т.-е. отъ 5,2 до 8,4 килогр. на кв. цм.), что работа силы тяжести оказывается недостаточною, чтобы преодолѣть одно это внутреннее сопротивленіе, (значительно превышающее впрочемъ всѣ остальныя); а для того чтобы преодолѣть всѣ сопротивленія, вмѣстѣ взятыя, нужна сила въ 35 или даже въ 55 разъ бо́льшая чѣмъ та, которая получается вслѣдствіе работы силы тяжести. Одна эта сила была бы достаточна для движенія ледника лишь въ томъ случаѣ, если бы сопротивленіе сдвигу было всего въ 1,3 ан. фунта на кв. д. (0,09 килгр. на кв. цм.). Но эта величина такъ разнится отъ опредѣляемой опытомъ, что по мнѣнію г. Мозли, никакая неточность опытовъ не могла бы объяснить этого различія. Ледникъ не можетъ, слѣдовательно, двигаться въ силу одного собственнаго вѣса [214]).

Заключенія г. Мозли немедленно вызвали цѣлый рядъ возраженій, причемъ главныя изъ нихъ были направлены, какъ и слѣдовало ожидать, на

---

[213]) Опытъ былъ произведенъ слѣдующимъ образомъ: въ двухъ кускахъ дерева, плотно приходящихся другъ къ другу одною плоскостью высверленъ перпендикулярно этой плоскости, цилиндръ въ $1^1/_2$ д. діам. и 6 д. длины. Одинъ кусокъ дерева закрѣпляется неподвижно, такъ чтобы высверленный пустой цилиндръ имѣлъ горизонтальное положеніе, а другой прилаживается такъ, чтобы онъ могъ скользить вдоль перваго въ вертикальной плоскости, перпендикулярной оси цилиндра, причемъ величина скольженія можетъ быть измѣряема на придѣланномъ сбоку масштабѣ. Затѣмъ, оба куска дерева сводятся такъ, чтобы образовать одинъ пустой цилиндръ, и въ него вкладывается ледяной цилиндръ того же діаметра (или набиваются куски льда). Къ подвижной деревяшкѣ привѣшивается грузъ, вслѣдствіе чего она начинаетъ скользить внизъ, причемъ слѣдовательно, одна половина ледяного цилиндра сдвигается относительно другой въ вертикальной плоскости, съ сохраненіемъ параллелизма осей. Любопытно при этомъ то, что въ плоскости скольженія, не смотря на сдвигъ, обѣ половины ледянаго цилиндра остаются неразрывными, и ихъ сцѣпленіе такъ полно, что здѣсь не можетъ быть открыто никакихъ слѣдовъ относительнаго движенія. Тоже явленіе замѣчается, какъ я уже упоминалъ выше, и въ другихъ твердыхъ тѣлахъ, напр. въ металлахъ и даже въ кварцевыхъ галькахъ.

[214]) Canon H. Moseley, On the Mechanical Impossibibity of the Descent of Glaciers by their Weight only; въ Philosoph. Mag., vol. 37, 1869, p. 229 и 363 (извлеченіе изъ Proceed. Royal Soc., vol. 17, 1869) (вычисленіе); On the Machanical Properties of Ice. Phil. Mag., vol. 39, 1870, p., (опыты); On the Mechan. Imposs. of the Descent of Glaciers etc.. Phil. Mag., vol. 42, 1871, p. 138 (отвѣтъ на возраженія).

то, что въ опытахъ, изъ которыхъ опредѣлялось сопротивленіе сдвигу, вовсе не принятъ въ разсчетъ элементъ времени; а потому, если ими и опредѣляется сила, производящая быстрый сдвигъ, то вовсе не опредѣляется та сила, которая была бы достаточна, чтобы произвести сдвигъ частицъ льда, съ тою медленностью, съ какою онъ происходитъ въ ледникахъ. Г. Метьюзъ (Mathews) и г. Болль (Ball) оба немедленно указали на то, какъ различно бываетъ сопротивленіе, оказываемое тѣлами сдвигу ихъ частицъ, смотря по тому, медленно-ли производится этотъ сдвигъ, или быстро, и какъ различны будутъ въ этихъ двухъ случаяхъ коэфиціенты сопротивленія, если опредѣлять ихъ по способу Мозли. Ссылаясь на самый обыденный фактъ, г. Болль беретъ для примѣра сургучъ при обыкновенной комнатной температурѣ. Если положить палку сургуча на край стола, такъ чтобы часть ея была на вѣсу, то у самаго края можно подвѣсить къ ней довольно значительный грузъ (случай, тождественный съ опытомъ Мозли), и палка выдержитъ его нѣкоторое время, не ломаясь и не представляя сдвига сургуча въ вертикальной плоскости. Между тѣмъ, таже палка, если даже не подвѣшивать къ ней никакого груза и оставить её въ такомъ положеніи на нѣкоторое время, сама согнется отъ собственнаго, совершенно ничтожнаго вѣса, а при всякомъ сгибаніи, понятно, также происходитъ сдвигъ частицъ, какъ и въ первомъ случаѣ («касательная сила» въ изслѣдованіяхъ объ упругости тѣла). Такимъ образомъ, изъ перваго опыта коэфиціентъ сопротивленія сдвигу получился бы очень значительный, такъ что оказалось бы въ вычисленіяхъ Мозли, что ледникъ изъ сургуча также не можетъ двигаться въ долинѣ въ силу собственнаго вѣса, а во второмъ случаѣ тотъ-же коэфиціентъ получился бы уже совершенно ничтожный; движеніе ледника въ силу собственной тяжести было бы не только совершенно возможно, но даже и весьма быстро. Совершенно тоже самое представляетъ и ледъ. Когда г. Мозли желалъ получить видимый сдвигъ въ очень короткое время, онъ долженъ былъ привѣшивать очень большой грузъ къ своему аппарату, и получалъ очень большіе коэфиціенты сопротивленія. Когда же онъ довольствовался болѣе медленнымъ сдвигомъ, то достаточно было меньшаго груза, и получались все меньшіе и меньшіе коэфиціенты; такъ что когда онъ наконецъ ограничился сдвигомъ въ $^1/_{16}$ дюйма въ $1^3/_4$ часа, то коэфиціентъ получился уже почти вдвое меньше, чѣмъ тогда, когда сдвигъ въ $1^1/_2$ дюйма достигался въ 3 минуты: онъ оказался въ этомъ случаѣ всего въ 63,6 ан. фнт. на кв. д. (4,5 клгр. на кв. цм.) вмѣсто прежнихъ 120 фунтовъ (8,2 клгр.) [215]). Но еще меньшіе коэфиціенты получаются изъ опытовъ съ ледяными досками, гдѣ сдвигъ происходитъ еще медленнѣе; въ этихъ случаяхъ сопротивленія оказываются даже менѣе, чѣмъ въ одинъ ан. фунтъ на кв. д. (0,07 клгр. на кв. цм.).—Если же сопротивленіе сдвигу прямо зависитъ отъ скорости ледяного, то опыты Мозли, опредѣляющіе сопротивленіе быстрому сдвигу, вовсе не могутъ прилагаться къ леднику, гдѣ всѣ дифференціальныя движенія происходятъ чрезвычайно медленно. Чтобы показать, въ самомъ дѣлѣ, какъ малы эти движенія, г. Метьюзъ и предпринялъ съ г. Рейли (Reilly)

---

[215]) Опытъ дѣлался вечеромъ, но ночью сдвигъ прекратился. Причина очевидно та, что поверхности деревяшекъ, пропитанныя водой, смерзлись на всей своей площади соприкосновенія (ночью сильно морозило).

измѣренія, о которыхъ мы уже говорили раньше, и этими измѣреніями доказалъ, что точки ледника, отстоящія другъ отъ друга на одну линію (разстояніе, приблизительно такое же, какъ въ опытѣ Мозли), опережаютъ другъ друга въ сутки не болѣе, какъ на 0,000 014 до 0,000 500 дюйма; поэтому, г. Метьюзъ и просилъ Мозли опредѣлить, какъ велико было бы сопротивленіе *такому* медленному сдвигу, или-же доказать, что оно должно быть равно тому, которое получалось изъ кратковременныхъ опытовъ [216]).

Такимъ образомъ ясно, что величина сопротивленія сдвигу прямо зависитъ отъ скорости послѣдняго, и что элементъ времени имѣетъ существенное значеніе въ вопросѣ, тогда какъ по теоріи, общепринятой въ механикѣ, онъ можетъ вовсе не приниматься въ соображеніе. Какъ же объяснить эту аномалію?—На этотъ вопросъ отвѣчаетъ г. Кролль, и это даетъ ему поводъ высказать новую гипотезу относительно причины движенія ледниковъ. Въ выводахъ Мозли говоритъ онъ, допускается, что сопротивленіе сдвигу во льдѣ остается постояннымъ, также какъ и въ другихъ тѣлахъ. Между тѣмъ, можно представить себѣ, что хотя это сопротивленіе и остается постояннымъ въ данномъ кускѣ тѣла, но что въ отдѣльныхъ его частицахъ оно ослабляется почему-либо, поочередно и лишь на которкое мгновеніе для каждой изъ нихъ. Такой случай и представляетъ ледъ. Разсматривая, что происходитъ при передачѣ теплоты черезъ кусокъ льда, имѣющаго температуру въ нуль градусовъ, г. Кролль замѣчаетъ, что во льдѣ передача тепла не можетъ происходить въ видѣ тепла-же, какъ это бываетъ напримѣръ, въ желѣзѣ, или во всякомъ другомъ тѣлѣ. Температура частичекъ льда, уже достигшаго нуля градусовъ, не можетъ быть увеличена безъ того, чтобы частицы не превращались въ воду. Поэтому, когда кусокъ льда, передаетъ теплоту съ одного своего конца на другой, то частицы его необходимо поочередно обращаются въ жидкость, и уже въ этомъ видѣ передаютъ механическую работу (energy), называемую теплотою; послѣ чего, утративши извѣстное количество движенія, онѣ возвращаются въ первоначальное кристаллическое состояніе [217]). Передача теплоты черезъ ледъ сопровождается, слѣдовательно, поочереднымъ таяніемъ частицъ. Но въ этомъ

---

[216]) W. Mathews, On Canon Moseley's views upon Glacier-Motion, въ Philos. Mag., IV ser. vol. 42, 1871, pp. 332 et 415. Кромѣ того, г. Болль упоминаетъ о заслуживающей вниманія статьѣ г. Метьюза, содержащей обзоръ современнаго положенія вопроса и разборъ воззрѣній г. Мозли, въ Alpine Journal, Febr 1870.

[217]) „Когда къ ледяной частицѣ при 0° прилагается теплота, то эта послѣдняя не повышаетъ температуры частицы,—она тратится на работу противъ силъ сцѣпленія, связывающихъ атомы или частицы въ кристаллическую форму. Запасъ силы (the energy) существуетъ, слѣдовательно, въ растворенной кристаллической частицѣ въ статической формѣ сродства, — кристаллизаціоннаго, или какъ бы мы его ни назвали.... Этотъ запасъ силы, когда онъ передается другой частицѣ, принимаетъ динамическую форму теплоты; другими словами, частица отдаетъ теплоту, замерзая сама. Эта теплота расходуется на то, чтобы растопить слѣдующую частицу.... Частица таетъ, но только на моментъ. Когда частица *B* воспринимаетъ запасъ силы отъ *A*, *A* немедленно снова принимаетъ кристалличе-

обстоятельствѣ и кроется, по мнѣнію г. Кролля, объясненіе того явленія, что сопротивленіе сдвигу зависитъ отъ скорости послѣдняго. При болѣе продолжительномъ дѣйствіи сдвигающей силы, говоритъ онъ, въ ледъ успѣваетъ проникнуть изъ окружающей его среды бо́льшее количество теплоты, и эта теплота, производя поочередное таяніе частицъ, ослабляетъ на моментъ сопротивленіе каждой изъ нихъ сдвигу; вслѣдствіе этого, онѣ приходятъ поочередно въ движеніе, подъ вліяніемъ сравнительно слабой силы тяжести, которая иначе не могла бы никоимъ образомъ преодолѣть ихъ частичнаго сцѣпленія. Тоже происходитъ и въ ледникахъ. Сопротивленіе сдвигу во льдѣ такъ велико, допускаетъ г. Кролль, что движеніе ледника дѣйствительно, не могло бы, какъ это доказываетъ г. Мозли, совершаться въ силу одной тяжести, если бы частицы льда постоянно сохраняли свое кристаллическое состояніе. А между тѣмъ несомнѣнно, что ледникъ движется именно въ силу одного собственнаго вѣса, и объясняется это кажущееся противорѣчіе тѣмъ, что частицы льда поочередно утрачиваютъ на моментъ свое кристаллическое состояніе, отъ дѣйствія теплоты постоянно проникающей въ ледникъ: онѣ обращаются поочередно въ жидкость, сопротивленіе сдвигу, слѣдовательно ослабляется, и тогда сила тяжести становится уже способною привести частицу въ движеніе, въ томъ небольшомъ пространствѣ, которое оказывается свободнымъ при уменьшеніи объёма вслѣдствіе таянія. Движеніе ледника есть, слѣдовательно, движеніе молекулярное, и въ трехъ смежныхъ частицахъ A, B и C, оно происходитъ слѣдующимъ образомъ: B, получивъ живую силу отъ A и превративъ её въ тепло, перестаетъ быть льдомъ и обращается въ воду; тогда она приходитъ въ движеніе, вслѣдствіе силы тяжести, и свою живую силу передаетъ частицѣ C, послѣ чего, утративъ живую силу, проявлявшуюся въ ней въ видѣ тепла, она снова превращается въ ледъ. Тоже происходитъ въ свою очередь съ частицею C, и т. д. [218]).

Хотя подобная гипотеза довольно хорошо могла-бы согласоваться съ нѣкоторыми свойствами льда и съ нѣкоторыми явленіями движенія ледниковъ, и во всякомъ случаѣ лучше другихъ гипотезъ могла бы объяснить тотъ фактъ, что скорость движенія ледника зависитъ отъ температуры воздуха, но противъ нея можетъ быть сдѣлано нѣсколько весьма существенныхъ возраженій. А такъ какъ эти возраженія превосходно сформулированы г. Дж. Боллемъ, то я и приведу ихъ его собственными словами [219]).

Говоря о воззрѣніяхъ г. Мозли, которыя подали поводъ къ спору, г. Болль прежде всего совершенно устраняетъ выраженіе *сила сдвига* (shearing force), до тѣхъ поръ, пока смыслъ его не будетъ точно установ-

---

скую форму. Тогда таетъ B.... этотъ процессъ совершается въ частицахъ поочередно, пока запасъ силы передастся на другой сторонѣ куска льда.... Въ этомъ и кроется истинная причина Фарэдэева смерзанія."—J. Croll, On the Physical Cause of the Motion of Glaciers, въ Philos. Mag., IV ser., vol. 37, 1869, p. 203.

[218]) *J. Croll.* l. c., p. 201; и On the Cause of Motion of Glaciers, Phil. Mag. vol. 40, 1870, p. 153.

[219]) *J. Ball*, On the Cause of the Motion of Glaciers, въ Philos. Magaz., vol. 41, 1871, p. 81. Предварительное изложеніе воззрѣній г. Болля: On the Cause of the Descent of Glaciers, въ Phil. Mag., vol, 40. 1870, p. 1.

ленъ, и пока не будетъ доказано, что это понятіе дѣйствительно приложимо къ тѣмъ явленіямъ, о которыхъ идетъ рѣчь. Различныя тѣла, говоритъ онъ, представляютъ такія существенныя различія въ самомъ способѣ, въ которомъ проявляется въ нихъ сопротивленіе сдвигу, что нѣтъ никакой возможности установить такого рода коэфиціентъ, общій для всѣхъ тѣлъ. „Въ нѣкоторыхъ веществахъ сопротивленіе, оказываемое отдѣленію другъ отъ друга смежныхъ частицъ, почти не зависитъ отъ температуры тѣла, и отъ продолжительности давленія. Въ другихъ веществахъ, оказывающихъ весьма значительное сопротивленіе излому (fracture), частицы могутъ постепенно измѣнять свои относительныя положенія подъ продолжительнымъ дѣйствіемъ даже весьма слабаго давленія; а въ нѣкоторыхъ изъ этихъ послѣднихъ тѣлъ, количество произведеннаго измѣненія зависитъ еще въ бо̀льшей степени отъ температуры, которую имѣетъ тѣло въ то время, какъ на него оказывается давленіе. Если мы станемъ употреблять одинъ и тотъ же терминъ для всѣхъ процессовъ, путемъ которыхъ совершается измѣненіе относительныхъ положеній частицъ во всякомъ твердомъ тѣлѣ,—путемъ ли дѣйствительнаго излома, или путемъ болѣе или менѣе медленнаго перераспредѣленія, мы только внесемъ путаницу въ наши физическія представленія“ (с. 82). Переходя затѣмъ къ гипотезѣ г. Кролля, г. Болль задаетъ слѣдующій, весьма вѣрный вопросъ: „Есть обширный классъ тѣлъ, которыя могутъ измѣнять свое молекулярное состояніе и обращаться въ жидкость при поглощеніи тепла, но которыя также способны видоизмѣнять свою форму, или претерпѣвать измѣненія въ относительныхъ положеніяхъ ихъ частицъ при температурахъ, весьма удаленныхъ внизъ отъ ихъ точки таянія. Будетъ-ли г. Кролль утверждать, что *во всякомъ подобномъ случаѣ* (напр. въ стеклѣ, желѣзѣ, стали и т. п.) *движеніе можетъ быть объяснено, только допуская, что частицы обращались въ жидкость*, въ тотъ моментъ, когда совершались измѣненія въ ихъ относительномъ расположеніи? *Если же нѣтъ, то почему онъ считаетъ необходимымъ допускать особую спеціальную гипотезу для льда?*“ (с. 83—84). Упомянувъ затѣмъ, что опытъ г. Метьюза съ ледяными досками доказываетъ, впервые, способность льда измѣнять свою форму безъ разрыва, подъ умѣреннымъ давленіемъ и даже при температурѣ замѣтно ниже точки таянія, г. Болль замѣчаетъ, что эта способность льда вовсе не представляетъ какой-нибудь аномаліи, а напротивъ того, совершенно согласуется съ тѣмъ, что̀ извѣстно намъ о многихъ другихъ подобныхъ тѣлахъ; но если г. Кролль считаетъ необходимымъ допустить, что частицы льда обращаются въ жидкость, прежде чѣмъ придти въ движеніе, даже и тогда, когда температура льда замѣтно ниже нуля,—то „молекулярная гипотеза не можетъ остановиться на этомъ; она должна распространиться и на всѣ другія тѣла, способныя измѣнять свои формы безъ разрыва сплошности, подъ давленіемъ и при температурахъ ниже ихъ точки таянія“. Но въ такомъ случаѣ г. Болль считаетъ гипотезу преждевременною, такъ какъ, „не смотря на всѣ новѣйшіе успѣхи въ этой области, наши знанія о молекулярномъ строеніи вещества слишкомъ еще недостаточны, чтобы мы могли разсуждать объ общемъ вопросѣ, поднятомъ г. Кроллемъ, хотя съ какимъ-нибудь довѣріемъ къ своимъ собственнымъ выводамъ. Если бы г. Кролль былъ вовлеченъ въ это изслѣдованіе, то въ рукахъ такого точнаго мыслителя оно могло бы привести къ важнымъ выво-

дамъ, но пока, такъ какъ явленія, представляемыя льдомъ, безусловно-аналогичны съ тѣми, которыя представляютъ и другія однородныя вещества, я не могу—заключаетъ г. Болль — признать необходимости въ особой, спеціальной гипотезѣ для ихъ объясненія" (р. 84—85).

Эти соображенія на мой взглядъ такъ справедливы, что нельзя не согласиться съ ними вполнѣ. Дѣйствительно, г. Кролль совершенно напрасно выдѣляетъ ледъ изъ общаго ряда твердыхъ тѣлъ и объясняетъ особыми его свойствами такія явленія, которыя общи едва-ли не всѣмъ твердымъ тѣламъ. Онъ совершенно напрасно допускаетъ, что въ другихъ тѣлахъ коэфиціентъ сопротивленія сдвигу остается постояннымъ при всякой скорости сдвига, тогда какъ на самомъ дѣлѣ этотъ коэфиціентъ совершенно точно такъ же измѣнчивъ, какъ и во льдѣ. Такъ, напримѣръ, для желѣза онъ достигалъ въ опытахъ Треска до 3769 килог. на кв. цм. (3810 у Фэрбэрна), а для стали онъ еще больше; между тѣмъ, съ теченіемъ времени, стальная полоса точно также принимаетъ постоянный изгибъ отъ собственнаго небольшаго вѣса, какъ и ледяная доска или палка сургуча и если бы мы вычислили по обычнымъ правиламъ механики величину сопротивленія сдвигу на основаніи этого изгиба стали, то и для нея коэфиціентъ получился бы самый ничтожный. И подобные факты такъ обыкновенны, что люди, близко знакомые съ прикладною механикою, полагаютъ, какъ мы видѣли, что даже самыя слабыя давленія производятъ со временемъ постоянные изгибы, а слѣдовательно—и сдвиги. Между тѣмъ, понятно, что нѣтъ никакой возможности думать, чтобы въ металлахъ, удаленныхъ на многія сотни градусовъ отъ точки плавленія, происходило бы такое обращеніе частицъ въ жидкость, какое г. Кролль предполагаетъ во льдѣ [220]).—Въ чемъ-же заключается дѣйствительная причина этой измѣнчивости сопротивленія сдвигу, въ настоящее время трудно рѣшить. Сослаться на то, что и по теоріи этотъ коэфиціентъ имѣетъ приложеніе только къ такимъ медленнымъ измѣненіямъ формы, при которыхъ можно совершенно пренебречь скоростью частицъ—было бы все-таки недостаточно. Въ опытахъ Треска, напримѣръ, дѣлавшихся для одного и того же металла съ приблизительно одинаковою скоростью, коэфиціентъ остается *довольно* постояннымъ [221]); изъ чего можно было бы пожалуй заключить, что эта скорость измѣненій формы уже до-

---

[220]) Я замѣчу еще, что и въ вышеприведенныхъ словахъ г. Болля твердыя тѣла являются все-таки болѣе различными въ разсматриваемомъ отношеніи, чѣмъ это есть на самомъ дѣлѣ. Едва-ли не во всѣхъ тѣлахъ—по крайней мѣрѣ во всѣхъ изслѣдованныхъ до сихъ поръ,—сопротивленіе сдвигу точно такъ же, какъ и во льдѣ или сургучѣ, зависитъ и отъ скорости измѣненія формы, и отъ температуры тѣла.

[221]) Онъ все-таки колеблется въ такихъ предѣлахъ, которые едва-ли объясняются одною разнородностью состава образцовъ. Но всего замѣчательнѣе то, что онъ получался различнымъ для различныхъ серій опытовъ. Такъ, для свинца, сопротивленіе было: при расплющиваніи—въ 130 клгр., при выдавливаніи въ концентрическое отверстіе — въ 144 клгр., при вдавливаніи стержня въ цилиндръ, замкнутый въ цилиндрической оболочкѣ—въ 184 клгр., при вдавливаніи стержня въ цилиндръ, поставленный на пластинку съ соотвѣтственнымъ круглымъ отверстіемъ, или безъ онаго — отъ 202 до 204 клгр. Тоже замѣчено и для олова. Ср. Morin, Rapport, l. c.

статочно мала для того, что бы можно было совершенно пренебречь скоростью частицъ. Между тѣмъ, и эти опыты даютъ коэфиціентъ въ нѣсколько сотъ разъ больше того, который получился бы, напримѣръ, если бы вычислить сопротивленіе стали медленному изгибу отъ собственнаго вѣса. Быть можетъ, объясненія этихъ фактовъ слѣдуетъ скорѣе искать въ молекулярной работѣ давленія, которая обыкновенно не принимается въ соображеніе, между тѣмъ, какъ эта работа существуетъ несомнѣнно (измѣненіе кристаллическаго состоянія тѣлъ; удлиненіе полосъ, вовсе не подверженныхъ сотрясеніямъ и измѣненіямъ температуры [222]), сжиманіе тѣлъ и т. п.),—но мы вступаемъ уже въ область, такъ мало изслѣдованную, что всякія гипотезы остаются пока почти голословными,—въ область, гдѣ дѣйствительно утрачивается даже довѣріе къ собственнымъ догадкамъ. Поэтому, теперь намъ остается только признать фактъ, что во льдѣ, совершенно также какъ и въ другихъ твердыхъ тѣлахъ (металлахъ, стеклѣ, горныхъ породахъ), сопротивленіе сдвигу, или—что то же самое—сопротивленіе жидкостному движенію частицъ, хотя и довольно значительно при быстрыхъ измѣненіяхъ формы (конечно неупругихъ), но при весьма медленныхъ измѣненіяхъ, особенно если они совершаются подъ давленіемъ, это сопротивленіе становится несравненно меньше; и, убѣдившись затѣмъ, численными данными, что тѣ давленія, которыя ледъ выдерживаетъ въ ледникахъ, дѣйствительно достаточны для того, чтобы привести ледъ въ состояніе пластичности,—намъ уже остается только приложить этотъ фактъ къ объясненію движенія ледниковъ. Что же касается до причинъ, отъ которыхъ зависитъ измѣнчивость сопротивленія сдвигу, то искать отвѣта на этотъ вопросъ слѣдуетъ уже въ изслѣдованіи разнообразныхъ твердыхъ тѣлъ, изъ которыхъ ледъ и ледники далеко не представляютъ наиболѣе выгодныхъ условій для изслѣдователя. Этотъ вопросъ уже можетъ быть съ успѣхомъ разработанъ только молекулярною физикою.

Переходя за тѣмъ къ изложенію собственныхъ воззрѣній, г. Болль устанавливаетъ прежде всего слѣдующіе три факта относительно состоянія льда въ ледникахъ:

Прежде всего, говоритъ онъ,—фактъ общеизвѣстный, но постоянно упускаемый изъ виду,—что ледниковый ледъ существенно отличается отъ рѣчнаго или озернаго. «Какъ бы ни были слабы внѣшнія указанія, но ледниковый ледъ всегда есть конгломератъ (congeries) обломковъ, болѣе или менѣе совершенно спаянныхъ между собою, но не имѣющій однородной, или обычной кристаллизаціи, и обнаруживающій, присутствіемъ въ немъ пузырьковъ воздуха и своимъ отношеніемъ къ лучистой теплотѣ, нѣсколько меньшую степень твердости».

Второе—то, что большіе ледники, которыхъ скорость значительна, бываютъ прорѣзаны широкими трещинами, имѣющими такую глубину, которая велика даже по отношенію къ толщинѣ всей массы.

Третье—то, что температура ледника постоянна и, даже въ тѣхъ ледникахъ втораго порядка [223]), которые лежатъ ниже т.-наз. снѣговой линіи,

---

[222]) Опыты Collomb'a.

[223]) Т.-е. въ тѣхъ, которые лежатъ на склонахъ горъ и не имѣютъ опредѣленнаго русла въ долинѣ.

она лишь на незначительную долю градуса уклоняется отъ нуля, причемъ вліяніе временъ года проникаетъ въ ледъ лишь на весьма малую глубину.

Затѣмъ г. Болль говоритъ: „ледниковый ледъ есть вещество, которое при температурѣ замерзанія способно уступать, весьма медленно, слабому давленію. *Часть* движенія *всѣхъ* ледниковъ, и *все*—или почти все—движеніе ледниковъ *втораго порядка*, зависитъ отъ этой причины *и совершается независимо отъ раздробленія и смерзанія* (понимая подъ именемъ раздробленія разрывы на замѣтное или измѣримое разстояніе [224]). Но кромѣ этого, въ большихъ ледникахъ, а особенно въ тѣхъ, которые лежатъ въ глубокомъ руслѣ и которыхъ дно очень неровно, вступаетъ въ дѣйствіе еще новое явленіе. Ледниковый ледъ, хотя онъ и несовершенно твердъ (imperfectly solidified), однако достаточно негибокъ (rigid), чтобы передавать весьма значительныя давленія. Существуетъ, однако, предѣлъ, послѣ котораго давленіе, оказываемое на ледъ при 0°, уже обращаетъ его въ жидкость. Въ данный моментъ движенія большого ледника, особенно лѣтомъ, нѣкоторыя его точки бываютъ подвержены громадному давленію. Иной квадратный дюймъ въ плоскости сѣченія ледника можетъ въ иной моментъ выносить давленіе—не то что соотвѣтственнаго параллелапипеда, лежащаго позади его, какъ это допускаетъ г. Мозли, но — массы, имѣющей въ сто и тысячу разъ бо́льшее сѣченіе. Результатомъ этого будетъ либо раздробленіе льда въ этой точкѣ, вслѣдствіе чего давленіе передастся другой сосѣдней точкѣ и т. д.; или же давленіе обратитъ часть льда въ воду: но вода, даже если бы ей некуда было сбѣжать, занимаетъ уже меньшее пространство, чѣмъ прежде, такъ что процессъ передачи высокаго давленія все-таки можетъ совершиться».

Что же касается до факта увеличенія скорости ледника при возрастаніи внѣшней температуры, то, допуская, что другія причины, и особенно—прониканіе поверхностной воды въ волосныя скважины (инфильтрація) могутъ имѣть слабую долю вліянія въ этомъ явленіи, г. Болль считаетъ, однако, главною его причиною слѣдующее: предположимъ, говоритъ онъ, что весь ледникъ движется съ нѣкоторою скоростью, и что верхній его слой имѣетъ одинаковую скорость съ непосредственно ниже лежащими слоями, и «пусть теперь при этихъ условіяхъ, наступитъ такое измѣненіе въ состояніи поверхностнаго

---

[224]) „Если уже дать волю догадкамъ, говоритъ г. Болль въ примѣчаніи, то вѣрнѣе будетъ допустить, что во всѣхъ тѣлахъ, медленно измѣняющихъ свою форму подъ давленіемъ, процессъ, путемъ котораго *частицы* измѣняютъ свои относительныя положенія, близко сходенъ, если не тождественъ съ тѣмъ, который теперь извѣстенъ подъ именемъ раздробленія и смерзанія". — Но, такъ какъ г. Болль имѣетъ въ виду *частичный* процессъ, совершающійся безъ разрывовъ сплошности, и ни въ какомъ случаѣ не имѣющій сходства съ движеніемъ сыпучихъ тѣлъ, а равнымъ образомъ—процессъ, совершающійся безъ обращенія частицъ въ *жидкость*, то употребленіе словъ „раздробленіе и смерзаніе" вносило бы только совершенно ложныя представленія. Называть этимъ именемъ процессъ, тождественный съ тѣмъ, который мы видимъ въ металлахъ, напримѣръ въ опытахъ Треска, и въ изгибаніи стекла,—рѣшительно невозможно, какъ потому, что частичное движеніе есть крайность, противоположная раздробленію, такъ и потому, что „смерзаніе" необходимо требуетъ обращенія частицъ тѣла въ жидкость,—процессъ, который въ такихъ случаяхъ г. Болль самъ отрицаетъ такъ положительно.

слоя, при которомъ сопротивленія поступательному его движенію значительно ослабятся; очевидно, что этотъ слой (двигающійся теперь быстрѣе) будетъ увлекать за собою ниже-лежащія части, вслѣдствіе своего давленія и сцѣпленія, существующаго между нимъ и прочею массою. Судя по тому, что̀ извѣстно намъ о строеніи пластичныхъ тѣло, надо думать, что сопротивленіе оказываемое ими измѣненіямъ формы, убываетъ при увеличеніи давленія гораздо быстѣе, чѣмъ возрастаетъ послѣднее. Ихъ молекулярное состояніе представляетъ родъ неустойчиваго равновѣсія [225]): въ данный моментъ извѣстныя давленія уравновѣшены извѣстными сопротивленіями; но ничтожное увеличеніе давленія уже можетъ преодолѣть сопротивленіе и вызвать перераспредѣленіе частицъ. Это и есть, я думаю, истинное объясненіе вліянія теплой погоды на скорость движенія ледниковъ; причемъ достиженіе этого результата облегчается еще тѣмъ, что теплота проникаетъ отчасти и во внутрь ледника черезъ открытыя, глубокія трещины. Наоборотъ, зимній холодъ нѣсколько увеличиваетъ сопротивленіе поступательному движенію ледника, дѣлая верхній слой менѣе податливымъ, чѣмъ остальныя части, такъ что скорость движенія всей массы становится меньше той, которую можно было бы назвать нормальною, т.-е. той, которая получилась бы, если бы вліяніе поверхностнаго слоя было совершенно устранено» [226]).

Таковая гипотеза г. Болля, которая, на мой взглядъ, едва ли не шире и не глубже прочихъ гипотезъ охватываетъ разсматриваемый вопросъ. Я замѣчу только относительно второй ея части, что она конечно обращается къ дѣйствительной, *возможной* причинѣ; но что невольно возникаетъ сомнѣніе въ томъ, чтобы эта причина была достаточною. Въ самомъ дѣлѣ, мы знаемъ, что толщина верхняго слоя, подверженнаго суточнымъ и годовымъ колебаніямъ температуры, чрезвычайно мала по отношенію къ толщинѣ всего ледника (десятокъ метровъ изъ ста, двухъ-сотъ, можетъ быть даже трехъ-сотъ); и вмѣстѣ съ тѣмъ, есть основаніе думать, что хотя суточныя измѣненія скорости и не распространяются на большую глубину, но за то въ измѣненіяхъ скорости въ различныя времена года принимаетъ уже участіе вся, или почти вся толща льда. По этому пришлось бы признать, что вліяніе верхняго слоя распространяется на такую глубину, которая естественно можетъ показаться слишкомъ значительною; и, пока предположеніе не будетъ подтверждено наблюденіями, трудно принять его безусловно. Нужно впрочемъ замѣтить, что нѣкоторыя явленія, замѣчаемыя въ арктическихъ странахъ, говорятъ, повидимому, въ пользу воззрѣній г. Болля, и это обстоятельство тѣмъ болѣе заслуживаетъ вниманія, что въ арктическихъ ледникахъ инфильтрація должна имѣть гораздо меньшее вліяніе, чѣмъ въ Альпахъ [227]).

Въ заключеніе я позволю себѣ сдѣлать еще одно отступленіе, чтобы

---

[225]) Ср. въ Poncelet, Introduction à la Mécanique industrielle, нѣсколько превосходныхъ по своей простотѣ и ясности странницъ о внутреннихъ силахъ въ тѣлахъ; онѣ отчасти подтверждаютъ это воззрѣніе.

[226]) J. Ball, l. c., Phil. Mag., vol. 41, 1871, pp. 85—87.

[227]) Измѣренія Форбза и Тиндалля даютъ намъ нѣкоторое—впрочемъ весьма еще недостаточное—понятіе о скорости внутреннихъ частей ледника. Измѣряя

высказать нѣсколько соображеній о вѣроятной температурѣ арктическихъ ледяныхъ покрововъ. Этотъ вопросъ впрочемъ тѣсно связанъ съ вопросомъ о причинахъ движенія ледниковъ, такъ какъ, если бы оказалось—какъ оно и есть по всей вѣроятности въ дѣйствительности,—что температуры арктическихъ ледяныхъ толщъ бываютъ большею частію ниже нуля на нѣсколько градусовъ, то этимъ фактомъ сразу отстранялась бы цѣлая группа

скорости трехъ точекъ, изъ которыхъ верхняя была близъ поверхности ледника, а нижняя – на высотахъ въ 4 и 8 ф. надъ дномъ его, они нашли:

Форбзъ.		Тиндаллъ.	
На высотѣ:	Суточн. движ.	На высотѣ:	Суточн. движ.
143 а. ф.	0,93 а. д.	141 а. ф.	6,00 а. д.
54 „ „	0,84 „ „	35 „ „	4,50 „ „
8 „ „	0,57 „ „	4 „ „	2,50 „ „

изъ чего можно предположить, что лѣтомъ, скорость точки лежащей на глубинѣ около 100 ф., бываетъ немногимъ менѣе скорости поверхностной точки. Между тѣмъ, толщина слоя измѣнчивой температуры не должна превышать въ Альпахъ 25 футъ, а потому пришлось бы допустить, или что этотъ слой увлекаетъ за собою массу втрое большей толщины, или же приписать трещинамъ больше способности нагрѣвать ледникъ, чѣмъ это можно было бы думать. Правда, что приведенныя наблюденія, повторяю, очень недостаточны, но они подтверждаются также довольно равномѣрнымъ движеніемъ льда до глубины 41 м. (135 ф.) въ буровой скважинѣ Агассиса.—Но за то нѣкоторыя наблюденія въ арктическихъ странахъ говорятъ въ пользу гипотезы г. Болья, такъ какъ здѣсь дѣйствительно замѣчалось лѣтомъ явное ускореніе верхнихъ слоевъ ледника относительно нижнихъ, причемъ это ускореніе не распространяется на значительную глубину. На подобное явленіе указываетъ тотъ довольно распространенный фактъ, что лѣтомъ, въ вертикальныхъ обрывахъ, которыми кончаются ледники въ море, верхніе слои дѣйствительно иногда нависаютъ надъ нижними, вслѣдствіе чего отъ нихъ и происходитъ болѣе быстрое отдѣленіе обломковъ. Кромѣ того, Кенъ въ одномъ мѣстѣ опредѣлительно говоритъ о такомъ ускореніи поверхностныхъ частей: „*Переливъ*,—замѣчаетъ онъ,—какъ я назвалъ вязкое нависаніе поверхностныхъ слоевъ (the *overflow*, as I have called the viscous *overlapping* of the surface), былъ, яснѣе виденъ, чѣмъ въ какомъ-либо изъ извѣстныхъ мнѣ альпійскихъ ледниковъ“, а изъ прилагаемаго Кеномъ рисунка видно, что рѣчь идетъ о переливѣ сравнительно очень тонкаго ворхняго слоя, при этомъ любопытно еще то замѣчаніе, что ясно было, какъ „движеніе ледника не [всего, или однихъ наружныхъ частей?] только что началось настоящимъ образомъ въ это время“ (27 апрѣля), т. е. сразу возросло противъ сравнительно-малой зимней скорости. Между тѣмъ, насыщеніе льда водою еще не могло начаться: всѣ овраги и туннели, прорытые ручьями во льдѣ, были еще совершенно сухи. (Kane, Arct. Expl., II, 149, 148).—Вторая германская экспедиція также указываетъ на то, что въ одномъ мѣстѣ нижняя часть ледника очень отстала отъ верхней; но какъ глубоко распространялось ускореніе поверхности, и есть ли это постоянное, или только лѣтнее явленіе,—остается неизвѣстнымъ. (Copeland, въ Die Zweite Deutsche Nordpolarfahrt, I, 548).—Вообще, арктическіе плаватели могли бы, болѣе чѣмъ кто либо, помочь рѣшенію этого вопроса, опредѣляя, насколько ускореніе верхнихъ слоевъ увеличивается лѣтомъ и какъ глубоко оно распространяется.

изъ числа разсмотрѣнныхъ нами гипотезъ. Дѣйствительно изъ всѣхъ этихъ гипотезъ, только одна можетъ быть приложена ко всякому леднику, какова бы ни была его температура, — именно та, которая считаетъ пластичность свойствомъ, присущимъ льду наравнѣ со всѣми прочими твердыми тѣлами. Правда, что ледъ, значительно охлажденный, становится (также какъ и всѣ другія тѣла) нѣсколько болѣе хрупкимъ [228]); но мы видѣли въ предыдущемъ параграфѣ, что это обстоятельство, весьма существенное при опытахъ съ небольшими кусками льда, не имѣетъ уже никакого значенія въ большихъ массахъ, при измѣненіяхъ формы, совершающихся подъ большимъ давленіемъ. Оно можетъ усиливать образованіе трещинъ на краяхъ и вообще тамъ, гдѣ тѣло не со всѣхъ сторонъ подвержено давленію; но эти трещины суть явленіе придаточное, нисколько не мѣшающее жидкостному движенію частицъ во внутреннихъ частяхъ массы. Все, что можно сказать, это—только то, что для истеченія льда, имѣющаго низкую температуру, потребуется вѣроятно нѣсколько большее давленіе, чѣмъ въ томъ случаѣ, если бы онъ имѣлъ температуру равную нулю; но изъ этого слѣдуетъ только то, что ледяная толща должна будетъ достигнуть нѣсколько большей мощности, прежде чѣмъ она начнетъ замѣтно расползаться въ стороны.

Совершенно иначе представляются прочія возможныя причины движенія ледниковъ. Онѣ всѣ требуютъ вмѣшательства воды въ томъ или другомъ видѣ: однѣ—для передвиженія ея по волосным скважинамъ, другія—для передачи силы массоваго или молекулярнаго движенія, третьи—для возстановленія связи раздробленныхъ частей; и всѣ гипотезы, требующія вмѣшательства воды (за исключеніемъ гипотезы г. Болля), требуютъ, чтобы она образовывалась повсемѣстно, въ каждой точкѣ, почти въ каждомъ безконечно маломъ кускѣ тѣла. А такъ какъ мы знаемъ, что давленіе весьма мало понижаетъ температуру таянія льда, и что для пониженія ея на одинъ градусъ нужно уже такое давленіе, которое можетъ встрѣчаться лишь въ очень большихъ ледяныхъ покровахъ, и то—только на значительной глубинѣ,—то ясно, что всѣ гипотезы, требующія вмѣшательства воды, требуютъ тѣмъ самымъ температуры льда, весьма близкой къ нулю.—Посмотримъ-же, какова можетъ быть температура большинства ледниковъ.

Прежде всего, несомнѣнно, что эта температура должна быть постоянною. Извѣстно, на какую малую глубину распространяется вліяніе временъ года въ различныхъ почвахъ, въ томъ числѣ и въ вѣчно-мерзлыхъ рыхлыхъ наносахъ. Такъ напримѣръ, по наблюденіямъ Миддендорфа, температура вѣчно-мерзлаго рыхлаго песчаника въ Якутскѣ, на глубинѣ 15 м. (50 ф.), была уже весьма близка къ средней годовой воздуха (—10°,9) и колебалась въ теченіе года только на полградуса (между—7°,9 и—8°,4); и даже на глубинѣ 8 м. (25 ф.) годичныя колебанія доходили всего до 5°, причемъ вліяніе временъ года запаздывало уже на шесть мѣсяцевъ [229]). Между тѣмъ,

---

[228]) Хрупкость стали и желѣза при низкихъ температурахъ хорошо извѣстна всѣмъ путешествовавшимъ въ холодномъ климатѣ. Весьма любопытный примѣръ упоминаетъ также ак. Дюма. Онъ говоритъ, что видѣлъ въ Петербургѣ, какъ при сильномъ морозѣ олово становилось до того хрупкимъ, что крошилось даже между пальцами (Dumas, Comptes Rendus, v. 70, p. 1152).

[229]) А. Миддендорфъ, Путешествіе на Сѣверъ и Востокъ Сибири, часть

средняя температура зимы въ Якутскѣ на цѣлые 53 градуса ниже лѣтней и достигаетъ всего—39°; тамъ-же, гдѣ зимы теплѣе, и климатъ менѣе рѣзокъ, тамъ зимнее охлажденіе почвы имѣетъ еще меньшее распространеніе; такъ напримѣръ, въ Парижѣ, слой постоянной температуры встрѣчается уже на глубинѣ 8 метровъ. На основаніи этихъ данныхъ, и принимая въ разсчетъ, что теплопроводимость льда во всякомъ случаѣ не больше, если не меньше, теплопроводимости вѣчно-мерзлыхъ почвъ, мы можемъ слѣдовательно считать несомнѣннымъ, что температура ледниковъ, за исключеніемъ поверхностнаго слоя въ нѣсколько метровъ, должна быть постоянною во всѣ времена года, какова бы ни была ея абсолютная величина. Чтобы рѣшить однако, какова эта послѣдняя, мы не имѣемъ прямыхъ наблюденій, а потому должны доискиваться ея косвеннымъ путемъ.

То, что постоянная температура Альпійскихъ ледниковъ можетъ разниться отъ нуля лишь на малую долю градуса принято теперь едва-ли не всѣми изслѣдователями; и основывается это мнѣніе какъ на теоретическихъ соображеніяхъ, такъ и на прямыхъ наблюденіяхъ. Дѣйствительно, нагрѣваться выше нуля (или точнѣе—выше точки таянія, соотвѣтствующей данному давленію) ледникъ очевидно не можетъ; но и быть ему охлажденнымъ ниже нуля — также нѣтъ никакой причины. Всякая горная порода, въ томъ числѣ и вѣчно-мерзлыя почвы, принимаетъ со временемъ температуру, равную средней годовой воздуха въ данной мѣстности, и тоже правило необходимо должно быть вѣрно и для ледниковъ, лежащихъ ниже нулевой изотермы (съ тѣмъ, конечно, ограниченіемъ, что всякій избытокъ тепла, сверхъ того, которое потребно для достиженія точки таянія, идетъ уже на обращеніе льда въ воду); а потому, хотя ледники и образуются изъ фирновъ, которые въ высокихъ циркахъ должны быть, по той же причинѣ, охлаждены на нѣсколько градусовъ ниже нуля,—но такъ какъ фирновый ледъ чрезвычайно медленно спускается въ нижнія части долинъ, употребляя на этотъ переходъ по сто и по двѣсти лѣтъ, и пропитывается при этомъ массами воды, то нѣтъ никакого сомнѣнія, что во время медленнаго движенія въ болѣе теплой средѣ, онъ необходимо успѣваетъ нагрѣться до нуля, или почти до нуля. И дѣйствительно, термометръ Агассиса, въ буровой скважинѣ на Алечскомъ ледникѣ постоянно давалъ показанія между 0° и —0°,5; и хотя скважина достигала глубины только въ 40,6 м. (125 пар. ф.), но нѣтъ никакихъ причинъ думать, чтобы наблюдавшіяся въ ней величины не выражали температуры и всего ледника.

Подобныя же разсужденія могутъ быть приложены и къ арктическимъ ледянымъ покровамъ. Если бы не было никакихъ причинъ, стремящихся нагрѣвать ледъ, то мы должны были бы ожидать, что пройдя въ этихъ тол-

---

III, Птб. 1865, сс. 395 — 396. Также Sibirische Reise, Bd. I, 1-te Abth., и Bd. IV, 3-e Lieferung. Среднія годовыя температуры почвы были:

на глубинѣ	2,1	м.	—11°,2
„ „	4,6	„	—10,2
„ „	6,1	„	—10,1
„ „	15,2	„	— 8,3
„ „	30,5	„	— 6,5
„ „	118,9	„	— 3,0

ИНСТИТУТ НАСЛЕДИЯ

щахъ слой около 10—15 м., въ которомъ еще чувствуется вліяніе временъ года, мы встрѣтимъ уже ледъ, котораго температура остается неизмѣнною круглый годъ, и равна средней годовой воздуха въ данной мѣстности. Такимъ образомъ, на глубинѣ около 15 м. (50 ф.), верхніе слои Грёнландскаго ледянаго покрова имѣли бы уже около—6° въ окрестностяхъ Якобсхавна, около—10° въ окрестностяхъ Упернивика и около—20° въ ледникѣ Гумбольдта, къ С. отъ гавани Ренсэра (Rensselaer Harbour); во внутреннихъ же частяхъ Грёнландіи въ точкахъ, лежащихъ въ одной широтѣ съ названными сейчасъ, температура верхнихъ частей ледянаго покрова была бы еще нѣсколько ниже, вслѣдствіе болѣе материковаго климата; по всей вѣроятности она колебалась бы между—10° и—20° [230]). Затѣмъ, начиная отъ глубины въ 10—15 м., температура льда, оставаясь постоянною круглый годъ, оказывалась бы вся выше и выше, по мѣрѣ дальнѣйшаго углубленія въ ледникъ, вслѣдствіе общаго возрастанія температуры почвъ, по мѣрѣ опусканія въ глубь земной коры, — явленія, замѣченнаго какъ въ каменныхъ горныхъ породахъ, такъ и въ вѣчно-мёрзлыхъ пропитанныхъ льдомъ, рыхлыхъ наносахъ. Полагая это возрастаніе въ 1° съ увеличеніемъ глубины на 15—35 м. (50—115 ф.), мы должны были бы слѣдовательно заключить, что въ ледяномъ покровѣ Грёнландіи, нулевой слой встрѣтится только на весьма значительной глубинѣ. Такъ, (допуская даже болѣе быструю прибыль, т. е. въ 1° на 15—25 м.),—онъ залегалъ бы въ ледникѣ Гумбольдта не ближе 300—500 метровъ (1000 — 1600 ф.), и даже близь Якобсхавна мы нашли бы его отнюдь не ближе 100—150 м. (300—500 ф.), а по всей вѣроятности даже—около 250 м. (800 ф.); внутри же материка онъ лежалъ бы на еще большей глубинѣ [231]).

---

[230]) Якобсхавнъ и Упернивикъ имѣютъ морской климатъ, съ сравнительно-умѣренною зимою, климатъ-же гавани Ренсэра болѣе материковый; но и въ окрестностяхъ этой гавани на поверхности ледяного покрова наблюдались болѣе низкія температуры, чѣмъ въ самой гавани. Ср. Hayes, l. c.

[231]) Наблюденія Миддендорфа, въ Шергинской шахтѣ въ Якутскѣ даютъ возрастаніе въ 1° среднимъ числомъ на каждые 24 м.; наблюденія же въ Европѣ даютъ 1° на 15—38 м. (на 16 м. въ Англіи, въ сводѣ наблюденій во всѣхъ рудникахъ, до глубины въ 439 м.; на 15—36 м. во Франціи, въ Carmeau Littry и Dessise; на 35—38 м. въ Саксоніи). По Шергинскимъ наблюденіямъ слой нулевой температуры въ шахтѣ долженъ, слѣдовательно, получиться на глубинѣ около 180 м. (600 ф.); но по другимъ наблюденіямъ Моддендорфа въ Якутскѣ-же, но въ свѣжихъ буровыхъ скважинахъ, этотъ слой долженъ лежать уже на глубинѣ всего въ 90 м. (300 ф.), и ак. Бэръ отдаетъ предпочтеніе этимъ послѣднимъ наблюденіямъ, хотя по нимъ возрастаніе температуры получается въ 1° на 12 м.,— что, повидимому, уже мало-вѣроятно. Наконецъ, другія наблюденія Миддендорфа, тоже въ небольшихъ, высверленныхъ имъ буровыхъ скважинахъ, даютъ еще болѣе быстрыя возрастанія температуры, по которымъ нулевой слой (при немного меньшихъ годовыхъ температурахъ воздуха) долженъ лежать на глубинахъ всего въ 30—60 м. Но полученныя здѣсь температуры почвы такъ разнятся отъ остальныхъ, что трудно удержаться отъ мысли, что онѣ не обусловливаются теченіями подземныхъ водъ, топографія-же и геогнозія мѣстности не извѣстны въ точности. Поэтому и приходится отдать предпочтеніе тѣмъ наблюденіямъ, которыя даютъ

Есть однако причина, которая стремится нагрѣвать эту холодную толщу льда, именно вода, выпадающая на ледникъ въ видѣ дождя и образующаяся на его поверхности вслѣдствіе таянія. Первая изъ этихъ причинъ, т.-е. дожди, въ арктическихъ странахъ впрочемъ совершенно ничтожна. Дѣйствительно, мы знаемъ, напримѣръ, изъ наблюденій Кена, что въ гавани Ренсслэра, дождь наблюдался всего пять разъ въ году, именно въ іюлѣ; но и въ этомъ мѣсяцѣ водные осадки выпадали также и въ видѣ снѣга. Остается слѣдовательно только та вода, которая образуется на поверхности ледника вслѣдствіе таянія льда. Какъ велико можетъ быть количество образующейся такимъ образомъ воды,—трудно рѣшить въ настоящее время, за отсутствіемъ всякихъ наблюденій; но нѣкоторое понятіе о немъ все-таки можно составить себѣ на основаніи косвенныхъ соображеній. Наблюденія въ Альпахъ даютъ, какъ извѣстно, возможность принять, что вслѣдствіе поверхностнаго таянія и испаренія льда, ледники теряютъ ежегодно слой около трехъ метровъ толщиною, причемъ замѣчено, что наибольшее таяніе зависитъ отъ лѣтнихъ дождей, которые уничтожаютъ гораздо большее количество льда, чѣмъ солнечные лучи [232]). Въ арктическихъ же странахъ, таяніе должно быть несравненно меньше. Правда, извѣстно какъ накаливаются иногда, во время арктическаго лѣта, предметы, на которые отвѣсно падаютъ лучи солнца (таяніе смолы на стѣнахъ кораблей), и извѣстно также что въ теченіе лѣтнихъ мѣсяцевъ, сумма тепла, которую должна получать въ сутки единица земной поверхности, если не принимать въ разсчетъ поглощенія тепла атмосферою, бываетъ больше, въ широтѣ напримѣръ 80°, чѣмъ подъ 50° шир. [233]). Но, если вспомнить какая масса этого тепла поглощается атмосферою, насыщенною парами и ко-

---

меньшую скорость возрастанія, т.-е. отъ 12 до 24 м., хотя и остается высказанное Бэромъ сомнѣніе,—не зависятъ-ли низкія температуры на днѣ Шергинской шахты отъ ея многолѣтняго охлажденія зимнимъ воздухомъ, и это сомнѣніе не вполнѣ устраняется соображеніями Миддендорфа.—Ср. Миддендорфъ, тамъ-же сс. 392—406 также—Sibir. Reise, l. c.

[232]) Эта величина, которую я беру вслѣдъ за г. Хеймомъ, еще не совсѣмъ надежна, но едва ли она далека отъ истины. Если воспользоваться данными, сообщаемыми Форбзомъ для короткихъ промежутковъ времени, и принять что измѣренныя имъ величины таянія зависятъ только отъ нагрѣванія лучами солнца,—слѣд., чрезвычайно преувеличить эту причину,—затѣмъ, пользуясь величинами солнечнаго нагрѣванія, вычисленными г. Мичемъ (Meech), разсчитать, какъ велико должно быть таяніе въ теченіе цѣлаго лѣта, то получается около 9 метровъ. Эта величина должна быть однако, по указанной причинѣ, значительно больше дѣйствительной.—Объ этомъ вопросѣ ср. J. Forbes, Tenth Letter on Glaisers, въ Edinb. N. Philos. Journ., Jan. 1846, и Thirteenth Letter, id. 1847? (послѣднимъ я пользуюсь въ отдѣльномъ оттискѣ).

[233]) На сѣверномъ полюсѣ она въ теченіе 85-ти дней значительно больше чѣмъ на экваторѣ; средняя же часовая сумма тепла составляетъ около $^2/_3$ той же величины на экваторѣ. Ср. весьма любопытныя изслѣдованія по этому предмету у L. Meech, On the Relative Intensity of the Heat and Light of the Sun upon different Latitudes of the Earth, въ Smithsonian Contribution to Knowledge vol. 9, 1857, pp. 18 et 30.

свенно проръзаемою лучами солнца [234]), вслѣдствіе чего средній дневной максимумъ подъ 80-ю параллелью едва доходитъ въ теченіе самаго жаркаго мѣсяца до 6° [235]), и въ году едва насчитывается 30 дней, въ которые термометръ не падалъ бы по ночамъ ниже нуля, — то легко представить себѣ, какъ сравнительно мало должно быть таяніе льда отъ непосредственнаго нагрѣванія его лучами солнца. Наконецъ, самая главная причина таянія ледниковъ въ Альпахъ, т.-е. дожди, почти вовсе отсутствуетъ въ приполярныхъ странахъ, или крайне ничтожна. Принявши въ соображеніе эти условія, мы едва-ли будемъ далеки отъ истины, если скажемъ, что съ поверхности арктическихъ ледяныхъ покрововъ таетъ ежегодно менѣе одного метра, вѣрнѣе даже—полу-метра льда. Можно даже сказать почти навѣрное, что годичное таяніе вовсе не превосходитъ даже тѣхъ 10 дюймовъ (0,3 м.), которые, по разсчету Ринка, ежегодно выносятся въ море подледниковыми ручьями и рѣками [236]). Дѣйствительно, если бы въ альпійскихъ циркахъ, количество снѣга, стаивающаго за лѣто, было бы равно или больше того, которое падаетъ на нихъ ежегодно (движеніе льда можно было-бы, пожалуй, объяснять замерзаніемъ воды и увеличеніемъ объема),— то очевидно, что въ фирнѣ вовсе не могло бы быть замѣтно слоеватости, которая однако бываетъ очень хорошо выражена. Но, если въ альпійскихъ нагорьяхъ не успѣваетъ, слѣдовательно, стаять даже одного метра льда [237]), то понятно, что въ арктическихъ странахъ, гдѣ таяніе должно быть несравненно меньше, оно дѣйствительно не превзойдетъ какихъ-нибудь десяти дюймовъ [238]).

Эта вода идетъ на нагрѣваніе ледника, т.-е. всей той толщи въ 150—500 метровъ, температура которой иначе должна была бы заключаться между среднею годовою даннаго мѣста и нулемъ градусовъ. Тѣмъ небольшимъ количествомъ тепла, которое содержитъ вода, нагрѣтая нѣсколько

---

234) Въ теченіе лѣтнихъ мѣсяцевъ 1854 года, средняя облачность въ гавани Ренслэра была болѣе 0,6.—Ср. Kane, Arctic Explor., 1865, II, 418—420.

235) Id., pp. 413—424. Наивысшій максимумъ въ году былъ 12°,2.

236) Если ледниковый покровъ не увеличивается и не уменьшается въ размѣрахъ, то количество воды, ежегодно выносимой въ море въ видѣ льда и въ видѣ жидкости, должно быть очевидно равно ежегодному количеству водныхъ осадковъ. Это послѣднее Ринкъ опредѣляетъ для западной Грёнландіи въ 12 дюймовъ (305 мм.), изъ которыхъ не болѣе 2 д. (50 мм.) выносится въ море въ видѣ льдинъ, вслѣдствіе выгруженія ледниковъ; остальныя же $^5/_6$, или 10 дюймовъ, вытекаютъ въ море въ видѣ ручьевъ и рѣкъ. Этотъ разсчетъ отнюдь не преувеличенъ, такъ какъ количество воды, вытекающей изъ подъ ледниковъ, конечно отнюдь не менѣе какъ въ пять разъ превосходитъ выгружаемое въ тоже время количество льда. Ср. Rink, въ Naturhistorisk Tidsskrift, Bd. I, 1862, и въ Proceed. R. Geogr. Soc., VII, 76, цитируемый R. Brown'омъ въ Quart. Journ Geol. Soc., vol. 26, p. 681.

237) Количество водныхъ осадковъ на С.-Бернарѣ 1513 мм., въ Женевѣ 753 мм., въ Бернѣ 1139 мм., причемъ большая часть этого количества выпадаетъ въ видѣ воды.

238) Я не ссылаюсь прямо на слоеватость ледяныхъ покрововъ, такъ какъ наши свѣдѣнія объ этомъ предметѣ еще недостаточны.

выше нуля, можно, понятно, пренебречь, и принять, что она имѣетъ ровно 0°. Но одинъ кубическій полу-метръ воды въ 0°, если бы вся эта вода замерзла внутри ледника, отдавъ всю свою скрытую теплоту на его нагрѣваніе, могъ бы нагрѣть на 1° только 38,5 куб. метровъ льда, а потому легко понять, какъ должно быть ничтожно вліяніе этой причины. Такъ, напримѣръ, въ ледникѣ Гумбольдта, гдѣ холодный слой долженъ былъ бы имѣть толщину болѣе 300 м. и температуры отъ—19°,6 до 0°, т.-е. среднимъ числомъ около — 10°, этотъ слой могъ бы нагрѣться, въ среднемъ, всего на 0°,13, а въ ледяномъ покровѣ у Якобсхавна—на 0°,26, а вѣрнѣе даже—не болѣе какъ на 0°,15. Понятно однако, что дѣйствительное нагрѣваніе далеко не составитъ и одной десятой или двадцатой доли приведенныхъ величинъ, ибо мы предположили что вся вода замерзнетъ среди ледника, тогда какъ, наоборотъ, почти вся она вытечетъ въ море въ видѣ ручьевъ или рѣкъ, а въ ледникѣ останется только самая ничтожная ея часть. Это видно изъ того, какое громадное количество воды течетъ изъ ледяныхъ покрововъ въ море, въ видѣ безчисленнаго количества ручьевъ, сочащихся по щелямъ и трубамъ изъ обрывовъ ледяной стѣны, или въ видѣ большихъ подледниковыхъ рѣкъ, впадающихъ во фьорды. Вода, образующаяся на поверхности арктическаго ледника, не просачивается въ глубь его, какъ это бываетъ въ Альпахъ, но собирается на поверхности,—уже не ручьями, какъ въ Альпахъ, а цѣлыми рѣками, которыя, пробѣжавъ нѣкоторое разстояніе, низвергаются потомъ въ глубокія трещины, ведущія въ обширные подледниковые туннели [239]). И причина этого станетъ вполнѣ понятною, если вспомнить, какъ мало долженъ разрыхляться въ полярныхъ странахъ поверхностный слой ледниковъ, при маломъ нагрѣваніи, при чрезвычайно низкой температурѣ, царящей по ночамъ въ этихъ ледяныхъ пустыняхъ даже въ самое жаркое время года, и при почти совершенномъ отсутствіи дождей. Весьма естественно поэтому, что поверхностная вода, количество которой и само-то по себѣ должно быть ничтожно, почти вовсе не проникнетъ во внутрь ледяной толщи и не окажетъ никакого измѣримаго дѣйствія на температуру льда: она будетъ обращаться по крупнымъ венамъ и артеріямъ, вовсе не пропитывая самой массы. Эта причина нагрѣванія,—а другихъ быть не можетъ,—не должна, слѣдовательно, имѣть никакого существеннаго значенія. Правда, что какъ ни слаба эта причина, но если бы ея дѣйствіе накоплялось изъ года въ годъ, то она могла бы, при медленности движенія льда изъ внутреннихъ частей страны, дать наконецъ въ

---

[239]) Ср. A. Nordenskjöld, Redogörelse för en expedition till Grönland, въ Öfversigt af K. Vetenskaps-Akad. Förhandlingar, 1870, p. 973 sq,—гдѣ видно, какъ постоянно затрудняли эти рѣки пѣшеходное путешествіе по ледяному покрову и у его подошвы, принуждая путниковъ къ далекимъ обходамъ. О величинѣ туннелей см. въ Rink, Grønland.—Гг. Норденшильдъ и Бергренъ обыкновенно шли ночью, а спали днемъ, на пригрѣвѣ, чтобъ избавиться отъ невыносимаго холода по ночамъ, отъ котораго не спасалъ мѣховой мѣшокъ. Но, не смотря на то, что таяніе было въ это время въ полной силѣ, мокрота безпокоила ихъ только тогда, когда ледъ успѣвалъ черезъ нѣсколько часовъ подтаять отъ теплоты тѣла. Не указываетъ ли это также на то, какъ мало пропитывается водою ледъ, даже во время сильнаго таянія?

результатѣ нѣкоторое замѣтное повышеніе температуры; но ея дѣйствіе навѣрно съ избыткомъ уравновѣшивается тѣмъ, что ледяной покровъ наростаетъ главнымъ образомъ зимою, путемъ накопленія снѣга; а этотъ снѣгъ, въ среднемъ, долженъ имѣть температуру болѣе низкую, чѣмъ средняя годовая температура мѣста [240]); такимъ образомъ, то небольшое количество тепла, которое можетъ удѣлить вода, не унесенная въ море, навѣрно уйдетъ на смачиваніе и прогрѣваніе одного только этого, наиболѣе холоднаго наружнаго слоя, въ которомъ она и замерзнетъ, вовсе не проникая въ глубь

Не находя такимъ образомъ причинъ, способныхъ нагрѣвать толщи ледяныхъ покрововъ, мы должны признать, что на нѣкоторой глубинѣ, подъ тонкимъ слоемъ, чувствующимъ вліяніе временъ года, ледъ долженъ принять температуру, равную или почти равную средней годовой воздуха. Ссылаться въ этомъ случаѣ на предохраняющее отъ охлажденія вліяніе снѣга совершенно невозможно, такъ какъ снѣговая пелена нигдѣ же не мѣшаетъ охлажденію вѣчно-мерзлыхъ почвъ: толщи снѣга, ежегодно выпадающія, напримѣръ, въ Якутскѣ, не помѣшали же мерзлому песчанику принять температуру въ —10°, равную средней годовой въ этой точкѣ. Законъ, общій для всѣхъ вѣчно-мерзлыхъ почвъ, долженъ распространяться въ этомъ случаѣ и на ледъ, такъ какъ согрѣвающія причины оказываются совершенно неспособными уравновѣсить вѣковое охлажденіе. Поэтому я полагаю неизбѣжнымъ тотъ выводъ, что въ арктическихъ ледникахъ существуетъ масса льда въ 100 до 500 метровъ толщиною, температура которой, повышаясь съ глубиною, заключается между 10—20° ниже нуля въ ея верхнихъ слояхъ, и между нулемъ въ ея нижнихъ частяхъ [241]). Эта масса и составляетъ главную массу ледника.

---

[240]) Уже въ Альпахъ наблюдались температуры снѣга въ —3° до —5°, а въ Петербургѣ—и до —10°, и нѣтъ никакого сомнѣнія, что въ арктическихъ странахъ, гдѣ снѣгъ часто падаетъ при температурахъ воздуха въ —20° до —33°, охлажденіе его должно быть гораздо значительнѣе.

[241]) Это мнѣніе расходится, правда, съ тѣмъ, котораго держатся Ринкъ и д-ръ Сётерлендъ; но оба эти изслѣдователя не приводятъ достаточно убѣдительныхъ соображеній въ пользу своихъ воззрѣній. Такъ, Ринкъ ограничивается указаніемъ на то, что лѣтнее тепло должно проникать въ ледникъ, благодаря пропитывающей его водѣ, тогда какъ зимнему охлажденію льда мѣшаетъ предохраняющій слой снѣга (R. Brown, l. c. p. 681). Послѣднее соображеніе, какъ мы видимъ однако изъ опыта всѣхъ вѣчно-мерзлыхъ почвъ, положительно невѣрно; что же касается до перваго указанія, на нагрѣваніе ледника водою, проникающею съ поверхности,—то Ринкъ, какъ видно, не приводитъ въ пользу его никакихъ доказательствъ; а вышеприведенныя соображенія, какъ мы видѣли, дѣлаютъ такое нагрѣваніе весьма сомнительнымъ. Еще менѣе убѣдителенъ доводъ д-ра Сётерленда. Говоря о пластичности арктическихъ ледниковъ и желая доказать, что ихъ температура также не должна быть ниже нуля, онъ ссылается на то, что озеро Кетъ-Аустинъ (Kate Austin's Lake), подъ 74°40′, при средней годовой температурѣ воздуха въ —16°,4 и средней мѣсячной января въ —34°,5, покрывалось ледяною корою всего въ 2,5 м. (8 ф.); изъ чего онъ заключаетъ, что при одинаковой теплопроводимости озернаго и ледниковаго льда, температура ледянаго покрова на глубинѣ болѣе 8 ф. должна быть уже равна нулю. (P. Sutherland, On the Geological and

Но, если эти соображенія подтвердятся наблюденіями, то постановка вопроса о причинѣ движенія ледниковъ очевидно должна будетъ существенно измѣниться. До сихъ поръ, всѣ гипотезы, предложенныя для объясненія этого движенія, имѣли въ виду одни альпійскіе ледники, которыхъ температура дѣйствительно почти равна нулю, и ни одна гипотеза не принимала въ разсчетъ арктическихъ ледяныхъ покрововъ, которыхъ температура почти навѣрно ниже нуля на нѣсколько градусовъ. Между тѣмъ, арктическія ледяныя моря движутся совершенно точно такъ же какъ и альпійскія ледяныя рѣки, и обнаруживаютъ туже пластичность массы [242]), причемъ движеніе этихъ ледниковъ достигаетъ весьма почтенной величины, даже во время чрезвычайно суровой зимы [243]).

Причина, объясняющая движеніе альпійскихъ ледниковъ, должна быть, слѣдовательно, приложима и къ ледянымъ покровамъ при-полярныхъ материковъ. А потому, если температура послѣднихъ дѣйствительно окажется значительно ниже нуля, то необходимо придется отказаться отъ всѣхъ тѣхъ гипотезъ, которыя объясняютъ движеніе ледниковъ при содѣйствіи воды, т.-е. необходимо требуютъ, чтобы ледъ находился въ состояніи весьма близкомъ къ состоянію таянія. Температура арктическихъ ледниковъ становится такимъ образомъ новымъ критеріумомъ, чтобы рѣшить споръ между различными гипотезами, и, какъ видно изъ вышеприведенныхъ соображеній, уже теперь можно сказать почти навѣрное, что этотъ критеріумъ окажется не въ пользу всѣхъ тѣхъ гипотезъ, которыя избѣгаютъ, такъ или иначе, признанія пластичности льда.

Изъ сдѣланнаго выше очерка различныхъ предложенныхъ до сихъ поръ гипотезъ, видно, что всѣ онѣ исходятъ изъ одного основнаго факта, *пластичности ледниковъ*, и разнятся между собою только въ объясненіяхъ причины этой пластичности, обращаясь для этого къ различнымъ свойствамъ льда и ледяныхъ массъ. Эти различныя свойства могутъ быть формулированы слѣдующимъ образомъ.

Glacial Phenomena of the Coasts of Davis' Strait and Baffin's Bay, въ Quarterly Journal of the Geological Society, vol. 9, 1853, p. 304). Но г. Сётерлендъ забываетъ,—кромѣ другихъ условій,—что въ озерѣ, гдѣ ледяная кора разбивается ежегодно и таетъ лѣтомъ, не происходитъ накопленія охлажденія изъ года въ годъ, какъ это бываетъ во всякой горной породѣ: разсуждая такимъ образомъ, пришлось бы признать, что толщина вѣчно-мерзлыхъ почвъ въ подобныхъ климатахъ, напр. во всей Сибири, никогда не превосходитъ восьми футъ, что́ было бы уже очевидною ошибкою.

[242]) Прекрасные примѣры ихъ пластичнаго движенія можно найти въ рисункахъ Кена; тоже свидѣтельствуетъ и древнее изборожденіе.

[243]) Такъ, по измѣреніямъ Хэйеса, середина ледника „Моего брата Джона“ близъ гавани Ренслэра, подвинулась съ конца октября по 20 іюня на 29,2 м. (96 ф.), т.-е. двигалась съ такою же скоростью (около 125 мм. въ день), какъ и нѣкоторые альпійскіе ледники во время теплой зимы альпійскихъ нагорій (Hayes, Das offene Polar-Meer, p. 334).—Пользуясь, за неимѣніемъ наблюденій Хэйеса, наблюденіями Кена, сдѣланными по сосѣдству въ другіе годы, мы имѣемъ за это время среднія мѣсячныя температуры въ —21°, —35°, —37°, и только въ іюнѣ находимъ —2°. Среднія же температуры зимы и весны равны: —34°,1 и —24°,1. (Kane, Arct. Expl., II, 425.).

1) Свойство льда, общее ему со всѣми прочими твердыми тѣлами, медленно измѣнять свою форму подъ достаточнымъ давленіемъ, безъ разрывовъ сплошности и путемъ относительныхъ перемѣщеній частицъ, подчиненныхъ законамъ движенія жидкостей,—причемъ, во льдѣ это свойство проявляется уже при сравнительно очень небольшомъ давленіи.

2) Свойство льда раздробляться при болѣе сильныхъ и внезапно-измѣняющихся давленіяхъ или тяженіяхъ, и свойство образовавшихся такимъ образомъ обломковъ—снова смерзаться, либо путемъ окристаллизованія слоя воды, покрывающей ихъ поверхности (смерзаніе), либо въ силу обыкновеннаго сцѣпленія, свойственнаго всѣмъ вообще твердымъ тѣламъ.

3) Свойство льда, имѣющаго температуру немного ниже точки таянія, обращаться въ воду подъ нѣкоторымъ давленіемъ; причемъ, для того чтобы началось таяніе льда, имѣющаго температуру въ —1°, нужно, чтобы на него было оказано давленіе около 133 атмосферъ, т.-е. ледянаго столба нѣсколько болѣе 1500 м. (4920 ф.) высоты.

4) Способность воды, образующейся при таяніи льда и обращающейся внутри ледника, увеличивать его пластичность: или—передавая изъ одной его части въ другую оказываемое на неё давленіе, или перемѣщаясь въ ледникѣ и обращаясь въ ледъ на новомъ мѣстѣ, или наконецъ, служа средствомъ для передачи молекулярныхъ движеній; а также уменьшая треніе при скольженіи обломковъ льда относительно другъ друга.

Всѣ эти свойства дѣйствительно составляютъ возможныя и вѣроятныя причины пластичнаго движенія ледниковъ, и остается только рѣшить, всѣ-ли они въ одинаковой мѣрѣ содѣйствуютъ этому движенію, а если нѣтъ—то которое изъ нихъ должно быть признано главнымъ.

Выше мы говорили уже, что первое изъ этихъ свойствъ, одно, совершенно *достаточно* для объясненія движенія ледяныхъ массъ, какова бы ни была ихъ температура, и что противъ признанія другихъ свойствъ причиною движенія говорятъ весьма вѣскіе факты. Ледниковый ледъ не находится въ состояніи раздробленія, когда онъ движется. Онъ бываетъ непропитанъ водою, и тѣмъ не менѣе движется. Наконецъ, если бы ледъ не имѣлъ ни одного изъ прочихъ свойствъ, а обладалъ однимъ только первымъ, то, какъ показываютъ численные разсчеты, основанные на прямыхъ опытахъ,—въ силу его одного, ледники двигались-бы уже, при данной толщинѣ, какъ полужидкости, и скорость ихъ движенія, а равно и степень ихъ пластичности, нисколько не уступали бы ни той скорости движенія, ни той степени пластичности, которыя мы наблюдаемъ въ природѣ [244]).

Эти факты даютъ намъ, слѣдовательно, право предполагать, что въ пластичности льда, т.-е. въ способности его медленно измѣнять свою форму путемъ жидкостнаго движенія частицъ,—способности, присущей какъ льду,

---

[244]) Г-нъ Метьюзъ прекрасно формулировалъ, между прочимъ, этотъ выводъ изъ своихъ опытовъ, указавъ на то, что еслибы ледникъ состоялъ изъ ряда ледяныхъ досокъ, положенныхъ на ребро поперекъ долины, которыя изгибались бы (неупругимъ изгибомъ) столько-же, сколько и доски въ сдѣланныхъ имъ опытахъ, то это собраніе досокъ, подъ давленіемъ фирновъ и при данныхъ уклонахъ долинъ, представило бы, и по скорости движенія, и по степени пластичности, точное подобіе альпійскаго ледника.

такъ и всѣмъ твердымъ тѣламъ, каковы стекло, кварцъ, сталь и различные ковкіе металлы,—мы имѣемъ главную причину явленія; что всѣ прочія свойства льда имѣютъ, слѣдовательно, лишь второстепенное значеніе: проявляясь въ отдѣльныхъ случаяхъ слабѣе или сильнѣе, смотря по мѣстнымъ или временнымъ условіямъ, они нѣсколько увеличиваютъ пластичность ледника, но не составляютъ главной ея причины. Что же касается до растрескиванія льда, видимаго или невидимаго, то имъ конечно сопровождается всякое пластичное измѣненіе формы, но оно составляетъ уже *не необходимое* и, слѣдовательно, случайное явленіе.

Относительно же второго существеннаго элемента въ вопросѣ о движеніи ледниковъ, т.-е. того факта, что скорость ихъ находится въ зависимости отъ температуры воздуха,—прежде всего нужно сказать, что вполнѣ достовѣрное и полное объясненіе явленія теперь еще невозможно. Въ настоящее время мы имѣемъ однако двѣ гипотезы, Форбза и г. Болля, которыя обѣ указываютъ на несомнѣнныя и существенныя причины; но которая изъ двухъ причинъ должна быть признана главною,—мы не можемъ рѣшить, пока не будетъ сдѣлано наблюденій надъ лѣтнею и зимнею скоростью ледниковъ, какъ альпійскихъ, такъ и арктическихъ, на поверхности и на нѣкоторой глубинѣ (въ буровыхъ скважинахъ). Тѣ доводы, которые можно привести теперь за и противъ обѣихъ гипотезъ, изложены выше, а потому здѣсь я прибавлю только, что въ виду имѣющихся данныхъ, едва ли не раціональнѣе будетъ признать главною причиною ускоренія—пропитываніе ледниковъ водою; причемъ вода облегчаетъ дѣйствіе всѣхъ второстепеныхъ причинъ движенія, какъ-то дробленія и смерзанія, передачи силы, о которой говоритъ г. Болль, и скольженія обломковъ или частицъ льда. Нарушенію-же равновѣсія верхняго слоя слѣдуетъ, повидимому, придать лишь второстепенное значеніе,—премущественно для объясненія ускоренія въ отдѣльные дни и въ отдѣльные часы одного и того-же дня, которое едва-ли распространяется на значительную глубину. Во всякомъ случаѣ, впрочемъ, вопросъ остается еще спорнымъ.

Признавая, что главная причина пластичнаго движенія ледниковъ есть присущая льду пластичность, мы возвращаемся такимъ образомъ къ гипотезѣ Форбза. Но, благодаря опытамъ Треска, мы уже знаемъ теперь, что пластичность не есть какое-нибудь особое свойство, совершенно необычайное въ твердомъ тѣлѣ и присущее только ледниковому льду; мы можемъ убѣдиться теперь наглядными опытами, что оно присуще всѣмъ твердымъ тѣламъ, и что, наоборотъ, если бы оно отсутствовало въ льдѣ, то этотъ фактъ представлялъ бы уже аномалію, требующую объясненія. Мы можемъ, такимъ образомъ, гораздо рѣшительнѣе чѣмъ Форбзъ, признать въ этомъ свойствѣ твердыхъ тѣлъ достаточную причину движенія ледниковъ. Мы уже не имѣемъ также надобности обращаться къ особымъ условіямъ, въ которыхъ ледъ находится въ ледникахъ, чтобы придать этому,—тогда предполагаемому, нынѣ—доказанному,—свойству нѣкоторую долю вѣроятія. Намъ уже нѣтъ надобности обращаться ни къ размягченію льда съ приближеніемъ его температуры къ точкѣ таянія, ни къ пропитыванію массы водою. Эти обстоятельства могутъ быть признаны факторами, нѣсколько усиливающими пластичность ледяныхъ толщъ, но отъ ихъ присутствія или отсутствія не можетъ

зависѣть существованіе самаго свойства пластичности льда.—Съ другой стороны, мы ближе узнаёмъ условія, при которыхъ проявляется это свойство въ твердыхъ тѣлахъ, и можемъ показать такимъ образомъ, чѣмъ *отличается* ледъ отъ полужидкостей. Мы узнаёмъ, что для проявленія большой пластичности, онъ долженъ находиться подъ внѣшнимъ давленіемъ; вслѣдствіе чего, напримѣръ, если бы мы представили себѣ, что въ альпійской долинѣ, имѣющей тотъ небольшой уклонъ, который мы находимъ у Ледянаго Моря, лежитъ тонкій слой льда, всего въ десятокъ метровъ толщиною,—не пропитанный водой и при низкой температурѣ воздуха,—то мы можемъ уже сказать навѣрно, что этотъ тонкій слой лежалъ бы почти совершенно неподвижно; если, при томъ давленіи, которое ледъ выдерживаетъ въ этихъ условіяхъ, въ немъ и происходило бы пластичное движеніе, то оно было бы такъ ничтожно и такъ уравновѣшивалось бы треніями, что мы едва ли могли бы уловить его, даже самыми тонкими измѣреніями. Ледъ, слѣдовательно, существенно разнился бы отъ любой полужидкости, которая текла бы, почти какова бы ни была толщина ея слоя, и причиною этого различія была бы недостаточность давленія.—Точно также мы знаемъ теперь, что хотя въ выдавливаемомъ льдѣ и повторяются механическія явленія, характеризующія частичныя движенія полужидкостей, но что онъ представляетъ также и одно существенное различіе. Передача давленія изъ одной части тѣла въ другую совершается по законамъ гидростатики, но она требуетъ не только *времени*, т.-е. измѣримаго и отнюдь не малаго промежутка, но и самая эта передача совершается *съ нѣкоторою потерею силы* (на какія-нибудь неизвѣстныя молекулярныя движенія). Поэтому, не только измѣненіе формы, сравнительно быстрое (хотя и весьма медленное абсолютно), можетъ произвести во льдѣ разрывъ, тогда какъ несравненно болѣе быстрое измѣненіе формы въ полужидкости не сопровождалось бы разрывомъ, но вмѣстѣ съ тѣмъ, и всякая *неравномѣрность* въ распредѣленіи давленія, всякое быстрое *измѣненіе* въ его распредѣленіи, вызывая въ однихъ частяхъ льда бо́льшую пластичность и болѣе быстрое относительное движеніе частицъ, и передаваясь вполнѣ лишь на нѣкоторое небольшое разстояніе отъ мѣста приложенія силы,—точно также можетъ вызвать разрывъ тѣла. Этого послѣдняго обстоятельства, которое въ приложеніи къ вопросу объ образованіи трещинъ, должно имѣть существенное значеніе—раньше не имѣлось въ виду.

Затѣмъ остается, конечно, вопросъ о *причинѣ самой пластичности*,—вопросъ, почему давленіе можетъ придавать твердому тѣлу нѣкоторую свободу частичнаго движенія. Рѣшить его мы теперь не имѣемъ возможности, и намъ остается только отвѣчать на него болѣе или менѣе правдоподобными догадками. Но этотъ вопросъ уже выходитъ изъ предѣловъ вопроса о причинахъ движенія *ледниковъ;* онъ принадлежитъ уже къ области молекулярной физики, такъ какъ относится къ одной категоріи съ вопросами о причинахъ тяготѣнія, частичнаго сцѣпленія и т. п. То обстоятельство, что мы не можемъ теперь-же отвѣтить на него, нисколько не подрываетъ однако самаго факта пластичности льда и приложимости этого факта къ объясненію движенія ледниковъ.—Подтвердить этотъ фактъ и было цѣлью нашего очерка. Цѣль этого послѣдняго будетъ вполнѣ достигнута, если она поможетъ читателю полнѣе убѣдиться въ томъ, что гипотеза, считающая пластичность коренным свойствомъ, присущимъ льду и достаточнымъ для объясненія движенія ледниковъ

то, что въ опытахъ, изъ которыхъ опредѣлялось сопротивленіе сдвигу, вовсе не принятъ въ разсчетъ элементъ времени; а потому, если ими и опредѣляется сила, производящая быстрый сдвигъ, то вовсе не опредѣляется та сила, которая была бы достаточна, чтобы произвести сдвигъ частицъ льда, съ тою медленностью, съ какою онъ происходитъ въ ледникахъ. Г. Метьюзъ (Mathews) и г. Болль (Ball) оба немедленно указали на то, какъ различно бываетъ сопротивленіе, оказываемое тѣлами сдвигу ихъ частицъ, смотря по тому, медленно-ли производится этотъ сдвигъ, или быстро, и какъ различны будутъ въ этихъ двухъ случаяхъ коэфиціенты сопротивленія, если опредѣлять ихъ по способу Мозли. Ссылаясь на самый обыденный фактъ, г. Болль беретъ для примѣра сургучъ при обыкновенной комнатной температурѣ. Если положить палку сургуча на край стола, такъ чтобы часть ея была на вѣсу, то у самаго края можно подвѣсить къ ней довольно значительный грузъ (случай, тождественный съ опытомъ Мозли), и палка выдержитъ его нѣкоторое время, не ломаясь и не представляя сдвига сургуча въ вертикальной плоскости. Между тѣмъ, таже палка, если даже не подвѣшивать къ ней никакого груза и оставить её въ такомъ положеніи на нѣкоторое время, сама согнется отъ собственнаго, совершенно ничтожнаго вѣса, а при всякомъ сгибаніи, понятно, также происходитъ сдвигъ частицъ, какъ и въ первомъ случаѣ («касательная сила» въ изслѣдованіяхъ объ упругости тѣла). Такимъ образомъ, изъ перваго опыта коэфиціентъ сопротивленія сдвигу получился бы очень значительный, такъ что оказалось бы въ вычисленіяхъ Мозли, что ледникъ изъ сургуча также не можетъ двигаться въ долинѣ въ силу собственнаго вѣса, а во второмъ случаѣ тотъ-же коэфиціентъ получился бы уже совершенно ничтожный; движеніе ледника въ силу собственной тяжести было бы не только совершенно возможно, но даже и весьма быстро. Совершенно тоже самое представляетъ и ледъ. Когда г. Мозли желалъ получить видимый сдвигъ въ очень короткое время, онъ долженъ былъ привѣшивать очень большой грузъ къ своему аппарату, и получалъ очень большіе коэфиціенты сопротивленія. Когда же онъ довольствовался болѣе медленнымъ сдвигомъ, то достаточно было меньшаго груза, и получались все меньшіе и меньшіе коэфиціенты; такъ что когда онъ наконецъ ограничился сдвигомъ въ $^1/_{16}$ дюйма въ $1^3/_4$ часа, то коэфиціентъ получился уже почти вдвое меньше, чѣмъ тогда, когда сдвигъ въ $1^1/_2$ дюйма достигался въ 3 минуты: онъ оказался въ этомъ случаѣ всего въ 63,6 ан. фнт. на кв. д. (4,5 клгр. на кв. цм.) вмѣсто прежнихъ 120 фунтовъ (8,2 клгр.) [215]). Но еще меньшіе коэфиціенты получаются изъ опытовъ съ ледяными досками, гдѣ сдвигъ происходитъ еще медленнѣе; въ этихъ случаяхъ сопротивленія оказываются даже менѣе, чѣмъ въ одинъ ан. фунтъ на кв. д. (0,07 клгр. на кв. цм.).—Если же сопротивленіе сдвигу прямо зависитъ отъ скорости послѣдняго, то опыты Мозли, опредѣляющіе сопротивленіе быстрому сдвигу, вовсе не могутъ прилагаться къ леднику, гдѣ всѣ дифференціальныя движенія происходятъ чрезвычайно медленно. Чтобы показать, въ самомъ дѣлѣ, какъ малы эти движенія, г. Метьюзъ и предпринялъ съ г. Рельи (Reilly)

[215]) Опытъ дѣлался вечеромъ, но ночью сдвигъ прекратился. Причина очевидно та, что поверхности деревяшекъ, пропитанныя водой, смерзлись на всей своей площади соприкосновенія (ночью сильно морозило).

измѣренія, о которыхъ мы уже говорили раньше, и этими измѣреніями доказалъ, что точки ледника, отстоящія другъ отъ друга на одну линію (разстояніе, приблизительно такое же, какъ въ опытѣ Мозли), опережаютъ другъ друга въ сутки не болѣе, какъ на 0,000 014 до 0,000 500 дюйма; поэтому, г. Метьюзъ и просилъ Мозли опредѣлить, какъ велико было бы сопротивленіе *такому* медленному сдвигу, или-же доказать, что оно должно быть равно тому, которое получалось изъ кратковременныхъ опытовъ [216]).

Такимъ образомъ ясно, что величина сопротивленія сдвигу прямо зависитъ отъ скорости послѣдняго, и что элементъ времени имѣетъ существенное значеніе въ вопросѣ, тогда какъ по теоріи, общепринятой въ механикѣ, онъ можетъ вовсе не приниматься въ соображеніе. Какъ же объяснить эту аномалію?—На этотъ вопросъ отвѣчаетъ г. Кролль, и это даетъ ему поводъ высказать новую гипотезу относительно причины движенія ледниковъ. Въ выводахъ Мозли говоритъ онъ, допускается, что сопротивленіе сдвигу во льдѣ остается постояннымъ, также какъ и въ другихъ тѣлахъ. Между тѣмъ, можно предетавить себѣ, что хотя это сопротивленіе и остается постояннымъ въ данномъ кускѣ тѣла, но что въ отдѣльныхъ его частицахъ оно ослабляется почему-либо, поочередно и лишь на которкое мгновеніе для каждой изъ нихъ. Такой случай и представляетъ ледъ. Разсматривая, что происходитъ при передачѣ теплоты черезъ кусокъ льда, имѣющаго температуру въ нуль градусовъ, г. Кролль замѣчаетъ, что во льдѣ передача тепла не можетъ происходить въ видѣ тепла-же, какъ это бываетъ напримѣръ, въ желѣзѣ, или во всякомъ другомъ тѣлѣ. Температура частичекъ льда, уже достигшаго нуля градусовъ, не можетъ быть увеличена безъ того, чтобы частицы не превращались въ воду. Поэтому, когда кусокъ льда, передаетъ теплоту съ одного своего конца на другой, то частицы его необходимо поочередно обращаются въ жидкость, и уже въ этомъ видѣ передаютъ механическую работу (energy), называемую теплотою; послѣ чего, утративши извѣстное количество движенія, онѣ возвращаются въ первоначальное кристаллическое состояніе [217]). Передача теплоты черезъ ледъ сопровождается, слѣдовательно, поочереднымъ таяніемъ частицъ. Но въ этомъ

---

[216]) W. Mathews, On Canon Moseley's views upon Glacier-Motion, въ Philos. Mag., IV ser. vol. 42, 1871, pp. 332 et 415. Кромѣ того, г. Болль упоминаетъ о заслуживающей вниманія статьѣ г. Метьюза, содержащей обзоръ современнаго положенія вопроса и разборъ воззрѣній г. Мозли, въ Alpine Journal, Febr 1870.

[217]) „Когда къ ледяной частицѣ при 0° прилагается теплота, то эта послѣдняя не повышаетъ температуры частицы,—она тратится на работу противъ силъ сцѣпленія, связывающихъ атомы или частицы въ кристаллическую форму. Запасъ силы (the energy) существуетъ, слѣдовательно, въ растворенной кристаллической частицѣ въ статической формѣ сродства, — кристаллизаціоннаго, или какъ бы мы его ни назвали.... Этотъ запасъ силы, когда онъ передается другой частицѣ, принимаетъ динамическую форму теплоты; другими словами, частица отдаетъ теплоту, замерзая сама. Эта теплота расходуется на то, чтобы растопить слѣдующую частицу.... Частица таетъ, но только на моментъ. Когда частица *B* воспринимаетъ запасъ силы отъ *A*, *A* немедленно снова принимаетъ кристалличе-

обстоятельствѣ и кроется, по мнѣнію г. Кролля, объясненіе того явленія, что сопротивленіе сдвигу зависитъ отъ скорости послѣдняго. При болѣе продолжительномъ дѣйствіи сдвигающей силы, говоритъ онъ, въ ледъ успѣваетъ проникнуть изъ окружающей его среды бо́льшее количество теплоты, и эта теплота, производя поочередное таяніе частицъ, ослабляетъ на моментъ сопротивленіе каждой изъ нихъ сдвигу; вслѣдствіе этого, онѣ приходятъ поочередно въ движеніе, подъ вліяніемъ сравнительно слабой силы тяжести, которая иначе не могла бы никоимъ образомъ преодолѣть ихъ частичнаго сцѣпленія. Тоже происходитъ и въ ледникахъ. Сопротивленіе сдвигу во льдѣ такъ велико, допускаетъ г. Кролль, что движеніе ледника дѣйствительно, не могло бы, какъ это доказываетъ г. Мозли, совершаться въ силу одной тяжести, если бы частицы льда постоянно сохраняли свое кристаллическое состояніе. А между тѣмъ несомнѣнно, что ледникъ движется именно въ силу одного собственнаго вѣса, и объясняется это кажущееся противорѣчіе тѣмъ, что частицы льда поочередно утрачиваютъ на моментъ свое кристаллическое состояніе, отъ дѣйствія теплоты постоянно проникающей въ ледникъ: онѣ обращаются поочередно въ жидкость, сопротивленіе сдвигу, слѣдовательно ослабляется, и тогда сила тяжести становится уже способною привести частицу въ движеніе, въ томъ небольшомъ пространствѣ, которое оказывается свободнымъ при уменьшеніи объёма вслѣдствіе таянія. Движеніе ледника есть, слѣдовательно, движеніе молекулярное, и въ трехъ смежныхъ частицахъ A, B и C, оно происходитъ слѣдующимъ образомъ: B, получивъ живую силу отъ A и превративъ её въ тепло, перестаетъ быть льдомъ и обращается въ воду; тогда она приходитъ въ движеніе, вслѣдствіе силы тяжести, и свою живую силу передаетъ частицѣ C, послѣ чего, утративъ живую силу, проявлявшуюся въ ней въ видѣ тепла, она снова превращается въ ледъ. Тоже происходитъ въ свою очередь съ частицею C, и т. д. [218]).

Хотя подобная гипотеза довольно хорошо могла-бы согласоваться съ нѣкоторыми свойствами льда и съ нѣкоторыми явленіями движенія ледниковъ, и во всякомъ случаѣ лучше другихъ гипотезъ могла бы объяснить тотъ фактъ, что скорость движенія ледника зависитъ отъ температуры воздуха, но противъ нея можетъ быть сдѣлано нѣсколько весьма существенныхъ возраженій. А такъ какъ эти возраженія превосходно сформулированы г. Дж. Боллемъ, то я и приведу ихъ его собственными словами [219]).

Говоря о воззрѣніяхъ г. Мозли, которыя подали поводъ къ спору, г. Болль прежде всего совершенно устраняетъ выраженіе *сила сдвига* (shearing force), до тѣхъ поръ, пока смыслъ его не будетъ точно установ-

---

скую форму. Тогда таетъ B.... этотъ процессъ совершается въ частицахъ поочередно, пока запасъ силы передастся на другой сторонѣ куска льда.... Въ этомъ и кроется истинная причина Фарэдэева смерзанія."—J. Croll, On the Physical Cause of the Motion of Glaciers, въ Philos. Mag., IV ser., vol. 37, 1869, p. 203.

[218]) *J. Croll.* l. c., p. 201; и On the Cause of Motion of Glaciers, Phil. Mag. vol. 40, 1870, p. 153.

[219]) *J. Ball*, On the Cause of the Motion of Glaciers, въ Philos. Magaz., vol. 41, 1871, p. 81. Предварительное изложеніе воззрѣній г. Болля: On the Cause of the Descent of Glaciers, въ Phil. Mag., vol, 40. 1870, p. 1.

ленъ, и пока не будетъ доказано, что это понятіе дѣйствительно приложимо къ тѣмъ явленіямъ, о которыхъ идетъ рѣчь. Различныя тѣла, говоритъ онъ, представляютъ такія существенныя различія въ самомъ способѣ, въ которомъ проявляется въ нихъ сопротивленіе сдвигу, что нѣтъ никакой возможности установить такого рода коэфиціентъ, общій для всѣхъ тѣлъ. „Въ нѣкоторыхъ веществахъ сопротивленіе, оказываемое отдѣленію другъ отъ друга смежныхъ частицъ, почти не зависитъ отъ температуры тѣла, и отъ продолжительности давленія. Въ другихъ веществахъ, оказывающихъ весьма значительное сопротивленіе излому (fracture), частицы могутъ постепенно измѣнять свои относительныя положенія подъ продолжительнымъ дѣйствіемъ даже весьма слабаго давленія; а въ нѣкоторыхъ изъ этихъ послѣднихъ тѣлъ, количество произведеннаго измѣненія зависитъ еще въ большей степени отъ температуры, которую имѣетъ тѣло въ то время, какъ на него оказывается давленіе. Если мы станемъ употреблять одинъ и тотъ же терминъ для всѣхъ процессовъ, путемъ которыхъ совершается измѣненіе относительныхъ положеній частицъ во всякомъ твердомъ тѣлѣ,—путемъ ли дѣйствительнаго излома, или путемъ болѣе или менѣе медленнаго перераспредѣленія, мы только внесемъ путаницу въ наши физическія представленія“ (с. 82). Переходя затѣмъ къ гипотезѣ г. Кролля, г. Болль задаетъ слѣдующій, весьма вѣрный вопросъ: „Есть обширный классъ тѣлъ, которыя могутъ измѣнять свое молекулярное состояніе и обращаться въ жидкость при поглощеніи тепла, но которыя также способны видоизмѣнять свою форму, или претерпѣвать измѣненія въ относительныхъ положеніяхъ ихъ частицъ при температурахъ, весьма удаленныхъ внизъ отъ ихъ точки таянія. Будетъ-ли г. Кролль утверждать, что *во всякомъ подобномъ случаѣ* (напр. въ стеклѣ, желѣзѣ, стали и т. п.) *движеніе можетъ быть объяснено, только допуская, что частицы обращались въ жидкость*, въ тотъ моментъ, когда совершались измѣненія въ ихъ относительномъ расположеніи? *Если же нѣтъ, то почему онъ считаетъ необходимымъ допускать особую спеціальную гипотезу для льда?*“ (с. 83—84). Упомянувъ затѣмъ, что опытъ г. Метьюза съ ледяными досками доказываетъ, впервые, способность льда измѣнять свою форму безъ разрыва, подъ умѣреннымъ давленіемъ и даже при температурѣ замѣтно ниже точки таянія, г. Болль замѣчаетъ, что эта способность льда вовсе не представляетъ какой-нибудь аномаліи, а напротивъ того, совершенно согласуется съ тѣмъ, что̀ извѣстно намъ о многихъ другихъ подобныхъ тѣлахъ; но если г. Кролль считаетъ необходимымъ допустить, что частицы льда обращаются въ жидкость, прежде чѣмъ придти въ движеніе, даже и тогда, когда температура льда замѣтно ниже нуля,—то „молекулярная гипотеза не можетъ остановиться на этомъ; она должна распространиться и на всѣ другія тѣла, способныя измѣнять свои формы безъ разрыва сплошности, подъ давленіемъ и при температурахъ ниже ихъ точки таянія“. Но въ такомъ случаѣ г. Болль считаетъ гипотезу преждевременною, такъ какъ, „не смотря на всѣ новѣйшіе успѣхи въ этой области, наши знанія о молекулярномъ строеніи вещества слишкомъ еще недостаточны, чтобы мы могли разсуждать объ общемъ вопросѣ, поднятомъ г. Кроллемъ, хотя съ какимъ-нибудь довѣріемъ къ своимъ собственнымъ выводамъ. Если бы г. Кролль былъ вовлеченъ въ это изслѣдованіе, то въ рукахъ такого точнаго мыслителя оно могло бы привести къ важнымъ выво-

дамъ, но пока, такъ какъ явленія, представляемыя льдомъ, безусловно-аналогичны съ тѣми, которыя представляютъ и другія однородныя вещества, я не могу—заключаетъ г. Болль — признать необходимости въ особой, спеціальной гипотезѣ для ихъ объясненія“ (p. 84—85).

Эти соображенія на мой взглядъ такъ справедливы, что нельзя не согласиться съ ними вполнѣ. Дѣйствительно, г. Кролль совершенно напрасно выдѣляетъ ледъ изъ общаго ряда твердыхъ тѣлъ и объясняетъ особыми его свойствами такія явленія, которыя общи едва-ли не всѣмъ твердымъ тѣламъ. Онъ совершенно напрасно допускаетъ, что въ другихъ тѣлахъ коэфиціентъ сопротивленія сдвигу остается постояннымъ при всякой скорости сдвига, тогда какъ на самомъ дѣлѣ этотъ коэфиціентъ совершенно точно такъ же измѣнчивъ, какъ и во льдѣ. Такъ, напримѣръ, для желѣза онъ достигалъ въ опытахъ Треска до 3769 килог. на кв. цм. (3810 у Фэрбэрна), а для стали онъ еще больше; между тѣмъ, съ теченіемъ времени, стальная полоса точно также принимаетъ постоянный изгибъ отъ собственнаго небольшаго вѣса, какъ и ледяная доска или палка сургуча и если бы мы вычислили по обычнымъ правиламъ механики вели чину сопротивленія сдвигу на основаніи этого изгиба стали, то и для нея коэфиціентъ получился бы самый ничтожный. И подобные факты такъ обыкновенны, что люди, близко знакомые съ прикладною механикою, полагаютъ, какъ мы видѣли, что даже самыя слабыя давленія производятъ со временемъ постоянные изгибы, а слѣдовательно—и сдвиги. Между тѣмъ, понятно, что нѣтъ никакой возможности думать, чтобы въ металлахъ, удаленныхъ на многія сотни градусовъ отъ точки плавленія, происходило бы такое обращеніе частицъ въ жидкость, какое г. Кролль предполагаетъ во льдѣ [220]).—Въ чемъ-же заключается дѣйствительная причина этой измѣнчивости сопротивленія сдвигу, въ настоящее время трудно рѣшить. Сослаться на то, что и по теоріи этотъ коэфиціентъ имѣетъ приложеніе только къ такимъ медленнымъ измѣненіямъ формы, при которыхъ можно совершенно пренебречь скоростью частицъ—было бы все-таки недостаточно. Въ опытахъ Треска, напримѣръ, дѣлавшихся для одного и того же металла съ приблизительно одинаковою скоростью, коэфиціентъ остается *довольно* постояннымъ [221]); изъ чего можно было бы пожалуй заключить, что эта скорость измѣненій формы уже до-

---

[220]) Я замѣчу еще, что и въ вышеприведенныхъ словахъ г. Болля твердыя тѣла являются все-таки болѣе различными въ разсматриваемомъ отношеніи, чѣмъ это есть на самомъ дѣлѣ. Едва-ли не во всѣхъ тѣлахъ—по крайней мѣрѣ во всѣхъ изслѣдованныхъ до сихъ поръ,—сопротивленіе сдвигу точно такъ же, какъ и во льдѣ или сургучѣ, зависитъ и отъ скорости измѣненія формы, и отъ температуры тѣла.

[221]) Онъ все-таки колеблется въ такихъ предѣлахъ, которые едва-ли объясняются одною разнородностью состава образцовъ. Но всего замѣчательнѣе то, что онъ получался различнымъ для различныхъ серій опытовъ. Такъ, для свинца, сопротивленіе было: при расплющиваніи—въ 130 клгр., при выдавливаніи въ концентрическое отверстіе — въ 144 клгр., при вдавливаніи стержня въ цилиндръ, замкнутый въ цилиндрической оболочкѣ—въ 184 клгр., при вдавливаніи стержня въ цилиндръ, поставленный на пластинку съ соотвѣтственнымъ круглымъ отверстіемъ, или безъ онаго — отъ 202 до 204 клгр. Тоже замѣчено и для олова. Ср. Morin, Rapport, l. c.

статочно мала для того, что бы можно было совершенно пренебречь скоростью частицъ. Между тѣмъ, и эти опыты даютъ коэфиціентъ въ нѣсколько сотъ разъ больше того, который получился бы, напримѣръ, если бы вычислить сопротивленіе стали медленному изгибу отъ собственнаго вѣса. Быть можетъ, объясненія этихъ фактовъ слѣдуетъ скорѣе искать въ молекулярной работѣ давленія, которая обыкновенно не принимается въ соображеніе, между тѣмъ, какъ эта работа существуетъ несомнѣнно (измѣненіе кристаллическаго состоянія тѣлъ; удлиненіе полосъ, вовсе не подверженныхъ сотрясеніямъ и измѣненіямъ температуры [222]), сжиманіе тѣлъ и т. п.),—но мы вступаемъ уже въ область, такъ мало изслѣдованную, что всякія гипотезы остаются пока почти голословными,—въ область, гдѣ дѣйствительно утрачивается даже довѣріе къ собственнымъ догадкамъ. Поэтому, теперь намъ остается только признать фактъ, что во льдѣ, совершенно также какъ и въ другихъ твердыхъ тѣлахъ (металлахъ, стеклѣ, горныхъ породахъ), сопротивленіе сдвигу, или—что то же самое—сопротивленіе жидкостному движенію частицъ, хотя и довольно значительно при быстрыхъ измѣненіяхъ формы (конечно неупругихъ), но при весьма медленныхъ измѣненіяхъ, особенно если они совершаются подъ давленіемъ, это сопротивленіе становится несравненно меньше; и, убѣдившись затѣмъ, численными данными, что тѣ давленія, которыя ледъ выдерживаетъ въ ледникахъ, дѣйствительно достаточны для того, чтобы привести ледъ въ состояніе пластичности,—намъ уже остается только приложить этотъ фактъ къ объясненію движенія ледниковъ. Что же касается до причинъ, отъ которыхъ зависитъ измѣнчивость сопротивленія сдвигу, то искать отвѣта на этотъ вопросъ слѣдуетъ уже въ изслѣдованіи разнообразныхъ твердыхъ тѣлъ, изъ которыхъ ледъ и ледники далеко не представляютъ наиболѣе выгодныхъ условій для изслѣдователя. Этотъ вопросъ уже можетъ быть съ успѣхомъ разработанъ только молекулярною физикою.

Переходя за тѣмъ къ изложенію собственныхъ воззрѣній, г. Болль устанавливаетъ прежде всего слѣдующіе три факта относительно состоянія льда въ ледникахъ:

Прежде всего, говоритъ онъ,—фактъ общеизвѣстный, но постоянно упускаемый изъ виду,—что ледниковый ледъ существенно отличается отъ рѣчнаго или озернаго. «Какъ бы ни были слабы внѣшнія указанія, но ледниковый ледъ всегда есть конгломератъ (congeries) обломковъ, болѣе или менѣе совершенно спаянныхъ между собою, но не имѣющій однородной, или обычной кристаллизаціи, и обнаруживающій, присутствіемъ въ немъ пузырьковъ воздуха и своимъ отношеніемъ къ лучистой теплотѣ, нѣсколько меньшую степень твердости».

Второе—то, что большіе ледники, которыхъ скорость значительна, бываютъ прорѣзаны широкими трещинами, имѣющими такую глубину, которая велика даже по отношенію къ толщинѣ всей массы.

Третье—то, что температура ледника постоянна и, даже въ тѣхъ ледникахъ втораго порядка [223]), которые лежатъ ниже т.-наз. снѣговой линіи,

---

[222]) Опыты Collomb'a.

[223]) Т.-е. въ тѣхъ, которые лежатъ на склонахъ горъ и не имѣютъ опредѣленнаго русла въ долинѣ.

она лишь на незначительную долю градуса уклоняется отъ нуля, причемъ вліяніе временъ года проникаетъ въ ледъ лишь на весьма малую глубину.

Затѣмъ г. Болль говоритъ: „ледниковый ледъ есть вещество, которое при температурѣ замерзанія способно уступать, весьма медленно, слабому давленію. *Часть* движенія *всѣхъ* ледниковъ, и *все*—или почти все—движеніе ледниковъ *втораго порядка*, зависитъ отъ этой причины *и совершается независимо отъ раздробленія и смерзанія* (понимая подъ именемъ раздробленія разрывы на замѣтное или измѣримое разстояніе [224]). Но кромѣ этого, въ большихъ ледникахъ, а особенно въ тѣхъ, которые лежатъ въ глубокомъ руслѣ и которыхъ дно очень неровно, вступаетъ въ дѣйствіе еще новое явленіе. Ледниковый ледъ, хотя онъ и несовершенно твердъ (imperfectly solidified), однако достаточно негибокъ (rigid), чтобы передавать весьма значительныя давленія. Существуетъ, однако, предѣлъ, послѣ котораго давленіе, оказываемое на ледъ при 0°, уже обращаетъ его въ жидкость. Въ данный моментъ движенія большого ледника, особенно лѣтомъ, нѣкоторыя его точки бываютъ подвержены громадному давленію. Иной квадратный дюймъ въ плоскости сѣченія ледника можетъ въ иной моментъ выносить давленіе—не то что соотвѣтственнаго параллелапипеда, лежащаго позади его, какъ это допускаетъ г. Мозли, но — массы, имѣющей въ сто и тысячу разъ большее сѣченіе. Результатомъ этого будетъ либо раздробленіе льда въ этой точкѣ, вслѣдствіе чего давленіе передастся другой сосѣдней точкѣ и т. д.; или же давленіе обратитъ часть льда въ воду: но вода, даже если бы ей некуда было сбѣжать, занимаетъ уже меньшее пространство, чѣмъ прежде, такъ что процессъ передачи высокаго давленія все-таки можетъ совершиться».

Что же касается до факта увеличенія скорости ледника при возрастаніи внѣшней температуры, то, допуская, что другія причины, и особенно—прониканіе поверхностной воды въ волосныя скважины (инфильтрація) могутъ имѣть слабую долю вліянія въ этомъ явленіи, г. Болль считаетъ, однако, главною его причиною слѣдующее: предположимъ, говоритъ онъ, что весь ледникъ движется съ нѣкоторою скоростью, и что верхній его слой имѣетъ одинаковую скорость съ непосредственно ниже лежащими слоями, и «пусть теперь при этихъ условіяхъ, наступитъ такое измѣненіе въ состояніи поверхностнаго

---

[224]) „Если уже дать волю догадкамъ, говоритъ г. Болль въ примѣчаніи, то вѣрнѣе будетъ допустить, что во всѣхъ тѣлахъ, медленно измѣняющихъ свою форму подъ давленіемъ, процессъ, путемъ котораго *частицы* измѣняютъ свои относительныя положенія, близко сходенъ, если не тождественъ съ тѣмъ, который теперь извѣстенъ подъ именемъ раздробленія и смерзанія". — Но, такъ какъ г. Болль имѣетъ въ виду *частичный* процессъ, совершающійся безъ разрывовъ сплошности, и ни въ какомъ случаѣ не имѣющій сходства съ движеніемъ сыпучихъ тѣлъ, а равнымъ образомъ—процессъ, совершающійся безъ обращенія частицъ въ *жидкость*, то употребленіе словъ „раздробленіе и смерзаніе" вносило бы только совершенно ложныя представленія. Называть этимъ именемъ процессъ, тождественный съ тѣмъ, который мы видимъ въ металлахъ, напримѣръ въ опытахъ Треска, и въ изгибаніи стекла,—рѣшительно невозможно, какъ потому, что частичное движеніе есть крайность, противоположная раздробленію, такъ и потому, что „смерзаніе" необходимо требуетъ обращенія частицъ тѣла въ жидкость,—процессъ, который въ такихъ случаяхъ г. Болль самъ отрицаетъ такъ положительно.

слоя, при которомъ сопротивленія поступательному его движенію значительно ослабятся; очевидно, что этотъ слой (двигающійся теперь быстрѣе) будетъ увлекать за собою ниже-лежащія части, вслѣдствіе своего давленія и сцѣпленія, существующаго между нимъ и прочею массою. Судя по тому, что̀ извѣстно намъ о строеніи пластичныхъ тѣло, надо думать, что сопротивленіе оказываемое ими измѣненіямъ формы, убываетъ при увеличеніи давленія гораздо быстѣе, чѣмъ возрастаетъ послѣднее. Ихъ молекулярное состояніе представляетъ родъ неустойчиваго равновѣсія [225]): въ данный моментъ извѣстныя давленія уравновѣшены извѣстными сопротивленіями; но ничтожное увеличеніе давленія уже можетъ преодолѣть сопротивленіе и вызвать перераспредѣленіе частицъ. Это и есть, я думаю, истинное объясненіе вліянія теплой погоды на скорость движенія ледниковъ; причемъ достиженіе этого результата облегчается еще тѣмъ, что теплота проникаетъ отчасти и во внутрь ледника черезъ открытыя, глубокія трещины. Наоборотъ, зимній холодъ нѣсколько увеличиваетъ сопротивленіе поступательному движенію ледника, дѣлая верхній слой менѣе податливымъ, чѣмъ остальныя части, такъ что скорость движенія всей массы становится меньше той, которую можно было бы назвать нормальною, т.-е. той, которая получилась бы, если бы вліяніе поверхностнаго слоя было совершенно устранено» [226]).

Таковая гипотеза г. Болля, которая, на мой взглядъ, едва ли не шире и не глубже прочихъ гипотезъ охватываетъ разсматриваемый вопросъ. Я замѣчу только относительно второй ея части, что она конечно обращается къ дѣйствительной, *возможной* причинѣ; но что невольно возникаетъ сомнѣніе въ томъ, чтобы эта причина была достаточною. Въ самомъ дѣлѣ, мы знаемъ, что толщина верхняго слоя, подверженнаго суточнымъ и годовымъ колобаніямъ температуры, чрезвычайно мала по отношенію къ толщинѣ всего ледника (десятокъ метровъ изъ ста, двухъ-сотъ, можетъ быть даже трехъ-сотъ); и вмѣстѣ съ тѣмъ, есть основаніе думать, что хотя суточныя измѣненія скорости и не распространяются на большую глубину, но за то въ измѣненіяхъ скорости въ различныя времена года принимаетъ уже участіе вся, или почти вся толща льда. По этому пришлось бы признать, что вліяніе верхняго слоя распространяется на такую глубину, которая естественно можетъ показаться слишкомъ значительною; и, пока предположеніе не будетъ подтверждено наблюденіями, трудно принять его безусловно. Нужно впрочемъ замѣтить, что нѣкоторыя явленія, замѣчаемыя въ арктическихъ странахъ, говорятъ, повидимому, въ пользу воззрѣній г. Болля, и это обстоятельство тѣмъ болѣе заслуживаетъ вниманія, что въ арктическихъ ледникахъ инфильтрація должна имѣть гораздо меньшее вліяніе, чѣмъ въ Альпахъ [227]).

Въ заключеніе я позволю себѣ сдѣлать еще одно отступленіе, чтобы

---

[225]) Ср. въ Poncelet, Introduction à la Mécanique industrielle, нѣсколько превосходныхъ по своей простотѣ и ясности страницъ о внутреннихъ силахъ въ тѣлахъ; онѣ отчасти подтверждаютъ это воззрѣніе.

[226]) J. Ball, l. c., Phil. Mag., vol. 41, 1871, pp. 85—87.

[227]) Измѣренія Форбза и Тиндалля даютъ намъ нѣкоторое—впрочемъ весьма еще недостаточное—понятіе о скорости внутреннихъ частей ледника. Измѣряя

высказать нѣсколько соображеній о вѣроятной температурѣ арктическихъ ледяныхъ покрововъ. Этотъ вопросъ впрочемъ тѣсно связанъ съ вопросомъ о причинахъ движенія ледниковъ, такъ какъ, если бы оказалось—какъ оно и есть по всей вѣроятности въ дѣйствительности,—что температуры арктическихъ ледяныхъ толщъ бываютъ большею частію ниже нуля на нѣсколько градусовъ, то этимъ фактомъ сразу отстранялась бы цѣлая группа

скорости трехъ точекъ, изъ которыхъ верхняя была близъ поверхности ледника, а нижняя на высотахъ въ 4 и 8 ф. надъ дномъ его, они нашли:

Форбзъ.		Тиндаллъ.	
На высотѣ:	Суточн. движ.	На высотѣ:	Суточн. движ.
143 а. ф.	0,93 а. д.	141 а. ф.	6,00 а. д.
54 „ „	0,84 „ „	35 „ „	4,50 „ „
8 „ „	0,57 „ „	4 „ „	2,50 „ „

изъ чего можно предположить, что лѣтомъ, скорость точки лежащей на глубинѣ около 100 ф., бываетъ немногимъ менѣе скорости поверхностной точки. Между тѣмъ, толщина слоя измѣнчивой температуры не должна превышать въ Альпахъ 25 футъ, а потому пришлось бы допустить, или что этотъ слой увлекаетъ за собою массу втрое большей толщины, или же приписать трещинамъ больше способности нагрѣвать лѣдникъ, чѣмъ это можно было бы думать. Правда, что приведенныя наблюденія, повторяю, очень недостаточны, но они подтверждаются также довольно равномѣрнымъ движеніемъ льда до глубины 41 м. (135 ф.) въ буровой скважинѣ Агассиса.—Но за то нѣкоторыя наблюденія въ арктическихъ странахъ говорятъ въ пользу гипотезы г. Болья, такъ какъ здѣсь дѣйствительно замѣчалось лѣтомъ явное ускореніе верхнихъ слоевъ ледника относительно нижнихъ, причемъ это ускореніе не распространяется на значительную глубину. На подобное явленіе указываетъ тотъ довольно распространенный фактъ, что лѣтомъ, въ вертикальныхъ обрывахъ, которыми кончаются ледники въ море, верхніе слои дѣйствительно иногда нависаютъ надъ нижними, вслѣдствіе чего отъ нихъ и происходитъ болѣе быстрое отдѣленіе обломковъ. Кромѣ того, Кенъ въ одномъ мѣстѣ опредѣлительно говоритъ о такомъ ускореніи поверхностныхъ частей: „*Переливъ*,—замѣчаетъ онъ,—какъ я назвалъ вязкое нависаніе поверхностныхъ слоевъ (the *overflow*, as I have called the viscous *overlapping* of the surface), былъ, яснѣе виденъ, чѣмъ въ какомъ-либо изъ извѣстныхъ мнѣ альпійскихъ ледниковъ“, а изъ прилагаемаго Кеномъ рисунка видно, что рѣчь идетъ о переливѣ сравнительно очень тонкаго ворхняго слоя, при этомъ любопытно еще то замѣчаніе, что ясно было, какъ „движеніе ледника не [всего, или однихъ наружныхъ частей?] только что началось настоящимъ образомъ въ это время“ (27 апрѣля), т. е. сразу возрасло противъ сравнительно-малой зимней скорости. Между тѣмъ, насыщеніе льда водою еще не могло начаться: всѣ овраги и туннели, прорытые ручьями во льдѣ, были еще совершенно сухи. (Kane, Arct. Expl., II, 149, 148).—Вторая германская экспедиція также указываетъ на то, что въ одномъ мѣстѣ нижняя часть ледника очень отстала отъ верхней; но какъ глубоко распространялось ускореніе поверхности, и есть ли это постоянное, или только лѣтнее явленіе,—остается неизвѣстнымъ. (Copeland, въ Die Zweite Deutsche Nordpolarfahrt, I, 548).—Вообще, арктическіе плаватели могли бы, болѣе чѣмъ кто либо, помочь рѣшенію этого вопроса, опредѣляя, насколько ускореніе верхнихъ слоевъ увеличивается лѣтомъ и какъ глубоко оно распространяется.

изъ числа разсмотрѣнныхъ нами гипотезъ. Дѣйствительно изъ всѣхъ этихъ гипотезъ, только одна можетъ быть приложена ко всякому леднику, какова бы ни была его температура, — именно та, которая считаетъ пластичность свойствомъ, присущимъ льду наравнѣ со всѣми прочими твердыми тѣлами. Правда, что ледъ, значительно охлажденный, становится (также какъ и всѣ другія тѣла) нѣсколько болѣе хрупкимъ [228]); но мы видѣли въ предыдущемъ параграфѣ, что это обстоятельство, весьма существенное при опытахъ съ небольшими кусками льда, не имѣетъ уже никакого значенія въ большихъ массахъ, при измѣненіяхъ формы, совершающихся подъ большимъ давленіемъ. Оно можетъ усиливать образованіе трещинъ на краяхъ и вообще тамъ, гдѣ тѣло не со всѣхъ сторонъ подвержено давленію; но эти трещины суть явленіе придаточное, нисколько не мѣшающее жидкостному движенію частицъ во внутреннихъ частяхъ массы. Все, что можно сказать, это—только то, что для истеченія льда, имѣющаго низкую температуру, потребуется вѣроятно нѣсколько большее давленіе, чѣмъ въ томъ случаѣ, если бы онъ имѣлъ температуру равную нулю; но изъ этого слѣдуетъ только то, что ледяная толща должна будетъ достигнуть нѣсколько большей мощности, преждѣ чѣмъ она начнетъ замѣтно расползаться въ стороны.

Совершенно иначе представляются прочія возможныя причины движенія ледниковъ. Онѣ всѣ требуютъ вмѣшательства воды въ томъ или другомъ видѣ: однѣ—для передвиженія ея по волосным скважинамъ, другія—для передачи силы массоваго или молекулярнаго движенія, третьи—для возстановленія связи раздробленныхъ частей; и всѣ гипотезы, требующія вмѣшательства воды (за исключеніемъ гипотезы г. Болля), требуютъ, чтобы она образовывалась повсемѣстно, въ каждой точкѣ, почти въ каждомъ безконечно маломъ кускѣ тѣла. А такъ какъ мы знаемъ, что давленіе весьма мало понижаетъ температуру таянія льда, и что для пониженія ея на одинъ градусъ нужно уже такое давленіе, которое можетъ встрѣчаться лишь въ очень большихъ ледяныхъ покровахъ, и то—только на значительной глубинѣ,—то ясно, что всѣ гипотезы, требующія вмѣшательства воды, требуютъ тѣмъ самымъ температуры льда, весьма близкой къ нулю.—Посмотримъ-же, какова можетъ быть температура большинства ледниковъ.

Прежде всего, несомнѣнно, что эта температура должна быть постоянною. Извѣстно, на какую малую глубину распространяется вліяніе временъ года въ различныхъ почвахъ, въ томъ числѣ и въ вѣчно-мерзлыхъ рыхлыхъ наносахъ. Такъ напримѣръ, по наблюденіямъ Миддендорфа, температура вѣчно-мерзлаго рыхлаго песчаника въ Якутскѣ, на глубинѣ 15 м. (50 ф.), была уже весьма близка къ средней годовой воздуха (—10°,9) и колебалась въ теченіе года только на полградуса (между—7°,9 и—8°,4); и даже на глубинѣ 8 м. (25 ф.) годичныя колебанія доходили всего до 5°, причемъ вліяніе временъ года запаздывало уже на шесть мѣсяцевъ [229]). Между тѣмъ,

---

[228]) Хрупкость стали и желѣза при низкихъ температурахъ хорошо извѣстна всѣмъ путешествовавшимъ въ холодномъ климатѣ. Весьма любопытный примѣръ упоминаетъ также ак. Дюма. Онъ говоритъ, что видѣлъ въ Петербургѣ, какъ при сильномъ морозѣ олово становилось до того хрупкимъ, что крошилось даже между пальцами (Dumas, Comptes Rendus, v. 70, p. 1152).

[229]) А. Миддендорфъ, Путешествіе на Сѣверъ и Востокъ Сибири, часть

средняя температура зимы въ Якутскѣ на цѣлые 53 градуса ниже лѣтней и достигаетъ всего—39°; тамъ-же, гдѣ зимы теплѣе, и климатъ менѣе рѣзокъ, тамъ зимнее охлажденіе почвы имѣетъ еще меньшее распространеніе; такъ напримѣръ, въ Парижѣ, слой постоянной температуры встрѣчается уже на глубинѣ 8 метровъ. На основаніи этихъ данныхъ, и принимая въ разсчетъ, что теплопроводимость льда во всякомъ случаѣ не больше, если не меньше, теплопроводимости вѣчно-мерзлыхъ почвъ, мы можемъ слѣдовательно считать несомнѣннымъ, что температура ледниковъ, за исключеніемъ поверхностнаго слоя въ нѣсколько метровъ, должна быть постоянною во всѣ времена года, какова бы ни была ея абсолютная величина. Чтобы рѣшить однако, какова эта послѣдняя, мы не имѣемъ прямыхъ наблюденій, а потому должны доискиваться ея косвеннымъ путемъ.

То, что постоянная температура Альпійскихъ ледниковъ можетъ разниться отъ нуля лишь на малую долю градуса принято теперь едва-ли не всѣми изслѣдователями; и основывается это мнѣніе какъ на теоретическихъ соображеніяхъ, такъ и на прямыхъ наблюденіяхъ. Дѣйствительно, нагрѣваться выше нуля (или точнѣе—выше точки таянія, соотвѣтствующей данному давленію) ледникъ очевидно не можетъ; но и быть ему охлажденнымъ ниже нуля — также нѣтъ никакой причины. Всякая горная порода, въ томъ числѣ и вѣчно-мерзлыя почвы, принимаетъ со временемъ температуру, равную средней годовой воздуха въ данной мѣстности, и тоже правило необходимо должно быть вѣрно и для ледниковъ, лежащихъ ниже нулевой изотермы (съ тѣмъ, конечно, ограниченіемъ, что всякій избытокъ тепла, сверхъ того, которое потребно для достиженія точки таянія, идетъ уже на обращеніе льда въ воду); а потому, хотя ледники и образуются изъ фирновъ, которые въ высокихъ циркахъ должны быть, по той же причинѣ, охлаждены на нѣсколько градусовъ ниже нуля,—но такъ какъ фирновый ледъ чрезвычайно медленно спускается въ нижнія части долинъ, употребляя на этотъ переходъ по сто и по двѣсти лѣтъ, и пропитывается при этомъ массами воды, то нѣтъ никакого сомнѣнія, что во время медленнаго движенія въ болѣе теплой средѣ, онъ необходимо успѣваетъ нагрѣться до нуля, или почти до нуля. И дѣйствительно, термометръ Агассиса, въ буровой скважинѣ на Алечскомъ ледникѣ постоянно давалъ показанія между 0° и —0°,5; и хотя скважина достигала глубины только въ 40,6 м. (125 пар. ф.), но нѣтъ никакихъ причинъ думать, чтобы наблюдавшіяся въ ней величины не выражали температуры и всего ледника.

Подобныя же разсужденія могутъ быть приложены и къ арктическимъ ледянымъ покровамъ. Если бы не было никакихъ причинъ, стремящихся нагрѣвать ледъ, то мы должны были бы ожидать, что пройдя въ этихъ тол-

---

III, Птб. 1865, сс. 395—396. Также Sibirische Reise, Bd. I, 1-te Abth., и Bd. IV, 3-e Lieferung. Среднія годовыя температуры почвы были:

на глубинѣ	2,1	м.	—11°,2
„ „	4,6	„	—10,2
„ „	6,1	„	—10,1
„ „	15,2	„	— 8,3
„ „	30,5	„	— 6,5
„ „	118,9	„	— 3,0

ИНСТИТУТ НАСЛЕДИЯ

щахъ слой около 10—15 м., въ которомъ еще чувствуется вліяніе временъ года, мы встрѣтимъ уже ледъ, котораго температура остается неизмѣнною круглый годъ, и равна средней годовой воздуха въ данной мѣстности. Такимъ образомъ, на глубинѣ около 15 м. (50 ф.), верхніе слои Грёнландскаго ледяного покрова имѣли бы уже около—6° въ окрестностяхъ Якобсхавна, около—10° въ окрестностяхъ Упернивика и около—20° въ ледникѣ Гумбольдта, къ С. отъ гавани Ренсэра (Rensselaer Harbour); во внутреннихъ же частяхъ Грёнландіи въ точкахъ, лежащихъ въ одной широтѣ съ названными сейчасъ, температура верхнихъ частей ледянаго покрова была бы еще нѣсколько ниже, вслѣдствіе болѣе материковаго климата; по всей вѣроятности она колебалась бы между—10° и—20° [230]). Затѣмъ, начиная отъ глубины въ 10—15 м., температура льда, оставаясь постоянною круглый годъ, оказывалась бы вся выше и выше, по мѣрѣ дальнѣйшаго углубленія въ ледникъ, вслѣдствіе общаго возрастанія температуры почвъ, по мѣрѣ опусканія въ глубь земной коры, — явленія, замѣченнаго какъ въ каменныхъ горныхъ породахъ, такъ и въ вѣчно-мёрзлыхъ пропитанныхъ льдомъ, рыхлыхъ наносахъ. Полагая это возрастаніе въ 1° съ увеличеніемъ глубины на 15—35 м. (50—115 ф.), мы должны были бы слѣдовательно заключить, что въ ледяномъ покровѣ Грёнландіи, нулевой слой встрѣтится только на весьма значительной глубинѣ. Такъ, (допуская даже болѣе быструю прибыль, т. е. въ 1° на 15—25 м.),—онъ залегалъ бы въ ледникѣ Гумбольдта не ближе 300—500 метровъ (1000 — 1600 ф.), и даже близь Якобсхавна мы нашли бы его отнюдь не ближе 100—150 м. (300—500 ф.), а по всей вѣроятности даже—около 250 м. (800 ф.); внутри же материка онъ лежалъ бы на еще большей глубинѣ [231]).

---

[230]) Якобсхавнъ и Упернивикъ имѣютъ морской климатъ, съ сравнительно-умѣренною зимою, климатъ-же гавани Ренсэра болѣе материковый; но и въ окрестностяхъ этой гавани на поверхности ледяного покрова наблюдались болѣе низкія температуры, чѣмъ въ самой гавани. Ср. Hayes, l. c.

[231]) Наблюденія Миддендорфа, въ Шергинской шахтѣ въ Якутскѣ даютъ возрастаніе въ 1° среднимъ числомъ на каждые 24 м.; наблюденія же въ Европѣ даютъ 1° на 15—38 м. (на 16 м. въ Англіи, въ сводѣ наблюденій во всѣхъ рудникахъ, до глубины въ 439 м.; на 15—36 м. во Франціи, въ Carmeau Littry и Dessise; на 35—38 м. въ Саксоніи). По Шергинскимъ наблюденіямъ слой нулевой температуры въ шахтѣ долженъ, слѣдовательно, получиться на глубинѣ около 180 м. (600 ф.); но по другимъ наблюденіямъ Моддендорфа въ Якутскѣ-же, но въ свѣжихъ буровыхъ скважинахъ, этотъ слой долженъ лежать уже на глубинѣ всего въ 90 м. (300 ф.), и ак. Бэръ отдаетъ предпочтеніе этимъ послѣднимъ наблюденіямъ, хотя по нимъ возрастаніе температуры получается въ 1° на 12 м.,— что, повидимому, уже мало-вѣроятно. Наконецъ, другія наблюденія Миддендорфа, тоже въ небольшихъ, высверленныхъ имъ буровыхъ скважинахъ, даютъ еще болѣе быстрыя возрастанія температуры, по которымъ нулевой слой (при немного меньшихъ годовыхъ температурахъ воздуха) долженъ лежать на глубинахъ всего въ 30—60 м. Но полученныя здѣсь температуры почвы такъ разнятся отъ остальныхъ, что трудно удержаться отъ мысли, что онѣ не обусловливаются теченіями подземныхъ водъ, топографія-же и геогнозія мѣстности не извѣстны въ точности. Поэтому и приходится отдать предпочтеніе тѣмъ наблюденіямъ, которыя даютъ

Есть однако причина, которая стремится нагрѣвать эту холодную толщу льда, именно вода, выпадающая на ледникъ въ видѣ дождя и образующаяся на его поверхности вслѣдствіе таянія. Первая изъ этихъ причинъ, т.-е. дожди, въ арктическихъ странахъ впрочемъ совершенно ничтожна. Дѣйствительно, мы знаемъ, напримѣръ, изъ наблюденій Кена, что въ гавани Ренслэра, дождь наблюдался всего пять разъ въ году, именно въ іюлѣ; но и въ этомъ мѣсяцѣ водные осадки выпадали также и въ видѣ снѣга. Остается слѣдовательно только та вода, которая образуется на поверхности ледника вслѣдствіе таянія льда. Какъ велико можетъ быть количество образующейся такимъ образомъ воды,—трудно рѣшить въ настоящее время, за отсутствіемъ всякихъ наблюденій; но нѣкоторое понятіе о немъ все-таки можно составить себѣ на основаніи косвенныхъ соображеній. Наблюденія въ Альпахъ даютъ, какъ извѣстно, возможность принять, что вслѣдствіе поверхностнаго таянія и испаренія льда, ледники теряютъ ежегодно слой около трехъ метровъ толщиною, причемъ замѣчено, что наибольшее таяніе зависитъ отъ лѣтнихъ дождей, которые уничтожаютъ гораздо большее количество льда, чѣмъ солнечные лучи [232]). Въ арктическихъ же странахъ, таяніе должно быть несравненно меньше. Правда, извѣстно какъ накаливаются иногда, во время арктическаго лѣта, предметы, на которые отвѣсно падаютъ лучи солнца (таяніе смолы на стѣнахъ кораблей), и извѣстно также что въ теченіе лѣтнихъ мѣсяцевъ, сумма тепла, которую должна получать въ сутки единица земной поверхности, если не принимать въ разсчетъ поглощенія тепла атмосферою, бываетъ больше, въ широтѣ напримѣръ 80°, чѣмъ подъ 50° шир. [233]). Но, если вспомнить какая масса этого тепла поглощается атмосферою, насыщенною парами и ко-

---

меньшую скорость возрастанія, т.-е. отъ 12 до 24 м., хотя и остается высказанное Бэромъ сомнѣніе,—не зависятъ-ли низкія температуры на днѣ Шергинской шахты отъ ея многолѣтняго охлажденія зимнимъ воздухомъ, и это сомнѣніе не вполнѣ устраняется соображеніями Миддендорфа.—Ср. Миддендорфъ, тамъ-же сс. 392—406 также—Sibir. Reise, l. c.

[232]) Эта величина, которую я беру вслѣдъ за г. Хеймомъ, еще не совсѣмъ надежна, но едва ли она далека отъ истины. Если воспользоваться данными, сообщаемыми Форбзомъ для коротенихъ промежутковъ времени, и принять что измѣренныя имъ величины таянія зависятъ только отъ нагрѣванія лучами солнца,—слѣд., чрезвычайно преувеличить эту причину,—затѣмъ, пользуясь величинами солнечнаго нагрѣванія, вычисленными г. Мичемъ (Meech), разсчитать, какъ велико должно быть таяніе въ теченіе цѣлаго лѣта, то получается около 9 метровъ. Эта величина должна быть однако, по указанной причинѣ, значительно больше дѣйствительной.—Объ этомъ вопросѣ ср. J. Forbes, Tenth Letter on Glaisers, въ Edinb. N. Philos. Journ., Jan. 1846, и Thirteenth Letter, id. 1847? (послѣднимъ я пользуюсь въ отдѣльномъ оттискѣ).

[233]) На сѣверномъ полюсѣ она въ теченіе 85-ти дней значительно больше чѣмъ на экваторѣ; средняя же часовая сумма тепла составляетъ около $^2/_3$ той же величины на экваторѣ. Ср. весьма любопытныя изслѣдованія по этому предмету у L. Meech, On the Relative Intensity of the Heat and Light of the Sun upon different Latitudes of the Earth, въ Smithsonian Contribution to Knowledge vol. 9, 1857, pp. 18 et 30.

свенно проѣзжаемою лучами солнца [234]), вслѣдствіе чего средній дневной максимумъ подъ 80-ю параллелью едва доходитъ въ теченіе самаго жаркаго мѣсяца до 6° [235]), и въ году едва насчитывается 30 дней, въ которые термометръ не падалъ бы по ночамъ ниже нуля, — то легко представить себѣ, какъ сравнительно мало должно быть таяніе льда отъ непосредственнаго нагрѣванія его лучами солнца. Наконецъ, самая главная причина таянія ледниковъ въ Альпахъ, т.-е. дожди, почти вовсе отсутствуетъ въ приполярныхъ странахъ, или крайне ничтожна. Принявши въ соображеніе эти условія, мы едва-ли будемъ далеки отъ истины, если скажемъ, что съ поверхности арктическихъ ледяныхъ покрововъ таетъ ежегодно менѣе одного метра, вѣрнѣе даже—полу-метра льда. Можно даже сказать почти навѣрное, что годичное таяніе вовсе не превосходитъ даже тѣхъ 10 дюймовъ (0,3 м.), которые, по разсчету Ринка, ежегодно выносятся въ море подледниковыми ручьями и рѣками [236]). Дѣйствительно, если бы въ альпійскихъ циркахъ, количество снѣга, стаивающаго за лѣто, было бы равно или больше того, которое падаетъ на нихъ ежегодно (движеніе льда можно было-бы, пожалуй, объяснять замерзаніемъ воды и увеличеніемъ объема),— то очевидно, что въ фирнѣ вовсе не могло бы быть замѣтно слоеватости, которая однако бываетъ очень хорошо выражена. Но, если въ альпійскихъ нагорьяхъ не успѣваетъ, слѣдовательно, стаять даже одного метра льда [237]), то понятно, что въ арктическихъ странахъ, гдѣ таяніе должно быть несравненно меньше, оно дѣйствительно не превзойдетъ какихъ-нибудь десяти дюймовъ [238]).

Эта вода идетъ на нагрѣваніе ледника, т.-е. всей той толщи въ 150—500 метровъ, температура которой иначе должна была бы заключаться между среднею годовою даннаго мѣста и нулемъ градусовъ. Тѣмъ небольшимъ количествомъ тепла, которое содержитъ вода, нагрѣтая нѣсколько

---

[234]) Въ теченіе лѣтнихъ мѣсяцевъ 1854 года, средняя облачность въ гавани Ренслэра была болѣе 0,6.—Ср. Kane, Arctic Explor., 1865, II, 418—420.

[235]) Id., pp. 413—424. Наивысшій максимумъ въ году былъ 12°,2.

[236]) Если ледниковый покровъ не увеличивается и не уменьшается въ размѣрахъ, то количество воды, ежегодно выносимой въ море въ видѣ льда и въ видѣ жидкости, должно быть очевидно равно ежегодному количеству водныхъ осадковъ. Это послѣднее Ринкъ опредѣляетъ для западной Грёнландіи въ 12 дюймовъ (305 мм.), изъ которыхъ не болѣе 2 д. (50 мм.) выносится въ море въ видѣ льдинъ, вслѣдствіе выгруженія ледниковъ; остальныя же $^5/_6$, или 10 дюймовъ, вытекаютъ въ море въ видѣ ручьевъ и рѣкъ. Этотъ разсчетъ отнюдь не преувеличенъ, такъ какъ количество воды, вытекающей изъ подъ ледниковъ, конечно отнюдь не менѣе какъ въ пять разъ превосходитъ выгружаемое въ тоже время количество льда. Ср. Rink, въ Naturhistorisk Tidsskrift, Bd. I, 1862, и въ Proceed. R. Geogr. Soc., VII, 76, цитируемый R. Brown'омъ въ Quart. Journ Geol. Soc., vol. 26, p. 681.

[237]) Количество водныхъ осадковъ на С.-Бернарѣ 1513 мм., въ Женевѣ 753 мм., въ Бернѣ 1139 мм., причемъ большая часть этого количества выпадаетъ въ видѣ воды.

[238]) Я не ссылаюсь прямо на слоеватость ледяныхъ покрововъ, такъ какъ наши свѣдѣнія объ этомъ предметѣ еще недостаточны.

выше нуля, можно, понятно, пренебречь, и принять, что она имѣетъ ровно 0°. Но одинъ кубическій полу-метръ воды въ 0°, если бы вся эта вода замерзла внутри ледника, отдавъ всю свою скрытую теплоту на его нагрѣваніе, могъ бы нагрѣть на 1° только 38,5 куб. метровъ льда, а потому легко понять, какъ должно быть ничтожно вліяніе этой причины. Такъ, напримѣръ, въ ледникѣ Гумбольдта, гдѣ холодный слой долженъ былъ бы имѣть толщину болѣе 300 м. и температуры отъ—19°,6 до 0°, т.-е. среднимъ числомъ около — 10°, этотъ слой могъ бы нагрѣться, въ среднемъ, всего на 0°,13, а въ ледяномъ покровѣ у Якобсхавна—на 0°,26, а вѣрнѣе даже—не болѣе какъ на 0°,15. Понятно однако, что дѣйствительное нагрѣваніе далеко не составитъ и одной десятой или двадцатой доли приведенныхъ величинъ, ибо мы предположили что вся вода замерзнетъ среди ледника, тогда какъ, наоборотъ, почти вся она вытечетъ въ море въ видѣ ручьевъ или рѣкъ, а въ ледникѣ останется только самая ничтожная ея часть. Это видно изъ того, какое громадное количество воды течетъ изъ ледяныхъ покрововъ въ море, въ видѣ безчисленнаго количества ручьевъ, сочащихся по щелямъ и трубамъ изъ обрывовъ ледяной стѣны, или въ видѣ большихъ подледниковыхъ рѣкъ, впадающихъ во фьорды. Вода, образующаяся на поверхности арктическаго ледника, не просачивается въ глубь его, какъ это бываетъ въ Альпахъ, но собирается на поверхности,—уже не ручьями, какъ въ Альпахъ, а цѣлыми рѣками, которыя, пробѣжавъ нѣкоторое разстояніе, низвергаются потомъ въ глубокія трещины, ведущія въ обширные подледниковые туннели [239]). И причина этого станетъ вполнѣ понятною, если вспомнить, какъ мало долженъ разрыхляться въ полярныхъ странахъ поверхностный слой ледниковъ, при маломъ нагрѣваніи, при чрезвычайно низкой температурѣ, царящей по ночамъ въ этихъ ледяныхъ пустыняхъ даже въ самое жаркое время года, и при почти совершенномъ отсутствіи дождей. Весьма естественно поэтому, что поверхностная вода, количество которой и само-то по себѣ должно быть ничтожно, почти вовсе не проникнетъ во внутрь ледяной толщи и не окажетъ никакого измѣримаго дѣйствія на температуру льда: она будетъ обращаться по крупнымъ венамъ и артеріямъ, вовсе не пропитывая самой массы. Эта причина нагрѣванія,—а другихъ быть не можетъ,—не должна, слѣдовательно, имѣть никакого существеннаго значенія. Правда, что какъ ни слаба эта причина, но если бы ея дѣйствіе накоплялось изъ года въ годъ, то она могла бы, при медленности движенія льда изъ внутреннихъ частей страны, дать наконецъ въ

---

[239]) Ср. A. Nordenskjöld, Redogörelse för en expedition till Grönland, въ Öfversigt af K. Vetenskaps-Akad. Förhandlingar, 1870, p. 973 sq,—гдѣ видно, какъ постоянно загрудняли эти рѣки пѣшеходное путешествіе по ледяному покрову и у его подошвы, принуждая путниковъ къ далекимъ обходамъ. О величинѣ туннелей см. въ Rink, Grønland.—Гг. Норденшильдъ и Бергренъ обыкновенно шли ночью, а спали днемъ, на пригрѣвѣ, чтобъ избавиться отъ невыноснаго холода по ночамъ, отъ котораго не спасалъ мѣховой мѣшокъ. Но, не смотря на то, что таяніе было въ это время въ полной силѣ, мокрота безпокоила ихъ только тогда, когда ледъ успѣвалъ черезъ нѣсколько часовъ подтаять отъ теплоты тѣла. Не указываетъ ли это также на то, какъ мало пропитывается водою ледъ, даже во время сильнаго таянія?

результатѣ нѣкоторое замѣтное повышеніе температуры; но ея дѣйствіе навѣрно съ избыткомъ уравновѣшивается тѣмъ, что ледяной покровъ наростаетъ главнымъ образомъ зимою, путемъ накопленія снѣга; а этотъ снѣгъ, въ среднемъ, долженъ имѣть температуру болѣе низкую, чѣмъ средняя годовая температура мѣста [240]); такимъ образомъ, то небольшое количество тепла, которое можетъ удѣлить вода, не унесенная въ море, навѣрно уйдетъ на смачиваніе и прогрѣваніе одного только этого, наиболѣе холоднаго наружнаго слоя, въ которомъ она и замерзнетъ, вовсе не проникая въ глубь.

Не находя такимъ образомъ причинъ, способныхъ нагрѣвать толщи ледяныхъ покрововъ, мы должны признать, что на нѣкоторой глубинѣ, подъ тонкимъ слоемъ, чувствующимъ вліяніе временъ года, ледъ долженъ принять температуру, равную или почти равную средней годовой воздуха. Ссылаться въ этомъ случаѣ на предохраняющее отъ охлажденія вліяніе снѣга совершенно невозможно, такъ какъ снѣговая пелена нигдѣ же не мѣшаетъ охлажденію вѣчно-мерзлыхъ почвъ: толщи снѣга, ежегодно выпадающія, напримѣръ, въ Якутскѣ, не помѣшали же мерзлому песчанику принять температуру въ —10°, равную средней годовой въ этой точкѣ. Законъ, общій для всѣхъ вѣчно-мерзлыхъ почвъ, долженъ распространяться въ этомъ случаѣ и на ледъ, такъ какъ согрѣвающія причины оказываются совершенно неспособными уравновѣсить вѣковое охлажденіе. Поэтому я полагаю неизбѣжнымъ тотъ выводъ, что въ арктическихъ ледникахъ существуетъ масса льда въ 100 до 500 метровъ толщиною, температура которой, повышаясь съ глубиною, заключается между 10—20° ниже нуля въ ея верхнихъ слояхъ, и между нулемъ въ ея нижнихъ частяхъ [241]). Эта масса и составляетъ главную массу ледника.

---

[240]) Уже въ Альпахъ наблюдались температуры снѣга въ —3° до —5°, а въ Петербургѣ—и до —10°, и нѣтъ никакого сомнѣнія, что въ арктическихъ странахъ, гдѣ снѣгъ часто падаетъ при температурахъ воздуха въ —20° до —33°, охлажденіе его должно быть гораздо значительнѣе.

[241]) Это мнѣніе расходится, правда, съ тѣмъ, котораго держатся Ринкъ и д-ръ Сётерлендъ; но оба эти изслѣдователя не приводятъ достаточно убѣдительныхъ соображеній въ пользу своихъ воззрѣній. Такъ, Ринкъ ограничивается указаніемъ на то, что лѣтнее тепло должно проникать въ ледникъ, благодаря пропитывающей его водѣ, тогда какъ зимнему охлажденію льда мѣшаетъ предохраняющій слой снѣга (R. Brown, l. c. p. 681). Послѣднее соображеніе, какъ мы видимъ однако изъ опыта всѣхъ вѣчно-мерзлыхъ почвъ, положительно невѣрно; что же касается до перваго указанія, на нагрѣваніе ледника водою, проникающею съ поверхности,—то Ринкъ, какъ видно, не приводитъ въ пользу его никакихъ доказательствъ; а вышеприведенныя соображенія, какъ мы видѣли, дѣлаютъ такое нагрѣваніе весьма сомнительнымъ. Еще менѣе убѣдителенъ доводъ д-ра Сётерленда. Говоря о пластичности арктическихъ ледниковъ и желая доказать, что ихъ температура также не должна быть ниже нуля, онъ ссылается на то, что озеро Кетъ-Аустинъ (Kate Austin's Lake), подъ 74°40′, при средней годовой температурѣ воздуха въ —16°,4 и средней мѣсячной января въ —34°,5, покрывалось ледяною корою всего въ 2,5 м. (8 ф.); изъ чего онъ заключаетъ, что при одинаковой теплопроводимости озернаго и ледниковаго льда, температура ледянаго покрова на глубинѣ болѣе 8 ф. должна быть уже равна нулю. (P. Sutherland, On the Geological and

Но, если эти соображенія подтвердятся наблюденіями, то постановка вопроса о причинѣ движенія ледниковъ очевидно должна будетъ существенно измѣниться. До сихъ поръ, всѣ гипотезы, предложенныя для объясненія этого движенія, имѣли въ виду одни альпійскіе ледники, которыхъ температура дѣйствительно почти равна нулю, и ни одна гипотеза не принимала въ разсчетъ арктическихъ ледяныхъ покрововъ, которыхъ температура почти навѣрно ниже нуля на нѣсколько градусовъ. Между тѣмъ, арктическія ледяныя моря движутся совершенно точно такъ же какъ и альпійскія ледяныя рѣки, и обнаруживаютъ туже пластичность массы [242]), причемъ движеніе этихъ ледниковъ достигаетъ весьма почтенной величины, даже во время чрезвычайно суровой зимы [243]).

Причина, объясняющая движеніе альпійскихъ ледниковъ, должна быть, слѣдовательно, приложима и къ ледянымъ покровамъ при-полярныхъ материковъ. А потому, если температура послѣднихъ дѣйствительно окажется значительно ниже нуля, то необходимо придется отказаться отъ всѣхъ тѣхъ гипотезъ, которыя объясняютъ движеніе ледниковъ при содѣйствіи воды, т.-е. необходимо требуютъ, чтобы ледъ находился въ состояніи весьма близкомъ къ состоянію таянія. Температура арктическихъ ледниковъ становится такимъ образомъ новымъ критеріумомъ, чтобы рѣшить споръ между различными гипотезами, и, какъ видно изъ вышеприведенныхъ соображеній, уже теперь можно сказать почти навѣрное, что этотъ критеріумъ окажется не въ пользу всѣхъ тѣхъ гипотезъ, которыя избѣгаютъ, такъ или иначе, признанія пластичности льда.

Изъ сдѣланнаго выше очерка различныхъ предложенныхъ до сихъ поръ гипотезъ, видно, что всѣ онѣ исходятъ изъ одного основнаго факта, *пластичности ледниковъ*, и разнятся между собою только въ объясненіяхъ причины этой пластичности, обращаясь для этого къ различнымъ свойствамъ льда и ледяныхъ массъ. Эти различныя свойства могутъ быть формулированы слѣдующимъ образомъ.

Glacial Phenomena of the Coasts of Davis' Strait and Baffin's Bay, въ Quarterly Journal of the Geological Society, vol. 9, 1853, p. 304). Но г. Сётерлендъ забываетъ,— кромѣ другихъ условій,—что въ озерѣ, гдѣ ледяная кора разбивается ежегодно и таетъ лѣтомъ, не происходитъ накопленія охлажденія изъ года въ годъ, какъ это бываетъ во всякой горной породѣ: разсуждая такимъ образомъ, пришлось бы признать, что толщина вѣчно-мерзлыхъ почвъ въ подобныхъ климатахъ, напр. во всей Сибири, никогда не превосходитъ восьми футъ, что было бы уже очевидною ошибкою.

[242]) Прекрасные примѣры ихъ пластичнаго движенія можно найти въ рисункахъ Кена; тоже свидѣтельствуетъ и древнее изборожденіе.

[243]) Такъ, по измѣреніямъ Хэйеса, середина ледника „Моего брата Джона“ близъ гавани Ренслэра, подвинулась съ конца октября по 20 іюня на 29.2 м. (96 ф.), т.-е. двигалась съ такою же скоростью (около 125 мм. въ день), какъ и нѣкоторые альпійскіе ледники во время теплой зимы альпійскихъ нагорій (Hayes, Das offene Polar-Meer, p. 334).—Пользуясь, за неимѣніемъ наблюденій Хэйеса, наблюденіями Кена, сдѣланными по сосѣдству въ другіе годы, мы имѣемъ за это время среднія мѣсячныя температуры въ —21°, —35°, —37°, и только въ іюнѣ находимъ —2°. Среднія же температуры зимы и весны равны: —34°,1 и —24°,1. (Kane, Arct. Expl., II, 425.).

1) Свойство льда, общее ему со всѣми прочими твердыми тѣлами, медленно измѣнять свою форму подъ достаточнымъ давленіемъ, безъ разрывовъ сплошности и путемъ относительныхъ перемѣщеній частицъ, подчиненныхъ законамъ движенія жидкостей,—причемъ, во льдѣ это свойство проявляется уже при сравнительно очень небольшомъ давленіи.

2) Свойство льда раздробляться при болѣе сильныхъ и внезапно-измѣняющихся давленіяхъ или тяженіяхъ, и свойство образовавшихся такимъ образомъ обломковъ—снова смерзаться, либо путемъ окристаллизованія слоя воды, покрывающей ихъ поверхности (смерзаніе), либо въ силу обыкновеннаго сцѣпленія, свойственнаго всѣмъ вообще твердымъ тѣламъ.

3) Свойство льда, имѣющаго температуру немного ниже точки таянія, обращаться въ воду подъ нѣкоторымъ давленіемъ; причемъ, для того чтобы началось таяніе льда, имѣющаго температуру въ —1°, нужно, чтобы на него было оказано давленіе около 133 атмосферъ, т.-е. ледянаго столба нѣсколько болѣе 1500 м. (4920 ф.) высоты.

4) Способность воды, образующейся при таяніи льда и обращающейся внутри ледника, увеличивать его пластичность: или—передавая изъ одной его части въ другую оказываемое на неё давленіе, или перемѣщаясь въ ледникѣ и обращаясь въ ледъ на новомъ мѣстѣ, или наконецъ, служа средствомъ для передачи молекулярныхъ движеній; а также уменьшая треніе при скольженіи обломковъ льда относительно другъ друга.

Всѣ эти свойства дѣйствительно составляютъ возможныя и вѣроятныя причины пластичнаго движенія ледниковъ, и остается только рѣшить, всѣ-ли они въ одинаковой мѣрѣ содѣйствуютъ этому движенію, а если нѣтъ—то которое изъ нихъ должно быть признано главнымъ.

Выше мы говорили уже, что первое изъ этихъ свойствъ, одно, совершенно *достаточно* для объясненія движенія ледяныхъ массъ, какова бы ни была ихъ температура, и что противъ признанія другихъ свойствъ причиною движенія говорятъ весьма вѣскіе факты. Ледниковый ледъ не находится въ состояніи раздробленія, когда онъ движется. Онъ бываетъ непропитанъ водою, и тѣмъ не менѣе движется. Наконецъ, если бы ледъ не имѣлъ ни одного изъ прочихъ свойствъ, а обладалъ однимъ только первымъ, то, какъ показываютъ численные разсчеты, основанные на прямыхъ опытахъ,—въ силу его одного, ледники двигались-бы уже, при данной толщинѣ, какъ полужидкости, и скорость ихъ движенія, а равно и степень ихъ пластичности, нисколько не уступали бы ни той скорости движенія, ни той степени пластичности, которыя мы наблюдаемъ въ природѣ [244]).

Эти факты даютъ намъ, слѣдовательно, право предполагать, что въ пластичности льда, т.-е. въ способности его медленно измѣнять свою форму путемъ жидкостнаго движенія частицъ,—способности, присущей какъ льду,

---

[244]) Г-нъ Метьюзъ прекрасно формулировалъ, между прочимъ, этотъ выводъ изъ своихъ опытовъ, указавъ на то, что еслибы ледникъ состоялъ изъ ряда ледяныхъ досокъ, положенныхъ на ребро поперекъ долины, которыя изгибались бы (неупругимъ изгибомъ) столько-же, сколько и доски въ сдѣланныхъ имъ опытахъ, то это собраніе досокъ, подъ давленіемъ фирновъ и при данныхъ уклонахъ долинъ, представило бы, и по скорости движенія, и по степени пластичности, точное подобіе альпійскаго ледника.

такъ и всѣмъ твердымъ тѣламъ, каковы стекло, кварцъ, сталь и различные ковкіе металлы,—мы имѣемъ главную причину явленія; что всѣ прочія свойства льда имѣютъ, слѣдовательно, лишь второстепенное значеніе: проявляясь въ отдѣльныхъ случаяхъ слабѣе или сильнѣе, смотря по мѣстнымъ или временнымъ условіямъ, они нѣсколько увеличиваютъ пластичность ледника, но не составляютъ главной ея причины. Что же касается до растрескиванія льда, видимаго или невидимаго, то имъ конечно сопровождается всякое пластичное измѣненіе формы, но оно составляетъ уже *не необходимое* и, слѣдовательно, случайное явленіе.

Относительно же второго существеннаго элемента въ вопросѣ о движеніи ледниковъ, т.-е. того факта, что скорость ихъ находится въ зависимости отъ температуры воздуха,—прежде всего нужно сказать, что вполнѣ достовѣрное и полное объясненіе явленія теперь еще невозможно. Въ настоящее время мы имѣемъ однако двѣ гипотезы, Форбза и г. Болля, которыя обѣ указываютъ на несомнѣнныя и существенныя причины; но которая изъ двухъ причинъ должна быть признана главною,—мы не можемъ рѣшить, пока не будетъ сдѣлано наблюденій надъ лѣтнею и зимнею скоростью ледниковъ, какъ альпійскихъ, такъ и арктическихъ, на поверхности и на нѣкоторой глубинѣ (въ буровыхъ скважинахъ). Тѣ доводы, которые можно привести теперь за и противъ обѣихъ гипотезъ, изложены выше, а потому здѣсь я прибавлю только, что въ виду имѣющихся данныхъ, едва ли не раціональнѣе будетъ признать главною причиною ускоренія—пропитываніе ледниковъ водою; причемъ вода облегчаетъ дѣйствіе всѣхъ второстепеныхъ причинъ движенія, какъ-то дробленія и смерзанія, передачи силы, о которой говоритъ г. Болль, и скольженія обломковъ или частицъ льда. Нарушенію-же равновѣсія верхняго слоя слѣдуетъ, повидимому, придать лишь второстепенное значеніе,—премущественно для объясненія ускоренія въ отдѣльные дни и въ отдѣльные часы одного и того-же дня, которое едва-ли распространяется на значительную глубину. Во всякомъ случаѣ, впрочемъ, вопросъ остается еще спорнымъ.

Признавая, что главная причина пластичнаго движенія ледниковъ есть присущая льду пластичность, мы возвращаемся такимъ образомъ къ гипотезѣ Форбза. Но, благодаря опытамъ Треска, мы уже знаемъ теперь, что пластичность не есть какое-нибудь особое свойство, совершенно необычайное въ твердомъ тѣлѣ и присущее только ледниковому льду; мы можемъ убѣдиться теперь наглядными опытами, что оно присуще всѣмъ твердымъ тѣламъ, и что, наоборотъ, если бы оно отсутствовало въ льдѣ, то этотъ фактъ представлялъ бы уже аномалію, требующую объясненія. Мы можемъ, такимъ образомъ, гораздо рѣшительнѣе чѣмъ Форбзъ, признать въ этомъ свойствѣ твердыхъ тѣлъ достаточную причину движенія ледниковъ. Мы уже не имѣемъ также надобности обращаться къ особымъ условіямъ, въ которыхъ ледъ находится въ ледникахъ, чтобы придать этому,—тогда предполагаемому, нынѣ—доказанному,—свойству нѣкоторую долю вѣроятія. Намъ уже нѣтъ надобности обращаться ни къ размягченію льда съ приближеніемъ его температуры къ точкѣ таянія, ни къ пропитыванію массы водою. Эти обстоятельства могутъ быть признаны факторами, нѣсколько усиливающими пластичность ледяныхъ толщъ, но отъ ихъ присутствія или отсутствія не можетъ

зависѣть существованіе самаго свойства пластичности льда.—Съ другой стороны, мы ближе узнаёмъ условія, при которыхъ проявляется это свойство въ твердыхъ тѣлахъ, и можемъ показать такимъ образомъ, чѣмъ *отличается* ледъ отъ полужидкостей. Мы узнаёмъ, что для проявленія большой пластичности, онъ долженъ находиться подъ внѣшнимъ давленіемъ; вслѣдствіе чего, напримѣръ, если бы мы представили себѣ, что въ альпійской долинѣ, имѣющей тотъ небольшой уклонъ, который мы находимъ у Ледянаго Моря, лежитъ тонкій слой льда, всего въ десятокъ метровъ толщиною,—не пропитанный водой и при низкой температурѣ воздуха,—то мы можемъ уже сказать навѣрно, что этотъ тонкій слой лежалъ бы почти совершенно неподвижно; если, при томъ давленіи, которое ледъ выдерживаетъ въ этихъ условіяхъ, въ немъ и происходило бы пластичное движеніе, то оно было бы такъ ничтожно и такъ уравновѣшивалось бы треніями, что мы едва ли могли бы уловить его, даже самыми тонкими измѣреніями. Ледъ, слѣдовательно, существенно разнился бы отъ любой полужидкости, которая текла бы, почти какова бы ни была толщина ея слоя, и причиною этого различія была бы недостаточность давленія.—Точно также мы знаемъ теперь, что хотя въ выдавливаемомъ льдѣ и повторяются механическія явленія, характеризующія частичныя движенія полужидкостей, но что онъ представляетъ также и одно существенное различіе. Передача давленія изъ одной части тѣла въ другую совершается по законамъ гидростатики, но она требуетъ не только *времени*, т.-е. измѣримаго и отнюдь не малаго промежутка, но и самая эта передача совершается *съ нѣкоторою потерею силы* (на какія-нибудь неизвѣстныя молекулярныя движенія). Поэтому, не только измѣненіе формы, сравнительно быстрое (хотя и весьма медленное абсолютно), можетъ произвести во льдѣ разрывъ, тогда какъ несравненно болѣе быстрое измѣненіе формы въ полужидкости не сопровождалось бы разрывомъ, но вмѣстѣ съ тѣмъ, и всякая *неравномѣрность* въ распредѣленіи давленія, всякое быстрое *измѣненіе* въ его распредѣленіи, вызывая въ однихъ частяхъ льда бо́льшую пластичность и болѣе быстрое относительное движеніе частицъ, и передаваясь вполнѣ лишь на нѣкоторое небольшое разстояніе отъ мѣста приложенія силы,—точно также можетъ вызвать разрывъ тѣла. Этого послѣдняго обстоятельства, которое въ приложеніи къ вопросу объ образованіи трещинъ, должно имѣть существенное значеніе—раньше не имѣлось въ виду.

Затѣмъ остается, конечно, вопросъ о *причинѣ самой пластичности*,—вопросъ, почему давленіе можетъ придавать твердому тѣлу нѣкоторую свободу частичнаго движенія. Рѣшить его мы теперь не имѣемъ возможности, и намъ остается только отвѣчать на него болѣе или менѣе правдоподобными догадками. Но этотъ вопросъ уже выходитъ изъ предѣловъ вопроса о причинахъ движенія *ледниковъ;* онъ принадлежитъ уже къ области молекулярной физики, такъ какъ относится къ одной категоріи съ вопросами о причинахъ тяготѣнія, частичнаго сцѣпленія и т. п. То обстоятельство, что мы не можемъ теперь-же отвѣтить на него, нисколько не подрываетъ однако самаго факта пластичности льда и приложимости этого факта къ объясненію движенія ледниковъ.—Подтвердить этотъ фактъ и было цѣлью нашего очерка. Цѣль этого послѣдняго будетъ вполнѣ достигнута, если она поможетъ читателю полнѣе убѣдиться въ томъ, что гипотеза, считающая пластичность коренным свойствомъ, присущимъ льду и достаточнымъ для объясненія движенія ледниковъ

и явленій изборожденія, есть наиболѣе вѣроятная изъ всѣхъ предложенныхъ донынѣ; что она постоянно все болѣе и болѣе пріобрѣтаетъ почвы въ позднѣйшихъ изслѣдованіяхъ, и что противорѣчащія ей гипотезы, стремящіяся въ продолженіе болѣе тридцати лѣтъ различными путями обойтись безъ этого свойства льда, положительно не достигаютъ своей цѣли. Подтвердивши это заключеніе историческимъ обзоромъ, мы можемъ вернуться теперь, послѣ нашего длиннаго отступленія, къ предмету этой главы, т.-е. къ изборожденію, какъ признаку ледниковаго періода.

Степень распространенности изборожденія.

Изъ предыдущаго обзора мы должны были, слѣдовательно, придти къ заключенію, что полировка и изборожденіе скалъ, обыкновенно наблюдаемыя въ природѣ, представляютъ несомнѣнный признакъ распространенія материковаго льда. Такъ и понимаетъ ихъ уже большинство геологовъ, держась того правила, что гдѣ найдены изборожденныя скалы, тамъ страна несомнѣнно нѣкогда покрывалась льдомъ. Но, отыскивая этого очевиднаго признака и довольствуясь имъ однимъ, — вмѣсто оцѣнки и истолкованія другихъ признаковъ, не менѣе несомнѣнныхъ, — геологи впадаютъ въ крайность: они держатся того мнѣнія, что считать распространеніе древнихъ ледниковъ несомнѣннымъ можно только тамъ, гдѣ найдены отполированныя и изборожденныя скалы. Они ищутъ полировки и изборожденія, но если не находятъ ихъ, то, встрѣчая другіе слѣды ледянаго періода, охотнѣе объясняютъ ихъ погруженіемъ страны въ арктическое море съ плавающими льдинами. Желая имѣть такимъ образомъ признакъ, настолько *очевидный* и безошибочный, чтобы на основаніи его можно было уже машинально заключать о ледниковомъ покрытіи страны (подобный нѣкоторымъ явнымъ признакамъ зоологической или ботанической классификаціи), геологи упускаютъ вслѣдствіе этого ближайшее изученіе цѣлой группы другихъ признаковъ, хотя и не столь очевидныхъ, непригодныхъ для машинальной классификаціи, но не менѣе безспорныхъ, а вмѣстѣ съ тѣмъ *гораздо болѣе* распространенныхъ и гораздо болѣе прочныхъ. Такая крайность тѣмъ болѣе прискорбна, что изборожденіе, — какъ мы

сейчасъ убѣдимся въ этомъ,—есть признакъ *весьма нераспространенный и, кромѣ того, весьма непрочный.* Поэтому, если въ наукѣ будетъ держаться такое мнѣніе, что ледники существовали только въ тѣхъ странахъ, гдѣ найдены изборожденныя скалы, то мы долго еще не возстановимъ ледниковаго періода во всей его громадной распространенности. Слѣдующія страницы имѣютъ цѣлью показать, что ледники далеко не повсемѣстно оставляютъ по себѣ изборожденіе, и что оно еще рѣже сохраняется въ такомъ видѣ, чтобы быть отличимымъ въ настоящее время.

Въ самомъ дѣлѣ, какъ ни велика масса льда, движущаяся въ ледникѣ, но она вовсе не оказываетъ того разрушительнаго дѣйствія на свое ложе, которое предполагалось одно время [245]). Одинъ изъ лучшихъ изслѣдователей Альпъ, Дезоръ, говоритъ, напримѣръ: «теперешніе ледники не выпахиваютъ долинъ, по которымъ они движутся. Если въ *нѣкоторыхъ случаяхъ* они истираютъ и полируютъ скалы на днѣ своего ложа, то происходитъ это, какъ мы видѣли выше, едва-ли не тогда только, когда они наталкиваются на какое-нибудь препятствіе, напримѣръ на возвышеніе дна, или на мысъ, или на съуженіе русла, гдѣ берега долины сближаются, образуя тѣснину. Когда же, наоборотъ, ледникъ выходитъ изъ такой тѣснины въ расширеніе долины, то *не происходитъ никакого замѣтнаго тренія*, и онъ не только не врѣзывается въ почву, но свободно проходитъ по ней, причемъ нерѣдко движется даже поверхъ раньше-накопленныхъ моренъ, не разрушая ихъ». Въ 1863 году въ этомъ убѣдились между прочимъ всѣ члены Швейцарскаго Общества Естествоиспытателей, въ Самаденѣ, у нижней оконечности ледника Мортерача (Morteratsch); онъ проходилъ здѣсь по наносу, не трогая его [246]). Тоже подтверждаетъ дру-

---

[245]) См. въ англійской литературѣ весьма поучительный споръ о выпахиваніи ледниками озерныхъ бассейновъ; лучшіе физики и геологи, принявшіе въ немъ участіе, до того преувеличивали силу ледниковъ, что нѣкоторые готовы были приписать имъ цѣликомъ выпахиваніе глубокихъ Альпійскихъ долинъ.

[246]) E. Desor, Der Gebirgsbau der Alpen, нѣмецкій переводъ Теобальда, Wiesbaden, 1865, pp. 116—117.

гой извѣстный знатокъ Альпъ, Рютимейеръ, говоря, что «ледникъ близъ Göschenen проходилъ поверхъ гальки, не толкая ея впередъ» [247]), а также и Фавръ, на основаніи своихъ личныхъ наблюденій [248]). Вообще, замѣчаетъ Дезоръ, «изборожденіе рѣже имѣетъ мѣсто на самомъ днѣ долинъ; оно явственно замѣтно *только тамъ*, гдѣ какое-нибудь возвышеніе почвы задерживаетъ ходъ ледника», или же—въ мѣстахъ поворота долины [249]), или же, преимущественно, на мысахъ [250]).

Тоже замѣчено и относительно древнихъ ледниковъ, несмотря на то, что они отличались несравненно большею величиною и могли-бы, какъ думаютъ нѣкоторые (едвали справедливо), оставлять по себѣ слѣды несравненно болѣе грандіозные и распространенные [251]). Такъ, напримѣръ, въ глубокой и извилистой долинѣ Хардангеръ-фьорда, изборожденіе, несомнѣнно ледниковое, появляется преимущественно только на тѣхъ частяхъ исходящихъ мысовъ, которыя обращены къ верховью долины [252]), причемъ оно замѣтно исчезаетъ на стѣнахъ на нѣкоторой высотѣ. Но еще замѣтнѣе рѣдкость изборожденія, если подняться въ нагорье. Поднявшись на фьельды Traesfon и Solfon, образующіе плоскогорія въ 1200 до 1500 м. абсол. выс., изрѣзанныя глубокими долинами фьордовъ и покрытыя лишь небольшими возвышенностями въ 150 м. отн. выс., г. Сексъ уже не находилъ изборожденія, столь обычнаго во фьордахъ; если и попадались шрамы, то они были гораздо

---

[247]) Rütimeyer, Ueber Thal- und See-Bildung, p. 35.

[248]) A. Favre, въ Philos. Mag., v. 29, p. 211.

[249]) Desor, l. c., pp. 100—101.

[250]) Rütimeyer, l. c., p. 75.

[251]) Такъ думаетъ между прочимъ Ляйэлль, и этимъ объясняетъ рѣдкость изборожденныхъ валуновъ въ современныхъ моренахъ ледниковъ Роны, Цермата, Фишь и др., по сравненію съ ихъ обиліемъ въ моренѣ древняго ледника Роны у Золотурна (Древн. Челов., с. 290). Но это объясненіе едва-ли вѣрно, и явленіе гораздо проще объясняется здѣсь мѣстными условіями (съуженіемъ долины). Въ громадномъ большинствѣ древнихъ моренъ изборожденные камни составляютъ такое же меньшинство, какъ и въ упомянутыхъ современныхъ моренахъ.

[252]) См. подробное описаніе въ Sexe, Maerker efter en Istid i Omeg. af Hardangerfjord, l. c., p. 4.

рѣже и менѣе ясны. И г. Сексъ совершенно справедливо объясняетъ это отсутствіе изборожденія, какъ большею разрушенностью породъ, вслѣдствіе болѣе рѣзкихъ перемѣнъ температуры, такъ и тѣмъ, что изборожденіе должно было отсутствовать здѣсь и первоначально, вслѣдствіе болѣе слабаго дѣйствія ледниковъ. Также и Форбзъ, поднявшись на Доврефьельдъ, представляющій плоскогоріе въ 1000 — 1200 м. (3000 — 4000 ф.) абс. выс., у подошвы высокихъ поднятій Снёхаттана (Snöhattan), былъ пораженъ, не видя никакихъ слѣдовъ прежнихъ ледниковъ, кромѣ округлой формы горъ, тогда какъ эти слѣды такъ многочисленны въ береговой полосѣ, ближе къ уровню моря. Даже валуновъ, и то не было видно. Но обдумавши, что ледникъ долженъ былъ распространяться здѣсь по всему фьельду, и что онъ могъ двигаться лишь очень медленно и съ малымъ треніемъ, Форбзъ сейчасъ сообразилъ, что искать здѣсь изборожденія нечего, а надо искать его уже въ глубокихъ долинахъ, куда ледъ спускался по крутому скату. И дѣйствительно, спустившись по глубокой впадинѣ Вàрстúге (Varstige) до абс. высоты всего въ 280 м. (900 ф.), Форбзъ нашелъ превосходно развитые слѣды ледниковъ,—изборожденіе и пр.,—и именно въ такомъ мѣстѣ, гдѣ горная порода образуетъ громадный округлый выступъ, который долженъ былъ задерживать движеніе льда [253]). Наконецъ, я упомяну еще про любопытные примѣры, попадающіеся у Хичькока. Прослѣживая въ Массачусетсѣ долины, изборожденныя ледниками, онъ находилъ борозды въ изобиліи лишь тамъ, гдѣ ходъ льда стѣснялся ущельями; тамъ-же, гдѣ, выйдя изъ тѣснины, онъ могъ свободно распространяться по долинѣ, борозды тотчасъ-же становились чрезвычайно рѣдкими [254]).

Не плодя примѣровъ, которыхъ можно было бы привести

---

[253]) J. Forbes, Norway and its Glaciers. Edinburgh, 1853, pp. 24—28.

[254]) E. Hitchcock, Illustrations of Surface Geology, part III, pp. 135, 138, Smithsonian Contributions to Knowledge, vol, IX, 1856.

ИНСТИТУТ НАСЛЕДИЯ

очень много [255]), мы можемъ слѣдовательно признать несомнѣннымъ, что ледники далеко не повсемѣстно оставляютъ и оставляли по себѣ слѣды въ видѣ изборожденныхъ скалъ. Они оставляютъ ихъ *только тамъ, гдѣ встрѣчаютъ задержки движенію* [256]). Но, такъ какъ подобныя задержки встрѣчаются преимущественно въ долинахъ и вообще въ низкихъ мѣстахъ, и такъ какъ онѣ несравненно рѣже встрѣтятся въ сплошныхъ поднятіяхъ, на плоскогоріяхъ, на плоскихъ перевалахъ и на водораздѣлахъ, то мы à priori должны заключить, что въ такихъ мѣстахъ изборожденіе будетъ встрѣчаться еще рѣже, чѣмъ въ долинахъ, и вѣрнѣе будетъ даже *явленіемъ совершенно исключительнымъ*, а отнюдь не общераспространеннымъ. Что же касается до долинъ, то и въ нихъ оно будетъ встрѣчаться только мѣстами, преимущественно на поворотахъ, въ тѣснинахъ и въ порогахъ.

Но если изборожденіе и первоначально бываетъ не очень распространено, то по прошествіи громаднаго періода времени, отдѣляющаго насъ отъ ледниковаго періода, оно будетъ еще рѣже, такъ какъ далеко не вездѣ сохранится. Между тѣмъ, если очевидно, что въ альпійской горной странѣ [257]) изборож-

---

[255]) Въ Англіи можно между прочимъ указать хоть на замѣчанія г. Ранса о странѣ озеръ, гдѣ онъ характеризуетъ изборожденіе почти вышеприведенными словами Дезора. (C. Rance, On the Surface-Geology of the Lake-District, въ Geolog. Mag., VI, 1869, p. 490). Любопытно, что тоже замѣтилъ Пайеръ и въ Грёнландіи: «каннелюры и борозды, говоритъ онъ, *внезапно* появляются тамъ, гдѣ пластическая масса была стиснута и задержана, т.-е. тамъ, гдѣ она на короткихъ протяженіяхъ должна была идти въ гору» (Payer, въ Die zweite Deutsche Nordpolarf., 405).

[256]) О томъ, какъ слабо дѣйствуютъ ледники даже тамъ, гдѣ они бороздятъ породу, даетъ нѣкоторое понятіе перекрестное изборожденіе. Мы видимъ здѣсь, что ледникъ иногда измѣняетъ дважды свое направленіе,—что очевидно должно было сопровождаться громаднымъ періодомъ времени, — и за все это время онъ такъ слабо разрушаетъ породу, что не успѣваетъ стереть ранѣе-проведенныхъ бороздъ.

[257]) Я держусь терминологіи Риттера: всякое обширное поднятіе почвы свыше 600—900 м. (2—3000 ф.) называю *нагорьемъ*. Если это нагорье представляетъ сѣть горныхъ цѣпей, пиковъ и глубокихъ долинъ, то я называю его *альпійскою горною страною*, или просто *горною страною*. Если всѣ долины нагорья лежатъ

деніе должно сосредоточиваться преимущественно въ долинахъ, то также несомнѣнно и то, что въ долинахъ оно менѣе всего имѣетъ вѣроятности сохраниться,—тѣмъ болѣе, что и въ самихъ этихъ ложбинахъ оно преимущественно происходитъ въ такихъ мѣстахъ, которыя болѣе всего подлежатъ разрушенію, — каковы пороги, ущелья и выдающіеся мысы. Это обстоятельство, что *въ горныхъ странахъ изборожденіе происходитъ именно въ тѣхъ мѣстахъ, которыя всего болѣе подлежатъ разрушенію,* чрезвычайно важно, и его слѣдуетъ всегда имѣть въ виду при оцѣнкѣ вѣроятностей нахожденія ледниковыхъ штрамовъ.

Есть еще одно обстоятельство, довольно важное въ данномъ случаѣ. Извѣстно, что Рютимейеръ, въ своемъ превосходномъ изслѣдованіи объ образованіи долинъ, обратилъ вниманіе на то, что есть *старыя* и *молодыя* долины, — сформировавшіяся и формирующіяся. Старыя уже приняли форму, наиболѣе устойчивую при данныхъ условіяхъ: выступы, или мысы горъ, заставлявшіе рѣку изгибаться, нерѣдко подъ самыми острыми углами, уже сглажены; пороги достаточно размыты; обломки горныхъ породъ сыплются со склоновъ горъ уже въ такомъ количествѣ, что рѣка имѣетъ возможность справляться съ ними и уносить ихъ постепенно; дальнѣйшее размываніе и углубленіе идетъ уже весьма медленно. Но есть молодыя долины, гдѣ этихъ условій еще не наступило, гдѣ мысы размываются съ каждымъ годомъ, гдѣ русло горной рѣчки постоянно углубляется и выравнивается, и гдѣ долина только еще образуется: послѣ каждой весенней растепели она еще мѣняетъ свой видъ [258]). Характеризуются такія долины, по Рютимейеру, страшными нагроможденіями осыпей и обломковъ породъ и крайнею неравномѣрностью паденія рѣки. Но къ этому типу очевидно принадлежитъ громаднѣйшее боль-

---

на высокомъ уровнѣ, и различія высотъ между водораздѣлами и долинами не велики на малыхъ разстояніяхъ, то я зову такое нагорье *сплошнымъ поднятіемъ* или *плоскогоріемъ*. Сплошныя-же поднятія или плоскогорія ниже 300 м. (1000 ф.) зову *плоскими возвышенностями*.

[258]) Rütimeyer, Thal- und See-Bildung, pp. 37, 41 etc.

шинство горныхъ долинъ, или «падей» Восточной Сибири — по крайней мѣрѣ громаднѣйшее большинство извѣстныхъ мнѣ лично, — а также, судя по описаніямъ, большая часть долинъ въ Скалистыхъ Горахъ Сѣв. Америки. И тѣ и другія именно поражаютъ этимъ обиліемъ осыпей, которое прежде приписывалось всегда климатическимъ условіямъ, но, по Рютимейеру, есть принадлежность всѣхъ климатовъ, если только рѣка еще не настолько выровняла свое русло, чтобы ежегодно уносить годовую прибыль сыплющихся обломковъ [259]). Ясно, однако, что въ такихъ молодыхъ долинахъ изборожденіе можетъ сохраниться лишь въ совершенно исключительныхъ точкахъ, и что найти эти точки будетъ крайне трудно, безъ какихъ-нибудь грандіозныхъ, промышленныхъ раскопокъ. Мы имѣемъ здѣсь, слѣдовательно, одну изъ вѣроятныхъ причинъ почти полнѣйшаго отсутствія изборожденія въ горныхъ странахъ Сибири и въ Скалистыхъ горахъ, тогда какъ и тутъ и тамъ найдены другіе несомнѣнные слѣды ледниковъ.

Тѣ рѣдкія мѣста, которыя въ горныхъ странахъ будутъ изборождены на высокихъ точкахъ, также имѣютъ мало вѣроятности сохраниться, такъ какъ нѣтъ сомнѣнія, что высшія точки, вообще мало покрытыя наносомъ и легко лишаемыя его,

---

[259]) Рождается конечно вопросъ, почему однѣ долины опережаютъ другія въ своемъ развитіи, и почему такая неравномѣрность прогресса могла бы явиться для цѣлыхъ горныхъ странъ? Рютимейеръ указалъ нѣсколько такихъ условій для различныхъ долинъ одной и той же горной страны. Что же касается до разныхъ горныхъ странъ, то, не касаясь общихъ, вообще гадательныхъ причинъ,—каковы, напр., колебанія высоты надъ уровнемъ моря,—я укажу на обиліе въ горной странѣ параллельныхъ цѣпей, какъ на условіе несомнѣнно замедляющее, и въ громадной мѣрѣ, выработку долинъ. Рѣка, пробивающаяся черезъ много параллельныхъ хребтовъ, очевидно отстанетъ въ своемъ развитіи отъ рѣки, которая, пробивши нѣсколько цѣпей, скоро выходитъ на равнины, или въ низменности (пусть читатель вспомнитъ, какъ совершается этотъ процессъ прорѣзанія горныхъ хребтовъ: образованіе озеръ въ продольныхъ долинахъ, поочередное размываніе пороговъ, многократно вновь начинающееся, и т. д.). Но именно Восточно-Сибирскія и вообще азіятскія горныя страны, а также Скалистыя Горы въ Америкѣ, и отличаются такимъ обиліемъ параллельныхъ хребтовъ. Не менѣе существенное вліяніе должно оказывать присутствіе большихъ плоскогорій и вообще массивныхъ поднятій.

подлежатъ очень сильному атмосферному разрушенію, которое идетъ чрезвычайно быстро въ сѣверныхъ странахъ, а особенно въ горныхъ цѣпяхъ, мало покрывающихся снѣгомъ, какъ напр. цѣпи Средней Азіи. И то, что́ справедливо для горныхъ вершинъ, справедливо еще въ бо́льшей мѣрѣ для плоскогорій, гдѣ и изборожденіе не бываетъ сильно, и гдѣ, вслѣдствіе еще болѣе крайняго климата [260]), породы разрушаются еще быстрѣе, чѣмъ на вершинахъ отдѣльныхъ горъ въ горныхъ странахъ. Примѣры разрушенности породъ на горныхъ вершинахъ и плоскогоріяхъ,—если они еще нужны,—можно найти въ указаніяхъ всѣхъ сѣверныхъ путешественниковъ, начиная со шпицбергенскихъ, гдѣ шведская экспедиція была поражена разрушенностью породъ на поверхности горъ [261]), на Новой Землѣ [262]), въ Грёнландіи [263]), на Сѣверѣ Европейской Россіи, повсемѣстно въ Сибири, въ Норвегіи [264]), въ Швеціи, въ Сѣв. Америкѣ [265]) и т. д.

Наконецъ, если вспомнить то, что́ сказано выше о той формѣ, въ которой мы теперь находимъ бо́льшею частью отполированныя поверхности, если вспомнить также разрушительное дѣйствіе моховыхъ и ягелевыхъ покрововъ, а также нѣкоторыхъ наносовъ, легко пропускающихъ воду, то легко представить себѣ, какъ мало-вѣроятно будетъ нахожденіе сохранившихся слѣдовъ изборожденія въ высокихъ мѣстахъ.

Все вышесказанное вполнѣ подтверждается наблюденіями. Мало того, обращеніе къ наблюденіямъ дастъ намъ возмож-

---

260) Достаточно сравнить умѣренный климатъ горныхъ вершинъ въ Альпахъ и Алиберовскаго гольца въ Вост. Сибири съ крайнимъ климатомъ Тибетскаго и Восточно-Азіятскаго верхняго плоскогорья (напр. въ Ургѣ).

261) R. Chydenius, Svenska Expeditionen till Spetsbergen, pp. 83, 106, 185 etc.

262) Свенске, Heuglin и др.

263) Rink, Kane, Zweite Deutsche Nordpolarfahrt и др.

264) Forbes, l. c., 26; Sexe, 21.

265) Newberry, Railr. Surv., VI; Hitchcock, Surface Geology; Dana, King и др.

ность еще нѣсколько разъяснить, почему изборожденіе, столь обильное въ нѣкоторыхъ мѣстахъ, такъ исключительно въ другихъ.

Въ первой части этой книги я уже имѣлъ случай говорить о томъ, какъ замѣчательно отсутствуютъ всякіе признаки бороздъ въ нѣкоторыхъ, выше-лежащихъ частяхъ Финляндіи. Особенно замѣтно было это полнѣйшее отсутствіе изборожденія въ небольшой горной цѣпи, пересѣченной мною передъ Каяною (IX глава), а также на переѣздахъ черезъ южную окраинную гряду озёрной Финляндіи (I глава), черезъ меридіональную гряду у С.-Михеля (XI глава) и вообще черезъ всѣ нѣсколько-выдающіяся гряды. Тамъ же я имѣлъ случай упоминать, какъ различна въ этомъ отношеніи береговая полоса, и какъ сравнительно-часто находятъ въ ней изборожденныя скалы, причемъ указывалъ, что въ этомъ отношеніи одинаковы, какъ береговая полоса моря, такъ и берега озёръ средней Финляндіи. Какъ по прибрежіямъ Финскаго залива, такъ и по берегамъ озёръ, прежде достигавшихъ высшихъ уровней, мы вездѣ находимъ округленныя маковки, съ которыхъ смытъ наносъ, и на нихъ часто встрѣчаемъ ледниковые шрамы, между-тѣмъ какъ въ болѣе высокихъ частяхъ страны все скрыто подъ моховыми покровами и лѣсами, а немногія выдающіяся скалы представляютъ уже шероховатыя, или совершенно разрушенныя поверхности, окончательно лишенныя изборожденія. И всякіе слѣды ледниковъ (кромѣ наноса) въ этихъ возвышенныхъ мѣстахъ такъ рѣдки, что я положительно убѣжденъ въ томъ, что если-бы геологамъ не была извѣстна береговая полоса Финляндіи, а знакомы были однѣ гористыя мѣстности, то они навѣрно также отрицали-бы здѣсь ледниковое покрытіе, какъ отрицаютъ его теперь для многихъ странъ, въ родѣ горныхъ цѣпей средней Германіи или Восточной Сибири.

Такое же наблюденіе сдѣлалъ въ тридцатыхъ годахъ уже Бётлинкъ. Дилувіальные шрамы, говоритъ онъ, которые были такъ изобильны на всемъ пути вдоль восточнаго берега Ботни-

ческаго залива,—далѣе къ Сѣверу, на переѣздѣ черезъ Мàнсельку, становятся уже чрезвычайно рѣдки. Они попадаются еще въ грядѣ Кивало (южнѣе озера Кеми), на высотѣ 210 м. (700 ф.) надъ рѣкою Кеми и близъ береговъ Кеми-трэска, но далѣе они совершенно исчезаютъ. На всемъ переѣздѣ отъ этого озера до р. Туломы (болѣе 350 верстъ по прямому направленію), вовсе не видно шрамовъ, хотя скалы повсемѣстно выглажены и округлены. Но затѣмъ, въ двадцати верстахъ отъ Колы и далѣе къ берегу моря, «выглаженныя и полированныя маковки повсемѣстны, и дилувіальные шрамы появляются съ тою замѣчательною ясностью, которую мы видѣли въ Финляндіи по берегамъ Балтійскаго моря». Направляются борозды у Колы, какъ извѣстно, съ юго-запада. При этомъ, замѣчаетъ Бётлинкъ, слѣды дилувіальныхъ дѣйствій видны не только на береговыхъ скалахъ, но и на утёсахъ въ 300 м. (1000 ф.) высоты, хотя на этихъ послѣднихъ шрамы уже бóльшею частію стёрты вывѣтриваніемъ. Причину этого факта Бётлинкъ справедливо видитъ въ томъ, что ниже-лежащія части страны были предохранены отъ вывѣтриванія погруженіемъ въ море [266]).—Наконецъ, здѣсь-же кстати будетъ напомнить, что членъ французской экспедиціи, Роберъ, точно также вовсе не находилъ шрамовъ при переѣздѣ черезъ Чёленъ, что̀ заставило его даже усомниться вообще въ распространенности этого явленія.

Впрочемъ, нужно сдѣлать еще одну необходимую оговорку. Дѣло въ томъ, что собственно *изборожденіе* вовсе не такъ распространено даже и въ береговой полосѣ, какъ это можно было-бы думать, читая описанія. Дѣйствительно, возьмемъ хоть окрестности Выборга. Несмотря на то, что большой Выборгскій заливъ весь усыпанъ округленными гранитными буграми,—изборожденіе извѣстно здѣсь пока только въ одномъ мѣстѣ, и

---

[266]) W. Boethlingk, Bericht einer Reise durch Finnland und Lappland, въ Bulletin Scientifique de l'Acad. des Sc. de St.-Pétersbourg, tome 7, 1840, pp. 125, 193.

то весьма неясное. Это—въ области раппакиви; но тоже и въ другихъ областяхъ. Напримѣръ, превосходно сохраняющій полировку темно-сѣрый гнейсъ у Нишлота, несмотря на безчисленное количество образуемыхъ имъ округленныхъ бугровъ и бараньихъ лбовъ, такъ же рѣдко оказывается изборожденнымъ, какъ и раппакиви у Выборга. И такихъ примѣровъ изъ Финляндіи можно было-бы привесть еще нѣсколько. Тоже самое видимъ мы и въ Швеціи, въ окрестностяхъ Стокгольма. Мы имѣемъ здѣсь безчисленное множество бараньихъ лбовъ въ видѣ шхеръ, но изборожденіе встрѣчается едва-ли на одномъ бугрѣ изъ десяти, а можетъ быть даже изъ ста. Дѣло въ томъ, что въ описаніяхъ не дѣлается строгаго различія между округленными и отшлифованными скалами, на которыхъ не сохранилось никакого изборожденія, и тѣми, на которыхъ уцѣлѣли ледниковые шрамы.

Кромѣ Финляндіи, можно привести еще очень много примѣровъ отсутствія или чрезвычайной рѣдкости изборожденія въ такихъ странахъ, гдѣ есть однако несомнѣнныя доказательства того, что онѣ были покрыты ледниками (каковы напримѣръ изборожденіе-же, изрѣдка находимое послѣ долгихъ поисковъ, бараньи лбы, морены и т. д.).

Прежде всего насъ поражаетъ рѣдкость изборожденія въ Грёнландіи, у подошвы теперешнихъ ледяныхъ покрововъ. Хотя эти покровы несомнѣнно имѣли недавно гораздо бо́льшее распространеніе и покрывали даже неразрывнымъ слоемъ береговые острова, и хотя они оставили слои слѣды повсемѣстно, въ видѣ округленныхъ гнейсовыхъ холмовъ и валуновъ, но на этихъ холмахъ изборожденіе чрезвычайно рѣдко, какъ это замѣчаетъ г. А. Норденшильдъ. Онъ прибавляетъ къ этому и объясненіе факта, именно чрезвычайно быстрое истребленіе бороздъ лишаями [267]), — явленіе, замѣченное вездѣ на

[267]) A. Nordenskjöld, Redog. för en Exped. till Grönland år 1870, въ Öfv. K. Vet. Ak. Förhandl., v. 27, 1870, p. 1006. Полный переводъ этой весьма любопытной статьи см. въ Geological Magazine, v. 9, 1872, p. 289 sq.—Эти наблюденія подтверждаетъ также г. Лаубе, посѣтившій юго-восточную Грёнландію послѣ

Сѣверѣ. Дѣйствительно, лишаи въ нѣсколько лѣтъ истребляютъ всякіе слѣды полировки и изборожденія; тамъ же, гдѣ скала не можетъ покрываться ими, если по временамъ она бываетъ подъ водою (напр. во время прилива, или при плескѣ волнъ, или наконецъ во время весенняго половодья), тамъ шрамы сохраняются хорошо, даже на обнаженныхъ скалахъ. Тоже видно и изъ наблюденій второй Германской экспедиціи на восточномъ берегу Грёнландіи. Изборожденіе обилуетъ только въ береговой полосѣ, до высоты около 60 м. Выше же, хотя члены экспедиціи много лазили по горамъ, они почти вовсе не встрѣчали бороздъ: утёсы шероховаты и истресканы, и на высотахъ около 200 м. борозды попадались уже только спорадически [268]).

О рѣдкости изборожденія на высокихъ плоскогоріяхъ Норвегіи и о разрушенности породъ на этихъ плоскогоріяхъ я упоминалъ уже выше. Таже рѣдкость изборожденія замѣчалась повсемѣстно и въ Швеціи, съ переходомъ изъ низменной полосы въ болѣе высокія части страны. Указывая на этотъ фактъ, г. Хольмстрёмъ высказалъ въ видѣ догадки весьма удовлетворительное его объясненіе, вполнѣ приложимое и къ другимъ подобнымъ же случаямъ [269]). Извѣстно, что подъ водою полировка и изборожденіе скалъ сохраняются превосходно: это доказано многократными наблюденіями; между тѣмъ какъ на воздухѣ обнаженные бугры вывѣтриваются чрезвычайно легко. Поэтому, если страна была покрыта моремъ до нѣкоторой высоты, то изборожденные бугры, непокрытые наносомъ, тѣмъ долѣе оставались въ благопріятныхъ условіяхъ

крушенія „Ганзы“ (герм. эксп.). Его также поразило отсутствіе изборожденія, и онъ также объясняетъ его разрушительнымъ вліяніемъ атмосферы и растительности. Во фьордахъ же, во время отлива, иногда видны превосходно отполированныя, лоснящіяся изборожденныя скалы. Вода, не давая образоваться лишаямъ, сохраняетъ борозды. Dr. Laube, въ Sitzb. d. K. K. Ak. d. Wiss. in Wien, Bd. 68. 1873, Juni.

[268]) Zweite Deutsche Nordpolarfahrt.

[269]) L. Holmström, Iakttagelser öfver istiden i Södra Sverige, въ Lunds Universitets årskrift. Lund 1867, p. 18.

для сохраненія бороздъ, чѣмъ ниже они лежатъ въ покрывавшейся водою зонѣ (тоже относится и до прибрежій озеръ). Такое объясненіе г. Хольмстрёмъ подтверждаетъ тѣмъ фактомъ, что борозды, лежащія на 0,3—0,6 м. (1—2 ф.) надъ уровнемъ моря, сохранились гораздо лучше, чѣмъ борозды, лежащія немногимъ выше, напр. на высотѣ 2—4 м. (6—12 ф.), тогда какъ и тѣ и другія одинаково защищены прибоемъ отъ заростанія ягелями, и одинаково чисты отъ этой по́росли [270]). Справедливость этого объясненія подтверждается, какъ видно и изъ сообщенныхъ выше фактовъ, цѣлою массою наблюденій, которыхъ можно было бы привести еще вдесятеро болѣе; а во время разъѣздовъ по Финляндіи меня такъ постоянно поражало обиліе шрамовъ по берегамъ озеръ и отсутствіе ихъ на водораздѣлахъ, что я тогда-же, не будучи еще знакомъ съ литературою предмета, рѣшился высказать, что *покрытіе скалъ водою и новѣйшее размываніе наноса суть необходимыя условія для того, чтобы можно было наблюдать сколько-нибудь распространенное изборожденіе.* Теперь я съ тѣмъ большею увѣренностью могу сказать, что это обобщеніе вполнѣ соотвѣтствуетъ дѣйствительности.

Много зависитъ также степень сохраненія бороздъ отъ наносовъ, покрывающихъ скалы, но эта зависимость еще мало изслѣдована. Такъ, напр., г. Хольмстрёмъ замѣчалъ, что изборожденіе въ Сконіи вообще лучше сохранилось въ мѣстностяхъ распространенія ледниковаго щебня; тамъ же, гдѣ скалы покрыты скважистымъ галечникомъ, оно совершенно исчезло [271]). Также въ окрестностяхъ Упсалы,—слѣдовательно въ низменной полосѣ, гдѣ, говоря вообще, изборожденіе сохранилось наилучшимъ образомъ,—оно однако отсутствуетъ въ тѣхъ случаяхъ, когда возвышенности поросли лѣсомъ, и особенно если

---

[270]) Вообще, въ названной работѣ Хольмстрёма можно найти довольно много указаній на то, какъ неравномѣрно распредѣлено изборожденіе въ южной Швеціи, и какъ, слѣдовательно, далеко не повсемѣстно это явленіе.

[271]) Id., p. 18.

онѣ покрыты толщами мха. Съ выходомъ же на безлѣсныя равнины, изборожденіе сейчасъ появляется снова [272]).

Переходя въ другую область, также несомнѣнно покрывавшуюся льдомъ, именно въ Альпы, мы замѣчаемъ, что хотя здѣсь можно найти какіе-нибудь слѣды ледниковъ почти во всѣхъ долинахъ, но что есть очень много мѣстъ, гдѣ изборожденіе окончательно исчезло; уцѣлѣли только бараньи лбы или ледниковые наносы; такъ напр., въ области Flysch'a и сланца (Bündner-Schiefer) исчезли всякіе слѣды полировки и изборожденія, говоритъ Дезоръ [273]). Только послѣ долгихъ поисковъ были наконецъ найдены кое-гдѣ мѣста, гдѣ ледниковая полировка хорошо сохранилась, благодаря покрову изъ наноса, плотно сцементованнаго известью [274]). Далѣе, сѣверная известковистая зона Альпъ, по Симони, обилуетъ доказательствами распространенія ледниковъ: всюду видны морены и моренный щебень съ громадными валунами. «Но гораздо рѣже попадаются полированныя скалы (Gletscherschliffe) несомнѣннаго характера, — вообще такъ рѣдко, что тотъ, кто считаетъ несомнѣнными признаками ледниковъ только такія скалы, легко могъ бы усомниться въ томъ, что они нѣкогда покрывали эти мѣста.... Кое-гдѣ только, благодаря счастливому случаю, *при срытіи древнихъ моренъ* (для дорогъ), обнажаются великолѣпно отполированныя и изборожденныя части скалъ». Впрочемъ, очень недавно такихъ мѣстъ было извѣстно всего три, но въ одномъ изъ нихъ, *въ теченіе 25-ти лѣтъ*, полировка и изборожденіе уже успѣли совершенно исчезнуть [275]).

---

[272]) Sveriges Geologiska Undersökning, № 31, p. 10.

[273]) Desor, l. c., p. 102.

[274]) Id., примѣчаніе нѣмецкаго переводчика.—Судя по словамъ Ляйэлля, надо думать, что изборожденіе въ Альпахъ вообще не слишкомъ изобильно. Онъ говоритъ: „ледниковыя дѣйствія нынѣшнихъ ледниковъ хотя и сходны по характеру съ прежними, но производятся въ такой ничтожной степени, что съ перваго взгляда не мало разочаровываютъ шведскихъ, шотландскихъ, валлійскихъ и сѣверо-американскихъ геологовъ". (Древ. челов., 290).

[275]) Prof. Simony, Gletscherschliffe im oberen Traunthale, въ Verhandl. d. K. K. Geolog. Reichsanstalt, 1869, pp. 297, 298.

У Зигмарингена на Дунаѣ издавна находили уже (Zittel и Vogelsang) нѣкоторые признаки ледниковъ, но прочіе геологи упорно отрицали распространеніе ледниковъ до этого мѣста, такъ какъ здѣсь совершенно не находятъ изборожденныхъ скалъ. Наконецъ въ 1872 году Квенштедтъ нашелъ превосходно-изборожденный щебень и совершенно несомнѣнныя морены, и доказалъ неоспоримо, что ледники переходили здѣсь за Дунай [276]). Между тѣмъ, изборожденныхъ скалъ здѣсь до сихъ поръ не найдено.—Наконецъ, о рѣдкости изборожденія въ Шварцвальдѣ, гдѣ все-же изрѣдка попадаются и ледниковые шрамы, можно найти замѣчанія у Ремсэя [277]).

Случаевъ отсутствія или рѣдкости изборожденія въ отдѣльныхъ мѣстностяхъ Великобританіи, причемъ ледниковые шрамы были найдены лишь послѣ болѣе тщательныхъ поисковъ, можно бы привести довольно много; но такъ какъ читатель легко можетъ самъ отыскать эти примѣры, то я предпочитаю перейти въ другія, менѣе извѣстныя части свѣта, гдѣ мы также находимъ многочисленные случаи того, что мѣстности, нѣкогда покрытыя ледниками, въ настоящее время утратили всякіе признаки изборожденія.

Одинъ изъ наиболѣе поразительныхъ примѣровъ представляетъ Сѣверо-Восточная Азія. Хотя я глубоко убѣжденъ, что все высокое плоскогоріе этой страны, съ его окраинными хребтами, было покрыто льдомъ [278]), но я ограничусь только ссылкою на ту горную страну, которая распространяется между Витимомъ, Леною и Олёкмою. Здѣсь, въ верхнихъ частяхъ рѣчекъ Хомолхо и Ныгри (системы рѣки Олёкмы),

---

[276]) Leonhard's Jahrbuch, 1872, II Heft, p. 202.

[277]) A. Ramsay, On the Glacial Origin of certain Lakes in Switzerland, the Black Forest, Great Britain, Sweden, North America and elsewhere, въ Quart. Journ. Geol. Soc., vol. 18, 1862, p. 186 sq.

[278]) См. Записки Геогр. Общества по Общей Геогр., т. III, гдѣ вопросъ разсмотрѣнъ подробно.—Я не ссылаюсь также на несомнѣнные слѣды ледниковъ въ Тянь-шанѣ, указанные г. Сѣверцевымъ (Записки, т. I), такъ какъ здѣсь также могутъ быть высказаны сомнѣнія, ибо не найдено по крайней мѣрѣ изборожденныхъ валуновъ.

въ обширныхъ выемкамъ двухъ пріисковъ я имѣлъ случай наблюдать, что золотоносный нанось состоитъ въ значительной мѣрѣ изъ ледниковаго ила, со множествомъ изборожденныхъ и превосходно отшлифованныхъ по одной плоскости валуновъ, какъ мѣстныхъ, такъ и принесенныхъ черезъ высокія горныя цѣпи, изъ мѣстъ, не принадлежащихъ теперь къ бассейну этихъ рѣчекъ; причемъ изборожденные валуны мѣстами такъ обильны, какъ это бываетъ только при особо благопріятныхъ условіяхъ въ поддонныхъ моренахъ. Такъ какъ о переносѣ этихъ валуновъ какимъ-нибудь инымъ путемъ, кромѣ ледниковъ, здѣсь не можетъ быть и рѣчи, то мы имѣемъ, слѣдовательно, несомнѣнное доказательство того, что по разсматриваемымъ долинамъ двигались массы льда, спускавшіяся до высоты 670—760 м. (2200—2500 ф.). Между тѣмъ, ни въ долинахъ этихъ рѣчекъ, ни во всей обширной горной странѣ, гдѣ онѣ берутъ начало, и гдѣ значительныя пространства подняты до высоты 1400 м. (4500 ф.), а отдѣльныя вершины доходятъ до 1700 м. (5600 ф.), (странѣ, которая слѣдовательно тоже должна была покрываться ледниками, такъ какъ означенныя рѣчки берутъ начало изъ второстепеннаго хребта) нигдѣ, ни на гранитахъ, ни на сланцахъ, на протяженіи болѣе 300 верстъ, я не могъ открыть ни одного квадратнаго фута отполированной и изборожденной скалы, несмотря на то, что *искалъ* шрамовъ. Ихъ не находили также и мѣстные изслѣдователи, изъ которыхъ г. Базилевскій исходилъ громаднѣйшія пространства и при этомъ хорошо знакомъ съ альпійскими ледниками. Все, что́ можно сказать про это нагорье,—это только то, что общій видъ, общій *habitus* его горъ именно такой, какой бываетъ у горъ, нѣкогда покрывавшихся льдомъ. Такимъ образомъ мы находимъ здѣсь полное *отсутствіе* изборожденія, рядомъ съ *безспорными* признаками ледниковъ.—Тоже видимъ мы и въ Гималаяхъ. Гукеръ уже въ 1840-хъ годахъ описалъ обширныя морены долины Янгма и др. и заключилъ по нимъ, что эта горная страна была

покрыта обширною системою ледниковъ; но изборожденія онъ не находилъ, и потому, какъ ни вѣроятенъ былъ такой выводъ относительно этой высокой цѣпи, фактъ оставался сомнительнымъ, пока не были вновь сдѣланы изслѣдованія г. Годвина-Аустена [279]), который доказалъ уже несомнѣнно существованіе ледниковъ, и, въ числѣ прочихъ признаковъ, нашелъ, сколько помнится, и шрамы.

Еще болѣе убѣдительные примѣры рѣдкости изборожденія представляетъ намъ Сѣверная Америка, гдѣ геологи уже много лѣтъ старательно изучаютъ слѣды ледниковаго періода, и гдѣ мы находимъ одну изъ лучшихъ литературъ по этому предмету. Изслѣдуя наносы, они находятъ теперь повсемѣстно несомнѣнные слѣды *ледниковъ*, — отнюдь не плавающихъ льдинъ, — но есть очень много мѣстностей, гдѣ изборожденныя поверхности были найдены только послѣ очень долгихъ поисковъ. Такъ, напримѣръ, относительно Скалистыхъ Горъ до самаго послѣдняго времени утверждалось, что онѣ никогда не покрывались льдомъ, и этотъ примѣръ приводился даже какъ доказательство того, что ледниковый періодъ былъ далеко не повсемѣстенъ въ Сѣверномъ полушаріи. Между тѣмъ, послѣднія изслѣдованія, сдѣланныя во время экспедиціи Кинга, открыли наконецъ и здѣсь обширные слѣды ледниковъ; но изборожденіе здѣсь *очень* рѣдко [280]). Точно также, и относительно западныхъ береговыхъ хребтовъ (Cascade Range и Sierra Nevada), за нѣсколько лѣтъ до изслѣдованій, сдѣланныхъ для проложенія дороги въ Тихому Океану, считалось

---

[279]) British Assoc. Reports, 1862. См. также позднѣйшія изслѣдованія г. Дрью.

[280]) C. King, Discov. of Actual Glaciers on the Mountains of the Pacific Slope. American Journal, March 1871. Ср. также C. Parry. On the Character of the persistent Snow-Accumulations in the Rocky Mountains, Lat. 40°—41° N., въ Transac. of the Acad. of Science of St. Louis, vol. II, 1861—68. St. Louis, 1868, p. 535. — Чтобы показать, какъ велико сходство между характеромъ и разрушенностью горъ въ Восточной Сибири и въ Скалистыхъ Горахъ, я не могу лучше сдѣлать, какъ сослаться на описаніе Парри и предложить сравнить его съ описаніями Восточно-Сибирскихъ горныхъ странъ, напримѣръ Эрмана (Reise), или Меглицкаго (Verh. d. Min. Ges., 1856).

совершенно несомнѣннымъ, что въ нихъ нѣтъ никакихъ слѣдовъ изборожденія. Эти хребты пересѣкали въ нѣсколькихъ мѣстахъ, и бороздъ не находили. Между тѣмъ Ньюберри, участникъ желѣзно-дорожной экспедиціи, нашелъ въ нѣкоторыхъ долинахъ очень хорошо развитое изборожденіе, спускавшееся отъ вершинъ цѣпи (3350 м. = 11000 ф.) до высоты въ 1360 м. (4460 ф.) надъ уровнемъ моря; и, хотя онъ далеко не принадлежитъ къ безусловнымъ сторонникамъ ледниковаго періода, но долженъ былъ придти къ заключенію, что отдѣльные ледники спускались еще гораздо ниже, заполняя каньоны, и что трудно сомнѣваться въ томъ, что вся поверхность главной цѣпи была покрыта не отдѣльными ледяными потоками, а непрерывнымъ покровомъ, который на западѣ достигалъ до подошвы ближайшей нижней гряды горъ, и что склоны и вершины второстепенныхъ пиковъ второй цѣпи, лежащіе гораздо выше точекъ, до которыхъ прослѣжены ледниковые жолоба и борозды, были также покрыты мощными шапками льда [281]). Но уже то самое, что изслѣдователи, вообще внимательные, могли прежде не замѣчать изборожденія, есть лучшее доказательство его сравнительной рѣдкости, и того, какъ ошибочно переносить въ горныя страны представленія, почерпнутыя изъ низменностей и низкихъ возвышенностей Швеціи, Англіи, или восточныхъ береговъ Сѣверной Америки. Но этимъ недостаткомъ грѣшатъ безусловно всѣ геологи, писавшіе о ледниковомъ періодѣ, игнорируя даже самые подобные факты (обнародованные въ 1857 году) и ихъ значеніе. — Наконецъ, тоже относится и до хребтовъ Уахзачъ (Wahsach) и Оквирахъ (Oquirah), ограничивающихъ Утахское плоскогоріе, гдѣ Силлиманъ нашелъ великолѣпную конечную морену поперегъ каньона, откуда течетъ р. Іорданъ, но не нашелъ ни-

---

281) J. Newberry, Report upon the Geology of the Route, въ H. Abbot's Report upon Explorations for a Railroad from the Sacramento Valley to the Columbia R., Part II, Geology. Pacific Railroad Surveys, vol. 6, Washington, 1857, p. 42. — Тоже въ отчетѣ Hayden'a: Sierra Nevada.

какихъ слѣдовъ изборожденія [282]).—Въ восточныхъ штатахъ, шрамы конечно несравненно обильнѣе, но и здѣсь они отсутствуютъ въ высокихъ мѣстахъ; такъ, на горѣ Катахдинѣ, въ штатѣ Мэнъ (Maine), на высотѣ около 2400 м. (8000 ф.), найдены несомнѣнные слѣды распространенія ледниковъ,—въ разносѣ валуновъ, нагроможденныхъ скалахъ и т. п.,—но ни Ласки (Laski), ни Хичькокъ (Hitchcock), не нашли здѣсь никакихъ слѣдовъ шрамовъ, и они приписываютъ это обстоятельство тому, что вершины горъ совершенно лишены всякаго покрова изъ наносовъ [283]).—Въ окрестностяхъ-же Нью-Хэвена, которыя очень хорошо изслѣдованы, и гдѣ встрѣчается множество бараньихъ лбовъ, несомнѣнно-ледниковые наносы и т. д., и т. д., изборожденіе вообще довольно рѣдко [284]); а о штатѣ Массачусетсъ я упоминалъ уже выше.

Итакъ, мы видимъ [285]), что изборожденіе не только чрезвычайно рѣдко на нѣкоторыхъ большихъ плоскогорьяхъ, несомнѣнно покрывавшихся льдомъ, какъ напр. въ Норвегіи, но что существуютъ цѣлыя весьма общирныя нагорья, гдѣ есть безспорные признаки ледниковаго покрытія и гдѣ до сихъ поръ либо вовсе не найдено бороздъ, либо отысканы онѣ лишь послѣ обширныхъ изслѣдованій (напр. въ Азіи, въ Сѣв. Америкѣ). Мы видимъ также, что изборожденіе далеко не повсемѣстно сопутствуетъ современнымъ ледникамъ, что оно проявляется только въ особенныхъ благопріятныхъ условіяхъ, и что могутъ существовать весьма большія поверхности, покры-

---

282) Amer. Jour., (III); vol. III, 1872, p. 197.

283) Laski, въ Amer. J., (III), vol. III, 1872.

284) J. Dana. Geology of the New-Haven Region, въ Trans. of the Connecticut Acad. of Sc., vol. II.

285) Этотъ списокъ можно было бы *значительно* увеличить, если бы спеціально ради этой цѣли перебрать ледниковую литературу, или привести въ примѣръ такія страны, гдѣ есть несомнѣнные признаки ледниковъ, но гдѣ ледниковое покрытіе еще не признано большинствомъ геологовъ. Таковы, напр., Севенскія горы, по наблюденіямъ Ш. Мартена, и центральная плоская возвышенность Франціи, по наблюденіямъ Колломба, нѣкоторыя горныя цѣпи средней Германіи, хребетъ Атласъ, по наблюденіямъ Гукера, и наконецъ Бразильское плоскогоріе, по наблюденіямъ Агассиса и Гарта, а также и Эшвега надъ наносами.

тыя льдомъ, но которыя вовсе не будутъ изборождены. Кромѣ того, мы убѣждаемся изъ вышеприведенныхъ наблюденій, что изборожденіе чрезвычайно легко исчезаетъ и съ тѣхъ немногихъ мѣстъ, гдѣ оно существовало ранѣе. Оно уцѣлѣваетъ преимущественно только въ такихъ мѣстахъ, *которыя сравнительно недавно вышли изъ подъ уровня моря или озеръ.* Таковы, напримѣръ, въ Европѣ, большая часть Великобританіи, низкія части Швеціи и береговая полоса Финляндіи (т.-е. большая часть того пространства, которое наиболѣе населено и которое только и изслѣдовано геологически). Таковы также долины Альпъ, которыя сравнительно недавно освободились отъ заполнявшихъ ихъ ледниковъ, или озеръ, занявшихъ долины послѣ таянія льда. Скалы же, остававшіяся непокрытыми водою или наносомъ, поростаютъ мхомъ и ягелями и совершенно утрачиваютъ ледниковую полировку и изборожденіе. Поэтому, въ мѣстахъ возвышенныхъ, повсемѣстно покрытыхъ толщами мха, и на горахъ, лишенныхъ наноса, мы можемъ надѣяться на открытіе изборожденныхъ скалъ лишь въ очень рѣдкихъ случаяхъ; въ странахъ, имѣющихъ такой характеръ, изборожденныя скалы будутъ найдены только случайно, послѣ тщательныхъ изслѣдованій, или послѣ расчистки наноса въ долинахъ, и то только — если этотъ наносъ обладаетъ достаточною непроницаемостью для воды. Если-же долины заполнены пористымъ наносомъ, если кромѣ того сама порода легко вывѣтривается, то и здѣсь изборожденіе будетъ найдено только послѣ очень долгихъ поисковъ, хотя бы страна была покрыта ледянымъ покровомъ цѣлыя сотни тысячъ лѣтъ.

Поэтому мы имѣемъ полное право сказать, — разсматривая въ одномъ обобщеніи, какъ горныя страны, такъ и низменности, — что изборожденіе есть весьма нераспространенный и трудно отыскиваемый признакъ ледниковаго періода; такъ что геологъ, желающій составить себѣ возможно точное понятіе о распространеніи въ былыя времена ледниковыхъ покрововъ, долженъ отказаться отъ мысли возстановить ихъ теперь по

одному изборожденію; онъ долженъ обратиться къ другимъ признакамъ, болѣе распространеннымъ. Такіе признаки существуютъ, и если они не настолько очевидны, чтобы по нимъ можно было дѣлать заключенія почти машинально, то они не менѣе убѣдительны и безспорны, если подвергнуты критической оцѣнкѣ. Въ слѣдующихъ главахъ мы и займемся разсмотрѣніемъ прочихъ слѣдовъ, оставляемыхъ ледниками.

Примѣчаніе къ стр. 436. Извлеченія изъ статьи г. Кролля объ астрономическихъ причинахъ ледниковыхъ періодовъ [286]) такъ часто попадались мнѣ въ разныхъ изданіяхъ, что подъ конецъ я былъ совершенно увѣренъ, что знакомъ съ этимъ изслѣдованіемъ въ подлинникѣ; поэтому, во время печатанія предыдущихъ листовъ я не зналъ, что г. Кролль въ этой же статьѣ касается и вопроса объ изборожденіи плавающими льдинами. Такъ какъ читателю вѣроятно любопытно будетъ знать заключенія по этому предмету лица, компетентнаго въ механикѣ, то я приведу здѣсь эти заключенія, которыя еще болѣе подтвердятъ сказанное выше, на стр. 436 и 437. Упомянувъ, что скорость движенія льдинъ, на которую такъ часто ссылаются, сравнивая её съ малою скоростью ледниковъ, можетъ имѣть значеніе только для разрушенія породы и передвиженія обломковъ, а отнюдь не для ея сглаживанія, г. Кролль замѣчаетъ, что и эта скорость существуетъ только до тѣхъ поръ, покуда льдина плаваетъ, а затѣмъ теряется очень скоро, когда льдина набѣжитъ на скалу, — если только развивается треніе, нужное для изборожденія. Затѣмъ онъ дѣлаетъ слѣдующее, весьма вѣрное замѣчаніе, которое относится къ упомянутому выше случаю надвиганія ледяной горы на предсуществующую пологую скалу. Такъ какъ при этихъ условіяхъ, говоритъ

---

[286]) J. Croll, On Geological Time, and the probable Date of the Glacial and the Upper Miocene Period, въ Philosophical Magazine, 1868, vol. 35, p. 363, и v. 36, pp. 141, 362.

онъ, сопротивленіе все сосредоточивается на нижней поверхности льдины, а точка приложенія силъ: инерціи и давленія теченія, лежитъ гораздо выше точки приложенія сопротивленія, то, встрѣтивъ скалу, ледяная гора неизбѣжно должна нагибаться впередъ, а въ нѣкоторыхъ случаяхъ (при кубической формѣ) должна даже опрокинуться. Такимъ образомъ инерція, вмѣсто того, чтобы расходоваться на преодолѣваніе тренія и изборожденіе, по всей вѣроятности вся израсходуется на приподниманіе ледяной горы и на вращеніе ея вокругъ передняго нижняго края, встрѣтившагося со скалою. Послѣ этого (особенно при некубической формѣ) льдина должна опять упасть въ прежнее положеніе, причемъ перейдетъ за положеніе равновѣсія въ противную сторону, и такимъ образомъ она должна будетъ нѣсколько разъ качаться, пока вся живая сила не израсходуется на треніе въ водѣ. Понятно, что при неизбѣжности такихъ качаній, если и произойдетъ нѣкоторое надвиганіе льдины на скалу, то движеніе будетъ такъ неправильно, что скорѣе сотретъ всякія борозды, чѣмъ произведетъ новыя, какъ это давно уже замѣтили Кутуи и Дана [287]).

Свои теоретическія соображенія г. Кролль подтверждаетъ слѣдующими наблюденіями, заимствованными изъ источника, которымъ я не имѣлъ случая пользоваться [288]). Г-нъ Кемпбелль, горячій защитникъ гипотезы ледяныхъ горъ, посѣтилъ въ 1864 году берега Лабрадора, спеціально съ цѣлью собрать доказательства въ пользу того, что явленія ледянаго періода суть результатъ плавающихъ льдинъ, а не ледниковъ; онъ въ очень многихъ мѣстахъ наблюдалъ берега, вѣроятно, — замѣчаетъ г. Кролль, — въ увѣренности, что они окажутся по-

[287]) Couthouy, Report on Icebergs, read before the Assoc. of Amer. Geologists, въ Silliman's American Journal, vol. 43, 1842, p. 163, цитируемый Кроллемъ, и Dana, Manual of Geology, 677. — Надвиганіе льдинъ на быки мостовъ какъ будто противорѣчитъ этому; но здѣсь мы имѣемъ тонкія пластины большихъ горизонтальныхъ размѣровъ, двигаемыя быстрымъ теченіемъ и нажимаемыя всею массою рѣчнаго льда, какъ объ этомъ говорилось уже выше. Статью Couthouy см. также въ Bibl. Univ. de Genève.

[288]) Campbell, A short American Tramp.

крыты новѣйшими бороздами; «но ни въ Бель-Ильскомъ проливѣ, который зимою весь набивается льдомъ, носящимся цѣлою массою взадъ и впередъ, ни во многихъ другихъ мѣстахъ вдоль всего берега Лабрадора, г. Кемпбелль не нашелъ бороздъ въ уровнѣ воды; скалы оказывались только сглаженными (pp. 68, 107, 72, 75). Изъ единственныхъ трехъ случаевъ, гдѣ борозды попались въ уровнѣ воды, два явно относятся къ древнѣйшему изборожденію [289]). А между тѣмъ, у этихъ береговъ зимній наносный ледъ составлялъ сплошной твердый плотъ изъ льдинъ и ледяныхъ горъ, болѣе чѣмъ на 150 миль (270 килом.), и мѣстами, можетъ быть, въ 3000 ф. (900 м.) толщины, который несется цѣликомъ, по опредѣленному направленію, изъ года въ годъ, съ тѣхъ поръ какъ открыта эта страна» (id., p. 85). Тоже отсутствіе новѣйшихъ бороздъ нашелъ, какъ извѣстно, и д-ръ Сётерлендъ [290]).

Затѣмъ, г. Кролль приводитъ весьма любопытныя наблюденія г. Кемпбелля надъ отсутствіемъ изборожденія по берегамъ р. Св. Лаврентія (id., pp. 239—241), и указываетъ на

---

[289]) Вотъ эти случаи, съ замѣчаніями г. Кролля: Гавань Муррей: — «Эта гавань была затёрта льдомъ 20 іюля. Ватерлинія изрыта (rubbed), а въ *нѣкоторыхъ* мѣстахъ изборождена» (Campbell, p. 69).

О-въ Пакъ: — «Ватерлинія въ одномъ узкомъ заливѣ была отполирована и изборождена въ направленіи его длины, съ NNW. Это — повидимому новѣйшій продуктъ толстаго льда, приносимаго изъ Сандвичевой губы; *но, съ другой стороны, пристани съ ихъ подпорами въ морѣ, лежащія на этихъ самыхъ скалахъ, не унесены льдомъ*» (p. 96). Если бы шрамы были новѣйшіе, то какже «толстый ледъ» не унесъ бы тонкихъ сосновыхъ столбовъ, поддерживающихъ рыбачьи пристани? спрашиваетъ г. Кролль; (я замѣчу еще, что с.-с.-з. изборожденіе совпадаетъ съ древнимъ изборожденіемъ, замѣчаемымъ въ Лабрадорѣ).

Красная Губа:—«Высадился полуодѣтый и нашелъ нѣсколько шрамовъ, совершенно свѣжихъ въ уровнѣ воды, но вывѣтрѣлыхъ въ небольшомъ разстояніи *во внутрь страны*» (p. 107). «Изборожденіе внутри страны», замѣчаетъ г. Кролль, не могло быть сдѣлано современными льдинами; а изъ того что борозды не вывѣтривались въ уровнѣ воды, вовсе не слѣдуетъ чтобъ онѣ были продуктомъ современнаго льда (Croll, l. c., p. 370).—Лучшее сохраненіе бороздъ въ уровнѣ воды, чѣмъ на нѣкоторой высотѣ, есть фактъ, какъ говорилось выше, общераспространенный, и приводить его въ доказательство современности бороздъ очевидно нельзя.

[290]) Dr. Sutherland, l. c., въ Quart. J. Geol. Soc., vol. 9, p. 306, цитируемый г. Кроллемъ.

ничтожное значеніе вышеприведеннаго наблюденія Ляйэлля (у м. Бломидонъ), особенно въ виду имъ-же сдѣланныхъ отрицательныхъ наблюденій. Напомнивъ, что этими фактами исчерпываются всѣ доказательства въ пользу морскаго изборожденія,— «этого недостаточно», говоритъ въ заключеніе г. Кролль, «что защитники теоріи ледяныхъ горъ, выдаютъ за совершенно безспорный фактъ,—какъ они дѣлали до сихъ поръ—будто дно моря бороздится теперь ледяными горами. Они должны сперва доказать это. Они должны, или показать намъ, прямыми наблюденіями, что ледяныя горы дѣйствительно суть дѣятельная причина изборожденія, или-же доказать, на основаніи законовъ механики, что онѣ должны быть такою причиною. Вопросъ можетъ быть разрѣшенъ либо наблюденіемъ, либо теоретически, а простаго выраженія личнаго мнѣнія въ этомъ случаѣ еще недостаточно» [291]).

---

[291]) Croll, l. c., p. 373.

XVI.

ФОРМЫ ГОРЪ И СКАЛЪ.

Формы горъ и скалъ, какъ признакъ распространенія ледниковъ.—Необходимость прочной установки этого признака.— **Цирки.** — Они не объяснимы однимъ атмосфернымъ и водянымъ размываніемъ. — Кратеры вулкановъ. — Способъ дѣйствія льда, заполнявшаго цирки. — **Формы нѣкоторыхъ переваловъ**, на которые поднимались вѣтви ледянаго покрова. — **Фьорды и каньоны.** — Атмосферное и рѣчное размываніе — главная причина образованія долинъ. — Дѣйствіе ледниковъ на свои долины.—**Загибаніе выходовъ пластовъ** въ направленіи движенія льда.—**Округлыя выпуклыя формы скалъ и горъ.** — **Курчавыя скалы** (roches moutonnées). — Двоякая форма скалъ въ долинахъ горныхъ странъ и на окраинахъ плоскогорій. — **Куполовидная форма горъ и холмовъ** въ массивныхъ нагорьяхъ и на плоскихъ возвышенностяхъ, всплошь покрывавшихся льдомъ. — Ледниковый ландшафтъ въ геологіи. — Возможныя причины этихъ формъ. — **Очертанія отроговъ и ложбинъ** у куполовидныхъ горъ. — **Куполовидныя вершины** (dômes arrondis). — **Бараньи лбы** (crag and tail). — Замѣчанія Чьерульфа о передней и задней сторонѣ бараньихъ лбовъ. — Степень ихъ распространенія. — **Телескопическое изборожденіе**, или параллельная испаханность породы. — Замѣчанія объ образованіи **вмѣстилищъ озеръ.** — **Мелкія выбоины.** — **Воронки.** — **Котлы великановъ.** — Ихъ водное происхожденіе и смыслъ. — Заключенія.

Давно уже замѣчено, что въ мѣстностяхъ, нѣкогда покрывавшихся ледниками, отдѣльныя небольшія скалы и холмы, а также нерѣдко и цѣлыя горы и горные массивы, имѣютъ нѣкоторыя особыя формы, непохожія на тѣ, которыя даетъ водное размываніе и атмосферное вывѣтриваніе, и что наиболѣе полнаго развитія достигаютъ эти формы тамъ, гдѣ страна носитъ наиболѣе явные слѣды продолжительнаго и мощнаго дѣйствія льда. Такимъ образомъ давно уже установлено, что нѣкоторыя формы горъ и скалъ могутъ служить также, въ числѣ прочихъ, однимъ изъ полезныхъ признаковъ ледянаго періода. Къ сожалѣнію, однако, этому признаку до сихъ поръ еще не придано ни должнаго значенія, ни возможной прочности. Правда, что, описывая другіе слѣды ледянаго періода, геологи всегда

ссылаются между прочимъ и на округлыя скалы, а также часто упоминаютъ о куполовидной формѣ горъ; но до сихъ поръ различныя формы горъ и скалъ, которыя могли бы свидѣтельствовать о прежнемъ распространеніи ледниковъ, не были еще изучены въ ихъ взаимной связи и зависимости отъ дѣйствія льда и въ ихъ отношеніяхъ къ другимъ формамъ, принимаемымъ земною поверхностью подъ вліяніемъ другихъ причинъ; а тѣмъ болѣе — не было еще ни одного случая, гдѣ-бы однѣ формы горъ и скалъ были сочтены достаточнымъ основаніемъ, чтобы признать распространеніе ледниковъ въ данной мѣстности, если и не доказаннымъ, то по крайней мѣрѣ весьма вѣроятнымъ, — хотя бы при первыхъ изслѣдованіяхъ въ странѣ и не были найдены другія доказательства, считаемыя болѣе неоспоримыми. Такое второстепенное значеніе, придаваемое формамъ поверхности, какъ признаку ледниковаго дѣйствія, — одному изъ самыхъ распространенныхъ и наиболѣе прочныхъ признаковъ, — едва-ли однако справедливо. Конечно, можно было бы замѣтить, что причинная связь между ледниковымъ покрытіемъ страны и нѣкоторыми, дѣйствительно сопровождающими его формами горъ еще недостаточно выяснена, и что въ замѣчаемыхъ географическихъ совпаденіяхъ мы имѣемъ, слѣдовательно, только эмпирическій фактъ; съ другой стороны, — что форма большихъ горъ въ цѣлыхъ горныхъ странахъ и сплошныхъ поднятіяхъ есть понятіе слишкомъ субъективное, чтобы основываться на немъ одномъ въ своихъ заключеніяхъ о распространеніи ледниковъ, — и что поэтому лучше обращаться къ другимъ признакамъ, болѣе безспорнымъ, въ которыхъ пока еще не встрѣчалось недостатка. Но съ этими возраженіями нельзя согласиться. Первое изъ нихъ тогда только было бы вѣрно, если бы предполагаемая связь между извѣстными формами рельефа и истирающею силою льда дѣйствительно не имѣла никакого болѣе прочнаго основанія, кромѣ простыхъ совпаденій; между тѣмъ, если бы мы и не могли даже привести никакихъ механическихъ основаній въ доказа-

тельство того, что ледники *должны* давать такія-то формы, то мы можемъ доказать безчисленными примѣрами, что, съ одной стороны, они постоянно воспроизводятъ эти формы во всѣхъ возможныхъ видахъ и масштабахъ, а съ другой — что всякая иная сила, способная формовать земную поверхность, не только не производитъ ихъ, но даже постоянно стремится ихъ уничтожать тамъ, гдѣ онѣ существуютъ; изъ чего мы вправѣ заключить строго научно, что между этими формами и дѣйствіемъ льда неизбѣжно должна существовать связь слѣдствія и причины. Чтоже касается до субъективности признака, основаннаго на рельефѣ поверхности, то, не отрицая возможности ея въ настоящее время, нужно помнить однако, что её-то всего легче устранить. Если только существуетъ зависимость между извѣстными формами горъ и скалъ и дѣйствіемъ льда,—а въ этомъ не усомнится ни одинъ изъ много путешествовавшихъ геологовъ, — то всякая субъективность устранится очень скоро, если только мы позаботимся теперь объ установкѣ коренныхъ, основныхъ типовъ, соотвѣтствующихъ различнымъ дѣятелямъ, работающимъ надъ формованіемъ земной поверхности, а затѣмъ, изучивъ развитіе этихъ типовъ въ зависимости отъ постепенно усложняющихся условій, представимъ продукты этого развитія въ рядѣ точныхъ описаній, точныхъ типичныхъ рисунковъ и фотографій.

Между тѣмъ, прочная установка этого признака крайне необходима,—и особенно въ настоящее время. Формы горъ и скалъ представляютъ такой общераспространенный, видимый и прочный признакъ дѣйствія льда, что мы легко узнаёмъ его даже тамъ, гдѣ всякіе другіе слѣды ледниковъ могутъ быть отысканы лишь послѣ очень продолжительныхъ изслѣдованій, да и то—только при достаточномъ развитіи въ странѣ промышленныхъ предпріятій. Но извѣстно, какія обширныя пространства земнаго шара остаются, и долго еще останутся, изслѣдованными лишь въ самыхъ общихъ чертахъ, и какъ мало-вѣроятно, чтобы въ нихъ въ скоромъ времени развилась

промышленная дѣятельность, облегчающая геологу его изысканія. Поэтому, если мы хотимъ возможно скорѣе возстановить границы прежнихъ ледяныхъ покрововъ, особенно въ малонаселенныхъ и трудно-доступныхъ областяхъ, то мы необходимо должны обратить теперь особенное вниманіе именно на ледниковыя формы земной поверхности, установить этотъ признакъ такъ же прочно, какъ и всѣ другіе, и дать ему среди ихъ совершенно равноправное мѣсто. Въ томъ, что это достижимо,—не можетъ быть никакого сомнѣнія. Всякій разъ, когда изслѣдователь, близко ознакомившись съ мѣстностями, носящими явные и разнообразные слѣды дѣйствія ледниковъ, переносился затѣмъ въ горныя страны, гдѣ уже не видно было ни изверженія, ни яйцевидныхъ бараньихъ лбовъ, гдѣ наносы и валуны были скрыты подъ толщами мха и терялись въ густыхъ лѣсахъ,—онъ замѣчалъ, что большія горы имѣютъ формы, въ высшей степени сходныя съ тѣми, которыя въ прежде-изслѣдованной области имѣли меньшія скалы; онъ замѣчалъ такимъ образомъ, что въ формѣ тѣхъ и другихъ воспроизводится какой-то общій, особый типъ, свидѣтельствующій, что надъ его выработкою трудилась какая-то, одна и таже, особенная сила. Лучшіе изслѣдователи ледниковаго періода дѣлали это наблюденіе, — случалось ли имъ переноситься съ береговъ Ботническаго залива въ отроги Чёлена, или сравнивать между собою нагорья Шотландіи и прибрежья Патагоніи, Альпійскія долины и берега Шпицбергена, или массивы Скандинавіи и Америки. И эти наблюденія приводятъ къ несомнѣнному убѣжденію, уже высказывавшемуся не разъ, что дѣйствительно существуетъ особый, типичный ледниковый ландшафтъ, легко узнаваемый въ самыхъ различныхъ климатахъ, въ самыхъ далекихъ другъ отъ друга частяхъ земнаго шара. Въ этомъ можетъ, впрочемъ, убѣдиться даже тотъ, кто не имѣлъ случая въ своихъ путешествіяхъ лично сравнивать очень разнообразные типы горъ и скалъ: какъ ни неудовлетворительны еще многіе рисунки, разбро-

санные въ описаніяхъ путешествій, но уже сравненіе лучшихъ изъ нихъ приводитъ къ заключенію о чрезвычайномъ постоянствѣ нѣкоторыхъ типовъ и ихъ строгой зависимости, не только отъ состава породъ, но, въ гораздо бо́льшей степени, — отъ характера дѣятелей, работавшихъ въ разныхъ мѣстахъ надъ скульптурою земной поверхности. Поэтому, я глубоко убѣжденъ, что мы не очень далеки отъ того времени, когда геологъ, говоря своимъ слушателямъ о ледниковомъ періодѣ, включитъ въ число своихъ доказательствъ не только образцы и рисунки изборожденныхъ скалъ и валуновъ, не только коллекціи наносовъ, разрѣзы пластовъ и карты распространенія валуновъ, но совершенно также, на равныхъ правахъ,—и цѣлеобразно-сдѣланные рисунки и фотографіи, изображающіе типы округленныхъ льдомъ холмовъ и бугровъ, типы долинъ, надъ окончательною скульптурою которыхъ работалъ ледъ; типы горныхъ странъ и плоскогорій, покрывавшихся отдѣльными ледниками и сплошными ледяными покровами; типы мѣстностей, хорошо сохранившихъ эти признаки, и типы странъ слишкомъ молодыхъ, гдѣ наружныя формы слишкомъ легко еще затушовываются въ частностяхъ, подъ вліяніемъ атмосфернаго или воднаго разрушенія. Всѣ эти типы такъ полно, такъ наглядно выражены въ природѣ, что вовсе не оставляютъ мѣста субъективному произволу, ни въ ихъ описаніи и классификаціи, ни въ ихъ истолкованіи [1]).

Подробный разборъ этихъ типовъ и изслѣдованіе причинъ, дающихъ начало каждому ихъ нихъ, съ его разнообразными

---

[1]) Попытка представить различные типы горъ была сдѣлана въ атласѣ Т. Бромме, приложенномъ къ одному изъ нѣмецкихъ изданій „Космоса“ Гумбольдта; но, къ сожалѣнію, здѣсь принято совершенно неправильное подраздѣленіе горъ: на первичныя, вторичныя и третичныя. Впрочемъ, несмотря на это, нѣкоторые типы выбраны такъ удачно, что ихъ можно узнать въ самыхъ отдаленныхъ другъ отъ друга странахъ. Кромѣ того, о разнообразныхъ формахъ горъ — преимущественно отдѣльныхъ вершинъ—говоритъ E. Réclus, La Terre, vol. I, гдѣ приложено (въ подлинникѣ и во всѣхъ переводахъ, кромѣ русскаго) довольно много рисунковъ, поясняющихъ эти формы; но Реклю вовсе не обратилъ вниманія на зависимость формы горъ отъ истиранія ледниками.

видоизмѣненіями, очевидно были бы здѣсь неумѣстны; но чтобы лучше пояснить мою мысль, я предложу на нижеслѣдующихъ страницахъ бѣглый очеркъ нѣкоторыхъ формъ земной поверхности, обусловленныхъ дѣйствіемъ льда. При неразработанности предмета мнѣ придется, конечно, иногда высказывать положенія, не вдаваясь въ болѣе подробныя доказательства, но цѣль моя въ данномъ случаѣ — не столько установить внѣ спора тотъ или другой признакъ, сколько—обратить вниманіе изслѣдователей на самый предметъ, указать на значеніе этого чрезвычайно важнаго признака ледниковаго періода, и вызвать наблюденія, нужныя для болѣе прочной его установки. Прежде всего, я остановлюсь на нѣкоторыхъ формахъ, которыя такъ неизмѣнно сопутствуютъ ледникамъ или ихъ слѣдамъ, что въ причинной ихъ связи съ дѣйствіемъ льда не можетъ быть никакого сомнѣнія, но для которыхъ эта связь еще не достаточно разъяснена, да и самое ея существованіе нерѣдко оспаривается геологами. Въ этотъ разрядъ входятъ естественнымъ путемъ почти всѣ тѣ случаи, гдѣ дѣятельность льда проявляется въ углубленіи земной поверхности, въ усиливаніи ея неровностей, и гдѣ ея результаты, слѣдовательно, сходятся съ результатами дѣйствія воды. Затѣмъ, мы перейдемъ къ тѣмъ формамъ, въ выработкѣ которыхъ дѣйствіе льда уже наиболѣе очевидно, — именно къ округлымъ выпуклымъ формамъ горъ, и разсмотримъ нѣкоторыя изъ главныхъ проявленій этого типа.

Изъ первой группы мы остановимся прежде всего на циркахъ, т.-е. на большихъ чашевидныхъ расширеніяхъ, которыми кончаются въ своихъ верховьяхъ многія горныя долины. Схематически, эта форма можетъ быть выражена рисункомъ 85-мъ. Она, какъ извѣстно, чрезвычайно распространена въ Альпахъ, въ Норвегіи [2]), на Шпицбергенѣ [3]) и т. д., гдѣ всѣ

---

[2]) J. Forbes, Norway and its Glaciers, Edinburgh, 1853.

[3]) K. Chydenius, Svenska Expeditionen till Spetsbergen år 1861. Stockholm, 1865, p. 347, также рис. стр. 363. — Цирки попадаются здѣсь очень часто: они

ледники берутъ начало изъ подобныхъ котловинъ; но, кромѣ того, мы встрѣчаемъ ее повсемѣстно и въ тѣхъ нагорьяхъ, которыя носятъ слѣды прежняго покрытія ледниками, или бо́льшаго ихъ развитія, — какъ напримѣръ въ Альпахъ-же, въ Гималаяхъ, въ Сѣверной Америкѣ, въ Норвегіи, въ Ирландіи (cooms), въ Уэллисѣ (combes, cwms), въ Шотландіи (corries), въ южной Франціи (cul-de-sac) и т. д. [4]). Всѣ эти глубокія чашевидныя впадины, съ прорывомъ въ одну сторону, хотя и очень похожи на кратеры вулкановъ,— почему ихъ и называли иногда «кратерами поднятія», — но не имѣютъ, какъ извѣстно, ничего общаго ни съ вулканическою, ни съ плутоническою дѣятельностью: они суть вполнѣ продукты позднѣйшаго разрушенія горныхъ породъ. Нельзя сказать, однако, чтобы процессъ ихъ возникновенія былъ совершенно ясенъ, и геологи далеко еще не всѣ согласны между собою въ томъ, принималъ-ли ледъ какое нибудь участіе въ ихъ образованіи, или нѣтъ. Не такъ давно, цирки,—какъ и большія долины вообще,—считались продуктомъ дѣятельности моря; но извѣстно, что со времени изслѣдованій по этому предмету Бить Джюкса (Beete Jukes), Рэмсэя, Арч. Джейки (Arch. Geikie), Гринвуда (Grenwood) и др. въ Англіи, Студера и особенно Рютимейера—въ Альпахъ, и Сѣверо-Американскихъ геологовъ—въ нагорьяхъ западной Америки, морская теорія образованія долинъ почти вполнѣ подорвана, а съ нею вмѣстѣ, очевидно, теряетъ основаніе и гипотеза морскаго происхожденія цирковъ [5]). Впослѣдствіи, вытачиваніе цирковъ стали

упоминаются у Foul Point, въ заливѣ Магдалины, у Смэренберга, на Норвежскомъ островѣ (Norskön) и т. д.

[4]) Въ Восточной Сибири хорошіе цирки попадались мнѣ въ верховьяхъ Большаго Ченко, притока Вачи (системы Олёкмы) и Уксёмукита, послѣдняго лѣваго притока Муи, впадающей въ Витимъ.

[5]) Этой теоріи держался, какъ извѣстно, и Ляйэлль. Разсматривать ее здѣсь было бы неумѣстно, но я сдѣлаю одно замѣчаніе, касающееся собственно цирковъ, по поводу мнѣній, высказываемыхъ Ляйэллемъ въ его статьѣ объ образованіи кратеровъ вулкановъ (Lyell, On Craters of Denudation with observations on the Structure and Growth of Volcanic Cones, въ Quart. Journ. Geol. Soc., vol. 6.

объяснять силою льда, — объясненіе, имѣющее за себя, какъ географическое распространеніе этихъ впадинъ, такъ и весьма вѣскія дедуктивныя основанія; но до сихъ поръ эта гипотеза (отчасти вслѣдствіе крайностей, до которыхъ она нерѣдко доводилась) встрѣчаетъ сильную оппозицію среди геологовъ, бо́льшею частію старающихся объяснять цирки рѣчнымъ и атмо-

---

1850, p. 207). Неплутоническое происхожденіе этихъ послѣднихъ, со времени изслѣдованій П. Скропа, дѣйствительно не подлежитъ сомнѣнію, и если нельзя быть увѣреннымъ, какъ это полагаетъ Ляйэлль, чтобы провалы въ воронкѣ не принимали почти никакого участія въ образованіи кратеровъ, то во всякомъ случаѣ, преобладающее значеніе воднаго размыванія, въ одной изъ трехъ возможныхъ его формъ, въ большинствѣ случаевъ почти безспорно. Вмѣстѣ съ тѣмъ, въ приложеніи къ вулканамъ, представляющимъ образованія, сложенныя изъ конусовидно-расположенныхъ пластовъ, и весьма часто непосредственно омываемыя моремъ, весьма вѣроятно также предположеніе Ляйэлля, что кратеры суть главнымъ образомъ продуктъ *морскаго* размыванія, т.-е. дѣйствія приливныхъ волнъ (p. 209); можно прибавить только, что въ вулканахъ, недоступныхъ морю, тѣже результаты произвело бы и атмосферное размываніе, такъ какъ во всякомъ вулканѣ существуетъ центральная воронка, которая, вмѣстѣ съ расположеніемъ слоевъ, представляетъ уже достаточную причину для круговиднаго размыванія породы атмосферною водою. Водное происхожденіе кратеровъ не представляетъ слѣдовательно ничего невозможнаго. Но примѣры, на которые ссылается Ляйэлль въ подтвержденіе своихъ воззрѣній, необходимо требуютъ оговорки, такъ какъ, на основаніи ихъ, становясь на точку зрѣнія автора, пришлось бы признать, что море вообще можетъ образовывать круглыя выемки въ верховьяхъ долинъ,—даже тамъ, гдѣ круглая форма не обусловливается особыми причинами, какъ къ вулканахъ. Между тѣмъ, это послѣднее вовсе не доказано и, собственно говоря, даже вовсе и не доказывается Ляйэллемъ. Хотя мы находимъ въ названной статьѣ нѣсколько примѣровъ того, что нѣкоторые морскіе заливы кончаются въ верховьяхъ округлыми расширеніями, но изъ того, что эти заливы теперь заполнены моремъ, вовсе еще не слѣдуетъ, чтобы они именно имъ были выточены въ горной породѣ и благодаря ему получили свою теперешнюю форму; другихъ же доказательствъ Ляйэлль не приводитъ. Такъ, круглая выемка на берегахъ Дорсетшейра (p. 210) одинаково можетъ быть продуктомъ и рѣчнаго размыванія, и ледниковаго выпахиванія, и авторъ ни единымъ фактомъ не старается даже доказать ея *морскаго* происхожденія, какъ будто оно достаточно ясно слѣдуетъ уже изъ того, что выемка теперь заполнена морскою водою. (Кромѣ того, можно замѣтить еще, что усиленное разрушеніе позади перемычки, существующей при устьѣ, вполнѣ объясняется большею мягкостью залегающей здѣсь породы). Тоже относится и до всѣхъ другихъ примѣровъ, на которые ссылается Ляйэлль. Морское происхожденіе залива Фёнди (Fundy-Bay) въ Рудномъ Бассейнѣ (который впрочемъ представляетъ самый обыкновенный фьордъ, а отнюдь не циркъ) абсолютно ничѣмъ не доказывается, равно какъ и морское происхожденіе глубокихъ долинъ и цирковъ, описанныхъ Дарвиномъ въ Новомъ Южномъ Уэллисѣ (p. 211);

сфернымъ размываніемъ [6]). Главнымъ образомъ возраженія вертятся, какъ извѣстно, на томъ, что если ледникъ и увеличиваетъ свое русло въ долинѣ (объ чемъ свидѣтельствуетъ отчасти масса ила, выносимаго подледниковыми рѣками), то происходитъ это преимущественно путемъ истиранія стѣнъ долины, а не путемъ вертикальнаго углубленія дна его ложа; вертикальная вытачивающая сила льда вообще незначительна, и проявляется—если уже допустить ея существованіе — преимущественно тамъ, гдѣ ледъ встрѣчаетъ сопротивленіе своему поступательному движенію, т.-е. на поворотахъ долины, передъ вступленіемъ въ ущелья и т. п. Между тѣмъ, для объясненія

сходство послѣднихъ съ морскими заливами (а другихъ основаній мы не имѣемъ, ср. Darwin, Beagle, II) еще не есть достаточное доказательство того, что они выточены моремъ, тѣмъ болѣе, что и самое происхожденіе всякаго залива можетъ быть вовсе не морскимъ. Конечно, Ляйэллю, для цѣлей его аргументаціи, достаточно было показать образованія, сходныя съ наблюдаемыми въ кратерахъ, и имѣющія не-вулканическое, а вообще—водное происхожденіе; въ этомъ случаѣ не представлялось существеннымъ, какой видъ воднаго размыванія, — морское, атмосферное, или ледниковое,—преобладалъ въ приведенныхъ авторомъ примѣрахъ. Но намъ уже нужно отдѣлить другъ отъ друга эти три рода воднаго дѣйствія, а потому и необходимо было напомнить, что собственно-*морское* происхожденіе упомянутыхъ заливовъ еще не доказано: они одинаково могутъ быть продуктомъ каждой изъ трехъ причинъ. Наконецъ, участіе льда въ формованіи выемокъ, описанныхъ Ляйэллемъ, вполнѣ несомнѣнно, такъ какъ всѣ примѣры взяты изъ мѣстностей, несомнѣнно покрывавшихся ледниками. Ледниковое покрытіе Южной Англіи становится съ каждымъ годомъ все болѣе и болѣе неизбѣжнымъ выводомъ даже для тѣхъ англійскихъ геологовъ, которые наиболѣе его оспаривали; заливъ Фёнди лежитъ въ странѣ, которая *повсемѣстно* носитъ слѣды дѣйствія *ледниковъ*; окрестности Сидни (Sidney) лежатъ въ одной широтѣ съ сѣверною оконечностью Новой Зеландіи, которая изобилуетъ слѣдами чрезвычайно мощныхъ ледниковъ. Если исключить, однако, эти примѣры предполагаемаго образованія моремъ круглыхъ выемокъ, то остаются только кратеры вулкановъ, гдѣ конусовидное расположеніе пластовъ, первоначальная форма воронки и возможность хотя-бы случайныхъ проваловъ достаточно объясняютъ появленіе круглыхъ формъ. Поэтому, если со временемъ и будетъ доказано, что въ окончательной скульптурѣ большихъ кратеровъ ледъ не принималъ никакого участія (для нѣкоторыхъ, оно и теперь уже довольно вѣроятно), то этифакты не послужатъ опроверженіемъ сказаннаго въ текстѣ.

[6]) *Атмосфернымъ размываніемъ* я обозначаю вообще: разрушеніе породъ атмосферными дѣятелями (морозомъ, влажностью, химическими процессами и т. д.) растеніями и размываніе ея дождями и мелкими ручьями. Общепринятыхъ и точныхъ терминовъ, особенно въ русской литературѣ, до сихъ поръ не установилось.

цирковъ пришлось бы допустить «вертикальное вытачиваніе» породъ на цѣлыя тысячи футовъ,—что́ уже весьма невѣроятно; въ такомъ случаѣ слѣдовало бы уже признать и ледниковое происхожденіе долинъ вообще, въ той крайней формѣ, въ какой высказалъ эту гипотезу Тиндалль [9]),—т.-е. сдѣлать допущеніе, не только ничѣмъ не подтверждаемое, но даже прямо опровергаемое массою фактовъ. Но, такъ какъ цирки произведены тою же силою, которая выточила и остальную долину, то и остается признать, что они суть также продуктъ рѣчнаго (или, вообще,—воднаго) и атмосфернаго размыванія.

Не трудно замѣтить, однако, что въ такомъ видѣ вопросъ получаетъ совершенно ошибочную постановку. Въ томъ, что циркъ, какъ часть долины, есть продуктъ той же силы, которая произвела всю остальную долину, и что эта сила не — сила льда, дѣйствительно не можетъ быть сомнѣнія. Долина, а слѣдовательно и ея верховье, т.-е. циркъ, есть продуктъ дѣйствія рѣкъ и дождей. Но циркъ не есть обычное верховье: онъ имѣетъ нѣкоторые *особые* признаки, которые и требуется объяснить. Требуется объяснить, во-первыхъ, чѣмъ обусловлено существованіе этого большого круглаго расширенія, тогда какъ обыкновенно долины съуживаются въ своихъ верховьяхъ, а не расширяются, и во-вторыхъ,—чѣмъ обусловлены эти крутые обрывы, окружающіе впадину утёсами, иногда вертикальными на высоту въ 300 и болѣе метровъ. Эти-то особенности никогда не были объяснены, и дѣйствительно не объяснимы, ни атмосфернымъ, ни рѣчнымъ размываніемъ. Неоднократныя попытки связать существованіе цирковъ съ напластованіемъ породъ не имѣли никакого успѣха: цирки, самые типичные, также обыкновенны въ неслоистомъ гранитѣ, какъ и въ горизонтально-наслоенныхъ известнякахъ и въ наклонно-падающихъ сланцахъ. Что же касается до дѣйствія рѣкъ и дождей, то любой оврагъ, почти каждая долина и наконецъ каждая система долинъ

[9]) Philos. Magaz., IV ser., vol. 24, и Hours of Exercice in the Alps.

служатъ доказательствомъ недостаточности этихъ силъ для образованія котловидныхъ расширеній, о которыхъ идетъ рѣчь. Водное размываніе не даетъ и не можетъ дать круглой формы впадины: оно всегда стремится даже уничтожать круглую форму, тамъ гдѣ она уже существуетъ. Дѣйствительно, всякая долина, имѣющая исключительно рѣчное и атмосферное происхожденіе, кончается въ своихъ верховьяхъ древовидно-развѣтвляющеюся системою овражковъ и ложбинокъ; и вода, стекающая по этимъ ложбинкамъ, очевидно всегда будетъ размывать предпочтительно *ихъ* и ихъ развѣтвленія, *а отнюдь не будетъ срѣзывать раздѣляющіе ихъ мысы.* Вмѣстѣ съ тѣмъ, размываніе неизбѣжно бываетъ неравномѣрно (оно неравномѣрно даже на самыхъ ровныхъ плоскостяхъ), и вслѣдствіе этого одна или двѣ ложбины неизбѣжно углубляются и врѣзываются въ горы быстрѣе прочихъ, постоянно давая отъ себя все новые и новые отпрыски. Круглой формы, слѣдовательно, не можетъ получиться: группа ложбинокъ и овраговъ въ верховьяхъ долины представитъ тоже, что́ представляетъ теперь въ большихъ размѣрахъ каждая группа большихъ долинъ, т.-е. древовидно-развѣтвленную систему, а отнюдь не циркъ, въ которомъ ложбинки, расположенныя лучевидно, чрезвычайно коротки и всѣ—приблизительно-одинаковой длины. Достичь этой формы можетъ только такая сила, которая равномѣрно срѣзаетъ мысы, раздѣляющіе ложбины, со скоростью равною или бо́льшею той, съ которою происходитъ отступаніе вершинъ этихъ послѣднихъ. Въ этомъ отношеніи, даже морская гипотеза (engulfment) лучше согласовалась бы съ явленіями, еслибъ можно было только допустить большую разрушительную силу волнъ въ длинныхъ долинахъ, и еслибы морская гипотеза не требовала погруженія горныхъ цѣпей до такой высоты, которой никогда не достигало море: такъ, напримѣръ, въ Альпахъ, гдѣ *дно* нѣкоторыхъ цирковъ лежитъ на абс. высотѣ въ 1200—1500 м., а вертикальные обрывы доходятъ до 300—500 м., потребо-

валось бы погруженіе этой горной цѣпи на 1500—2000 м., т.-е. отъ 5000 до 7000 ф. [8]).

Другой основной признакъ цирковъ есть чрезвычайная крутизна окружающихъ ихъ утесовъ, особенно въ нижнихъ частяхъ,—явленіе, которому мы находимъ подобіе только въ нижнихъ частяхъ скалъ по берегамъ теперешнихъ ледниковъ, или во фьордахъ. Объяснить это явленіе дѣйствіемъ рѣкъ и дождей, также невозможно, ибо эти дѣятели никогда не даютъ, иначе какъ въ тѣсныхъ ущельяхъ, отвѣсныхъ обрывовъ значительной высоты; напротивъ того, атмосферное разрушеніе всегда стремится даже привести существующіе вертикальные обрывы къ естественному откосу каменныхъ розсыпей. Маленькій ручеекъ, берущій начало въ довольно обширной котловинѣ, никогда не въ состояніи былъ бы произвести вытачиванія породы въ такихъ большихъ размѣрахъ, какихъ требуетъ крутизна обрывовъ; система-же лучисто-расположенныхъ ручейковъ естественно стремится уменьшить крутизну откоса, а не увеличить ее. Что же касается до озёръ, которыя, заполнивъ готовыя котловины, увеличили бы крутизну ихъ стѣнъ при-

[8]) Попытки объяснить цирки атмосфернымъ размываніемъ, дѣлалъ, между прочимъ, недавно г. Боннэй, которому мы обязаны обстоятельнымъ описаніемъ нѣсколькихъ цирковъ въ Альпахъ Дофинэ, на одномъ изъ Гебридскихъ острововъ,—островѣ Скай (Skye),—и др. Указывая на безчисленные ручейки, сливающіеся со стѣнъ цирка и покрывающіе ихъ массою мелкихъ рытвинъ и ложбинокъ, онъ видитъ въ дѣйствіи этихъ ручьевъ достаточную причину для объясненія чашевидной формы впадины, причемъ рисунокъ небольшаго цирка близъ Энгельберга (p. 323), зарождающагося такимъ образомъ, приводится въ подтвержденіе объясненія.—Нельзя не замѣтить однако, что наблюденія г. Боннэя вовсе не доказываютъ, чтобы вѣерообразно-расположенные ручейки были *причиною* круглой формы цирка: такіе ручейки возникли бы во всякомъ циркѣ, каково бы ни было его происхожденіе, и ихъ лучистое расположеніе можетъ быть (и навѣрное есть) слѣдствіе, а вовсе не причина круглой формы впадины. Точно также ничѣмъ не доказывается, чтобы маленькій циркъ у Энгельберга былъ новѣйшимъ образованіемъ.— Cp. Rev. T. Bonney, On the Formation of «Cirques» and their bearing upon Theories attributing the Excavation of Alpine Valleys mainly to the Action of Glaciers, въ Quart. Journ. Geol. Soc., vol. 27, 1871, p. 312;—On a Cirque in the Syenite Hills of Skye, въ Geol. Magaz., vol. 8, 1871, p. 535, и письмо, id., vol. 9, 1872, p. 93. Нужно впрочемъ прибавить, что г. Боннэй принадлежитъ къ однимъ изъ крайнихъ противниковъ ледниковыхъ гипотезъ.

боемъ волнъ, то достаточно вспомнить, что подтачиваніе нижнихъ частей обрывовъ должно было бы производиться волнами весьма тѣснаго озерка, окруженнаго горами въ нѣсколько тысячъ футъ высоты, чтобы вполнѣ оцѣнить несостоятельность такого допущенія. Словомъ, крутизна обрывовъ, также какъ и круглая форма цирка, остается совершенно необъяснимою одними водными дѣятелями [9]).

Между тѣмъ, оба факта вполнѣ объясняются, если обратиться къ вытачиванію льдомъ, необходимость котораго, вмѣстѣ съ тѣмъ, легко доказать. Въ самомъ дѣлѣ, мы знаемъ, что во всѣхъ извѣстныхъ намъ циркахъ замѣчены на днѣ ихъ слѣды ледниковаго дѣйствія, въ видѣ бараньихъ лбовъ или изборожденія (этого не отрицаетъ и г. Боннэй), и въ этомъ фактѣ мы имѣемъ несомнѣнное доказательство горизонтальнаго движенія льда изъ цирка, внизъ по долинѣ. Но такое горизонтальное движеніе очевидно невозможно безъ соотвѣственнаго осѣданія фирна въ самомъ циркѣ, т.-е. безъ вертикальнаго движенія, которое, въ связи съ горизонтальнымъ, необходимо должно было давать наклонное скольженіе льда по наклоннымъ поверхностямъ горъ. А при такомъ скольженіи, см. рис. 86-й, ледъ неизбѣжно долженъ обтачивать склоны долины, истирая ихъ двигаемыми имъ осыпями: онъ необходимо долженъ постепенно срѣзать нижнія части склоновъ (часть *M* на рисункѣ) и придавать нижней части скалъ, окружающихъ впадину, все бо́льшую и бо́льшую крутизну. При этомъ, наи-

[9]) Что касается до замѣчанія г. Фишера (Rev. O Fisher, On Cirques and Taluses, въ Geol. Mag., vol. 9, 1872, p. 10) что ледъ, заполняющій верховья долинъ, хотя самъ и не производитъ вытачиванія, но содѣйствуетъ ему тѣмъ, что удаляетъ осыпи, которыхъ ни въ какомъ случаѣ не могъ бы уносить ручей, берущій начало въ циркѣ,—то не слѣдуетъ забывать, что хотя совокупное дѣйствіе льда и атмосфернаго размыванія дѣйствительно помогаетъ объясненію крутизны обрывовъ, но за то круглая форма впадины и расширеніе долины въ верховьяхъ все-таки остаются по прежнему необъясненными, если не прибѣгнуть къ вытачивающей силѣ самого льда. Къ размыванію породы ручьями выше уровня занимаемаго льдомъ, прилагается все сказанное выше относительно воднаго размыванія вообще: эти ручьи точно также не могли бы обратить тѣснаго ущелья въ верховьяхъ долины въ широкую и круглую котловину.

большая разрушительная сила льда необходимо должна проявляться тамъ, гдѣ движеніе его встрѣчаетъ наибольшія препятствія, т.-е., вообще говоря,—въ самыхъ нижнихъ частяхъ впадины, а въ частности—на мысахъ между ложбинами; вслѣдствіе чего и получаются одновременно, какъ круглая форма цирка, такъ и отвѣсные обрывы на днѣ его. Нечего и говорить наконецъ, что во время бо́льшаго развитія ледниковъ, окутывавшихъ и вершины горъ, дѣйствіе льда, оставаясь тѣмъже по направленію, пріобрѣтало еще бо́льшую силу, чѣмъ при существованіи одинокаго ледника; и по всей вѣроятности, только обширнымъ развитіемъ ледяныхъ толщъ на горныхъ цѣпяхъ и возможно было бы объяснить тотъ фактъ, что долина такъ значительно расширяется въ своихъ верховьяхъ, какъ это бываетъ въ большинствѣ цирковъ: въ этомъ случаѣ, въ верховья долины *со всѣхъ сторонъ* сползаютъ большія массы льда, окутывающія вершины горной цѣпи, и эти массы (подверженныя громадному давленію) должны производить сильнѣйшее разрушительное дѣйствіе на склоны, по которымъ онѣ сползаютъ; между тѣмъ какъ въ дальнѣйшемъ продолженіи долины ледъ не сползаетъ уже съ боковъ ея неразрывною толщею, а ограничивается одними побочными отпадками; здѣсь уже идетъ, слѣдовательно, образованіе цирковъ въ верховьяхъ побочныхъ отпадковъ, стѣны же главной долины истираются только однимъ главнымъ ледникомъ, безъ участія боковыхъ притоковъ льда [10]).

Въ нѣкоторой связи съ цирками и въ несомнѣнной связи съ дѣятельностью льда, находятся формы, принимаемыя

---

[10]) Возраженіе, что цирки бываютъ заполнены снѣгомъ, или рыхлымъ фирновымъ льдомъ, и что такой мягкій ледъ не можетъ сильно истирать скалъ, — едва-ли справедливо. Намъ извѣстны только верхніе слои фирновъ, и эти слои дѣйствительно состоятъ еще изъ снѣга или рыхлаго льда; въ нижнихъ же слояхъ, подъ значительнымъ давленіемъ, снѣгъ необходимо долженъ превратиться, и превращается, въ плотный ледъ. Что на днѣ цирковъ дѣйствительно залегалъ именно такой ледъ, *способный* производить истираніе породъ, доказывается и *a posteriori* тѣмъ, что дно цирковъ бываетъ покрыто выглаженными и изборожденными буграми.

иногда перевалами черезъ второстепенные отроги горъ, замѣченныя мною раза два въ Восточной Сибири [11]). Если сѣдловина перевала прорѣзана въ какой-нибудь одной, неслоистой породѣ, то, понятно, нѣтъ причины, почему бы горы, поднимающіяся по сторонамъ сѣдловины, имѣли различныя формы; поэтому перевалы и имѣютъ обыкновенно форму корытовидной впадины, со склонами, иногда очень обрывистыми, но приблизительно одинаково-крутыми съ обѣихъ сторонъ. Но иногда замѣчается, что, несмотря на однородность породы, перевалъ вырѣзывается выемкою, которая ограничена съ одной стороны пологими и волнистыми возвышенностями, а по другую сторону—совершенно отвѣсными утёсами, видимо выточенными въ горѣ, имѣвшей первоначально такія-же формы, какъ и сосѣднія горы. Рисунокъ 87-й всего лучше пояснитъ сказанное. Такъ какъ въ обоихъ случаяхъ, гдѣ я наблюдалъ эти формы, оказывалось, что онѣ не могутъ быть объяснены строеніемъ породы (пласты не имѣли положенія, означеннаго на рисункѣ стрѣлкою *a*), то приходилось обратиться къ дѣйствію воды или льда. Но водное размываніе, вообще мало вѣроятное на высокомъ перевалѣ, устранялось здѣсь еще тѣмъ, что по топографическимъ условіямъ, черезъ перевалъ никогда не могла переливаться вода, такъ какъ, при какой-бы то ни было гидрографической сѣти, не могло быть нужныхъ условій для образованія озера, достигавшаго этой высоты. Поэтому оставалось только допустить, что предпочтительное вытачиваніе горы на одной сторонѣ сѣдловины было результатомъ дѣйствія какой-нибудь вѣтви ледянаго покрова, которая, переходя черезъ перевалъ, нажималась предпочтительно къ одной его сторонѣ. Сильно разрушая породу и унося продукты разрушенія, ледъ и образовалъ ту крутизну обрыва и ту выемку, которую мы наблюдаемъ теперь. Самый же фактъ движенія ледниковаго льда вверхъ по долинамъ не представляетъ, какъ извѣстно,

---

[11]) Записки Геогр. Общ., по Общей Геогр., т. III.

ничего необычайнаго и несомнѣнно доказывается въ весьма многихъ случаяхъ.

Наконецъ, мнѣ слѣдовало бы сказать здѣсь еще о связи между прежними ледниками и фьордами, а также и каньонами, такъ какъ съ одной стороны, тѣсная зависимость между географическимъ распредѣленіемъ фьордовъ и древнихъ ледниковъ не подлежитъ никакому сомнѣнію, а съ другой стороны каньоны, особенно болѣе широкіе, имѣютъ нѣчто общее съ фьордами. Но этотъ вопросъ такъ плохо еще разработанъ, что сколько-нибудь обстоятельный разборъ его завелъ бы меня слишкомъ далеко; поэтому я коснусь его только мимоходомъ.

Полагать, что фьорды, а тѣмъ болѣе каньоны, цѣликомъ, или даже главнымъ образомъ выпаханы ледниками, — теперь, послѣ изслѣдованій, вызванныхъ въ Европѣ спорами шестидесятыхъ годовъ, и послѣ работъ американскихъ геологовъ, — очевидно невозможно. Считать ихъ продуктами морскаго размыванія, — также нельзя. Само морское происхожденіе долинъ вообще, котораго (по чисто-историческимъ и мѣстнымъ условіямъ) такъ настойчиво держались англійскіе геологи, теперь возбуждаетъ сомнѣнія уже въ самой Англіи, и рѣчное образованіе долинъ изъ цѣпей сообщающихся озёръ становится съ каждымъ годомъ ученіемъ, все болѣе и болѣе вытѣсняющимъ прежнюю морскую гипотезу [12]). Но тѣмъ болѣе приложимо

---

[12]) Еслибы это ученіе еще нуждалось въ дальнѣйшихъ доказательствахъ, то можно было бы привести нѣсколько превосходныхъ примѣровъ озёрнаго происхожденія рѣкъ самыхъ различныхъ величинъ—изъ Восточной Сибири. Обиліе параллельныхъ хребтовъ и, вслѣдствіе этого, чрезвычайно частое повтореніе во всевозможныхъ масштабахъ типа парныхъ рѣкъ, сходящихся другъ-другу на встрѣчу въ продольной долинѣ, чтобы образовать вмѣстѣ одну рѣку, пробивающуюся черезъ хребетъ, неизмѣнное присутствіе въ этихъ случаяхъ въ продольной долинѣ мощныхъ озёрныхъ наносовъ, наконецъ молодость сибирскихъ «падей», о которой я упоминалъ уже въ предыдущей главѣ, — все это дѣлаетъ восточно-азіятскія долины чрезвычайно поучительными. Мы имѣемъ здѣсь въ самыхъ разнообразныхъ масштабахъ, — въ томъ числѣ и очень большихъ, какъ напр. Нонни и Сунгари, — то явленіе, на которое такъ справедливо обращалъ вниманіе англійскихъ геологовъ покойный Бить Джюксъ, въ своей статьѣ, составив-

это ученіе къ узкимъ и чрезвычайно длиннымъ фьордамъ, и еще болѣе — къ каньонамъ. Наконецъ, образованіе фьордовъ и каньоновъ изъ трещинъ породы, перпендикулярныхъ берегу (Чьерульфъ и Пешель), все болѣе и болѣе опровергается изслѣдованіями, обнаруживающими вполнѣ рѣчной характеръ развѣтвленій этихъ долинъ. Такимъ образомъ, теперь можно считать болѣе или менѣе полно доказаннымъ рѣчное происхожденіе долинъ вообще, а тѣмъ болѣе — фьордовъ и каньоновъ.

Но фьорды и каньоны имѣютъ, кромѣ признаковъ, общихъ всѣмъ долинамъ,—еще нѣсколько такихъ, которые свойственны имъ однимъ, и которые требуется объяснить. Такова отличительная черта, поражающая насъ въ каньонахъ, т.-е. чрезвычайная крутизна ихъ стѣнъ и необычайная ихъ глубина, при маломъ поперечномъ сѣченіи [13]). Правда, что этотъ типъ долинъ составляетъ исключительную принадлежность высокихъ плоскогорій, падающихъ крутыми склонами къ ниже-лежащимъ низменностямъ и ограниченныхъ окраинными хребтами (прорѣзая послѣдніе, каньонъ и достигаетъ наибольшей глубины при наименьшей ширинѣ); и вслѣдствіе этого, можно было бы объяснять появленіе каньоновъ исключительно орографическими условіями. Но не всѣ плоскогорія представляютъ одинаковое развитіе этого типа долинъ. Такъ, восточно-азіятскія плоскогорія, которыя по орографическимъ условіямъ могли бы дать начало каньонамъ, немного уступающимъ сѣверо-американскимъ,

---

шей, по справедливому замѣчанію Гёксли, эпоху въ англійской геологической литературѣ (Beete Jukes, On the Mode of Formation of some of the River-valleys in the South of Ireland, въ Quart. Journ. Geol. Soc., vol. 18, 1862, p. 370).

[13]) Такъ, каньонъ Колорадо, при весьма малой ширинѣ, ограниченъ почти вертикальными обрывами въ 1000 — 2000 м. (3000—6000 ф.) высоты,—до того крутыми, что иногда приходится проходить по 80 километровъ по его берегу прежде чѣмъ отыщется мѣсто, гдѣ бы могли спуститься вьючныя животныя; по дну его, по берегу рѣки, нельзя бываетъ пройти даже самаго небольшаго разстоянія. И такой характеръ онъ сохраняетъ на протяженіи болѣе 500 километровъ. При этомъ, только верхнія его части проложены въ мягкихъ наносныхъ породахъ; нижніе же 300 метровъ (1000 ф.) прорѣзаны въ гранитѣ.

не представляютъ такого полнаго развитія этого типа: ущелья, которыми рѣки сливаются съ высокаго Селенгинско-Витимскаго плоскогорія, дѣйствительно мѣстами непроходимы, но, судя по американскимъ описаніямъ и рисункамъ, восточно-азіятскія ущелья далеко уступаютъ американскимъ въ крутизнѣ стѣнъ и глубинѣ, сравнительно съ ихъ шириною; нѣкоторыя же долины, какъ напримѣръ Селенги́ и Уды́, вовсе даже не имѣютъ типа ущелій, а представляютъ весьма широкіе, пологіе «въѣзды» на плоскогоріе. Такимъ образомъ ясно, что не одни орографическія условія вызываютъ появленіе каньоновъ. Стараясь объяснить эту форму долинъ, Ньюберри сдѣлалъ, какъ извѣстно, предположеніе, что она есть слѣдствіе — кромѣ орографическихъ причинъ — чрезвычайнаго преобладанія рѣчнаго размыванія надъ атмосфернымъ, — преобладанія, обусловленнаго чрезмѣрною сухостью климата; и это объясненіе очень хорошо согласуется съ фактами: дѣйствительно, если окраины плоскогорія обладали очень сухимъ климатомъ, а во внутреннихъ его частяхъ, у подножія горныхъ цѣпей, скоплялись большія озёра, посылавшія большія рѣки, то типъ каньоновъ вполнѣ объяснится такимъ сочетаніемъ условій. Нужно только прибавить еще одну оговорку, именно, что такія климатическія условія должны были продолжаться не въ теченіе одного современного, послѣледниковаго періода, а, хотя бы и съ перерывами — и въ болѣе древніе періоды, по всей вѣроятности даже — дотретичные: иначе опять-таки нельзя было бы объяснить малаго развитія каньоновъ среди азіятскихъ плоскогорій, которыя въ настоящее время вполнѣ осуществляютъ упомянутыя условія (чрезвычайная влажность и безконечныя болота на верхнемъ, Селенгинско-Витимскомъ плоскогоріи, и сухость климата на нижнемъ, Гобійскомъ), между тѣмъ какъ въ третичную эпоху, во время покрытія моремъ большихъ частей Амурскаго бассейна и восточнаго Китая, условія, потребныя для образованія каньоновъ, должны были уже отсутствовать; нижнее плоскогоріе также должно было пользоваться влажнымъ кли-

матомъ. Допущеніе такой древности каньоновъ не представило бы, очевидно, ничего невѣроятнаго, ибо долины вообще должны быть чрезвычайно древними образованіями, и есть несомнѣнныя палеонтологическія доказательства того, что многія изъ нихъ, въ Восточной Сибири напримѣръ, существовали въ формахъ, почти тождественныхъ съ современными, уже въ юрскій или мѣловой періодъ.—Чтоже касается до дѣйствія льда въ каньонахъ, то оно несомнѣнно: Ньюберри прослѣживалъ ледниковыя борозды до сравнительно весьма низкаго уровня. Но едва-ли возможно приписывать льду большое вліяніе на формованіе этихъ долинъ. Разсматривая узкія щели, изображенныя американскими экспедиціями, и вглядываясь въ ихъ формы, такъ сходныя съ формами рѣчныхъ овраговъ, растущихъ на нашихъ глазахъ, трудно думать, чтобы ледъ принималъ большое участіе въ ихъ скульптурѣ. Онѣ должны были существовать почти въ такомъ же видѣ въ до-ледниковый періодъ, и ледъ, по всей вѣроятности, только нѣсколько сгладилъ нѣкоторые выдающіеся мысы и увеличилъ кое-гдѣ крутизну стѣнъ въ ихъ нижнихъ частяхъ, но и то немного: щель осталась такою же узкою, какою была раньше; а допустить, чтобы ледъ могъ значительно углублять очень узкую и чрезвычайно глубокую щель,—было бы не совсѣмъ правдоподобно.

Нѣсколько иначе представляется дѣло во фьордахъ. Эти глубокія долины также должны быть очень древними образованіями и также должны быть обязаны своимъ происхожденіемъ преимущественно рѣчному размыванію, продолжавшемуся безъ перерыва нѣсколько геологическихъ періодовъ (фьельды Скандинавіи, напримѣръ, судя по всему, не погружались въ море съ силурійской эпохи). Но фьорды имѣютъ также и нѣкоторые признаки, отличающіе ихъ отъ прочихъ долинъ, и эти признаки не могутъ быть объяснены однимъ дѣйствіемъ воды. Коренная черта фьордовъ, какъ мы знаемъ, та, что они чрезвычайно глубоко врѣзаны въ материкъ; въ то время, какъ страна круто поднимается до большихъ высотъ, дно фьорда,

или долины служащей теперь его представителемъ, возвышается весьма медленно (иногда даже снова опускается), и такимъ образомъ, вмѣсто системы короткихъ горныхъ рѣчекъ, которыя мы видимъ обыкновенно на склонахъ горныхъ цѣпей,—напримѣръ въ Центральной Америкѣ, особенно на западномъ берегу,—получаются большія рѣки, соединяющія цѣпи глубокихъ, узкихъ и длинныхъ озёръ, и окаймленныя горами въ нѣсколько тысячъ футъ высоты, какъ напр. въ Альпахъ, въ Норвегіи, въ Восточной Швеціи на склонѣ къ Ботническому заливу, на западныхъ берегахъ Сѣверной Америки, сѣвернѣе 30° с. ш. (почти даже—20° с. ш.) и Южной Америки, къ югу отъ 40° и даже до 25° ю.ш. [11]). Только въ самыхъ верховьяхъ фьорда, находимъ мы крутой подъемъ изъ долины на нагорье,—обыкновенно уже столь крутой, что онъ едва бываетъ доступенъ только вьючнымъ животнымъ или даже только пѣшему. А такъ какъ фьорды, всѣ, несравненно шире каньоновъ, и бо́льшею частію образуютъ даже сравнительно широкія долины, то мы видимъ здѣсь, слѣдовательно, громадную массу породы, разрушенную и вынесенную изъ нагорья. Это-то громадное разрушеніе и это удаленіе обломковъ и требуется объяснить.

Прежде, какъ извѣстно, явленіе объяснялось дѣятельностью моря; но на такое объясненіе можно смотрѣть только какъ на стремленіе ума устранить непонятное хотя какою-нибудь временною догадкою. Провѣрить догадку, показать, какъ именно могло бы море разрушать породу и удалять ту массу обломковъ, которую требовалось удалить, конкретно изобразить процессъ, который долженъ былъ совершаться въ этомъ случаѣ,—

---

[11]) По географическому распространенію фьордовъ см. O. Peschel, Neue Probleme der Vergleichenden Erdkunde.—Долины восточной Швеціи и южнаго склона Альпъ очевидно принадлежатъ къ типу фьордовъ, какъ это указывалъ уже Пешель; если бы уровень моря былъ поднятъ на тысячу или болѣе метровъ, то мы получили бы здѣсь самые типичные фьорды. Тоже относится и до Чили. Уже изъ путеваго отчета Дарвина видно, что кальдеры западнаго склона Андъ, покрывшись водою, были бы такими же типичными фьордами, какъ и норвежскіе.

никто еще никогда не пытался, и объясненіе переходило изъ устъ изъ уста безъ всякаго контроля. Поэтому, при первой попыткѣ конкретно представить себѣ этотъ процессъ, объясненіе оказывается совершенно несостоятельнымъ. Какія бы мы ни измышляли сильныя теченія, врывающіяся въ узкій и часто извилистый заливъ, но эти теченія всегда будутъ слабѣе тѣхъ, которыя омываютъ берега, вполнѣ открытые ярости волнъ. Разрушеніе этихъ береговъ, въ пространствѣ *между* двумя фьордами, должно, слѣдовательно, идти несравненно быстрѣе чѣмъ внутри фьорда. Море и тутъ должно сохранить свой обычный характеръ, — сглаживать неровности земной поверхности, а не усиливать ихъ; оно всегда стремится выровнять береговую линію, а отнюдь не изрѣзать ее глубокими выемками; это—общая черта.—Но еще непонятнѣе станетъ разъѣдающая дѣятельность моря, когда мы вообразимъ себя внутри длиннаго фьорда, въ разстояніи болѣе 150 километровъ отъ линіи берега (напр. у Одда въ Хардангерфьордѣ), и, любуясь тихою поверхностью воды, сравнимъ ее съ бушующимъ при устьѣ долины океаномъ. И напрасно стали бы мы поднимать уровень моря, погружая все бо́льшія и бо́льшія части материка, чтобы подвинуть береговую линію къ верховью фьорда: намъ пришлось бы погрузить страну на 1200—1500 м. (4000—5000 ф.), но и тогда, напримѣръ въ Согнефьордѣ, мы все таки не приблизили бы береговой линіи къ его вершинѣ ближе ста километровъ. Но и такое погруженіе не помогло бы объясненію. Чѣмъ болѣе погружали бы мы страну, тѣмъ менѣе могли бы мы объяснить разъѣданіе породы въ верховьѣ долины. Нужно помнить, что порода разъѣдена здѣсь вплоть до теперешняго уровня морей и на большую глубину ниже его, а между тѣмъ море, какъ мы знаемъ, разрушаетъ породы только на самой ничтожной глубинѣ, не болѣе какъ метровъ на пятнадцать ниже своего уровня. При высокомъ стояніи воды, вся масса породы, *M* на рис. 88-мъ, осталась бы неразрушенною; при низкомъ

же уровнѣ — море теряло бы свою силу въ узкомъ, длинномъ и извилистомъ заливѣ. Потому-то въ странахъ, погружавшихся въ океанъ во время ближайшихъ или древнихъ геологическихъ періодовъ, мы всегда находимъ широкія долины съ пологими, довольно равномѣрными подъемами на нагорье. Если бы Скандинавія покрывалась водою въ теченіе долгихъ геологическихъ періодовъ и не покрывалась ледяными пеленами, и если бы ея фьорды были продуктами дѣятельности морскихъ волнъ, то ихъ дно представило бы такой постепенный подъемъ, какой обозначенъ пунктированною линіею *ab* на рисункѣ, а отнюдь не тотъ профиль *aed*, который мы видимъ теперь. — Еще очевиднѣе становится невозможность морскаго происхожденія фьордовъ, если вспомнить, что недостаточно еще разрушить породу: нужно удалить обломки; морскія волны должны были бы не только подточить, размыть всю массу твердой породы, но и вынести ее изъ фьорда, какимъ-то могучимъ обратнымъ теченіемъ, на разстояніе въ 100 — 150 килом. Но, зная какой слабый дѣятель представляютъ волны въ передвиженіи валуновъ, очевидно нельзя не сказать, что имъ приписывается здѣсь роль, въ сотни и тысячи разъ превосходящая ихъ силу [15]). Тѣ «purgatories», о которыхъ говоритъ Хичькокъ [16]), не могутъ конечно служить

---

[15]) Hitchcock, Surface Geology, l. c., p. 86.

[16]) Вычисленія Хопкинса (Hopkins, On the Elevation and Denudation fo the District of the Lakes of Cumberland and Westmoreland, въ Quart. Journ. Geol. Soc., vol. 4, 1848, pp. 92, 93), изъ которыхъ выходило, что сферическіе валуны, вѣсомъ въ 5000 килогр. (около 300 пуд.), могутъ переноситься приливными теченіями со скоростью 17 килм. въ часъ, не имѣютъ конечно никакого отношенія къ дѣйствительности. Что же касается до опытовъ Bremontie (Saigey, Physique du Globe), сдѣланныхъ во время отлива на плотинѣ Saint Jean de Louse, то хотя изъ нихъ и видно, что волны (высотою немного болѣе 1 метра) уносили валуны отъ 0,3 до 2,7 куб. м.,—вѣсомъ отъ 540 до 5800 килогр., — но нужно помнить, что эти данныя относятся до валуновъ, лежащихъ на весьма ничтожной глубинѣ; на глубинѣ-же около 12—15 м. (40—50 ф.) разрушительная, а слѣдовательно и переносная сила морскихъ волнъ, по наблюденіямъ Годвинъ-Аустена, совершенно уже прекращается; къ той же величинѣ (45 ф.) пришелъ, какъ извѣстно, другимъ путемъ и Дарвинъ. Ср. R. Austen, On the Valley of the British Channel, въ Quart. Journ. Geol. Soc., vol. 6, 1850, pp. 73—74.

въ этихъ случаяхъ примѣромъ; сила, на которую они указываютъ, безспорно существуетъ: волны могутъ выносить обратнымъ теченіемъ обломки изъ короткихъ щелей или бухточекъ; но всякое увеличеніе залива на каждую сотню метровъ въ длину и глубину уже непропорціонально ослабляетъ силу; и нѣтъ ничего ошибочнѣе, какъ доводить до крайностей ученіе о накопленіи результатовъ дѣятельности очень малыхъ силъ, упуская изъ виду уравновѣшивающія вліянія. — Наконецъ, вообще не мѣшаетъ помнить, что всюду—вытачивать въ странѣ глубокія выемки и уносить продукты разрушенія, есть дѣло рѣкъ, потоковъ, а отнюдь не морскихъ волнъ. Рѣки, а не море, выточили тѣ каньоны, которыхъ глубина такъ поражаетъ насъ теперь, онѣ-же должны были положить и первое основаніе и выточить въ существеныхъ чертахъ фьорды. Мало того, только благодаря тому, что страна, гдѣ вырѣзаны эти фьорды, во время ихъ чрезвычайно продолжительнаго вытачиванія не покрывалась моремъ, только благодаря этому и сохранились эти типичныя формы. И чѣмъ бо́льшее число геологическихъ періодовъ были онѣ предохранены отъ сглаживающей силы моря, тѣмъ рельефнѣе, тѣмъ типичнѣе сохранились онѣ: не даромъ Скандинавія и Патагонія (которая также состоитъ изъ однихъ древнѣйшихъ кристаллическихъ породъ) представляютъ наилучшее развитіе этого типа.

Но, если море не принимало главнаго участія въ скульптурѣ фьордовъ, то одно рѣчное размываніе все-таки оказывается недостаточнымъ для объясненія этой формы долинъ. Глубина фьордовъ еще не представляетъ ничего невозможнаго для дѣятельности рѣкъ,—о томъ свидѣтельствуютъ каньоны, — а ихъ ширину также пожалуй можно было бы объяснять, если не вполнѣ, то отчасти, усиленнымъ атмосфернымъ размываніемъ, при болѣе влажномъ климатѣ; но остаются особенности ихъ продольнаго и поперечнаго сѣченія, которыя совершенно необъяснимы однимъ дѣйствіемъ воды. — Въ поперечномъ сѣченіи насъ поражаетъ чрезвычайная крутизна береговыхъ горъ въ нижней

части обрывовъ, вслѣдствіе чего у самаго берега фьорда мы находимъ громадныя глубины, и изъ воды выступаютъ почти отвѣсныя скалы, достигающія очень большой высоты,—послѣ чего уже, на нѣкоторомъ высшемъ уровнѣ, начинается болѣе пологій откосъ. Этотъ типъ, повторяющійся во фьордахъ Скандинавіи и Грёнландіи, на западныхъи восточныхъ берегахъ Сѣверной Америки, въ Южной Америкѣ и т. д., совершенно сходенъ съ тѣмъ, который представляютъ альпійскія долины, съ ихъ почти отвѣсными обрывами на берегу ледника, или вообще на днѣ долины, и съ верхнимъ откосомъ (niveau des châlets), на которомъ могутъ лѣпиться хижины и пасутся стада. Эта черта такъ типично выражена во фьордахъ, и вмѣстѣ съ тѣмъ она такъ хорошо согласуется съ несомнѣнною дѣятельностью льда въ долинахъ, и наоборотъ—такъ не согласуется съ рѣчнымъ и атмосфернымъ размываніемъ, что признать ее продуктомъ ледниковаго истиранія совершенно неизбѣжно [17]). Правда, что крутизну береговыхъ скалъ можно было бы также объяснить дѣйствіемъ морскихъ волнъ; но противъ этого объясненія опять говоритъ, какъ высота обрыва, такъ и неизбѣжная слабость дѣйствія волнъ въ закрытыхъ заливахъ,—о чемъ между прочимъ прекрасно свидѣтельствуетъ и превосходное сохраненіе изборожденія; приписать этой слабой силѣ стачиваніе вертикальныхъ стѣнъ, нерѣдко болѣе тысячи метровъ высоты, было бы очевидно крайне неправдоподобно. Наконецъ, если бы я не боялся упрека въ излишней субъективности, то я сказалъ бы еще, что самый *типъ* обрывовъ, будучи тождественъ съ тѣмъ, который мы видимъ по краямъ Альпійскихъ ледниковъ, рѣзко отличается отъ того, который мы наблюдаемъ на берегахъ морей и большихъ вну-

---

[17]) Во фьордахъ повторяется въ большихъ размѣрахъ то, что замѣчается въ меньшихъ размѣрахъ въ небольшихъ долинахъ и ложбинахъ, истертыхъ ледниками—т.-е., поперечное сѣченіе складывается изъ двухъ выпуклыхъ кривыхъ, тогда какъ въ долинахъ, выточенныхъ исключительно или главнымъ образомъ водою, оно складывается изъ двухъ вогнутыхъ кривыхъ. Объ этомъ смотри ниже.

треннихъ озёръ [18]). — Другая типичная черта фьордовъ есть сравнительная прямизна, или выпрямленіе *стѣнъ долины* (черта, замѣтно отсутствующая въ каньонахъ, судя по рисункамъ Ньюберри) [19]), причемъ это выпрямленіе во-очію достигнуто сглаживаніемъ выдававшихся мысовъ. Эта черта, такъ превосходно выраженная въ верхнихъ частяхъ многихъ альпійскихъ долинъ, — чисто ледниковая, и уже ни въ какомъ случаѣ не рѣчная, такъ какъ мы знаемъ, что водѣ, сливающіяся въ долину, всегда стремятся увеличить именно впадины между мысами, углубить заводи и вообще обратить даже прямую долину въ извилистую и развѣтвляющуюся, древовидную систему; ледники же, наоборотъ, срѣзаютъ именно выдающіеся мысы и такимъ образомъ выпрямляютъ стѣны долины, вмѣстѣ съ тѣмъ расширяя ее.—Наконецъ, третья черта фьордовъ, абсолютно-несогласимая съ морскимъ дѣйствіемъ и не вполнѣ объясняемая однимъ рѣчнымъ, есть существованіе внутри фьордовъ углубленныхъ озеровидныхъ бассейновъ. Въ громадномъ боль-

---

[18]) Достаточно впрочемъ сравнить рисунки фьордовъ,—напримѣръ Грёнландскихъ въ „Zweite deutsche Nordpolarfahrt“, съ хорошими альпійскими фотографіями и съ любыми изображеніями обрывовъ на берегахъ морей или большихъ озеръ, чтобы убѣдиться въ справедливости этого замѣчанія.—Любопытно также, что хотя Байкалъ и напоминаетъ своею формою фьорды, но что типъ его береговъ, по крайней мѣрѣ въ южной половинѣ, не подходитъ подъ типъ береговыхъ обрывовъ во фьордахъ, изъ чего можно догадываться, что эта продольная долина не была сплошь заполнена громаднымъ ледникомъ, котораго верхній уровень былъ бы на нѣсколько сотъ метровъ выше теперешняго уровня воды. И наоборотъ, долины Иркута, Муи и нѣкоторыхъ рѣкъ въ Охотскомъ хребтѣ (рисунокъ Эрмана) имѣютъ вполнѣ ледниковый характеръ. (Подробно описывать типы словами, — не достигло бы своей цѣли, а прилагать рядъ рисунковъ было бы неумѣстно, такъ какъ я довольствуюсь здѣсь одними краткими указаніями; а потому этотъ намёкъ предназначается только для сибирскихъ изслѣдователей, которые имѣютъ возможность провѣрить его на мѣстѣ).

[19]) Особенно сравните рисунки при стр. 85 и 80, въ Reports of Explorations and Surveys, to ascertain the most practicable and economical Route for a Railroad from the Mississipi River to the Pacific Ocean, made in 1854—5; vol. VI, Washington 1857: Abbot and Williamson, Reports upon Explorations for a Railroad Route from the Sacramento valley to the Columbia River. — Геологическую часть этого отчета составляетъ отчетъ Ньюберри, изъ котораго заимствованы упоминавшіяся выше свѣдѣнія.

шинствѣ случаевъ, эта черта не объясняется строеніемъ окрестныхъ горъ, какъ это видно изъ многократныхъ попытокъ болѣе обстоятельнаго частнаго изслѣдованія, сдѣланныхъ для нѣкоторыхъ Альпійскихъ и Великобританскихъ озёръ [20]), между тѣмъ какъ, при рѣчномъ происхожденіи бассейновъ, ихъ строгая зависимость отъ состава и строенія горъ была бы первымъ и необходимымъ условіемъ. За то, съ другой стороны, она совершенно объясняется ледниковымъ дѣйствіемъ, если только допущено, что въ долинѣ существовали расширенія и съуженія, обусловленныя общими орографическими причинами, или — что вообще какое бы то ни было сочетаніе условій задерживало мѣстами движеніе ледянаго потока. Тогда углубленіе долины является уже неизбѣжнымъ слѣдствіемъ напора ледяныхъ массъ [21]).

На основаніи совокупности перечисленныхъ сейчасъ фактовъ, — на которые я ограничиваюсь здѣсь самымъ бѣглымъ указаніемъ,—можно было бы, я полагаю, формулировать связь между ледниками, фьордами и каньонами, слѣдующимъ образомъ:

1) Долины фьордовъ и каньоновъ существовали въ формѣ глубокихъ выемокъ гораздо ранѣе ледниковаго періода: онѣ суть продуктъ преимущественно рѣчнаго размыванія, продолжавшагося въ теченіе нѣсколькихъ геологическихъ періодовъ; причемъ, въ каньонахъ атмосферное размываніе должно было въ тоже время дѣйствовать сравнительно весьма слабо

2) Ледники, заполнившіе ихъ въ ледниковый періодъ, дѣйствовали трояко [22]).

---

[20]) Нѣсколько словъ объ этомъ см. ниже, въ этой главѣ, по поводу бассейновъ озёръ.

[21]) Любопытный примѣръ въ этомъ родѣ представляетъ также фьордъ короля Іосифа въ Грёнландіи. Однимъ строеніемъ породъ нѣтъ никакой возможности объяснить, почему противъ мыса Broer Ruys, въ разстояніи нѣсколькихъ миль отъ берега, глубина моря всего 155 м., при самомъ устьѣ фьорда 179 м., а внутри фьорда 914 м. Ср. Die Zweite Deutsche Nordpolarfahrt.

[22]) Мысль, высказанная нѣкогда Рэмсэемъ, что въ древнія геологическія эпохи бывали также ледниковые періоды, съ каждымъ годомъ находитъ себѣ новыя геологическія подтвержденія такими фактами, которые въ нѣкоторыхъ случаяхъ могутъ быть признаны почти безспорными. Поэтому, весьма вѣроятно, —

a) увеличивали крутизну стѣнъ долины, стачивая въ особенности нижнія части обрывовъ, причемъ они не только сильнѣе разрушали скалы, но и въ большемъ количествѣ уносили осыпи, чѣмъ это могъ бы сдѣлать тотъ сравнительно небольшой потокъ или рѣка, которые заняли бы долину, если бы исчезли ледники;

b) выпрямляли долины, т.-е. стачивали мысы, тогда какъ водное размываніе постоянно стремилось бы увеличить изгибы долины;

и *c*) нѣсколько углубляли долину, особенно передъ ущельями, либо увеличивая въ этомъ случаѣ впадины, обусловленныя первоначальнымъ происхожденіемъ долины изъ цѣпи сообщающихся озёръ, либо вытачивая новыя впадины тамъ, гдѣ ледъ долженъ былъ пробиваться, послѣ расширеній, черезъ тѣснины; эти впадины и послужили вмѣстилищами теперешнихъ фьордовидныхъ озёръ.

3) Въ каньонахъ всѣ эти дѣйствія проявлялись въ томъ же видѣ, какъ и во фьордахъ; но, при гораздо меньшей ширинѣ и гораздо большей глубинѣ долины, а можетъ быть такъ же и по другимъ, неизвѣстнымъ еще причинамъ, дѣятельность льда была несравненно слабѣе, такъ что въ большинствѣ каньоновъ ея результаты вѣроятно ничтожны, сравнительно съ результатами воднаго размыванія; во фьордахъ-же дѣятельность льда является весьма существеннымъ элементомъ окончательной скульптуры долины, и ею обусловливаются всѣ тѣ типическія черты, которыми фьорды отличаются отъ прочихъ глубокихъ долинъ и которыя воспроизводятся съ такимъ постоянствомъ всюду, гдѣ мы находимъ другіе слѣды дѣятельности льда.

Нужно впрочемъ прибавить, что всѣ эти соображенія, хотя и представляются теперь довольно вѣроятными, но во всякомъ

по крайней мѣрѣ относительно нѣкоторыхъ странъ, къ числу которыхъ принадлежитъ и Скандинавія,—что скульптура фьордовъ льдомъ происходила не въ одинъ послѣдній ледниковый періодъ, и что теперешнія формы суть продукты чрезвычайно продолжительной, перемежавшейся нѣсколько разъ дѣятельности льда и воды.

случаѣ должны бы быть провѣрены болѣе полными наблюденіями, чѣмъ тѣ, которыми мы располагаемъ [23]).

Есть еще одна весьма любопытная форма въ поверхностномъ строеніи горъ, или, вѣрнѣе, наружныхъ пластовъ горныхъ породъ, о которой слѣдуетъ сказать нѣсколько словъ; она не признана до сихъ поръ въ числѣ доказательствъ ледниковаго дѣйствія, но тѣмъ не менѣе весьма типична. Я говорю о загибаніи головы пластовъ, въ мѣстахъ ихъ выхода, на подобіе листовъ переплетенной книги, загнувшихся при боковомъ ударѣ по обрѣзу. Какъ ни странно можетъ показаться, говорить о загибаніи пластовъ какого-нибудь твердаго кристаллическаго сланца, подобно листамъ бумаги,—но явленіе существуетъ, и оно наблюдалось нерѣдко: слои бываютъ загнуты, иногда на довольно значительномъ горизонтальномъ протяженіи, приблизительно на метръ въ глубину, какъ это показано схематически на рис. 89-мъ. Впрочемъ, если вспомнить гибкость

---

[23]) Объ образованіи долинъ и вліяніи рѣкъ, моря и льда, см. въ англійскихъ геологическихъ журналахъ (Quart. Journ. Geol. Soc., Proceed. Geol. Soc., Geol. Mag.) споръ, который такъ горячо велся и ведется до сихъ поръ, начиная съ 1862 года (Ramsay, въ Quart. Journ. Geol. Soc., XVIII, 165), или, вѣрнѣе, съ 1848 г. (Hopkins, id., IV, 70); а также замѣтки R. Brown'a (Journ. R. Geogr. Soc., XXXIX), замѣтки г. Wilson'a и т. д. Классическое изслѣдованіе Rütimeyer'a Ueber Thal und See-Bildung, конечно, извѣстно всякому, интересующемуся вопросомъ. О географическомъ распредѣленіи фьордовъ см. O. Peschel, Neue Probleme d. Vergleich. Erdkunde (*выводы* Пешеля впрочемъ очень недостаточны) и работы Brown'a (Q. J. G. S., Peterm. Mitth. 1869). О каньонахъ Сѣверной Америки теперь уже писано очень много, и я назову только Hitchcock, Surface Geology, въ Smithsonian Contributions, IX (о размываніи вообще и перечень фактовъ относительно болѣе мелкихъ каньоновъ и долинъ вообще); Newberry, въ Pacific Railroad Reports, v. VI (описаніе встрѣченныхъ каньоновъ и выводы), и очень дѣльную статейку Arch. Geikie въ „Nature", I, 435, и др. Изъ извѣстныхъ мнѣ только по заглавіямъ статей, упоминаются часто: статья Newberry, Surface Geology of the Basin ef the Great Lakes (Annals of the Lyceum of Nat. History to New York, IX, 1869); Whitney, въ Geol. Survey of California, со множествомъ превосходныхъ рисунковъ; W. Bell, New Tracts in North America, 2 vols, Lond. 1870 (тоже обилуетъ рисунками, часть которыхъ вошла въ статью г. Geikie). Наконецъ, главный источникъ — United States Geol. Survey, чрезвычайно богатая всякими данными.

цѣлыхъ толщъ пластовъ, а также то, что говорилось въ предыдущей главѣ о гибкости твердыхъ тѣлъ вообще, то фактъ не долженъ казаться удивительнымъ: горныя породы гнутся какъ и всякое другое тѣло, когда подвержены продолжительному, сильному давленію. Во всякомъ случаѣ, фактъ совершенно несомнѣненъ, и объяснить его возможно только давленіемъ какого-нибудь тѣла, очень сильнымъ и дѣйствовавшимъ очень долго. Поэтому, англійскіе геологи, которые часто наблюдали подобное явленіе, замѣчая всегда, что пласты бываютъ загнуты въ направленій покатости почвы, объясняли его прежде давленіемъ верхнихъ пластовъ горы, или «вѣсомъ горы». Но впослѣдствіи было замѣчено, что это объясненіе не всегда приложимо, а съ другой стороны обнаружился тотъ фактъ, что подобное загибаніе пластовъ всегда сопровождается признаками дѣйствія льда, причемъ всегда оказывается, что направленіе загиба совпадаетъ съ тѣмъ, которое имѣютъ въ данной мѣстности ледниковые шрамы. Поэтому гг. Клозъ и Фишеръ, описывая извѣстные имъ случаи такого загибанія пластовъ, пришли къ заключенію, что оно обусловлено ничѣмъ инымъ, какъ давленіемъ ледника на разрушенные выходы породы, и легко убѣдиться, что никакая другая гипотеза не объясняетъ факта столь удовлетворительно; въ томъ же, что продолжительное давленіе большой массы льда способно произвести такое дѣйствіе на горную породу,—не можетъ быть никакого сомнѣнія для того, кто сколько-нибудь знакомъ съ пластичностью твердыхъ тѣлъ. Можно впрочемъ прибавить, что явленіе замѣчается только на болѣе мягкихъ породахъ, какъ напр. на болѣе рыхлыхъ, — такъ-сказать гнилыхъ гнейсахъ, на слюдяныхъ, тальковыхъ и вообще болѣе мягкихъ сланцахъ, сланцеватыхъ глинахъ, мергеляхъ и т. п.

Подобное явленіе я наблюдалъ впервые въ Олёкминской тайгѣ, гдѣ, пересѣкая Патомское нагорье противъ горы Тэпторго, видѣлъ, что цѣлые ряды выходовъ, поставленнаго на ребро мягкаго тальково-слюдистаго сланца, образующихъ длинныя гряды,

погнуты въ одномъ направленіи (къ югу) на глубину около двухъ метровъ. Фактъ любопытенъ тѣмъ, что онъ представлялся на плоской поверхности гольца, гдѣ, слѣдовательно, «вѣсъ горы» не могъ имѣть никакого вліянія. Тогда, явленіе осталось впрочемъ для меня не совсѣмъ яснымъ, и я не рѣшился высказать своихъ догадокъ о его связи съ дѣйствіемъ льда. Въ Ирландіи явленіе наблюдалось неоднократно г. Клозомъ, на слюдяномъ сланцѣ, и авторъ, хорошо извѣстный тщательностью своихъ наблюденій, говоритъ, что направленіе загиба всегда совпадаетъ съ направленіемъ движенія льда [24]). Въ Южномъ Девоншейрѣ, о томъ же упоминаетъ г. Аустенъ, который говоритъ, что пласты глинистаго сланца не только бываютъ типично загнуты внизъ по склону горы, но еще иногда разнообразно изворочены на нѣсколько футъ въ глубину [25]), какъ бы отъ сильнаго вертикальнаго давленія на выдававшуюся голову пласта. Правда, что, описывая этотъ фактъ (въ 1842 году), г. Аустенъ не приводитъ его въ связь съ ледниками, а объясняетъ замерзаніемъ пропитанныхъ водою землистыхъ веществъ, которыя проникали въ промежутки между пластами и, замерзая тамъ (при гораздо болѣе холодномъ климатѣ), разворачивали пласты; но, если такимъ образомъ еще можно было бы пожалуй объяснить разнообразные изгибы слоевъ, то загибаніе ихъ въ опредѣленномъ направленіи все-таки осталось бы совершенно непонятнымъ. Тоже явленіе наблюдалъ г. Фишеръ у болѣе рыхлыхъ породъ, какъ напр. у разрушеннаго шерловаго гранита, у девонскихъ мергелей, или же наконецъ въ слояхъ хряща, и также призналъ его ледниковымъ; и, хотя впослѣдствіи г. Фишеръ сдѣлалъ оговорку, что вопросъ еще не можетъ быть рѣшенъ окончательно, но онъ основывался при этомъ повидимому только на томъ, что загибаніе слоевъ

---

[24]) Rev. M. Close, Notes on the General Glaciation of Ireland, въ Journal of the R. Geol. Soc. of Ireland, vol. I, p. 217 and *note*.

[25]) Rob. A. Austen, On the Geology of the South-east of Devonshire, въ Transactions of the Geol. Soc. of London, vol. VI, 1842, p. 437 (съ рисун.).

не вездѣ сопровождается присутствіемъ ледниковаго щебня [26]), — основаніе, конечно совершенно не достаточное. Наконецъ, лучшее описаніе подобныхъ явленій мы находимъ у г. Тиддемана [27]), который наблюдалъ ихъ въ сѣверномъ Ланкашейрѣ (Lancashire), на южномъ склонѣ Пэндльской цѣпи горъ (Pendle-chain), и у котораго я заимствовалъ рисунокъ 89-й. Здѣсь, на громадныхъ пространствахъ, выходы пластовъ, падающихъ на Ю.-Ю.-В. подъ углами въ 30^0—60^0, бываютъ загнуты, на глубину около 60 цм. и болѣе, въ одномъ общемъ направленіи съ С.-С.-З. на Ю.-Ю.-В.,—т. е. въ направленіи изборожденія. Явленіе замѣчается, какъ на сѣверныхъ склонахъ холмовъ, причемъ пласты въ такомъ случаѣ бываютъ загнуты въ гору, такъ на вершинахъ холмовъ, такъ и на ихъ южныхъ склонахъ, и такимъ образомъ объясненія «вѣсомъ горы», или напоромъ плавающихъ льдинъ очевидно устраняются вполнѣ. Вообще, загибаніе пластовъ такъ распространено, что авторъ и г. Гуль (Hull) находили его почти въ каждой каменоломнѣ, въ каждомъ естественномъ и искусственномъ обнаженіи; кромѣ того, его наблюдали также и другіе участники съёмки и изслѣдователи, какъ гг. Гённъ (Gunn) и Экльзъ (Eccles). Послѣдній описалъ между прочимъ особенно любопытный фактъ, изображенный на рисункѣ 89-мъ подъ буквою *D*, именно, что болѣе мягкій сланецъ, лежащій на болѣе твердой породѣ, загнутъ сильнѣе послѣдней, и въ промежутокъ между ними бываетъ забитъ ледниковый щебень [28]); и г. Тиддеманъ совершенно основательно замѣчаетъ, что «я не знаю другаго явленія, находящагося въ связи съ ледянымъ періодомъ, которое давало бы такое живое изображеніе этой непреоборимой силы, дѣй-

[26]) Rev. O. Fisher, On Some Points connected with late Glacial Action, and Raised Sea-Beds, въ Geolog. Mag., vol. 10, 1873, p. 164 (съ рис.); также Geol. Mag., vol. 5, p. 36.

[27]) R. Tiddeman, On the Evidence for the Ice-sheet in North Lancashire and adjacent parts of Yorkshire and Westmoreland, въ Quart. Journ. Geol. Soc., vol. 28, 1872, p. 480 sq.

[28]) Till; въ подтвержденіе того, что этотъ till есть дѣйствительно *ледниковый* щебень, г. Тиддеманъ приводитъ въ той же статьѣ нѣсколько весьма хорошихъ доказательствъ.

ствующей въ неизмѣнномъ направленіи черезъ холмы и долины и черезъ обычные водораздѣлы страны, какъ это сокрушеніе и разрушеніе всякаго встрѣчающагося ей препятствія».

Такъ какъ объяснить это загибаніе пластовъ сколько-нибудь правдоподобно, невозможно безъ содѣйствія льда, и такъ какъ плавающія льдины вполнѣ устраняются въ тѣхъ многочисленныхъ случаяхъ, когда пласты бываютъ загнуты внизъ по склону горы, то по всей вѣроятности оно будетъ въ скоромъ времени признано однимъ изъ столь же типичныхъ и полезныхъ признаковъ дѣйствія ледниковъ, какъ и ледниковыя борозды или бараньи лбы.

Теперь мы перейдемъ къ округлымъ выпуклымъ формамъ скалъ и горъ, въ которыхъ наиболѣе очевидно проявляется участіе сглаживающей силы льда, и прослѣдимъ эти формы въ нѣкоторыхъ изъ ихъ разнообразныхъ проявленій. Мы остановимся впрочемъ почти исключительно на формахъ, принимаемыхъ болѣе твердыми породами (гранитами, гнейсами и т. д.), и совершенно оставимъ въ сторонѣ видоизмѣненія этихъ формъ среди известняковъ и болѣе рыхлыхъ породъ.

Одинъ изъ наиболѣе извѣстныхъ типовъ этого рода есть типъ курчавыхъ скалъ (roches moutonnées), такъ превосходно выраженный въ Альпійскихъ долинахъ [29]). Мы знаемъ, что стѣны этихъ долинъ могутъ быть раздѣлены по высотѣ на двѣ части, рѣзко различающіяся своею внѣшностью: въ верхней части, скалы сохранили тѣ рѣзкія, острыя очертанія, которыя принимаютъ породы вслѣдствіе атмосфернаго разрушенія: неслоистыя кристаллическія массы поднимаются своими пирамидальными и острыми пиками, сланцы и известняки вырѣзаются на небѣ своими щетинистыми гребнями или прихотливыми иглами, и т. д.; но ниже извѣстной плоскости, слегка

[29]) Рисунокъ такихъ скалъ на горѣ Юхли въ долинѣ Аары, изданный впервые Агассисомъ въ Système glaciaire, помѣщается теперь въ большинствѣ популярныхъ сочиненій, напр. у Desor, Gebirgsbau d. Alpen, C. Vogt, Lehrb. d. Geol., 2. Aufl., etc.

наклонной внизъ по долинамъ и обыкновенно очень ясно обозначенной [30]), скалы уже гораздо менѣе разрушены, менѣе разъѣдены вывѣтриваніемъ и размываніемъ и, каковъ бы ни былъ ихъ литологическій составъ, онѣ представляютъ уже преимущественно округлыя формы, образуя ряды округлыхъ, сглаженныхъ выступовъ, или горбылей, которые альпійскіе пастухи очень удачно сравнили съ курчавою шерстью барана, или съ круглыми спинами лежащаго стада овецъ: они назвали ихъ *roches moutonnées* (*ice-dressed rocks*, *Rundhöcker*, *Bauchgranit* у Hugi),—названіе, которое я предложилъ бы переводить по-русски словами *курчавыя скалы*, оставляя названіе бараньихъ лбовъ для отдѣльныхъ яйцевидныхъ бугровъ. Такая же двоякая форма скалъ встрѣчается, какъ мы знаемъ, и въ другихъ горныхъ странахъ,—Сѣверной Америки, Великобританіи и т. д., когда ледники покрывали ихъ не сплошь, а заполняли однѣ лишь долины, до извѣстной высоты.

Едва-ли нужно доказывать теперь, что двоякая форма скалъ, о которой идетъ рѣчь, зависитъ отъ того, что въ нижнихъ своихъ частяхъ стѣны долинъ сглаживались ледниками, тогда какъ вышележащія части, не покрывавшіяся льдомъ, разрушались быстрѣе, сохраняя тѣ очертанія, которыя даетъ вывѣтриваніе и размываніе. Прежнія попытки объяснить эти различія формы различіями состава породы, теперь давно уже забыты [31]). Что же касается до воды, то она не только не производитъ такихъ округлыхъ формъ, но даже уничтожаетъ ихъ тамъ, гдѣ онѣ есть; каждому изъ насъ извѣстно, въ самомъ дѣлѣ, какими, то отвѣсными, то прихотливо-уступчатыми скалами сопровождаются подмываемые водою берега заливовъ и рѣкъ; альпійскіе же ручьи, вмѣстѣ съ атмосфернымъ разрушеніемъ, и теперь мало-по малу уничтожаютъ курчавыя скалы [32]).

[30]) Кромѣ формы скалъ она обыкновенно обозначается также береговыми *ледниковыми* террасами (не террасами ледниковыхъ озёръ). Ср. Rütimeyer, l. c.

[31]) Ср. объ этомъ у Desor, l. c., p. 104.

[32]) По берегамъ рѣкъ и морей мы находимъ иногда луды, т.-е. скалы съ выглаженными поверхностями, а иногда и бугры удлиненно-яйцевидной формы,

Такимъ образомъ, въ существованіи курчавыхъ скалъ, покрывающихъ стѣны долинъ до извѣстнаго уровня, мы имѣемъ,—какъ это давно уже и установлено, — одинъ изъ лучшихъ признаковъ распространенія древнихъ ледниковъ, занимавшихъ отдѣльныя долины.

Тоже явленіе видимъ мы и на склонахъ плоскогорій или сплошныхъ поднятій, когда эти послѣднія падаютъ крутымъ уступомъ къ сосѣднимъ низменностямъ, какъ напримѣръ на западныхъ берегахъ Скандинавіи. Въ такихъ случаяхъ, окраины плоскогорія обыкновенно бываютъ размыты многочисленными глубокими выемками, которыя придаютъ ему типъ переходный къ чисто-альпійской горной странѣ, т. е. типъ массивнаго поднятія съ рѣзкими смѣнами высотъ, характеризующими горныя страны, или массивной горной страны [33]), и въ такихъ мѣстностяхъ мы иногда находимъ, также какъ и въ Альпахъ, тотъ-же двоякій типъ, — округленныхъ и не округленныхъ скалъ, разграниченныхъ между собою нѣкоторою наклонною плоскостью. Такъ, о двоякой формѣ горъ въ береговой полосѣ Норвегіи неоднократно говоритъ Форбзъ [34]): и здѣсь также также можно прослѣдить разграничивающую плоскость, обозначающую верхній предѣлъ, до котораго достигалъ ледъ на склонахъ сплошнаго поднятія, и отдѣляющую другъ отъ друга

обращенные осью поперекъ рѣки; они упоминаются по берегамъ Бѣлаго моря Печоры, Енисея и т. д. Точныхъ описаній ихъ я не знаю, но можно сказать навѣрно, что если эти бугры не имѣютъ ледниковаго происхожденія, то въ нихъ должно замѣчаться отличіе, о которомъ я упоминалъ въ первой главѣ, т. е. *волнутость* отдѣльныхъ плоскостей. Кромѣ того, если бы они и образовывались самою рѣкою, при содѣйствіи, напримѣръ, рѣчнаго льда, то это была бы временная форма: они уничтожались бы при дальнѣйшемъ углубленіи русла, такъ какъ вода стремилась бы срѣзать вертикальными площадками ихъ закругленныя оконечности; вѣроятно поэтому луды никогда не упоминаются на нѣкоторой высотѣ надъ уровнемъ воды.

[33]) Этотъ типъ очень распространенъ въ восточной Азіи и въ Сѣверной Америкѣ, гдѣ онъ встрѣчается не только на окраинахъ большихъ плоскогорій, но также и въ нѣкоторыхъ отдѣльныхъ небольшихъ нагорьяхъ.

[34]) J. Forbes, Norway and its Glaciers, Edinburgh 1853, pp. 58, 59, 174, etc. Рѣзко очерченныя горы, замѣчаетъ онъ, выдаются надъ волнистыми возвышенностями, и это различіе здѣсь поразительно, при чемъ даже рисунокъ (p. 58) не вполнѣ изображаетъ явленіе. Ср. также Sexe и мн. др.

скалы, холмы и части горъ, вполнѣ округленныя и обточенныя льдомъ, отъ тѣхъ, которыя сохранили свои рѣзкія зазубренныя очертанія. Причины этого понятны: ибо хотя на поверхности плоскогорія ледъ лежалъ нѣкогда сплошною массою значительной толщины, но на склонахъ, вступая въ пересѣченную мѣстность, онъ уже огибалъ высшія точки горъ береговой полосы, образуя наклонную поверхность, какъ это показано на рисункѣ 90-мъ. Но, такъ какъ громадная масса льда, покрывавшая плоскогоріе, очевидно не могла сползать по однимъ тѣснымъ долинамъ, то она составляла широкіе потоки, — подобные напримѣръ леднику Гумбольдта или ледникамъ Мельвилева залива въ Грёнландіи,—которые захватывали также и меньшія горы и холмы; а вслѣдствіе этого, на склонахъ сплошныхъ поднятій округлость формъ должна проявляться уже не только на стѣнахъ долинъ, какъ это бываетъ въ высокихъ горныхъ странахъ,—но и въ цѣлой системѣ меньшихъ возвышенностей, лежащихъ ниже извѣстнаго уровня. Такъ оно и есть въ дѣйствительности, и особенно хорошо видимъ мы это по берегамъ Норвегіи: тѣ возвышенности береговой полосы, вершины которыхъ выступаютъ за извѣстный предѣлъ высоты, сохраняютъ еще свои недостаточно округленныя формы; но ниже извѣстнаго уровня всѣ массивныя горы и холмы, иногда до тысячи метровъ (3000 ф.) высоты, представляютъ уже полнѣйшее выраженіе округлаго куполовиднаго типа, какъ въ своихъ общихъ очертаніяхъ, такъ и во всѣхъ частностяхъ своего рельефа. Ледниковый типъ проявляется здѣсь слѣдовательно въ несравненно болѣе крупномъ масштабѣ, чѣмъ въ тѣсныхъ долинахъ горныхъ цѣпей, и этотъ фактъ чрезвычайно важенъ для насъ, такъ какъ мы находимъ здѣсь промежуточную ступень между курчавыми скалами и небольшими куполовидными холмами, наблюдаемыми только въ долинахъ, и цѣлыми нагорьями, которыя воспроизводятъ тѣже округлыя формы въ громадныхъ масштабахъ,— нагорьяхъ, которыя, не представляя по своей массивности, или малой высотѣ, такихъ рѣзкихъ различій высотъ, какъ перво-

классныя горныя цѣпи, были нѣкогда окутаны сплошною массою льда, вмѣстѣ со всѣми вершинами горъ, и вслѣдствіе этого подвергались истиранію льдомъ во всѣхъ своихъ частяхъ. Значеніе этого факта очевидно. Ледниковое происхожденіе округлыхъ формъ, свойственныхъ въ такихъ нагорьяхъ цѣлымъ горамъ значительной высоты, могло бы подвергнуться сомнѣнію; а между тѣмъ на западныхъ берегахъ Норвегіи или Грёнландіи мы находимъ именно такія горы, округленныя и выглаженныя несомнѣнно льдомъ. Объ этомъ послѣднемъ свидѣтельствуетъ какъ то, что округлыя формы замѣчаются здѣсь лишь до извѣстнаго уровня, такъ и непрерывность формъ, начиная съ курчавыхъ скалъ, переходя черезъ куполовидные холмы, и доходя наконецъ до цѣлыхъ горъ, округленныхъ и выглаженныхъ, какъ въ цѣломъ своемъ массивѣ, такъ и въ отдѣльныхъ своихъ частяхъ. Здѣсь мы находимъ, такимъ образомъ, ключъ къ объясненію того же типа, когда онъ встрѣчается намъ потомъ въ мѣстностяхъ, значительно удаленныхъ отъ тѣхъ широтъ, до которыхъ обыкновенно доводится теперь распространеніе ледяныхъ толщъ ледниковаго періода.

Подобныя массивныя нагорья и невысокія горныя страны, всплошь выглаженныя льдомъ и воспроизводящія округлыя ледниковыя формы въ очертаніяхъ цѣлыхъ горъ, заслуживаютъ самаго полнаго вниманія геолога, какъ самый очевидный и — въ этомъ не можетъ быть сомнѣнія — безспорный признакъ ледниковаго періода. Правда, мы не видимъ здѣсь такихъ хорошо выглаженныхъ курчавыхъ скалъ, какъ въ альпійскихъ долинахъ (такъ и слѣдовало ожидать, помня, что истирающая сила льда не сосредоточивается здѣсь въ тѣсномъ руслѣ); но за то всѣ холмы, всѣ отдѣльныя горы, взятыя въ цѣлости отъ подошвы до вершины, поражаютъ полнымъ развитіемъ куполовиднаго типа, какъ въ общей своей формѣ, такъ и въ частностяхъ рельефа. Рѣзкія прихотливыя очертанія, острыя зазубренныя скалы и пики становятся рѣдкостью, а вмѣсто того, всякая возвышенность въ цѣлости и

всѣ частныя черты ея поверхности съ поразительнымъ однообразіемъ воспроизводятъ во всѣхъ масштабахъ округлый типъ. Однѣ горы — и таково громадное большинство — имѣютъ видъ огромныхъ куполовъ, иногда въ десятки верстъ въ діаметрѣ, приплюснутыхъ на вершинѣ, или срѣзанныхъ почти плоскою площадью, закругленною на краяхъ, и даютъ такимъ образомъ въ разрѣзѣ верхнихъ своихъ частей эллипсъ съ бо́льшимъ или меньшимъ эксцентриситетомъ; другія имѣютъ видъ широко расползшихся конусовъ, съ притупленными и закругленными маковками, и только весьма немногія вырѣзываются на небѣ зазубринами,—и то только на самой вершинѣ; и даже тамъ, гдѣ мѣстность почему-либо становится болѣе пересѣченною, вслѣдствіе чего горы получаютъ болѣе разнообразныя формы [35]), и тамъ, среди возможнаго разнообразія, все-таки явно видно стремленіе воспроизвести форму насаженныхъ другъ на друга приплюснутыхъ куполовъ. Тѣ *dômes arrondis*, т. е. куполовидные холмы, которые описаны и изображены Агассисомъ, еще не даютъ никакого понятія о характерѣ и размѣрахъ этого признака, такъ какъ Агассисъ имѣлъ въ виду небольшія отдѣльныя возвышенности, встрѣчающіяся у подошвы альпійскихъ великановъ, а отнюдь не выглаженныя льдомъ горы въ 1000—1500 метровъ относительной высоты и не поверхности въ десятки тысячъ квадратныхъ верстъ. Чтобы получить нѣкоторое понятіе объ этихъ формахъ, нужно вообразить себѣ взволнованный гигантскій океанъ, но не во время бури, когда валы поднимаются острыми гребнями, а во время зыби, съ ея набѣгающими и взаимно-пересѣкающимися, низкими, всегда округлыми волнами,—такъ и описываютъ такія страны, точно сговорясь, наблюдатели самыхъ отдаленныхъ другъ отъ друга мѣстностей въ Европѣ, Азіи, Сѣверной и Южной Америкѣ. Подъ этотъ типъ подходятъ, какъ сказано, береговая полоса Норвегіи, гдѣ всѣ изслѣдователи говорятъ намъ объ округлости горъ,

[35]) Напримѣръ, въ частяхъ сплошнаго поднятія, смежныхъ съ нагроможденными хребтами.

объ ихъ приплюснутой формѣ и сглаженности вершинъ [36]); значительныя части Швеціи, гдѣ, на юго-восточныхъ склонахъ нагорья, округлость горъ постоянно обращала на себя вниманіе участниковъ съемки, когда они переносили свои изслѣдованія въ болѣе высокія части страны; массивныя поднятія Чёлена, описанныя членомъ французской экспедиціи, Роберомъ; водораздѣлъ Манселька, какъ объ этомъ опредѣлительно говоритъ Бётлинкъ; большая часть нагорій Новой Земли [37]) и Шпицбергена [38]), гдѣ «приплюснутость холмовъ», «округлость очертаній» и т. д. безпрестанно упоминаются арктическими плавателями; отчасти нагорья Исландіи и прочихъ сѣверныхъ острововъ [39]), прибрежная полоса Грёнландіи, острова сѣверо-американскаго Архипелага и т. д. Но кромѣ этихъ мѣстностей, ледниковое покрытіе которыхъ не возбуждаетъ уже сомнѣній, мы находимъ тѣ же формы и во многихъ другихъ массивныхъ нагорьяхъ, или невысокихъ горныхъ странахъ болѣе южныхъ широтъ. Такъ, всякому знакомому съ ледниковою литературою, немедленно вспомнятся, конечно, безпрестанныя упоминанія объ «округлости формъ», «приплюснутости вершинъ» и т. п. въ невысокихъ горныхъ цѣпяхъ восточныхъ штатовъ Сѣверной Америки и Великобританіи [40]); а еще южнѣе, въ Исполинскихъ горахъ (Riesengebirge), въ Богемскихъ, въ Оденвальдѣ и Шварцвальдѣ, постоянная округлость горъ дала, какъ мы знаемъ, поводъ Л. фонъ-Буху высказать свою теорію изверженныхъ гранитныхъ и гнейсовыхъ эллипсоидовъ, чтобы объяснить эти замѣчательныя формы земной поверхности. Но въ томъ же Шварцвальдѣ Агассисъ и впослѣдствіи Рэмсей нашли, какъ

---

[36]) У Форбза (Norway) есть нѣсколько рисунковъ, гдѣ эти формы очень хорошо выражены.

[37]) Рисунки см. у Хейглина, ср. также текстъ его Reisen, Bd. 2, p. 40.

[38]) Ср. рисунки въ отчетѣ Хиденіуса о Шведской экспедиціи.

[39]) C. Vogt., Dr. Berna's Nordfahrt.

[40]) Между прочимъ, см. T. Jamieson, On the Iceworn Rocks of Scotland, въ Q. J. G. S. vol. 18, 1862, p. 164 и рисунки II, VII и XI въ J. Geikie, Ice Age.

извѣстно, несомнѣнные слѣды ледниковаго покрытія, въ видѣ моренъ и отчасти изборожденія [41]); а развитіе ледниковъ въ горахъ, окружающихъ Богемію, всего лучше доказывается недавнимъ открытіемъ изборожденнаго наноса въ Прагѣ,— не говоря уже о доказательствахъ, представляемыхъ наносами всей сѣверной Германіи. Наконецъ въ Азіи, въ Восточной Сибири, мы знаемъ нагорье между Витимомъ, Леною и Олёкмою, массивное центральное поднятіе котораго (въ 1600 м. абс. выс.) поражаетъ замѣчательнымъ развитіемъ этого куполовиднаго типа большихъ горъ, причемъ въ долинахъ рѣкъ, берущихъ начало изъ этого нагорья, несомнѣнные слѣды ледниковъ могутъ быть прослѣжены до уровня въ 670 м. (2200 ф.).

Наиболѣе рѣзкое выраженіе округлаго типа находимъ мы, однако, на самыхъ поверхностяхъ плоскогорій и особенно на низкихъ плоскихъ возвышенностяхъ. Здѣсь, гдѣ сглаживающая сила льда не встрѣчала слишкомъ рѣзкихъ различій высотъ и могла дѣйствовать съ наибольшею равномѣрностью, каждый бугоръ, каждый холмъ, каждая цѣпь холмовъ представляютъ полнѣйшее выраженіе округлаго ледниковаго типа. Вся страна, особенно на низкихъ плоскихъ возвышенностяхъ, принимаетъ характеръ большой *roche moutonnée*,—сплошной курчавой скалы,—которая, наконецъ, въ низменностяхъ (какъ, напримѣръ, въ береговой части Финляндіи или въ Меларской впадинѣ въ Швеціи) вся оказывается выглаженною и усѣянною удлиненными, часто яйцевидными бараньими лбами (crag and tail), представляющими проявленіе той же округлой, приплюснуто-куполовидной формы въ ея наименьшемъ масштабѣ. Такой типъ достаточно общеизвѣстенъ: достаточно назвать, какъ примѣръ плоскогорій — Норвежскіе фьельды, какъ примѣръ плоскихъ возвышенностей — средніе

---

[41]) Agassiz, The Glacial Theory and its Recent Progress, въ Edinb. N. Philos. Journal, vol. 33, 1842, p. 217, и Ramsay, l. c., Q. J. G. S., XVIII, 187.

части Швеціи [42]), Финляндію, при-Онежье, западную Англію и т. д., чтобы читателю представилась полная, въ высшей степени типичная картина. Но тѣ же типы находимъ мы и во многихъ другихъ мѣстахъ. О Грёнландіи нечего уже и говорить: такъ, напримѣръ, описывая мѣстность близь одного изъ большихъ ледниковъ, г. А. Норденшильдъ замѣчаетъ, что она до такой степени напоминаетъ Швецію и Финляндію, что даже самый невѣрящій убѣдился бы здѣсь, что обѣ эти страны дѣйствительно покрывались ледяными покровами [43]). Въ Сѣверной Америкѣ уже одинъ взглядъ на карту говоритъ, что сѣверныя ея части принадлежатъ къ тому же типу; и дѣйствительно, читая отчетъ Франклина объ его злополучномъ путешествіи отъ Арктическаго Зунда до форта Энтерпрайза (Enterprise), всякій знакомый съ Финляндіею будетъ пораженъ сходствомъ типа обѣихъ странъ, даже въ самыхъ мелкихъ подробностяхъ [44]). Въ Южной Америкѣ мы узнаёмъ тотъ же типъ, въ самомъ полномъ его выраженіи, при чтеніи описаній Огненной Земли [45]) и Патагоніи, и даже въ среднемъ Чили путника еще поражаютъ на каждомъ шагу

---

[42]) Страна между Öребро и Гётэборгомъ поразительно напоминаетъ Финляндію.

[43]) A. Nordenskjöld, Redog. Exped. till. Grönland, l. c., p. 1001.—Тоже замѣтилъ и г. Лаубе. „Кто однажды видѣлъ, говоритъ онъ, острова Грёнландіи, тотъ узнаетъ ихъ формы, несмотря на присутствіе лѣсной растительности, въ островахъ окрестностей Стокгольма. Но еще вѣрнѣе аналогія съ Норвегіею. Ея западный берегъ точно также окруженъ безчисленными и бо́льшею частію голыми скалами, какъ и берегъ Грёнландіи, стѣны фьордовъ большею частію также круто падаютъ, и острова во фьордахъ также вполнѣ соотвѣтствуютъ островамъ въ грёнландскихъ фьордахъ“... „Но, чтобы получить въ Норвегіи до обмана сходную картину Грёнландіи, надо только подняться на Норвежское нагорье... Представляющійся здѣсь ландшафтъ сходенъ до поразительности съ грёнландскимъ въ тѣхъ же широтахъ“. G. Laube, въ Sitzber. d. Wiener Akad. d. Wiss., Math. Cl., I Abth., Bd. 68, p. 50 Sprt-Abdr.

[44]) J. Franklin, Narrative of a Journey to the Shores of the Polar Sea, in the years 1819—1822, 3-d edition, London, 1824; особенно см. vol. 2, pp. 250 sq.

[45]) Только центральная цѣпь, въ 600 м. абс. выс., представляетъ въ своихъ верхнихъ частяхъ разрушенный гребень; она состоитъ изъ кварцита. — Darwin, Naturw. Reisen, I, 240.

округлыя формы горъ, вмѣстѣ съ фьордовидными долинами *) массами щебня на горахъ и толщами грубаго наноса. Тѣ же формы находимъ мы, наконецъ, и въ Новой Зеландіи [46]). И нельзя не согласиться безусловно съ г. Джемсомъ Джейки, что иной разъ, читая простое физико-географическое описаніе страны (г. Джейки дѣлаетъ это замѣчаніе по поводу описанія «barren grounds» Сѣверной Америки, сдѣланнаго Бэкомъ), — геологъ прямо узнаетъ по этому ландшафту, что страна была нѣкогда зарыта подъ мощною толщею льда [47]). Дѣйствительно, существуетъ совершенно типичный древне-ледниковый ландшафтъ, и его черты почти такъ же ясны и выразительны, какъ и черты ландшафта вулканическихъ областей, которыя мы узнаемъ даже на далекихъ небесныхъ тѣлахъ [48]).

Въ разсмотрѣнныхъ до сихъ поръ формахъ мы имѣемъ, такимъ образомъ, непрерывный рядъ, начинающійся и заканчивающійся несомнѣнно-ледниковыми формами скалъ: курчавыми скалами — въ горныхъ странахъ и бараньими лбами — въ низменностяхъ, и какъ отъ тѣхъ, такъ и отъ другимъ мы доходимъ, рядомъ неуловимыхъ градацій, до нагорій, поражающихъ насъ округлою формою своихъ горъ. Отъ курчавыхъ скалъ и горбылей, встрѣчающихся на стѣнахъ альпійскихъ долинъ, мы переходимъ къ тѣмъ же формамъ въ окраинныхъ долинахъ сплошныхъ поднятій, и здѣсь встрѣчаемся, кромѣ

*) Эти послѣднія превосходно обнаруживаются на недавно изданной картѣ д-ра Петорманна (Georg. Mitth., 1875), особенно вблизи высшихъ точекъ Андъ, гдѣ фьорды наиболѣе глубоко врѣзаны въ нагорье.

46) Я нарочно умалчиваю о такихъ странахъ, въ которыхъ проявляется тотъ же типъ, но гдѣ ледниковое покрытіе еще можетъ быть оспариваемо, хотя, по моему мнѣнію, оно доказывается весьма убѣдительными фактами. Таковы: плоскогоріе Южной Бразиліи, Витимское въ сѣверо-восточной Азіи и отчасти — Иберійскія плоскогорія и Баварское.

47) J. Geikie, On Changes of Climate 3-d paper въ Geol. Mag., v. 9, 1872, p. 67, *note*. — Ср. также The Great Ice Age, того-же автора, ch. 2 and 28, и рис. на стр. 22, 295 и 311.

48) Я очень жалѣю, что не могу привести здѣсь нѣсколько рисунковъ, взятыхъ изъ названныхъ областей, которые показали бы, до чего бываютъ сходны древне-ледниковые ландшафты, не смотря на различія породъ и другихъ условій.

того, еще съ округленностью холмовъ и даже цѣлыхъ горъ, также ниже извѣстнаго уровня, и наконецъ, безусловно тѣ же формы горъ, въ такихъ же масштабахъ, находимъ мы въ цѣлыхъ менѣе высокихъ горныхъ странахъ и въ пересѣченныхъ частяхъ сплошныхъ поднятій. Съ другой стороны, исходя отъ бараньихъ лбовъ береговой полосы, мы переходимъ къ округлымъ, удлиненнымъ буграмъ и холмамъ плоскихъ возвышенностей (нерѣдко сохраняющимъ также различіе между сѣверною и южною оконечностью), къ ихъ грядамъ округлыхъ холмовъ въ нѣсколько сотъ футовъ высоты, и незамѣтно доходимъ опять-таки до цѣлыхъ нагорій, воспроизводящихъ тѣ же типичныя формы, только въ бо́льшихъ масштабахъ [49]). Уже одинъ этотъ фактъ непрерывности можетъ быть признанъ достаточнымъ доказательствомъ ледниковаго происхожденія этихъ формъ въ нагорьяхъ. Къ тому же заключенію приводитъ и теоретическій разборъ ихъ возможныхъ причинъ.

Причины эти, если исключить дѣятельность ледниковъ, очевидно могутъ быть только двоякія: или первичныя, дѣйствовавшія при самомъ выходѣ породы на земную поверхность, или вторичныя, въ родѣ атмосфернаго или воднаго размыванія; но легко убѣдиться, что ни тѣ, ни другія не могутъ дать нужныхъ формъ. Дѣйствительно, если округлая, куполовидная форма замѣчается лишь въ небольшихъ буграхъ, едва возвышающихся на нѣсколько десятковъ метровъ надъ общимъ уровнемъ какого-нибудь плоскогорія, тогда еще можетъ явиться сомнѣніе, не находится ли округло-приплюснутая форма холмовъ въ связи съ тою неизвѣстною причиною, которая могла создать самую форму массивнаго плоскогорія, и не обусловливается ли она, можетъ

---

[49]) Финляндія въ этомъ отношеніи весьма поучительна, если прослѣдить формы скалъ, холмовъ и горъ, начиная отъ береговъ Финскаго залива, переходя черезъ плоскую возвышенность страны озеръ (см. первую часть этой книги), потомъ—черезъ отроги Манселькн, которые я называю Каянскимъ кряжемъ, и доходя, наконецъ, до плоскихъ возвышенностей самаго хребта Манселькн и Лапландіи. Переходъ отъ одного масштаба формъ къ другому въ этомъ случаѣ совершенно неуловимъ, типъ же остается неизмѣннымъ. — Ср. Boethlingk, l. c.

быть, какою-нибудь первичною причиною. Но когда мы видимъ, что такую куполовидную форму принимаютъ горы, имѣющія тысячи футъ относительной высоты и десятки верстъ въ діаметрѣ, и состоящія при этомъ безразлично изъ гранитовъ, гнейсовъ и самыхъ разнообразныхъ сланцевъ, — тогда такое предположеніе оказывается уже явно невозможнымъ. Правда, что Бухъ, замѣтивъ округлыя формы горъ и скалъ въ Скандинавіи, Финляндіи, Великобританіи, Альпахъ и въ среднегерманскихъ хребтахъ, предложилъ свою теорію изверженія гранитныхъ и гнейсовыхъ эллипсоидовъ въ видѣ пузырей, включивъ въ число такихъ изверженныхъ образованій между прочимъ и несомнѣнно-ледниковыя формы, какъ финляндскіе и шведскіе бараньи лбы и альпійскія курчавыя скалы [50]); но его догадка опровергается уже тѣмъ, что округлыя формы, которыя онъ считалъ слѣдствіемъ изверженія, проявляются также у породъ несомнѣнно неизверженныхъ, и что куполовидныя формы не имѣютъ ничего общаго со слоеватостью породъ: слои въ тѣхъ куполовидныхъ горахъ и холмахъ, которые состоятъ изъ сланцевъ, падаютъ по всевозможнымъ направленіямъ, безъ всякаго отношенія къ наружной формѣ горы. Такимъ образомъ ясно, что мы имѣемъ здѣсь дѣло съ формою, обязанною своимъ происхожденіемъ какому-нибудь внѣшнему, позднѣйшему дѣятелю. Но мы знаемъ, что ни вода, ни дѣйствіе атмосферы не производятъ такихъ формъ. Дѣйствіе атмосфернаго разрушенія настолько знакомо, что нечего и распространяться о немъ; его результаты даже наглядно выражаются въ двоякой формѣ скалъ въ альпійскихъ долинахъ. Что же касается до моря, то мы знаемъ, что если оно и стремится сглаживать вертикальныя неровности земной поверхности, то достигаетъ этого почти только путемъ отложенія наносовъ, заполняющихъ впадины, а отнюдь не сглаживаніемъ самыхъ скалъ. Вода моря, какъ и вода рѣкъ, сама, безъ помощи песка и щебня, не

[50]) L. Buch, Ueber Granit und Gneuss etc., въ Pogg. Ann., Bd. 58, p. 289.

сглаживаетъ твердыхъ породъ, даже тогда, когда она находится въ очень быстромъ движеніи [51]); она можетъ дѣйствовать, и то довольно слабо, только несомыми ею наносами, а мы знаемъ,—какъ на это уже указалъ г. Годвинъ Аустенъ [52]), да и изъ всѣхъ извѣстныхъ зондированій,—что въ нѣкоторомъ разстояніи отъ береговъ передвигаются уже только весьма измельченные глина и илъ, которые не могутъ оказывать значительнаго истирающаго дѣйствія. Но если бы мы допустили даже, какъ это думаетъ, напримѣръ, Уолличъ [53]) или Бишофъ [54]), что на значительной глубинѣ могутъ иногда перемѣщаться и болѣе крупные камни, которые были бы способны производить замѣтное истирающее дѣйствіе, то все-таки результатомъ ихъ тренія было бы только *увеличеніе существующихъ впадинъ и выемокъ*, а отнюдь не округленіе выступовъ [55]). Наносы, каковы бы ни были направленія теченій, могутъ двигаться только по готовымъ ка-

---

[51]) Говоря объ Иматровскомъ водопадѣ, я уже имѣлъ случай указывать на это обстоятельство. Тоже замѣтили Дезоръ и Агассисъ, посѣтивъ зимою ледникъ Аары и разсматривая русло водопада Хандека: „разсматривая слои гнейса, по которымъ вода сливается лѣтомъ, мы были удивлены, говоритъ Агассисъ, замѣтивъ, что они сохранили отчасти свои исходящіе углы, и вовсе не были сглажены, какъ мы этого ожидали, особенно потому, что Аара несетъ такое громадное количество щебня". Это не были также слои, вновь обнажившіеся вслѣдствіе подламыванія, прибавляетъ онъ. Agassiz, Glacial Theory etc., въ Edinb. N. Philos. Journ., v. 33, pp. 242, 243.

[52]) R. Austen, On the Valley of the English Channel, въ Quart. Journ. Geol. Soc., vol. VI, 1850, p. 69, § 9.

[53]) J. Wallich, The North-Atlantic Sea-Bed, part 1, 1860.

[54]) G. Bischof, Lehrb. der Chemischen und Physik. Geologie, Supplement-Band. Bonn, 1871, pp. 52—58.

[55]) Хотя многіе англійскіе геологи, въ томъ числѣ и Ляйэлль, считаютъ такое вытачиваніе на днѣ моря возможнымъ, но, по моему мнѣнію, оно чрезвычайно сомнительно, въ виду необходимой слабости глубинныхъ теченій, ихъ равномѣрности и того, что ихъ ложи постоянно бываютъ покрыты наносами. Ляйэлль выражается, впрочемъ, объ этомъ весьма двусмысленно: „Какъ бы то ни было, говоритъ онъ, но мелководныя части Нѣмецкаго моря прорѣзаны длинными и узкими оврагами, которые *повидимому* обязаны своимъ существованіемъ приливному теченію, способному *или* образовать каналъ, *или* не давать ему засоряться...". Ch. Lyell, Principes de Géologie, Paris, 1873, переводъ Ginestou съ 10-го изданія, съ дополненіями, вошедшими въ 11-е англійское изданіе, гл. XXII, с. 741.

наламъ, а отнюдь не подниматься на возвышенности, а тѣмъ болѣе на крутые склоны возвышенностей дна; между тѣмъ, именно такое поднятіе и было бы необходимо, чтобы объяснить сглаживаніе выступовъ, составляющее отличительную черту ледниковаго дѣйствія. Правда, что море можетъ также, разрушая небольшіе острова, срѣзать вершины болѣе крутыхъ подводныхъ горъ, образуя такимъ образомъ площадку, лежащую на глубинѣ нѣсколькихъ сажень подъ уровнемъ воды; такой процессъ мы видимъ дѣйствительно у береговъ Великобританіи въ Ла-Маншѣ [56]), или на Шетландскихъ островахъ [57]); но ясно, что такимъ образомъ могутъ быть разрушены только небольшіе острова и группы острововъ, которые и дадутъ отдѣльныя горы съ довольно плоскими вершинами, но съ крутыми, разрушенными, скалистыми скатами, и эти формы все-таки не будутъ имѣть ничего общаго ни съ округленными и выглаженными льдомъ куполами отдѣльныхъ горъ, ни съ выглаженными плоскогоріями и плоскими возвышенностями. Затѣмъ, что касается до береговаго прибоя, то онъ вообще стремится дать обрывистыя скалы, а отнюдь не округлыя выпуклыя формы. Такая дѣятельность прибоя всего лучше видна въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ изъ моря выступаютъ обточенныя нѣкогда ледниками округлыя скалы: прибой разрушаетъ ихъ и срѣзаетъ ихъ склоны вертикальными обрывами, и даже тамъ, гдѣ скалы омываются болѣе слабымъ прибоемъ, который, казалось, могъ бы дать округлыя формы, получаются однако формы *вогнутыя*, вмѣсто *выпуклыхъ*, не говоря уже о томъ, что и это вытачиваніе всегда согласуется съ различною плотностью породы [58]). Далѣе, если обратиться къ плавающимъ льдинамъ, на которыя такъ удобно ссылаться, такъ какъ ихъ способъ дѣйствія не подвергается ближайшему анализу, то въ ихъ способности

[56]) R. Austen, l. c., p. 73.

[57]) Lyell, Principles of Geology, 10 ed., ch. XX, по Hibbert, Description of Shetland Isles.

[58]) См. выше, стр. 23; тоже наблюденіе, какъ оказывается, было сдѣлано уже Агассисомъ, ср. The Glacial Theory etc., l. c., p. 224.

придать нужныя округлыя формы, усомнится всякій, кто потрудится прослѣдить въ частностяхъ, какъ могли бы дѣйствовать льдины на скалы: онѣ могли бы, пожалуй, нѣсколько отполировать *готовыя уже*, сглаженныя скалы, но онѣ отнюдь неспособны придать этой формы разрушеннымъ, растрескавшимъ, зубчатымъ поверхностямъ горъ, подвергавшихся прежде атмосферному или береговому разрушенію. Впрочемъ, допустивши даже, что плавающія льдины обладаютъ способностью округлять скалы [59]), мы все-таки увидимъ недостаточность этой силы, если вспомнимъ, что требуется округлить не только вершины отдѣльныхъ горъ, но цѣлыя горы со всѣми ихъ склонами, отрогами и ложбинами, представляющими различія высотъ въ цѣлыя тысячи футовъ или метровъ; что, кромѣ того, нужно округлить холмы, бугры и бугорки, *лежащіе внутри долинъ*, на нѣсколько тысячъ футъ ниже сосѣднихъ водораздѣловъ, и т. д. Большинство этихъ точекъ было бы *совершенно недоступно* для плавающихъ льдинъ, при какомъ бы то ни было уровнѣ моря. Въ виду этой трудности нѣтъ даже надобности напоминать о величинѣ требующагося погруженія, и о томъ, что такое погруженіе слишкомъ уже долго принималось на вѣру, и что давно уже пора потребовать его доказательствъ. Наконецъ, если прибѣгнуть къ дѣйствію берегового льда, чтобы объяснить округлость скалъ на днѣ глубокихъ и узкихъ долинъ, то въ виду чрезвычайной продолжительности процесса, необходимой для сглаживанія бугровъ, нельзя не признать, что если бы льдины могли даже округлять бугры, то береговыя волны, разрушительная работа которыхъ слишкомъ хорошо извѣстна, всегда успѣютъ уничтожать то, что̀ сдѣлаютъ льдины: забиваясь въ щели породы и

---

[59]) Хотя д-ръ Дж. Хэйесъ и говоритъ объ округленныхъ *моремъ* горахъ и скалахъ въ Грёнландіи (Dr. J. Hayes, Das Offene Polar-Meer. Bibliothek geograph. Reisen und Entdeckungen. Jena, Costenoble, Bd. I, 1868, p. 345), но мы увидимъ ниже, въ слѣдующей главѣ, что его геологическія заключенія должны быть принимаемы съ крайнею осторожностью. Онъ какъ будто и не подозрѣваетъ возможности округленія горъ ледниковымъ льдомъ.

разрушая съ различною скоростью пласты различной плотности (основная черта дѣятельности моря), онѣ будутъ стремиться образовать отвѣсные или нависшіе обрывы, и не только уравновѣсятъ, но навѣрно даже пересилятъ сглаживающую работу береговыхъ льдинъ. Оттого-то мы и видимъ, что даже по берегамъ Скандинавіи, гдѣ въ береговомъ льдѣ нѣтъ недостатка, готовые округлые бугры (хотя они представляютъ наименѣе выгодныя условія для разрушенія прибоемъ) не уцѣлѣваютъ въ первоначальной формѣ тамъ, гдѣ они долго подвергаются силѣ береговыхъ волнъ [60]). И если мы находимъ хорошо сохранившіяся округлыя формы на низменностяхъ сѣверныхъ материковъ и острововъ, не смотря на то, что они погружались въ море и долго подлежали разрушительной силѣ береговаго прибоя, то—только потому, что округлыя скалы были нѣкогда зарыты подъ большими массами трудно-размываемаго наноса, о мощности которыхъ свидѣтельствуютъ теперь толщи, сохранившіяся въ болѣе высокихъ частяхъ страны; этотъ наносъ и предохранилъ ихъ въ то время, когда онѣ, постепенно выступая изъ воды, подлежали наибольшему разрушенію со стороны моря. Съ этими заключеніями согласится, я думаю, всякій, кто знакомъ съ работою морскихъ волнъ, и мнѣ очень пріятно въ этомъ случаѣ сослаться на Дарвина,—такъ замѣчательно оцѣнившаго въ другомъ своемъ сочиненіи дѣятельность моря,—который, познакомившись съ формами скалъ и горъ въ Кернанвоншейрѣ, говоритъ: «на основаніи моихъ, правда очень ограниченныхъ, наблюденій, я думаю, что *куполовидныя вершины и бараньи лбы* (boss-or dome-formed rocks) *будутъ однимъ изъ лучшихъ критеріевъ, чтобы отличать результаты ледниковъ отъ результатовъ плавающихъ льдинъ*» [61]).

---

[60]) Въ этомъ легко убѣдиться во всѣхъ шхерахъ. Между прочимъ, см. рисунокъ при стр. 78-й „Norway“ Форбза, гдѣ (въ правой сторонѣ) очень хорошо видно это подтачиваніе моремъ округлыхъ скалъ. Ср. также рисунокъ, приложенный въ подтвержденіе той же мысли Гарттомъ (Hartt, Phys. Geogr. und Geol. of Brazil).

[61]) C. Darwin, Notes on the Effect produced by Ancient Glaciers of

Но, если ни внутреннее строеніе породы, ни атмосферное разрушеніе, ни дѣятельность воды и плавающихъ льдинъ не могутъ дать этихъ округлыхъ выпуклыхъ формъ, то остается только обратиться къ дѣятельности ледниковаго льда, и въ немъ признать единственную возможную причину этихъ формъ. Мы знаемъ изъ прямыхъ наблюденій, что онъ дѣйствительно представляетъ въ этомъ случаѣ *достаточную* причину для округленія бугровъ, отроговъ и холмовъ меньшихъ размѣровъ; а вмѣстѣ съ тѣмъ мы знаемъ также, что отъ этихъ болѣе мелкихъ формъ до куполовидныхъ горъ и цѣлыхъ нагорій, имѣющихъ этотъ типъ, существуетъ безконечный рядъ промежуточныхъ, постепенно увеличивающихся, такихъ же формъ; вся разница между ними только въ размѣрахъ и въ продолжительности дѣйствія сглаживающей силы. Но эти причины не могутъ остановить насъ въ признаніи куполовидныхъ горъ однородными по происхожденію съ мелкими буграми, имѣющими тѣ же формы; мы знаемъ, въ самомъ дѣлѣ, что въ настоящее время существуютъ ледники не менѣе 1500 метровъ (5000 ф.) толщины, что въ ледниковый періодъ они могли и должны были быть еще значительно толще, и что наконецъ такіе ледники не могли не существовать чрезвычайно продолжительное время. Такимъ образомъ всѣ условія для дѣйствія силы, въ гораздо бо́льшихъ размѣрахъ, чѣмъ это происходитъ теперь въ долинахъ Альпъ, имѣются на лицо; а съ другой стороны, мы имѣемъ фактъ незамѣтнаго перехода меньшихъ формъ въ бо́льшія, ихъ совмѣстнаго существованія (округлость горъ *всегда* сопровождается округлостью бугровъ), и то еще, что округлость горъ и цѣлыхъ нагорій всегда сопровождается цѣлымъ рядомъ другихъ признаковъ ледниковаго покрытія. Мы имѣемъ, поэтому, полное основаніе признать

Caernarvonshire, and on the Boulders transported by Floating Ice, въ Edinburgh New Philos. Journal, v. 33, 1842, p. 361 (изъ Philosophical Magazine, vol. 21, № 137).

округлость большихъ горъ и холмовъ и ледниковый *habitus* страны такимъ же несомнѣннымъ признакомъ ледниковаго покрытія, какъ и изборожденіе, или присутствіе моренъ.

Округлость очертаній цѣлыхъ горъ обыкновенно повторяется и въ очертаніяхъ ихъ отроговъ, вслѣдствіе чего ложбины, изрѣзывающія склоны горы, пріобрѣтаютъ особую, весьма типичную форму,—форму, едва ли не болѣе типичную даже, чѣмъ общая куполовидная форма всей горы, такъ какъ она еще менѣе объяснима водными процессами. Въ самомъ дѣлѣ, въ то время какъ атмосферное размываніе, въ связи съ рѣчнымъ, всегда стремится придать каждой долинѣ корытообразную форму, дающую въ поперечномъ разрѣзѣ *вогнутую* кривую, —въ горахъ, обточенныхъ ледниками, большая часть небольшихъ долинъ и овраговъ выражается въ разрѣзѣ двумя *выпуклыми* кривыми, причемъ вогнутую кривую мы находимъ только на самомъ днѣ долины, между двумя выпуклыми (см. рис. 91, I и II). Вслѣдствіе этого, если представить себѣ гору въ идеальной формѣ конуса и разсѣчь ея коническую поверхность другою коническою поверхностью, перпендикулярною къ первой и обращенною вершиной книзу, то, развернувъ эту вторую поверхность, мы получаемъ: въ случаѣ обыкновеннаго атмосфернаго размыванія — рядъ кривыхъ, обращенныхъ выпуклостями книзу, а въ горѣ, истертой ледниками—рядъ кривыхъ, обращенныхъ выпуклостями кверху (рис. 92). Вторая форма есть обычная, общеизвѣстная форма у *курчавыхъ скалъ*, но ее же мы находимъ и у цѣлыхъ горъ, въ тѣхъ сплошныхъ поднятіяхъ и въ массивныхъ горныхъ странахъ, которыя были покрыты ледниками всплошь, вмѣстѣ съ ихъ высшими точками. Ее можно замѣтить во всѣхъ возвышенностяхъ Финляндіи и Скандинавіи, и особенно въ горахъ около-полярныхъ материковъ, но она встрѣчается также иногда и въ Альпахъ, какъ видно изъ прилагаемаго рисунка 93-го, весьма сходнаго

съ помѣщеннымъ у Рютимейера [62]). Эта форма такъ сходна съ тѣми, которыя имѣютъ вытертыя льдомъ курчавыя скалы (она получается очевидно вслѣдствіе стиранія выдающихся частей водораздѣловъ, какъ это показано пунктированною линіею въ рис. 90, II), и она такъ несходна съ тѣми, которыя даетъ—и должно давать по теоріи—водное размываніе, что ее очевидно слѣдуетъ признать однимъ изъ самыхъ типичныхъ признаковъ ледниковаго покрытія страны. Любопытно замѣтить при этомъ, что тѣ же кривыя даетъ и поперечное сѣченіе фьордовъ *).

Наиболѣе полное осуществленіе совокупности этихъ типовъ, какъ въ цѣломъ, такъ и въ частяхъ, представляютъ общеиз-

[62]) Говоря въ «Отчетѣ объ Олёкминско-Витимской экспедиціи» о формѣ горъ на плоскогоріяхъ и въ сопровождающихъ ихъ окраинныхъ хребтахъ, я указалъ на эту форму отроговъ, какъ на принадлежность плоскогорій и ихъ окраинныхъ хребтовъ, такъ какъ я не замѣчалъ ея раньше ни въ одной изъ лично извѣстныхъ мнѣ горныхъ странъ, между тѣмъ какъ она весьма обыкновенна для сибирскихъ и другихъ плоскогорій, напр. Норвежскаго. Узнавши теперь, что она попадается иногда и въ горной странѣ, т. е. въ Альпахъ (а также и въ пересѣченныхъ частяхъ плоскогорій), и обративши болѣе вниманія на ея географическое распространеніе, я убѣдился въ ея тѣсной связи съ ледниковымъ дѣйствіемъ, въ которой сомнѣвался ранѣе: дѣйствительно, она есть ничто иное, какъ развитая въ большихъ размѣрахъ форма курчавыхъ скалъ, и потому постоянно встрѣчается въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ нѣкогда были развиты большіе ледники. Преобладаніе же этой формы отроговъ (равно какъ и самой куполовидной формы горъ) въ сплошныхъ поднятіяхъ и ея сравнительная рѣдкость въ альпійскихъ горныхъ странахъ естественно объясняются тѣмъ, что сплошныя поднятія покрывались всплошь неразрывными ледяными покровами значительной толщины, тогда какъ въ горныхъ странахъ льды покрывали вплоть до вершины лишь немногія горы. — Рютимейеръ (Thal- und See-Bildung) приводитъ свой рисунокъ, какъ образчикъ зарождающихся поперечныхъ долинъ (не обращая, впрочемъ, вниманія на выпуклую форму ихъ стѣнъ). Но едва ли можно признать выпуклую форму типомъ однихъ поперечныхъ долинъ. Съ одной стороны, поперечныя долины сплошь да рядомъ имѣютъ корытообразную, или даже треугольную форму, а съ другой стороны, выпуклыя формы въ стѣнахъ долинъ являются принадлежностью всевозможныхъ мелкихъ углубленій, параллельныхъ и перпендикулярныхъ оси хребта, во всѣхъ тѣхъ странахъ, которыя покрывались ледяными толщами. Ср. рисунки изъ Норвегіи, изъ околополярныхъ материковъ, Скалистыхъ Горъ и т. д.

*) Изъ статьи г. Кемпбэлля, напечатанной въ концѣ 1874 года (*J. Campbell*, About Polar Glaciation, въ Quart. J. Geol. Soc., vol. 30, 1874, pp. 450—478), я узналъ, что онъ уже въ своей книгѣ „Frost and Fire“ (London, 1867) обращалъ

вѣстные, такъ-называемые dômes arrondis, которыхъ форма схематически изображена на рис. 94-мъ, и которые мы назовемъ куполовидными вершинами [63]). Мы находимъ здѣсь и общую куполовидную форму цѣлаго холма и упомянутую форму отроговъ, въ ихъ наиболѣе типичномъ выраженіи. Эти куполовидныя вершины такъ распространены во всѣхъ странахъ, нѣкогда покрывавшихся ледниками, что достаточно сказать, что упоминанія о нихъ можно найти почти въ каждомъ описаніи ледниковыхъ явленій въ каждой странѣ. Даже такія типичныя формы, какъ приведенная въ нашемъ рисункѣ, попадаются почти вездѣ, гдѣ есть другіе слѣды ледниковъ.

вниманіе на то, съ какою очевидностью формы земной поверхности говорятъ о пережитыхъ ею преобразованіяхъ, причемъ свои замѣчанія онъ подтверждалъ наблюденіями, собранными во время весьма обширныхъ путешествій. Въ числѣ этихъ формъ г. Кемпбэлль, обратилъ конечно вниманіе и на ледниковыя формы, но его заключенія нѣсколько разнятся отъ высказанныхъ сейчасъ въ текстѣ. Г. Кемпбэлль очень просто выражаетъ различныя типичныя формы типографскими знаками. Такъ, буква A, говоритъ онъ, можетъ служить выраженіемъ горныхъ пиковъ, S — изгибовъ рѣки, Δ — вѣерообразныхъ отложеній наноса, названныхъ дельтами, Y и V — поперечныхъ сѣченій рѣчныхъ долинъ; ⌒ выражаетъ холмистую мѣстность обточенную ледниками, а ⌣ выражаетъ впадины, выточенныя или расширенныя ледниками. Въ общихъ чертахъ эти замѣчанія чрезвычайно вѣрны, но я полагаю, что нѣсколько точнѣе было бы сказать такъ: буквы U и V выражаютъ рѣчныя долины, не обточенныя льдомъ, а исключительно воднаго и атмосфернаго происхожденія, Y — каньоны, Y съ очень широкою или, точнѣе, съ двойною вертикальною чертою могъ бы выразить фьорды; долины же, обточенныя ледниками, уже не выражаются типографскимъ знакомъ (нуженъ былъ бы широкій Y, съ кривыми, выпуклыми вѣтвями), а рисункомъ 90, II этой книги. Скобки имѣютъ то значеніе, которое придаетъ имъ г. Кемпбэлль, но вторая изъ нихъ, ⌣, относится уже только до *дна* глубокихъ долинъ, обточенныхъ ледниками, до озёрныхъ бассейновъ и до очень плоскихъ долинъ, которыя выражаются тремя скобками: ⌒⌣⌒. Форма же U никогда не составляетъ принадлежности глубокихъ долинъ, обточенныхъ льдомъ, какъ это повидимому утверждаетъ г. Кемпбэлль въ другомъ мѣстѣ (Q. J. G. S., XXIX, 207) и особенно г. Бонней (id., XXX, 480). Она, напротивъ, типична для воднаго размыванія (понимая, конечно, что обѣ буквы U и V гораздо шире, чѣмъ въ нашихъ обычныхъ шрифтахъ). Судя по нѣкоторымъ мѣстамъ изъ статей г. Кемпбэлля, мнѣ кажется, что онъ вѣроятно согласился бы съ предлагаемымъ мною выраженіемъ его мыслей.

[63]) См. рисунокъ въ атласѣ Агассиса, въ его Système glaciaire. Также у ак. Гельмерсена (Wanderblöcke etc.) скалу въ паркѣ бар. Николаи.

Самую распространенную форму скалъ, обтертыхъ ледниками, во всѣхъ болѣе ровныхъ мѣстностяхъ, особенно же въ низменностяхъ, представляютъ такъ-называемые у насъ бараньи лбы (*tors* у Campbell'я и др., *crag and tail* у большинства англійскихъ геологовъ, *Rundhöcker* у нѣмцевъ и *roches moutonnées* у французовъ; два послѣднія названія распространяются, впрочемъ, и на *курчавыя скалы*). Бараньи лбы въ типичной формѣ суть округленные бугры въ ихъ наименьшихъ размѣрахъ. Ихъ форма общеизвѣстна; это гладкій яйцевидный бугоръ, тупая оконечность котораго, впрочемъ, часто бываетъ разрушена и ниспадаетъ неровными обрывами, иногда уступами [64]). Закругленная сторона, падающая иногда очень круто (иногда она бываетъ даже вертикальна, или вогнута, см. рис. 15-й), всегда обращена въ ту сторону, *откуда* шелъ ледникъ; неровная же, скалистая часть всегда лежитъ съ той стороны, *куда* онъ двигался; отсюда названіе *Stötside* (сторона удара) и *Leeside*, предложенныя норвежскими натуралистами, которые описали эту форму бугровъ еще въ то время, когда они объясняли ихъ происхожденіе дѣйствіемъ сѣвернаго наводненія. Мы будемъ называть округлую сторону (Stötside) — *переднею*, а разрушенную (Leeside) — *заднею*. Большія оси бараньихъ лбовъ, какъ извѣстно, всегда параллельны общему направленію изборожденія и, слѣдовательно, на довольно значительныхъ протяженіяхъ бываютъ совершенно параллельны между собою.

Бараньи лбы такъ постоянно проявляются въ странахъ, нѣкогда покрывавшихся льдомъ, такъ неизмѣнно сопутствуютъ ледниковому изборожденію, что въ единствѣ ихъ происхожденія съ послѣднимъ уже не можетъ быть никакого сомнѣнія. Поэтому, присутствіе бараньихъ лбовъ и признано теперь, наравнѣ съ изборожденіемъ, лучшимъ признакомъ прежняго распространенія ледниковъ. Въ самомъ дѣлѣ, если само водное

[64]) См. рисунки 13-й и 14-й; разрѣзы бараньихъ лбовъ—въ рисункахъ 2-мъ и 15-мъ этой книги. Полные рисунки—у Ляйэлля: Древность человѣка, с. 258, у Paijkull: Istiden i Norden, Stockholm, 1869, и т. д.

или атмосферическое происхожденіе такой округлой формы положительно необъяснимо, то оріентировка большихъ осей бараньихъ лбовъ и ихъ параллелизмъ на значительныхъ протяженіяхъ становятся уже рѣшительно непонятными, если обратиться къ дѣйствію моря или вывѣтриванія [65]). Что же касается до плавающихъ льдинъ, которыя пожалуй могли бы дѣйствовать въ направленіяхъ болѣе или менѣе параллельныхъ, то въ данномъ случаѣ противъ нихъ говорятъ,—кромѣ всѣхъ тѣхъ соображеній, которыя можно привести противъ образованія ими округлыхъ скалъ вообще,— еще всѣ тѣ соображенія, которыя вытекаютъ изъ разсмотрѣнія направленій, принимаемыхъ изборожденіемъ, а слѣдовательно и бараньими лбами (см. XV главу). Такимъ образомъ бараньи лбы и борозды, всегда проявляющіеся совмѣстно, составляютъ въ своей неразрывной совокупности самое сильное доказательство ледниковаго покрытія; они взаимно поддерживаютъ и дополняютъ другъ друга. Едва-ли нужно прибавлять, наконецъ, что геологи, до сихъ поръ допускающіе, какъ Ляйэлль, возможность изборожденія плавающими льдинами и образованія ими бараньихъ лбовъ, также мало позаботились доказать возможность воднаго возникновенія послѣднихъ, какъ и изборожденія вообще.

Такъ какъ направленіе большихъ осей бараньихъ лбовъ опредѣляетъ, наравнѣ со шрамами, направленіе движенія ледника, и такъ какъ форма бугра гораздо лучше можетъ сохраниться, чѣмъ тонкія борозды, то бараньи лбы являются громаднымъ пособіемъ, чтобы возстановить направленія, въ которыхъ совершались сложныя движенія ледниковыхъ массъ; причемъ они, какъ извѣстно, имѣютъ передъ бороздами еще

---

[65]) Такъ какъ для объясненія продолговатой формы бараньихъ лбовъ,—вообще не зависящихъ въ своемъ расположеніи отъ состава породъ,— пришлось бы допустить, что море стремится создать эту форму въ направленіи параллельномъ, или же перпендикулярномъ береговой линіи, а береговая линія всегда очень извилиста, то получались бы бугры, направляющіеся по всѣмъ странамъ свѣта; параллелизма не могло-бы быть.

то преимущество, что показываютъ *сторону*, въ которую совершалось движеніе льда по данному направленію. Дѣйствительно, изъ весьма многочисленныхъ наблюденій можно было убѣдиться самымъ положительнымъ образомъ, что если только въ бараньемъ лбѣ существуетъ различіе между его переднею и заднею оконечностью, то передняя оконечность всегда бываетъ обращена въ ту сторону, откуда могли исходить ледники; исключеній изъ этого правила до сихъ поръ не замѣчено. Вслѣдствіе этого, если оказывается иногда, что переднія стороны бараньихъ лбовъ обращены въ ту сторону, откуда всего менѣе можно было бы ожидать движенія льда, напримѣръ къ нижнимъ частямъ долины, то и въ этихъ случаяхъ правило остается вѣрнымъ: можно смѣло заключать, что ледникъ двигался *вверхъ* по долинѣ, какъ бы это ни казалось страннымъ при неясномъ представленіи о пластичности ледниковаго льда. Можно впрочемъ прибавить къ этому, что если наблюдалось такое расположеніе бараньихъ лбовъ, то движеніе ледника въ гору почти всегда могло быть подтверждено и другими фактами, напримѣръ разносомъ валуновъ: въ верхнихъ частяхъ долины находили такіе валуны, которые могли быть принесены только изъ нижнихъ ея частей [66]).

Хотя такое мнѣніе о смыслѣ двухъ сторонъ въ бараньихъ лбахъ подтверждается множествомъ наблюденій, но одинъ изъ талантливыхъ защитниковъ ледниковой гипотезы, Чьерульфъ, опровергая гипотезу потопа, двигавшагося повсемѣстно съ сѣвера, высказалъ въ 1860 году, что двоякая форма оконечностей бараньихъ лбовъ можетъ быть объяснена и строеніемъ горной породы. Въ подтвержденіе онъ приводилъ фьельды въ Эггедалѣ (Eggedal), гдѣ превосходно выражены двѣ стороны въ бараньихъ лбахъ, причемъ передняя обращена къ сѣверу, а задняя—къ югу, но гдѣ это явленіе обусловливается положеніемъ пластовъ сланца, падающихъ на сѣверъ. Тоже замѣтилъ

[66]) Нѣсколько любопытныхъ такихъ примѣровъ есть у Клоза (General Glaciation of Ireland), у Дезора и т. д.

онъ и въ порфировыхъ буграхъ въ Аскерѣ и Бэрумѣ, которыхъ форма также согласна съ наклоненіемъ слоевъ порфира [67]). Съ мнѣніемъ Чьерульфа трудно однако согласиться, тѣмъ болѣе, что его наблюденія заявляютъ только объ интересномъ совпаденіи, но отнюдь не служатъ опроверженіемъ общепринятаго воззрѣнія: они могли бы опровергать его только въ томъ случаѣ, если-бы передняя сторона бараньихъ лбовъ была обращена въ данномъ случаѣ на югъ, т.-е. въ сторону, противную той, откуда совершалось движеніе льда,—чего однако не замѣчено. Но главное возраженіе противъ воззрѣній Чьерульфа составляетъ то, что есть безчисленное множество случаевъ, гдѣ направленіе бараньихъ лбовъ не имѣетъ ничего общаго съ простираніемъ породы, составляя съ нимъ самые разнообразные углы. Такихъ примѣровъ можно было бы привести громадное число изъ одной Скандинавіи, или Финляндіи, и ихъ попадается не мало уже въ первой части этого изслѣдованія. Поэтому, нельзя не остаться при преждепринятомъ заключеніи, что бараньи лбы дѣйствительно указываютъ, какъ на направленіе движенія прежнихъ ледниковъ, такъ и на то, въ какую сторону совершалось это движеніе; и если бы случайно встрѣтилось гдѣ-нибудь расположеніе сторонъ бараньихъ лбовъ, противорѣчащее этому правилу, то мы должны были бы признать такое явленіе совершенно исключительнымъ, и искать его объясненія въ какихъ-нибудь мѣстныхъ условіяхъ.

Относительно распространенія бараньихъ лбовъ слѣдуетъ однако замѣтить, что эта форма мелкихъ скалъ встрѣчается вовсе не такъ повсемѣстно, какъ можно-бы думать, судя по

---

[67]) Th. Kjerulf, Om Friktions-Phaenomenet, въ Sars och Kjerulf, Iagttag. over den Post-pliocene eller glaciale Formation i en Del af Sydlige Norge. Kristiania, Universitetsprogram for aaret 1860, p. 7. При норвежскомъ текстѣ есть французское извлеченіе. Вошло также: въ Th. Kjerulf, Om Skuringsmaerker, Glacial-formationen og Terasser, samt om Grundfjeldets og Sparagmitfjeldets Mægtighed i Norge, Univers.-progr. for 1870. Нѣмецкій переводъ—въ Zeitschr. d. Deutsch. Geolog. Ges., Berlin, 1860. Англійскій переводъ или извлеченіе въ Edinburgh New Philosophical Journal, II ser., vol. XVIII, 1863.

большинству описаній. Во-первыхъ, она встрѣчается по преимуществу въ странахъ открытыхъ, т.-е. на низкихъ плоскихъ возвышенностяхъ и на низменностяхъ; въ горныхъ же странахъ она вообще гораздо рѣже, и попадается, какъ и слѣдовало ожидать, преимущественно лишь на днѣ нѣкоторыхъ долинъ, особенно на ихъ порогахъ; но и тутъ преобладаютъ курчавыя скалы, или же просто округлые бугры [68]). Во-вторыхъ, и на ровныхъ мѣстностяхъ она все-таки рѣже, чѣмъ можно было думать, судя по нѣкоторымъ описаніямъ, гдѣ бо́льшею частію не дѣлается различія между собственно бараньими лбами и округлыми буграми вообще. Между тѣмъ, послѣдніе всегда встрѣчаются въ несравненно-бо́льшемъ числѣ, чѣмъ первые. Вообще говоря, бараньи лбы распространены — какъ и изборожденіе — преимущественно въ береговой полосѣ странъ, покрывавшихся ледяными покровами, если въ образующихся здѣсь долинахъ ледъ долженъ былъ оказывать на породы очень сильное истирающее дѣйствіе. Такъ напримѣръ они особенно изобильны по берегамъ Балтійскаго моря и Финскаго залива и по берегамъ озёръ въ озёрной Финляндіи и въ средней Швеціи; въ высшихъ же частяхъ страны, (какъ напримѣръ въ Каянскомъ кряжѣ и на водораздѣлѣ Мàнселька) они уже замѣтно отсутствуютъ. Тоже относится до Норвегіи

---

[68]) Упоминая мимоходомъ объ этомъ послѣднемъ обстоятельствѣ, г. Вильсонъ обращаетъ вниманіе на то, что плоскости дѣленія породы въ нѣкоторыхъ фьордахъ Норвегіи постоянно измѣняютъ свое направленіе сообразно съ поворотами фьорда, и что эти плоскости всегда параллельны поверхностямъ скалъ и постоянно падаютъ *вверхъ* по долинѣ; тоже замѣчается и въ грядахъ бараньихъ лбовъ, иногда пересѣкающихъ фьорды. Такъ какъ это не плоскости наслоенія или спайности, то г. Вильсонъ называетъ ихъ просто плоскостями дѣленія; ими, полагаетъ онъ, опредѣлялись направленія и изгибы долины. Я полагаю однако, что такое допущеніе едва ли справедливо: судя по всему, мы имѣемъ здѣсь дѣло съ тѣмъ скорлупчатымъ дѣленіемъ, которое замѣчалось такъ часто въ куполовидныхъ вершинахъ и о которомъ я упоминалъ въ I главѣ (стр. 14); это суть, по всей вѣроятности, плоскости дѣленія породы, образовавшіяся перпендикулярно направленію давленія льда, которое (аналогично съ давленіемъ въ жидкихъ тѣлахъ) должно было дѣйствовать перпендикулярно къ поверхностямъ скалъ.—Ср. J. Wilson, On the Forms of Valleys and Lake-basins in Norway, въ Geol. Mag., vol. 9, 1872, p. 481.

и до Великобританіи. Но и въ прибрежной полосѣ и въ странѣ озёръ, бараньи лбы, т.-е. яйцевидные бугры съ округлымъ переднимъ и разрушеннымъ заднимъ концомъ, составляютъ замѣтное меньшинство среди тѣхъ округлыхъ бугровъ, которые разсѣяны въ этихъ мѣстахъ. Я замѣчалъ это, какъ въ шхерахъ, Стокгольмскихъ и Аландскихъ, такъ и по берегамъ многочисленныхъ озёръ средней Финляндіи; а ак. Гельмерсенъ, на основаніи своихъ обширныхъ наблюденій въ южной Финляндіи и при-Онежьѣ, положительно говоритъ, что онъ могъ бы привести сотни примѣровъ, гдѣ переднюю сторону невозможно отличить отъ задней; обѣ выполированы и изборождены, и обѣ поднимаются постепенно къ вершинѣ выпуклости [69]). Громаднѣйшее большинство шхеръ и бугровъ дѣйствительно составляютъ либо просто округлые, нѣсколько вытянутые холмики и холмы, либо болѣе или менѣе длинные хоботы или гряды, параллельныя изборожденію. Другими словами, бараньи лбы весьма часто замѣняются, либо просто округлыми буграми, либо испаханностью породы, или телескопическимъ изборожденіемъ. Съ приближеніемъ же къ болѣе высокимъ мѣстамъ, исчезаетъ и этотъ типъ скалъ, и онъ замѣняется округлостью холмовъ съ упомянутою формою отроговъ, а въ большихъ горныхъ странахъ—округлою, эллипсоидальною, приплюснутою формою всѣхъ горъ во всей горной странѣ.—Слѣдуетъ впрочемъ прибавить то, что иногда и болѣе высокія горы также повторяютъ форму бараньихъ лбовъ, т.-е. онѣ принимаютъ форму округлыхъ, удлиненныхъ массъ, съ оботоченною переднею стороною и разрушенною заднею. Въ Финляндіи попадаются, напримѣръ, превосходно выраженные бараньи лбы въ 20 — 25 м. (65 — 85 ф.) высоты, какъ у С.-Михеля (см. выше, стр. 321), а въ меридіональныхъ грядахъ страны озёръ эту форму имѣютъ холмы и въ 100—150 м. относительной высоты (300—450 ф.). Въ Сѣверной же Ме-

[69]) G. Helmersen, Wanderblöcke, p. 114.

рикѣ эта форма, повидимому, еще болѣе распространена, такъ какъ Хичькокъ не разъ упоминаетъ, что горы свыше 1000—1500 ф., будучи обточены съ сѣверной стороны, круто падаютъ на югъ разрушенными уступами [70]). Весьма вѣроятно, что также и въ другихъ странахъ можно замѣтить, что болѣе высокія горы не только имѣютъ округлую форму, но и представляютъ отличіе между встрѣчною и заднею стороною, но я не знаю, сдѣланы ли надъ этимъ обстоятельныя наблюденія.

Бараньи лбы съ одинаковыми переднимъ и заднимъ концомъ и значительно вытянутые, составляютъ переходную форму отъ куполовидныхъ вершинъ къ испаханности почвы или къ телескопическому изборожденію. Выше (стр. 33 и др.) я нѣсколько разъ уже указывалъ на тотъ фактъ (замѣченный еще Бётлинкомъ въ 1840 году) [71]), что поверхность твердыхъ скалъ въ озёрной Финляндіи мѣстами вся изрыта ложбинами и ложбинками всевозможныхъ размѣровъ, начиная отъ одного метра длины при одномъ дециметрѣ глубины, до ложбинъ или гигантскихъ каннелюръ въ нѣсколько километровъ длины, при нѣсколькихъ десяткахъ и даже до полусотни метровъ глубины. Эти ложбины, отдѣленныя другъ отъ друга низкими округлыми грядками и грядами такихъ же величинъ, параллельны между собою на значительныхъ пространствахъ и всегда слѣдуютъ въ одномъ направленіи съ обычнымъ ледниковымъ изборожденіемъ. Такимъ образомъ страна на значительныхъ протяженіяхъ бываетъ покрыта рядами параллельныхъ низкихъ волнъ или морщинъ, не имѣющихъ, какъ и ледниковые шрамы, ничего общаго съ простираніемъ породъ, кромѣ развѣ случайныхъ мѣстныхъ совпаденій [72]). Изборожденіе и каннелюры, которыя мы видимъ въ маленькихъ размѣрахъ на поверхности отдѣль-

[70]) Hitchcock, Surface Geology, l. c.

[71]) Bullet. Scient. de l'Ac. de St. Pétersb., vol. VII, p. 118.

[72]) Бётлинкъ замѣтилъ уже, что, вообще говоря, испаханность породъ въ Финляндіи скорѣе перпендикулярна ихъ простиранію, такъ какъ преобладающее направленіе послѣдняго есть ONO, изборожденіе же идетъ съ NW и NNW.

ныхъ небольшихъ скалъ, повторились, слѣдовательно, и въ гигантскихъ и во всѣхъ промежуточныхъ размѣрахъ, на гигантской, плоской, изборожденной скалѣ, называемой Финляндіею. Поэтому я далъ такой испаханности породы названіе, не совсѣмъ можетъ быть удобное, телескопическаго изборожденія. Во многихъ мѣстахъ оно конечно замаскировано позднѣйшими аллувіальными наносами, какъ напр. въ окрестностяхъ Іоенсу́ (обнаруживаясь однако, когда наносы смыты; см. IV главу); но, и помимо этой замаскированности, оно можетъ быть не вездѣ выражено съ одинаковою ясностью. Есть мѣста, гдѣ оно особенно рѣзко бросается въ глаза (напр. въ окрестностяхъ Пунгахарью); есть другія, гдѣ оно вообще сказывается въ гораздо меньшей мѣрѣ. Впрочемъ, признаки его видны болѣе или менѣе во всей озёрной Финляндіи и во всей береговой полосѣ Финскаго залива. Наилучшимъ образомъ выражается это телескопическое изборожденіе въ очертаніяхъ озёръ, которыя въ нѣкоторыхъ мѣстахъ всѣ складываются изъ частей, вытягивающихся почти исключительно въ направленіяхъ параллельныхъ шрамамъ, т.-е. бо́льшею частію NW—SO, съ различными мѣстными уклоненіями [73]),—или же испещряются безчисленнымъ множествомъ бухтъ, узкихъ заливовъ и проливовъ, косъ, мысовъ, полуострововъ и острововъ, вытянутыхъ въ тѣхъ же направленіяхъ. Чтобы убѣдиться въ этомъ, достаточно взглянуть,—не говоря уже о картѣ Межеваго Управленія,—хотя бы на карту Шуберта, или Н. Норденшильда, или, наконецъ, на прилагаемыя карты первую и третью.

Ледниковое происхожденіе такого изборожденія очевидно не можетъ быть подвергнуто сомнѣнію. Связь его съ ледниковыми шрамами слишкомъ явна и можетъ быть прослѣжена на безконечномъ рядѣ постоянно увеличивающихся промежуточныхъ формъ. Съ другой стороны, оно не имѣетъ ничего общаго съ строеніемъ породъ, такъ какъ подъ всевозможными

---

[73]) Напримѣръ въ окрестностяхъ С.-Михеля; см. выше, стр. 304.

углами пересѣкаетъ ихъ простиранія; наконецъ, продуктомъ дѣятельности плавающихъ льдинъ оно быть не можетъ, по всѣмъ тѣмъ же причинамъ, что́ и изборожденіе тонкими шрамами, которому оно всегда бываетъ параллельно [74]).

Такое телескопическое изборожденіе свойственно не одной Финляндіи, — оно замѣчается въ очень многихъ мѣстахъ. Въ Европейской Россіи мы видимъ его въ сосѣднемъ съ Финляндіею при-Онежьѣ и въ пространствѣ между Онежскимъ озеромъ и Бѣлымъ моремъ, а также на южномъ, Эстляндскомъ, берегу Финскаго залива. Въ Швеціи оно, какъ видно даже по небольшимъ картамъ, хорошо выражается къ западу отъ Вэннера; кромѣ того, оно упоминается и нѣкоторыми участниками шведской съёмки; такъ напр. Э. Эрдманъ, описывая въ одномъ мѣстѣ обиліе наносныхъ грядъ въ 12—15 м. (40—50 ф.) высоты, замѣчаетъ, что онѣ всегда имѣютъ здѣсь горно-каменное ядро той же грядовидной формы [75]). Г. Клозъ, въ своемъ мемуарѣ о ледниковомъ покрытіи Ирландіи, тоже говоритъ о подобномъ изборожденіи твердыхъ скалъ, замѣченномъ въ нѣсколькихъ мѣстахъ (близъ Дублина, въ Антримѣ, въ Лонгфордѣ и на ю.-з. отъ Энниса) [76]). Кромѣ того, ген. Портлокъ, цитируемый г. Клозомъ, обратилъ вниманіе на «замѣчательное единство направленій почти всѣхъ озёръ и цѣпей озёръ, прорѣзающихъ поверхность Ирландіи» и имѣющихъ направленія, перпендикулярныя къ главнымъ горнымъ цѣпямъ.

---

[74]) Есть нѣкоторыя плоскогорія, гдѣ также замѣчается параллельная складчатость поверхности, но гдѣ это явленіе обусловливается синклинальными и антиклинальными складками горныхъ породъ. Таково, напримѣръ, Гобійское плоскогорье (R. Pumpelly, Geolog. Explor. in China, Mongolia and Japan, въ Smithsonian Contrib. to Knowledge, v. XV), и Витимское. Но понятно, что система параллельныхъ складокъ не имѣетъ въ этомъ случаѣ ничего общаго съ испаханностью, о которой идетъ рѣчь: первая проявляется *только* въ очень крупныхъ размѣрахъ, и направленіе складокъ совпадаетъ съ простираніемъ породъ.

[75]) Sver. Geol. Unders., № 14, p. 41.

[76]) M. Close, l. c., p. 208.—Авторъ, кромѣ своихъ наблюденій, ссылается на изслѣдованія Bryce, въ Journ. Geol. Soc. of Dublin, vol. I, p. 34, и Foot, въ Explanations to Maps of Geol. Survey, Sheet 131, p. 15.

Это особенно замѣтно, говоритъ г. Клозъ, въ маленькихъ озёрахъ Уэстмэта (Westmeath), гдѣ очевидно, что такое направленіе не имѣетъ ничего общаго съ поперечными долинами [77]). Относительно Шотландіи и страны озёръ Англіи мы имѣемъ также достаточно указаній въ этомъ смыслѣ. Въ Сѣверной Америкѣ, телескопическое изборожденіе весьма обыкновенно: оно превосходно развито въ Лабрадорѣ, мѣстами — въ Канадѣ, и описано въ большинствѣ сѣверныхъ и восточныхъ штатовъ. По берегамъ озера Мичиганъ его наблюдалъ г. Уинчелль, который говоритъ, что полуостровъ, образующій здѣсь Greenbay, весь изрѣзанъ бухтами, составляющимися изъ направленій N или NW съодной стороны, и W или SW съ другой; эти направленія вполнѣ согласны съ изборожденіемъ, имѣющимъ направленіе NW—SO во всѣхъ отпрыскахъ бухты, при общемъ направленіи NO—SW во всей бухтѣ, и, по мнѣнію г. Уинчелля, такое формованіе поверхности скалъ имѣетъ несомнѣнно ледниковое происхожденіе [78]). Тоже явленіе упоминается Агассисомъ въ штатѣ Мэнъ, причемъ авторъ замѣчаетъ, что изборожденіе бываетъ иногда и перпендикулярно простиранію породъ [79]). Наконецъ, въ прекрасной, не разъ упоминавшейся уже статьѣ Дана объ окрестностяхъ Нью-Хэвена [80]), читатель найдетъ много указаній на телескопическое изборожденіе твердой породы, причемъ гряды имѣютъ относительныя высоты до 30 м. (100 ф.) и совершенно не могутъ быть объяснены рѣчнымъ путемъ; Дана прямо приписываетъ

---

[77]) Id., p. 209.—Авторъ цитируетъ: Portlock, въ Journ. Geol. Soc. of Dublin, vol. I, p. 11. Во всѣхъ этихъ случаяхъ рѣчь идетъ конечно о складчатости поверхности твердыхъ скалъ, а не о повсемѣстно-распространенной складчатости наноса.

[78]) Winchell, The Glacial Features of Green Bay of Lake Michigan etc., въ Silliman's American Journal, III series, vol. II, pp. 17, 15 et 16.

[79]) L. Agassiz, Glacial Phenomena in Maine. Cambridge. Отдѣльный оттискъ изъ Atlantic Monthly?, pp. 8, 9.

[80]) J. Dana, l. c., въ Connect. Ac of Sc., vol. II, part. I, 1870, pp. 51 et 49.

образованіе этихъ грядъ и ихъ долинъ ледниковому выпахиванію [81]).

Въ связи съ телескопическимъ изборожденіемъ я позволю себѣ прибавить нѣсколько самыхъ бѣглыхъ замѣчаній къ безконечному спору, который ведется относительно происхожденія вмѣстилищъ озёръ (lake-basins). Извѣстно, что нѣкоторые геологи, замѣтивъ, какъ постоянно преобладаютъ озёра въ странахъ, которыя въ постъ-пліоценовый періодъ были покрыты льдомъ, считали возможнымъ объяснить образованіе озёрныхъ водовмѣстилищъ силою ледниковъ [82]). Мортилле полагалъ, что эти бассейны въ Альпахъ существовали уже до ледниковаго періода, но успѣли мало-по-малу заполниться аллувіемъ; большіе же ледники ледянаго періода выкопали вновь эти аллувіальные наносы. Рэмсэй [83]) шелъ дальше и полагалъ, что озёрные бассейны могли вовсе не существовать въ доледниковую эпоху, и могли быть цѣликомъ вырыты льдомъ въ ледниковый періодъ, причемъ, кромѣ озёрныхъ бассейновъ Англіи, онъ главнымъ образомъ имѣлъ, впрочемъ, въ виду мягкіе міоценовые пласты (molasse), окаймляющіе Альпы. Наконецъ Тиндалль, послѣ перваго знакомства съ Альпами, предположилъ, что даже самыя долины Альпъ вполнѣ вырыты лед-

---

[81]) Такое изборожденіе наблюдалось, повидимому, и въ Альпахъ, на болѣе ровныхъ площадяхъ. Такъ, Бишофъ упоминаетъ, что Эбель замѣчалъ испаханность породы на вершинѣ Gemmi, также и въ Mösa-Alpen, гдѣ онъ сравниваетъ поверхность почвы съ замерзшими волнами моря. Бишофъ самъ наблюдалъ его на весьма кварцеватомъ гнейсѣ, во время періодическаго уменьшенія ледника Рейна, у подошвы Мушельхорна. G. Bischof, Lehrb. d. chem. und. physik. Geol., 2-te Aufl., Bonn, 1863, Bd. I, pp. 397, 398.

[82]) Другіе геологи до сихъ поръ утверждаютъ, что обиліе озёръ обусловливается орографическимъ типомъ страны. Но мы встрѣчаемъ его въ мѣстностяхъ, имѣющихъ самые разнообразные орографическіе типы, какъ напримѣръ, съ одной стороны—въ Альпахъ, а съ другой стороны—на плоскогоріяхъ (Норвежскіе фьельды) и плоскихъ возвышенностяхъ (Финляндія, Канада и т. д.)

[83]) A. Ramsay, On the Origin of certain Lakes in Switzerland etc. Quart. Journ. Geol. Soc., vol. 18, 1862, p. 185. (Также въ Phil. Mag., v. 24, 1862).

никами [84]). Извѣстно также, что этотъ споръ, послужившій поводомъ къ нѣсколькимъ прекраснымъ статьямъ, хотя и продолжается до сихъ поръ, но привелъ многихъ геологовъ къ заключенію, что ледники дѣйствительно могутъ выкапывать небольшіе пруды и озерки, по крайней мѣрѣ въ породахъ неодинаковой твердости, но что приписывать льду выкапываніе глубокихъ бассейновъ швейцарскихъ озёръ все-таки невозможно. Приблизительно такъ высказался и Ляйэлль въ «Древности человѣка» [85]). Затѣмъ, Рютимейеръ, издавшій въ 1869 г. превосходное изслѣдованіе о происхожденіи альпійскихъ долинъ и озёръ, доказалъ тѣсную связь тѣхъ и другихъ, и пояснилъ, какъ именно возникаютъ долины рѣкъ, — а слѣдовательно и вмѣстилища озёръ, — въ связи съ строеніемъ горныхъ породъ, и какъ они увеличиваются впослѣдствіи. Онъ показалъ также, какую громадную роль играетъ въ этомъ случаѣ атмосферное разрушеніе и вода горныхъ потоковъ, и какую сравнительно малую, скорѣе даже *предохранительную* роль въ образованіи долинъ могли играть ледники. Всѣ выводы Рютимейера относятся впрочемъ дофьордовидныхъ озёръ *горной страны*, а не до болѣе мелкихъ бассейновъ сплошныхъ поднятій [86]).

Къ сказанному уже выше по поводу фьордовъ я прибавлю лишь нѣсколько словъ. То, что *главная* роль въ образованіи долинъ и многихъ большихъ озёрныхъ бассейновъ приходится на долю атмосфернаго разрушенія и проточной воды, и что альпійскія долины существовали гораздо ранѣе ледниковаго періода, въ размѣрахъ весьма близкихъ къ современнымъ, — можно считать

---

[84]) Structure of the Alps, въ Philos. Magaz., IV ser., vol. 24, 1862, p. 169; и Hours of Exercice in the Alps (in den Alpen), гдѣ этому предмету посвящена особая глава; въ этой послѣдней Тиндалль, впрочемъ, значительно ограничиваетъ роль ледниковъ, отводя бо́льшее мѣсто дѣйствію воды. Его замѣчанія относительно теоріи трещинъ заслуживаютъ самаго полнаго вниманія.

[85]) Ч. Ляйэлль. Древность человѣка, с. 295—304.

[86]) L. Rütimeyer, Ueber Thal-und See-Bildung. Basel, 1869.

совершенно установленнымъ [87]). Точно также не можетъ быть сомнѣнія и въ томъ, что ледникъ, тамъ, гдѣ онъ не встрѣчаетъ препятствій движенію, можетъ оказывать самое ничтожное истирающее дѣйствіе на свое ложе: онъ можетъ проходить по наносу, не трогая его и не толкая его впередъ, даже если наносъ имѣетъ форму морены, какъ это не разъ наблюдалось въ Альпахъ. Но есть и другія условія, гдѣ ледникъ можетъ оказывать громадное истирающее дѣйствіе на скалы, и тогда онъ неизбѣжно уже будетъ стремиться углубить свое ложе. Такія условія представляются во всѣхъ тѣхъ случаяхъ, когда, спустившись въ равнину, или въ долину, онъ долженъ затѣмъ подниматься въ гору, переходя черезъ второстепенные отроги, или же двигаться по болѣе узкому ложу, послѣ мѣстнаго расширенія долины. Въ этихъ мѣстахъ (гдѣ преимущественно и замѣчаются изборожденныя скалы), оказывая чрезвычайно сильное давленіе на дно и сильно истирая его скопляющимися здѣсь обломками, онъ всегда будетъ имѣть стремленіе увеличить впадину и образовать котловину, — хотя бы горная порода и не представляла здѣсь никакого различія состава отъ горной породы сосѣднихъ мѣстностей. Различіе въ напряженіи силы произведетъ тѣже результаты, которые, при одинаковомъ напряженіи, могли бы получиться вслѣдствіе различной уступчивости породъ. Дѣйствительно, въ томъ что ледникъ, говоря вообще, до нѣкоторой степени углубляетъ свое русло,— путемъ прямаго вытачиванія, котораго столько примѣровъ мы видѣли въ этой главѣ, а также отчасти вслѣдствіе разрушенія породъ подледниковыми водами и удаленія обломковъ движу-

---

[87]) Вообще говоря, не долины предшествуютъ озёрнымъ бассейнамъ, а озёрные бассейны—долинамъ. Громадное большинство долинъ (я думаю даже—едва ли не всѣ) образуется изъ цѣпи озёръ; этимъ только и возможно объяснить безчисленные прорывы рѣкъ черезъ параллельныя цѣпи хребтовъ, такъ обычныя въ горныхъ странахъ, и совершающіяся, какъ извѣстно, путемъ отступанія вершинъ горныхъ ручьевъ навстрѣчу другъ другу. Но эти озёра, заполняющія продольныя долины, уже принадлежатъ къ совершенно иному типу, чѣмъ фьордовидныя озёра поперечныхъ долинъ, о которыхъ идетъ рѣчь въ упомянутомъ спорѣ.

щимся льдомъ,—въ этомъ очевидно не можетъ быть, да и не высказывается уже, никакого сомнѣнія. А то, что стачиваніе породъ усиливается въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ движеніе льда задерживается конфигураціею мѣстности,—ясно, какъ *à priori*, такъ и изъ того факта, что въ такихъ мѣстахъ обыкновенно замѣчается особенное развитіе обточенныхъ и изборожденныхъ скалъ. Весь вопросъ, слѣдовательно, можетъ быть только о численной величинѣ этой силы, т.-е., достаточна-ли она, чтобы произвести *весь* приписываемый ей результатъ, или нѣтъ? Но мы видѣли сейчасъ, что вытачиваніе породъ на плоскихъ возвышенностяхъ доходитъ сплошь да рядомъ—по Дана и по наблюденіямъ въ Финляндіи—*по крайней мѣрѣ* до 30—60 метровъ (я нарочно беру крайній минимумъ), даже тогда, когда масса льда сравнительно свободно двигалась по приблизительно ровной странѣ, въ родѣ Финляндіи или штата Нью-Хэвенъ; а потому понятно, что если ледъ можетъ, при слабыхъ препятствіяхъ, встрѣчаемыхъ имъ въ ровной странѣ, вытачивать удлиненныя котловины въ 30—60 метровъ глубины, то въ горной долинѣ, въ которую стремятся сползать со всѣхъ сторонъ громадныя массы льда, вынужденныя потомъ подниматься въ гору, пробиваясь черезъ второстепенное поднятіе хребта, или протискиваться черезъ болѣе тѣсные выходы,—вытачивающая сила можетъ, не только удвоиться, но и удесятириться: мы нисколько не рискуемъ, слѣдовательно, впасть въ преувеличеніе, если скажемъ, что впадина, выточенная въ этихъ условіяхъ, можетъ достигнуть глубины въ 100 или 150 метровъ, а въ болѣе длинныхъ горныхъ долинахъ—даже въ 300 метровъ. Тоже, хотя и въ нѣсколько меньшихъ размѣрахъ, должно будетъ происходить и во всѣхъ тѣхъ случаяхъ, гдѣ замѣтно измѣняется уклонъ долины. Такимъ образомъ очевидно, что приписывая льду вытачиваніе главной части озёрныхъ впадинъ горныхъ странъ, мы нисколько не преувеличиваемъ его силы. Мы можемъ, слѣдовательно, сказать, что хотя сама долина, заключающая фьордовидное озеро, и существовала безспорно

гораздо ранѣе ледниковаго періода, и хотя въ ней даже могли ранѣе существовать зачатки озёрной впадины, но что затѣмъ вся главная масса теперешней котловины была уже выточена ледникомъ [88]).—Что же касается съ возраженій Рютимейера, то надо полагать, что, совершенно справедливо вооружившись противъ преувеличеній ледниковой теоріи и желая выставить въ надлежащемъ свѣтѣ забытую силу горныхъ потоковъ и атмосфернаго размыванія, онъ самъ впалъ въ другую крайность и черезъ-чуръ умалилъ вытачивающую силу льда, при упомянутыхъ сейчасъ условіяхъ. Во всякомъ случаѣ, слабое боковое вытачиваніе ледника на большой высотѣ надъ дномъ долины, на которое указываетъ Рютимейеръ, или въ такихъ мѣстахъ, гдѣ ледникъ свободно можетъ расширяться въ

---

[88]) Не разъ уже было замѣчено, что величина ледниковаго вытачиванія, предполагаемаго въ озёрахъ, потому кажется намъ невѣроятною, что, привыкши къ разрѣзамъ съ крайне-преувеличенными вертикальными масштабами, мы преувеличиваемъ его размѣры. Это замѣчаніе какъ нельзя болѣе справедливо, и тѣмъ не менѣе оно до сихъ поръ еще не утратило своей современности. Если бы мы привыкли видѣть разрѣзы озёръ съ одинаковымъ вертикальнымъ и горизонтальными масштабами, то мы знали бы, что эти котловины вовсе не такъ круты, какъ мы обыкновенно воображаемъ ихъ себѣ. Такъ напримѣръ, если взять Комское озеро, то, по точнымъ измѣреніямъ итальянскихъ инженеровъ, мы имѣемъ слѣдующія данныя: длина озера, раздѣляющагося, какъ извѣстно, на двѣ вѣтви, равна: 77 100 ф. въ общей вѣтви, 52 900 ф. въ лѣвой вѣтви и 87 000 ф. въ правой; наибольшая глубина его въ соотвѣтственныхъ вѣтвяхъ есть: 1116 ф., 492 ф. и 1353 ф. Высота порога въ правой вѣтви доходитъ до 200 ф. надъ уровнемъ воды, средняго—въ томъ мѣстѣ, гдѣ озеро раздвояется — 444 ф. ниже уровня воды, а въ лѣвой вѣтви—270 ф. ниже уровня воды. Глубины котловинъ относительно пороговъ получаются слѣдовательно въ 1553 ф., 572 ф. и 222 ф., при вышеприведенныхъ горизонтальныхъ разстояніяхъ, или при разстояніяхъ въ 38 700 ф., 14 400 ф. и 14 100 ф. отъ пороговъ. Такимъ образомъ самая глубокая изъ этихъ вѣтвей (правая) можетъ быть представлена прудомъ въ 100 саж. длины, котораго наибольшая глубина относительно высшей точки удерживающей его плотины, была бы 2 сажени, причемъ эта глубина приходилась бы въ 44 саженяхъ отъ плотины; уклонъ былъ бы въ 2° 18′ (0,040). Конечно, такая котловина не можетъ быть признана черезъ-чуръ глубокою и крутою для ледника, двигавшагося въ узкой долинѣ, если бы даже вся она должна была быть образована однимъ ледниковымъ истираніемъ. (Вышеприведенныя величины взяты у г. J. Ball, Notice of Soundings executed in the Lake of Como, въ Geolog. Magaz., vol. 8, 1871, p. 359.—Разрѣзы другихъ озёръ см. у Ramsay, l. c.).

стороны, не даетъ еще никакого понятія о вытачивающей силѣ на днѣ долинъ, въ мѣстахъ спора льда.

Особый разрядъ явленій, находящихся уже въ связи съ дѣятельностью проточной воды въ ледникахъ и ледяныхъ покровахъ, представляютъ глубокія воронкообразныя ямы въ нѣсколько десятковъ метровъ діаметра и глубины, нерѣдко замѣчаемыя совмѣстно съ другими признаками ледниковыхъ дѣйствій. Мнѣ случалось наблюдать ихъ въ Восточной Сибири въ долинѣ Бомбуйко́, притока Витима, гдѣ онѣ выбиты въ твердомъ гранитѣ [90]), и извѣстны упоминанія о нихъ въ нѣсколькихъ мѣстахъ Великобританіи [91]), въ Даніи, въ Альпахъ,—на Gemmi,—и на плоскогоріяхъ Тевтобургскаго лѣса [92]). Производятся онѣ очевидно тѣми же силами, что и небольшіе котлы въ нѣсколько футовъ въ діаметрѣ, называемые гигантскими, и возникали онѣ по всей вѣроятности тамъ, гдѣ, по какимъ-нибудь причинамъ, изъ вѣка въ вѣкъ, сливался большой водопадъ; другой, сколько-нибудь вѣроятной причины нельзя указать: напримѣръ, различій въ плотности породы въ этихъ случаяхъ не замѣчается. А такъ какъ подобныя воронки встрѣчаются въ такихъ мѣстахъ, гдѣ рѣшительно не могло существовать водопада при нынѣшнемъ, или сходномъ рельефѣ мѣстности, то приходится допустить, что водопадъ, давшій имъ начало, образовывался паденіемъ одной изъ тѣхъ громадныхъ массъ воды, которыя обращаются на поверхности и среди толщъ ледниковыхъ покрововъ. Ихъ происхожденіе должно

---

[90]) Отчетъ объ Олёкм.-Витим. Эксп., въ Зап. Геогр. Общ., т. III, 1873.

[91]) Такъ напримѣръ г. Годвинъ Аустенъ говоритъ о воронкообразныхъ ямахъ въ зеленомъ песчаникѣ на Haldon и Milber Down въ ю.-в. части Девоншейра; въ одной изъ нихъ, имѣвшей круглую форму, стѣны были покрыты глубокими концентрическими бороздами,—признакъ, весьма обыкновенный въ котлахъ великановъ и несомнѣнно указывающій на дѣйствіе воды. См. R. A. Austen, On the Geology of the South-east of Devonshire; въ Trans. Geol. Soc., v. VI, 1842, p. 448.

[92]) Forchhammer, Pogg. Ann., Bd. 58, p. 611 и Bischof, I, 232.

быть, слѣдовательно, тождественно съ происхожденіемъ гигантскихъ котловъ.

О гигантскихъ котлахъ, или котлахъ великановъ, которые иногда достигаютъ очень большихъ размѣровъ [93]), писано уже очень много, — даже можетъ быть болѣе, чѣмъ они заслуживали. Теперь, впрочемъ, уже не подлежитъ сомнѣнію, что котлы великановъ образуются водою, если она долго падаетъ въ одну и туже точку. Эрдманъ приводитъ даже случай образованія такого котла въ искусственной обстановкѣ: въ одной бумажной фабрикѣ ящикъ для провода воды случайно былъ весь проложенъ въ твердой горной породѣ, и когда черезъ 8—9 лѣтъ пришлось увеличивать проводъ, и для этого осушить старый, то на днѣ послѣдняго замѣтили котелъ въ 0,5 — 1,0 ф. (15 — 30 цм.) въ діаметрѣ и въ 1,5 ф. (45 цм.) глубины; въ немъ лежали совершенно круглыя и отполированныя гальки траппа [94]). — Съ другой стороны, можно думать, судя по выше-приведеннымъ наблюденіямъ на Скансландѣ близъ Гельсингфорса (стр. 151), что подобія котловъ могутъ образоваться и отъ прибоя волнъ: вода, загоняемая въ поверхностныя трещины или случайныя углубленія въ породѣ, бѣжитъ по нимъ, доходитъ до извѣстнаго предѣла, гдѣ почему-либо не можетъ далѣе двигаться, вступаетъ здѣсь въ вращательное движеніе и затѣмъ отступаетъ. Если волны наносятъ въ такихъ случаяхъ мелкій хрящъ или гальку, то можетъ быть и образуются воронкообразныя ямы или полу-котлы; но, если такія образованія и возможны, то ихъ все-таки легко будетъ отличить отъ образующихся въ водопадахъ (хотя въ водопадахъ, судя по Иматрѣ, также образуются котлы, сходные съ упомянутыми): они имѣютъ видъ извилистыхъ корытообразныхъ углубленій, въ которыхъ мѣстами образуются круглыя,

---

[93]) Бётлинкъ (l. c.) упоминаетъ, напримѣръ, о котлѣ близъ Колы, въ 3,6 м. (12 ф.) въ діаметрѣ и 4,2 м. (14 ф.) глубины.

[94]) A. Erdmann, Qvart. bildn., p. 82.

или чаще полукруглыя ямы. Правильной же, цилиндрической формы я не находилъ въ котлахъ Скансланда, и весьма сомнѣваюсь, чтобы прибой могъ когда-либо произвести такую правильную форму [95]). Всего чаще, наконецъ, образуются котлы на днѣ водопадовъ (иногда даже въ большомъ валунѣ), если вода, въ продолженіи долгаго времени, низвергается въ одну и туже точку. Примѣромъ этого способа образованія котловъ могутъ служить прежнія русла Иматры и шведскихъ водопадовъ Сторфорса и Ротатфорса, указанныхъ Эрдманомъ.

Такъ какъ въ альпійскихъ долинахъ, занятыхъ ледниками, во время весенняго таянія изъ года въ годъ образуются въ однихъ и тѣхъ же мѣстахъ ручьи, и такъ какъ трещины ледниковъ, завися отъ топографическихъ условій, также образуются постоянно въ однихъ мѣстахъ, то ледниковые водопады

---

[95]) Отсылая въ печать эту главу, я познакомился съ довольно пространнымъ изслѣдованіемъ, посвященнымъ котламъ близь Христіаніи. Авторы, тщательно изслѣдовавъ положеніе и содержимое нѣсколькихъ большихъ котловъ (одинъ доходитъ до 3,6 м. въ діаметрѣ и 10 м. глубины), пришли къ тѣмъ же выводамъ; но они упоминаютъ про одно наблюденіе Хогара (Hogard, Recherches sur les glaciers et sur les formations erratiques des Alpes et de la Suisse, Epinal, 1858; извлеченія—у Dollfus-Ausset, Matériaux pour l'étude des glaciers, Paris, 1863—65, tome 5-me), изъ котораго слѣдуетъ, что извилистые округлые каналы, замѣченные мною на Скансландѣ, бываютъ продуктомъ ледниковъ, или точнѣе — подледниковыхъ водъ. Ихъ ледниковое происхожденіе часто доказывается тѣмъ, что они взаимно пересѣкаются съ ледниковыми каннелюрами (p. 802). Это наблюденіе дѣлаетъ образованіе даже этихъ ложбинокъ прибоемъ еще болѣе сомнительнымъ, чѣмъ я полагалъ.—Авторы указываютъ также на одинъ очень простой и поучительный опытъ, чтобы убѣдиться въ томъ, что струя водопада описываетъ въ котловидной ямѣ тѣ спирали, слѣды которыхъ замѣчаются на днѣ котловъ. Если подставить цилиндрическій стаканъ подъ струю воды достаточной высоты, то спиральное движеніе воды въ стаканѣ очень хорошо можетъ быть наблюдаемо. Этотъ опытъ объясняетъ также, почему совершенно округленные камни, вытачивавшіе стѣны, попадаются въ наносѣ, заполняющемъ котлы, не только на днѣ его, но иногда и на половинѣ его глубины. Заполняя стаканъ до половины пескомъ, можно убѣдиться, что сильная струя опоражниваетъ его весь до дна, тогда какъ болѣе слабая струя приводитъ въ спиральное движеніе только верхнія части песка и тѣ, которыя постепенно прибавляются въ стаканъ; этимъ объясняется также, почему діаметръ котловъ иногда увеличивается на половинѣ ихъ высоты. W. Brögger und H. Reusch, Riesenkessel bei Christiania, въ Zeitschrift der Deutschen Geol. Gesellschaft, Jahrg. 1874, pp. 783—815, со многими рисунками. Таже статья въ Quart. Journ. Geol. Soc., vol. 30, 1874, pp. 750—771.

(такъ-наз. *moulins*, *Gletschermühlen*) съ замѣчательнымъ постоянствомъ изъ года въ годъ падаютъ въ однѣхъ и тѣхъ же точкахъ [96]). Этимъ и объясняется, какъ могутъ возникать котлы, на образованіе которыхъ потребны бываютъ многіе годы, не смотря на движеніе льда; нужно замѣтить впрочемъ, что вслѣдствіе небольшихъ колебаній въ положеніи трещинъ, котлы весьма часто располагаются цѣлыми группами. Такъ какъ ледники всегда даютъ начало весьма многимъ водопадамъ, то ихъ дно всегда изобилуетъ котлами, какъ въ странахъ нынѣ покрытыхъ льдомъ, такъ и въ тѣхъ, которыя покрывались льдомъ въ ледниковый періодъ. Въ Сѣверной Америкѣ, въ Скандинавіи, Финляндіи и Великобританіи котлы составляютъ чрезвычайно распространенное явленіе. Такимъ образомъ они также служатъ признакомъ распространенія ледниковъ,—но въ томъ только случаѣ, если можетъ быть доказано, что тамъ, гдѣ ихъ наблюдаютъ, не могло существовать никакого водопада, иначе какъ въ ледяномъ покровѣ. Таковы, напримѣръ, котлы, встрѣчающіеся на нѣкоторыхъ куполовидныхъ или плоскихъ вершинахъ въ 1200—1500 м. (4000—5000 ф.) высоты, или воронки на Gemmi и т. д. [97]).

Таковы, въ бѣгломъ очеркѣ, различныя формы скалъ и горъ, находящіяся въ болѣе или менѣе явной, въ болѣе или менѣе непосредственной связи съ дѣйствіемъ ледниковаго льда. Мы видѣли, что эти формы естественно распадаются на два разряда. Въ одинъ изъ нихъ входятъ такія формы, которыхъ

---

[96]) Forbes, Letter IV—th., p. 20 отдѣльнаго оттиска.

[97]) Въ журналѣ Naturforscher, 1874 года, p. 64, помѣщено извлеченіе изъ новыхъ изслѣдованій проф. А. Хейма надъ котлами (A. Heim, въ Vierteljahrsschrift der Naturf. Ges. in Zürich, 18 Jhrg., p. 153). Онъ пришелъ къ тѣмъ же выводамъ и еще разъ обращаетъ вниманіе на постоянство точекъ, гдѣ образуются ледниковые водопады; неизбѣжныя же небольшія измѣненія въ ихъ положеніяхъ, говоритъ онъ, обыкновенно вызываютъ возникновеніе многихъ котловъ въ одномъ и томъ же мѣстѣ.

связь съ дѣйствіемъ льда еще не достаточно выяснена. Изучая ихъ, мы замѣчаемъ, что такая связь существуетъ несомнѣнно, но ея характеръ, точнѣе—ея степень, остаются еще не совсѣмъ ясными, и нужны еще дальнѣйшія, болѣе частныя изслѣдованія. Таковы фьорды и бассейны озёръ и вообще—тѣ формы, гдѣ дѣятельность льда должна была проявляться въ вытачиваніи породы, въ усиливаніи ранѣе существовавшихъ неровностей почвы, и гдѣ ледъ дѣйствовалъ слѣдовательно въ одномъ направленіи съ водянымъ размываніемъ. Въ самомъ дѣлѣ, за существованіе причинной связи между этими формами и дѣйствіемъ льда несомнѣнно говорятъ, какъ вышеизложенныя теоретическія соображенія, такъ и ихъ географическое распредѣленіе. Понимая, напр., подъ словомъ «фьордъ» всю совокупность признаковъ, представляемыхъ норвежскими или грёнландскими долинами, мы замѣчаемъ, что фьорды встрѣчаются только тамъ, гдѣ есть какія-нибудь основанія предположить существованіе ледяныхъ покрововъ. Вездѣ, гдѣ материкъ представляетъ довольно массивное, хотя бы и не высокое поднятіе, и гдѣ онъ падаетъ къ теперешнему морю достаточно круто, мы замѣчаемъ,—если только онъ лежитъ въ широтахъ свыше 50° въ сѣверномъ полушаріи и свыше 40° въ южномъ,—что берега его изрѣзаны безчисленными фьордами, съ ихъ раздвояющимися вѣтвями и островами. Мы видимъ такіе заливы въ Землѣ Гриннеля, въ Грёнландіи, въ Исландіи, на Шпицбергенѣ, въ Великобританіи, въ Норвегіи, въ Сѣверо-Американскомъ арктическомъ архипелагѣ, на материкѣ Сѣверной Америки, по всему ея западному берегу, вплоть до 40° с. ш., а также мѣстами и по восточному берегу; а въ южномъ полушаріи — по берегамъ Огненной земли, Патагоніи, Чили и т. д. Даже тамъ, гдѣ въ этихъ широтахъ нагорье не доходитъ до самаго берега моря, отдѣляясь отъ него низменностью, какъ напримѣръ на западныхъ берегахъ Ботническаго залива, или на итальянскомъ склонѣ Альпъ, и тамъ мы видимъ, что если бы поднять уровень моря на нѣсколько сотъ метровъ, оно залилось бы въ глубоко-

прорѣзанныя долины и образовало бы такой же рядъ фьордовъ, какой существуетъ на западныхъ берегахъ Норвегіи или въ Грёнландіи: верхнія части нагорья выточены здѣсь слѣдовательно точно такъ же, какъ и весь склонъ нагорій въ двухъ послѣднихъ мѣстностяхъ [98]). Но въ этихъ же предѣлахъ мы находимъ и слѣды мощныхъ ледяныхъ покрововъ [99]). Кромѣ того, мы видимъ еще, какъ тѣсно связаны формы фьордовъ съ формами другихъ выемокъ, выточенныхъ льдомъ. И такимъ образомъ мы убѣждаемся въ томъ, что несомнѣнно должна существовать какая-то причинная связь между фьордами и ледниковымъ покрытіемъ. Но мы знаемъ также, что главная причина образованія глубокихъ долинъ не есть ледъ, и что онъ могъ только видоизмѣнять форму долинъ, существовавшихъ гораздо ранѣе ледниковаго періода. Поэтому, если мы желаемъ приводить фьорды въ доказательство распространенія ледяныхъ толщъ, мы уже не можемъ довольствоваться однимъ указаніемъ на то, что въ данномъ мѣстѣ существуютъ глубокія и крутыя долины; мы должны сперва точнѣе разграничить, какая доля въ образованіи этихъ долинъ и свойственныхъ имъ

---

[98]) Въ такихъ же условіяхъ находится, повидимому, и восточный склонъ Андовъ въ Патагоніи, а также, мѣстами, берега Австраліи.

[99]) Въ болѣе низкихъ широтахъ мы уже не находимъ фьордовъ, хотя бы море омывало непосредственно крутые склоны нагорья: они не встрѣчаются по западному берегу Южной Америки южнѣе 40° с. ш., не изрѣзываютъ юго-восточнаго берега Аравійскаго плоскогорія, или западнаго берега Остъ-Индіи и береговъ Месопотаміи (горы которой *были* покрыты ледниками); даже берега Малой Азіи, если и изрѣзаны довольно глубокими заливами, то и число этихъ заливовъ и ихъ общій характеръ уже не совсѣмъ сходны съ тѣмъ, что мы находимъ напримѣръ въ Норвегіи. Но и здѣсь,—по крайней мѣрѣ несомнѣнно въ Чили, почти вплоть до тропика, — мы находимъ тотъ же характеръ долинъ въ болѣе высокихъ частяхъ нагорья: кальдеры средняго Чили были бы несомнѣнно тѣми же фьордами, если бы уровень моря былъ поднятъ приблизительно на тысячу метровъ. Объясняется это тѣмъ, что если въ этихъ широтахъ и существовали мощные ледники (въ Андахъ и на Бразильскомъ плоскогоріи), то во всякомъ случаѣ они не сползали вплоть до уровня моря такими мощными потоками, которые могли бы придать фьордовидную форму долинамъ до такой глубины, какъ это имѣло мѣсто въ болѣе высокихъ широтахъ. Тоже относится, по всей вѣроятности, и до упомянутыхъ частей Азіи.

формъ приходится на проточную воду, какая — на дѣйствіе льда, какія частности изъ представляемыхъ ими формъ могли быть обусловлены только присутствіемъ льда и какія — общи всѣмъ вообще горнымъ долинамъ. И только тогда, когда мы разграничимъ эти явленія, мы будемъ вправѣ ссылаться на фьорды, какъ на твердо-установленное *доказательство* ледниковаго покрова; до тѣхъ поръ они могутъ служить только *указаніемъ*,—надо сказать, впрочемъ, весьма вѣскимъ.—Тоже самое относится вполнѣ и до озёръ въ альпійскихъ горныхъ странахъ, а также и на тѣхъ ровныхъ плоскихъ возвышенностяхъ, гдѣ водоёмы не имѣютъ явно выраженнаго параллелизма, или гдѣ этотъ параллелизмъ можетъ обусловливаться, какъ складками породы, такъ и ледниковымъ вытачиваніемъ.

Но дѣйствіе льда, также какъ и дѣйствіе воды, бываетъ двоякое. Съ одной стороны, ледникъ увеличиваетъ неровности поверхности, съ другой—онъ сглаживаетъ ихъ [100]). И если въ первой изъ этихъ двухъ дѣятельностей мы съ трудомъ можемъ отдѣлить то, что́ приходится на долю льда, отъ того, что́ приходится на долю воды, то тѣмъ легче отдѣляемъ мы результаты обѣихъ причинъ во второмъ случаѣ, гдѣ и главная роль принадлежитъ льду, и гдѣ способъ его дѣйствія такъ рѣзко отличается отъ способа дѣйствія воды. Здѣсь мы легко можемъ даже выяснить, чѣмъ именно обусловливается эта сглаживаю-

---

[100]) Читатель, надѣюсь, не сочтетъ этого парадоксомъ. Въ долинахъ ледъ неизбѣжно долженъ углублять свое ложе, а на плоскихъ возвышенностяхъ или плоскогоріяхъ, дѣйствуя неравномѣрно вслѣдствіе неизбѣжныхъ боковыхъ сжиманій, онъ также мѣстами сильнѣе вытачиваетъ породу и образуетъ тѣ параллельныя углубленія, о которыхъ говорилось выше (фактъ несомнѣненъ, хотя его механическая причина и не совсѣмъ ясна). Но та же сила льда сглаживаетъ всѣ выдающіеся выступы, какъ мы это видимъ на любой куполовидной скалѣ. Вода точно также дѣйствуетъ двояко: рѣка увеличиваетъ неровности поверхности, выкапывая свою долину, но вмѣстѣ съ тѣмъ она и уменьшаетъ ихъ, выравнивая пороги или прорѣзая подчиненныя горныя цѣпи, а также разрушая породы съ бо́льшею силою въ верхнихъ частяхъ своего теченія; море, съ своей стороны, также сглаживаетъ неровности, подтачивая материки и разрушая острова, путемъ процесса, о которомъ упоминалось выше, хотя въ меньшихъ размѣрахъ его дѣятельность клонится къ усиленію неровностей, напримѣръ—при увеличеніи крутизны обрывовъ, и т. д.

щая дѣятельность льда. Если ледникъ и стремится увеличить неровности почвы, при нѣкоторыхъ условіяхъ, когда его сила почему либо сосредоточивается преимущественно въ извѣстныхъ точкахъ, то вообще говоря, онъ прежде всего стремится изгладить неровности, встрѣчающіяся ему на пути; это—главное отличіе, основной признакъ его дѣятельности. Встрѣчая выступъ горной породы, онъ отдѣляетъ сперва разрушающіяся его части и удаляетъ крупные продукты разрушенія, а затѣмъ начинаетъ мало-по-малу стачивать оставшійся остовъ, и сошлифовывать его миллиметръ за миллиметромъ, пока не обратитъ острой скалы, остраго отрога горы, остраго гребня горной цѣпи, въ хорошо округленныя, обточенныя и выглаженныя поверхности, представляющія наименьшее сопротивленіе движенію льда. Этотъ процессъ стало быть рѣзко отличается отъ атмосфернаго и воднаго разрушенія, которое начинаетъ съ того, что разсѣкаетъ породу глубокими ложбинами и трещинами, а потомъ разрушаетъ пространства между ними; онъ относится къ послѣднему, какъ дѣйствіе шлифовальнаго прибора относится къ рѣзцу каменотёса, — но именно въ этомъ различіи и кроется возможность отличить результаты обѣихъ силъ. Поэтому-то въ округлыхъ выпуклыхъ формахъ скалъ и горъ мы имѣемъ самый явный признакъ дѣйствія ледниковаго льда, и мы могли бы даже *à priori* заключить, что мѣстность, покрывавшаяся льдомъ, *должна* представить преимущественно округлыя выпуклыя формы.

Нашъ апріорный выводъ дѣйствительно подтверждается массою наблюденій. Всюду, гдѣ мы находимъ изборожденныя поверхности, или ледниковые наносы,— мы видимъ также, что скалы принимаютъ округлыя формы, — до того, что при одномъ словѣ «изборожденіе» уже непремѣнно рисуются въ нашемъ представленіи курчавыя скалы, или бараньи лбы, или куполовидные холмы. Такимъ образомъ эти три формы скалъ давно уже стали для геолога несомнѣнными доказательствами ледниковаго покрытія страны. Но этого мало. Всматриваясь

въ формы поверхности въ такихъ мѣстахъ, которыя несомнѣнно покрывались толщами льда, мы замѣчаемъ, что основной типъ, проявляющійся въ курчавыхъ скалахъ или бараньихъ лбахъ, повторяется съ замѣчательнымъ постоянствомъ и во всевозможныхъ бо̀льшихъ размѣрахъ, вплоть до бо̀льшихъ горъ; мы находимъ безконечный и непрерывный рядъ округлыхъ, куполовидныхъ формъ, начиная отъ отдѣльныхъ мелкихъ бугровъ до цѣлыхъ обширныхъ нагорій, и мы вправѣ слѣдовательно допустить, — что̀ и подтверждается другими наблюденіями, — что происхожденіе всего этого ряда обусловливается одною, общею причиною. Поэтому, (зная вмѣстѣ съ тѣмъ, отчего именно дѣйствіе льда должно давать эти формы и отчего вода не можетъ давать ихъ), мы уже не имѣемъ никакого права останавливаться на полдорогѣ, выкидывать изъ неразрывнаго ряда болѣе крупные его члены и не считать преобладанія куполовидной формы въ цѣлыхъ хребтахъ и цѣлыхъ нагорьяхъ, такимъ же доказательствомъ ледниковаго сглаживанія, какъ и присутствіе мелкихъ бараньихъ лбовъ или курчавыхъ скалъ. Эти формы горъ и цѣлыхъ нагорій, для того, кто вдумается въ безконечныя варьяціи округлаго, приплюснуто-куполовиднаго типа, становятся, слѣдовательно, столь же осязательнымъ признакомъ ледниковаго покрытія, какъ и ледниковыя борозды, или конечныя морены.

Но не только куполовидныя горы и мелкія округлыя скалы связываются между собою непрерывною цѣпью переходныхъ формъ. Всѣ формы, разсмотрѣнныя въ этой главѣ (за исключеніемъ каньоновъ) взаимно переплетаются, сливаются другъ съ другомъ и представляютъ только видоизмѣненія двухъ-трехъ постоянныхъ типовъ. Такъ, цирки, выточенные перевалы и фьорды составляютъ одну группу формъ, столь же тѣсно связанныхъ между собою единствомъ типа, какъ и всѣ приплюснуто-куполовидныя формы скалъ и горъ. Третью такую же группу составляютъ ледниковыя царапины, борозды, каннелюры и наконецъ испаханность страны параллельными ложбинами,

составляющія рядъ формъ, отличающихся другъ отъ друга только своимъ масштабомъ. Затѣмъ, и эти три группы связываются между собою общностью нѣкоторыхъ частныхъ признаковъ. Такъ, въ *выпуклыхъ* очертаніяхъ склоновъ горъ, ограничивающихъ цирки и фьорды, мы находимъ общую черту съ тѣмъ типомъ, которымъ характеризуются, какъ долины въ нагорьяхъ, выглаженныхъ льдомъ, такъ и овраги, покрывающіе склоны горъ, обточенныхъ ледниками, такъ наконецъ и ложбины и ложбинки, пестрящія куполовидные холмы и бараньи лбы; отъ удлиненныхъ бараньихъ лбовъ мы доходимъ незамѣтно до телескопическаго изборожденія; а отъ длинныхъ параллельныхъ выбоинъ, заставляющихъ страну покрываться цѣлою сѣтью озёръ, мы переходимъ къ выбоинамъ въ долинахъ, дающимъ начало фьордовиднымъ озёрамъ. Единство происхожденія этихъ типовъ сказывается такимъ образомъ въ ихъ тѣсной взаимной связи.

Мы имѣемъ, слѣдовательно, цѣлую группу признаковъ, тѣсно связанныхъ между собою, которые могутъ служить намъ опорою при изслѣдованіи предѣловъ древнихъ ледяныхъ покрововъ. Къ сожалѣнію однако, какъ я говорилъ уже, этой группѣ признаковъ не придано до сихъ поръ надлежащаго значенія, хотя каждый изъ нихъ, какъ мы видѣли, могъ бы, если бы былъ изученъ болѣе внимательно, — стать вполнѣ осязательнымъ и несомнѣннымъ доказательствомъ дѣйствія ледниковъ. Но сила этихъ форменныхъ доказательствъ еще увеличивается однимъ обстоятельствомъ: дѣло въ томъ, что ни одна изъ разсмотрѣнныхъ нами формъ никогда не встрѣчается одиночно, и наоборотъ, каждая изъ нихъ всегда сопровождается большинствомъ остальныхъ. Такъ (беря дѣйствительный примѣръ, изъ мѣстности, не подвергнутой еще обстоятельному геологическому изслѣдованію), если мы видимъ, что въ очертаніяхъ горныхъ массивовъ преобладаютъ куполовидныя формы, то вмѣстѣ съ этимъ мы замѣчаемъ также округлость очертаній отроговъ горъ, загибаніе пластовъ, присутствіе сглаженныхъ бугровъ въ долинахъ, существованіе котловъ или воронокъ въ такихъ мѣстахъ,

гдѣ они не могли возникнуть при современной сѣти водъ и, наконецъ, обиліе озёръ. И вслѣдствіе этого, если бы мы допустили даже, что каждый изъ упомянутыхъ признаковъ, взятый отдѣльно, еще не можетъ самъ по себѣ служить *доказательствомъ* ледянаго покрытія страны, то, встрѣчая ихъ совмѣстно, цѣлою группою, мы можемъ сказать строго научно, что въ данномъ случаѣ есть громадная *вѣроятность* въ пользу того, что мѣстность дѣйствительно была когда-то покрыта толщами льда. Но обыкновенно бываетъ еще такъ, что, кромѣ нѣсколькихъ изъ разсмотрѣнныхъ въ этой главѣ форменныхъ признаковъ, замѣчается еще нѣсколько другихъ признаковъ, хотя бы и не самыхъ очевидныхъ, — напримѣръ обиліе валуновъ, неслоистость наносовъ и т. п., которые также не могутъ быть объяснены безъ содѣйствія льда; и тогда наше заключеніе становится уже болѣе чѣмъ вѣроятнымъ: оно становится почти достовѣрнымъ. Такъ напримѣръ, если оказывается, что горы въ странѣ повсемѣстно представляютъ округлыя и выглаженныя поверхности, и попадаются также нѣкоторые изъ второстепенныхъ признаковъ, упомянутыхъ въ этой главѣ, если, кромѣ того, встрѣчаются еще толщи неслоистаго наноса, и наносъ стремится располагаться грядовидно, а на поверхности почвы попадаются значительные валуны, которые едва ли могли быть передвинуты рѣками въ современныхъ условіяхъ, (т.-е. все такія явленія, которыя могутъ быть замѣчены путешественникомъ при первомъ ознакомленіи съ страною), то мы имѣемъ полное основаніе сказать, что и здѣсь распространялись ледниковые покровы, ибо безъ нихъ, упомянутыя сейчасъ явленія *въ своей совокупности* были бы совершенно необъяснимы; нужды нѣтъ, если при первомъ обзорѣ не будетъ найдено изборожденія, или ясныхъ конечныхъ моренъ (боковыя рѣдко бываютъ достаточно ясны): мы уже знаемъ, что отсутствіе перваго ровно ничего не доказываетъ, а вторыя слишкомъ легко уничтожаются горными рѣками; но за то *совокупность* вышеупомянутыхъ признаковъ представляетъ уже

такую группу фактовъ, которая никоимъ образомъ не объясняется безъ содѣйствія льда [101]).

Таково значеніе, которое, по моему мнѣнію, должно быть придано формамъ горъ и скалъ. Конечно, многіе сочтутъ и это скромное значеніе преувеличеннымъ, но я полагаю, что если они подвергнутъ болѣе тщательному анализу эти различныя формы, на которыя до сихъ поръ такъ мало обращалось вниманія, если они прослѣдятъ ихъ взаимную связь, и если они конкретнѣе, чѣмъ это дѣлалось до сихъ поръ, постараются представить себѣ возможные способы ихъ возникновенія, то они необходимо должны будутъ придти къ тѣмъ же заключеніямъ. Ясно, впрочемъ, что лучшее средство доказать справедливость этихъ выводовъ будетъ—полнѣе изслѣдовать сами эти формы во всевозможныхъ частяхъ земного шара: чѣмъ бо́льшею массою фактовъ можно будетъ подтвердить, что географическое ихъ распредѣленіе зависитъ отъ географическаго распространенія прочихъ признаковъ ледяныхъ покрововъ; чѣмъ бо́льшею массою фактовъ мы подтвердимъ, что другія, водныя причины даютъ другія формы, и чѣмъ яснѣе мы выразимъ причинную связь между разсмотрѣнными формами и дѣйствіемъ льда,—тѣмъ прочнѣе, конечно, установится этотъ признакъ; а прочно установить его, именно теперь, какъ я говорилъ уже—крайне необходимо.

---

[101]) Изъ Geological Magazine, April 1874, v. 11, p. 180, я узнаю, что именно такую совокупность явленій г. Бельтъ замѣтилъ въ Средней Америкѣ, въ Никарагуа, и онъ совершенно справедливо, по моему мнѣнію, заключилъ, что эта страна была покрыта ледниками значительной толщины, спускавшимися до высотъ въ 600 м. (2000 ф.) надъ теперешнимъ уровнемъ моря.

ПРИЛОЖЕНІЯ.

ИНСТИТУТ НАСЛЕДИЯ

ПРИЛОЖЕНІЯ.

I. КРАТКОЕ ИЗЛОЖЕНІЕ ГЛАВЪ

О КЛАССИФИКАЦІИ НАНОСОВЪ

и

ОБЪ ОЗАХЪ.

(Приложеніе къ первому выпуску).

Глава XVIII. — О классификаціи (литологической) постъ-пліоценовыхъ образованій.

1.—Для успѣшнаго изученія слѣдовъ ледниковаго періода, необходима строгая, прочно установленная и общепринятая классификація постъ-пліоценовыхъ наносовъ.

2.—Простая номенклатура, основанная на какихъ-нибудь случайно избранныхъ форменныхъ признакахъ наносовъ—напримѣръ, на степени округленности и измельченія ихъ составныхъ частей, — была бы недостаточна. Нужна классификація, которая прямо отвѣчала бы на вопросъ о происхожденіи каждаго даннаго отложенія, а потому установка ея возможна только на основаніи изученія совокупности признаковъ, которыми отличаются другъ отъ друга образованія, отлагаемыя въ настоящее время ледниками и подледниковыми рѣками, морями арктическихъ и умѣренныхъ странъ, озерами, рѣками и ручьями, водами, обращающимися на поверхности почвы послѣ дождей, и т. д.

3.—До настоящаго времени, такой общепринятой классификаціи не существуетъ, и признаки, которыми слѣдуетъ руководствоваться при рѣшеніи вопросовъ о происхожденіи наносовъ, еще не твердо установлены. Литература переполнена безчисленными мѣстными названіями наносовъ, признаки которыхъ часто описываются крайне недостаточно; если же изслѣдователь и описываетъ подробно встрѣченные имъ наносы, то его описаніе часто оказывается недостаточнымъ потому, что останавливаясь подробно на однихъ признакахъ, онъ вмѣстѣ съ тѣмъ упускаетъ изъ вида цѣлый рядъ другихъ и, нерѣдко—именно тѣ самые, которые, какъ оказывается впослѣдствіи, всего нужнѣе знать, чтобы рѣшить вопросъ о происхожденіи даннаго образованія.

4.—Лучшая, предложенная до сихъ поръ классификація есть та, которая установилась въ геологической съёмкѣ Швеціи. Она выдержана уже при изслѣдованіи значительнаго пространства и могла бы быть съ пользою при

ложена къ изслѣдованію другихъ странъ. Но она остается донынѣ даже мало извѣстною внѣ Скандинавіи.

5.—Схема этой классификаціи, какъ она изложена въ книгѣ Эрдмана (Sveriges qvartära bildningar или Exposé des formations quaternaires de la Suède), слѣдующая:

A. Образованія ледянаго періода.

1. Первая часть. Древнія, сухопутныя отложенія.

Угловатый щебень (krossstensgrus).

[Угловатые камни (krossstenar), угловатый щебень (krossstensgrus) и угловатый песокъ (krosssand)].

2. Вторая часть. Болѣе новыя, морскія отложенія.

Окатанный галечникъ (rullstensgrus).

[Внутреннее ядро озовъ].

Полосатая глина (hvarfvig lera) и полосатый мергель (hvarfvig mergel).

[Арктическая глина (glaciallera)].

Песокъ арктическаго моря (gracialsand) и слои арктическихъ раковинъ.

B. Образованія послѣ-ледниковаго періода.

1. Древнія.

Пахотная глина (åkerlera) и черная глина (svartlera).

[Включая и раковистый щебень послѣ-ледниковаго періода].

2. Новѣйшія и современныя.

Аллувіальныя иловатыя отложенія (alluviala slammbildningar).

Торфяники.

Отложенія листоватаго и губчатаго торфа (gyttja) и охристыя.

Новѣйшіе морскіе и сухопутные пески, слои прѣсноводныхъ раковинъ и проч.

6.—При всѣхъ своихъ достоинствахъ, эта классификація имѣетъ однако одинъ существенный недостатокъ въ главной своей части, именно—въ разграниченіи сухопутныхъ и морскихъ образованій ледянаго періода.

7.—Изъ четырехъ рубрикъ, на которыя подраздѣлены образованія ледянаго періода, первая имѣетъ прочное физико-географическое основаніе: сюда отнесены сухопутныя, ледниковыя, т. е. моренныя отложенія. Правда (какъ это видно и изъ самаго названія: *угловатый* щебень), на первыхъ порахъ эта рубрика понималась слишкомъ тѣсно, ибо необходимымъ признакомъ моренныхъ отложеній ошибочно считалась въ то время угловатость камней. Но, такъ какъ съ самаго начала, основаніемъ принадлежности или непринадлежности наносовъ къ этой рубрикѣ было провозглашено ихъ сходство или несходство съ наносами, *нынѣ отлагаемыми ледниками*, — то, съ установленіемъ болѣе точныхъ понятій объ этихъ послѣднихъ, ошибка мало-помалу исправлялась; теперь, угловатость камней уже не считается необходимымъ свойствомъ мореннаго отложенія, и установились другіе, болѣе надежные признаки. Вмѣстѣ съ тѣмъ, и самое слово krossstensgrus въ послѣднее время все чаще и чаще стало замѣняться выраженіями *moränsgrus* или *jökelgrus* (моренный, или ледниковый щебень). — Такимъ образомъ, первая рубрика, имѣя совершенно прочную физико-географическую основу, должна быть удержана во всякой классификаціи, и необходимо только: во 1) окон-

чательно отбросить ея несоотвѣтственное прежнее названіе, замѣнивъ его болѣе точнымъ, — ледниковаго щебня, а во 2) точнѣе опредѣлить, какіе признаки должны считаться главными и наиболѣе характеристичными для этого щебня.

8.—Совершенно иначе устанавливалась вторая рубрика, — окатаннаго щебня или галечника (rullstensgrus, или внутреннее ядро озовъ). Вмѣсто того, чтобы провозгласить необходимымъ признакомъ принадлежности къ этой рубрикѣ тождество даннаго наноса *съ современными водными отложеніями*, дѣйствительно промытыми и окатанными водою, — эта рубрика, въ силу постороннихъ гипотетическихъ соображеній, была отождествлена съ внутреннимъ ядромъ озовъ, которому приписано происхожденіе, однородное съ береговыми валами *). Окатанный галечникъ и внутреннее ядро озовъ признаны синонимами, и морское происхожденіе отложеній, включаемыхъ подъ названіе rullstensgrus, доказывается уже не тождествомъ ихъ съ современными морскими отложеніями, а на основаніи предполагаемаго морскаго происхожденія озовъ, которое въ свою очередь выводится изъ расположенія, формъ и т. п. этихъ грядъ. Такимъ образомъ мы и находимъ подъ заголовкомъ rullstensgrus такія образованія, которыя вовсе не сходны съ современными морскими отложеніями, но представляютъ нѣчто совершенно особенное, кореннымъ образомъ отличающееся отъ нихъ въ главныхъ своихъ признакахъ (см. § 31 и XIX гл.), и тѣмъ не менѣе признаваемое за продуктъ дѣятельности моря, вслѣдствіе своего положенія внутри озовъ. Понятію объ окатанномъ галечникѣ предшествуетъ, слѣдовательно, понятіе объ озахъ **), и нѣкоторые участники съёмки даже прямо говорятъ иногда, что они относятъ данный наносъ къ рубрикѣ rullstensgrus, *потому что* онъ принимаетъ форму оза, хотя онъ и не вполнѣ подходитъ подъ типъ промытаго и окатаннаго водою щебня. Этимъ и объясняется, между прочимъ, почему въ текстѣ съёмки (также и въ книгѣ Эрдмана) мы вовсе не находимъ подъ рубрикою «Rullstensgrus» тѣхъ описаній строенія и состава наносовъ, которыхъ такъ много разсыпано въ рубрикѣ «Krossstensgrus» и которыя служатъ такими превосходными дальнѣйшими подтвержденіями его ледниковаго происхожденія; подъ заголовкомъ «Rullstensgrus» мы встрѣчаемъ только перечень расположенія, формъ и, лишь изрѣдка, общаго строенія *озовъ*: эти данныя и служатъ для доказательства морскаго происхожденія щебня, отнесеннаго ко второму отдѣлу отложеній ледянаго періода.

9.—Такимъ образомъ классификація основывается: для ледниковаго щебня — на признакахъ состава и строенія, а для окатаннаго щебня — на формѣ расположенія; причемъ оказывается однако, что ледниковый щебень

---

*) Это обстоятельство объясняется исторически, ходомъ развитія изслѣдованій въ Швеціи. Подробности см. въ текстѣ этой главы.

**) Первоначально, дѣло происходило, конечно, наоборотъ: когда извѣстны были только наружные покровы озовъ, дѣйствительно имѣющіе водное происхожденіе, то строеніемъ покрововъ, дѣйствительно свидѣтельствующимъ о дѣятельности воды, доказывалось водное происхожденіе озовъ вообще. А когда впослѣдствіи было доказано существованіе особаго внутренняго ядра, то ему приписано тоже происхожденіе, что и покрову, хотя, по своимъ признакамъ, ядро уже не имѣетъ ничего общаго съ наружными слоями.

въ безчисленныхъ случаяхъ принимаетъ ту же форму расположенія, безпрестанно проявляясь также въ видѣ длинныхъ, узкихъ и высокихъ грядъ, названныхъ въ Швеціи krossåsar *). — Классификація должна, слѣдовательно, подвергнуться существенному преобразованію.

10.—Что касается до прочихъ двухъ рубрикъ перваго отдѣла, т. е. до арктической глины и песковъ арктическаго моря, то онѣ основаны на прочныхъ литологическихъ, палеонтологическихъ и стратиграфическихъ признакахъ, и потому должны быть удержаны во всякой классификаціи. См. §§ 33—43.

11.—Основной признакъ ледниковаго щебня въ современныхъ образованіяхъ есть отсутствіе всякой сортировки составныхъ частей: онъ состоитъ изъ продуктовъ раздробленія и истиранія всѣхъ величинъ, начиная съ валуновъ въ одинъ или два метра въ поперечникѣ, переходя черезъ булыжники и мелкіе камешки и кончая нѣжнѣйшею, микроскопическою ледниковою пылью (*boue glaciaire,—bergmjölet*), тѣсно перемѣшанною съ камешками, камнями и валунами и плотно приставшею къ нимъ.

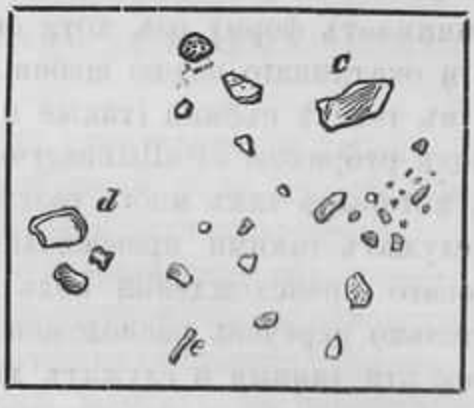
12.— Ледниковая мука, замѣтно отличающаяся отъ обычныхъ ила, глины и песка, — есть типичный признакъ всѣхъ моренныхъ образованій. Она состоитъ изъ мельчайшихъ, раздробленныхъ и острорёбрыхъ кристалликовъ кварца и полеваго шпата, очень хорошо видимыхъ подъ микроскопомъ (см. рис. *A* и *B*) и смѣшанныхъ болѣе или менѣе съ округленными, гроздевидными частицами глины. Она легко узнаётся даже на ощупь, производя при растираніи между пальцами типичное ощущеніе, напоминающее

Рис. A.



Пыль ледниковаго щебня, подъ микроскопомъ, при увеличеніи въ 300 разъ.

Рис. B.



Пыль сѣрой озерной глины, подъ микроскопомъ, при увеличеніи въ 300 разъ **).

*) Этотъ фактъ, котораго не замѣчали сперва, когда изслѣдованія велись только въ Меларской низменности, выступалъ все очевиднѣе по мѣрѣ перехода въ болѣе высокія части страны, — на склоны нагорья и на плоскія возвышенности.

**) Рисунокъ не вполнѣ точно изображаетъ то, что было зарисовано при микроскопическомъ изслѣдованіи. Всѣ пылинки въ рисункѣ *A* вышли, при рѣзьбѣ на деревѣ, округлѣе, а въ рисункѣ *B* — немного угловатѣе, чѣмъ слѣдовало. Пылинки *a* и *b*, принадлежащія къ типу, весьма распространенному въ ледниковомъ щебнѣ, суть раздробленные кристаллики полеваго шпата, сохранившіе мѣстами свои острыя ступенчатыя формы. Пылинка *c* принадлежитъ къ рѣдкому типу въ

(«хрустѣніемъ») муку или рисовую пудру. Но, такъ какъ слѣдствіемъ истиранія полевошпатовыхъ породъ въ присутствіи воды бываетъ не только механическое ихъ раздробленіе, но и химическое измѣненіе, сопровождающееся образованіемъ воднаго кремнекислаго глинозёма, т. е. глины (опыты г. Daubrée),— то очень мелко растёртыя моренныя образованія переходятъ уже въ ледниковую глину, въ которой, вслѣдствіе изобилія мельчайшихъ глинистыхъ частицъ, типичныя отличія ледниковой пыли (на ощупь и подъ микроскопомъ) отчасти уже утрачиваются; но и въ этомъ случаѣ, — особенно, если въ составъ наноса входятъ въ довольно большомъ количествѣ кристаллическія породы, — эти типичныя отличія могутъ быть снова обнаружены, если подвергнуть глину слабой промывкѣ и удалить такимъ образомъ мелкія, гроздевидныя глинистыя частицы (опыты г. Holmström'a)

13.—Присутствіе ледниковой пыли служитъ, вмѣстѣ съ тѣмъ, лучшимъ признакомъ, чтобы узнать, подвергалось ли когда-нибудь данное моренное образованіе дѣйствію воды, или нѣтъ. Малѣйшая промывка уже лишаетъ его этого признака.—Оно утрачиваетъ свою нѣжную пыль, вполнѣ или отчасти, пройдя хотя самое незначительное разстояніе въ небольшомъ подледниковомъ ручьѣ, хотя бы этотъ ручей былъ такъ мутенъ, какъ бываютъ всѣ подледниковыя воды, и хотя бы онъ неспособенъ былъ двигать даже самыя мелкія, видимыя глазу песчинки.—Точно также должны утрачивать свою нѣжную пыль и тѣ моренныя образованія, которыя переносятся въ морѣ на льдинахъ и отваливаются отъ нихъ, при медленномъ ихъ таяніи въ моряхъ. Такъ какъ не существуетъ того мѣста въ морѣ, гдѣ-бы вода не находилась въ движеніи, и такъ какъ самое слабое теченіе можетъ унести мелко-растертую ледниковую муку, то ледниковый щебень, приставшій къ льдинѣ и отдѣляющійся отъ нея при медленномъ таяніи въ водѣ, неизбѣжно долженъ утрачивать эту свою составную часть: его мелкая пыль неизбѣжно будетъ унесена волнами и теченіями и осядетъ только черезъ громадный промежутокъ времени, въ весьма далекомъ разстояніи отъ того мѣста, гдѣ осѣли его крупныя составныя части; а вмѣстѣ съ тѣмъ, послѣ долгаго пребыванія въ водѣ, ледниковая грязь неизбѣжно измѣнится химически. Этимъ и объясняется то обширное распространеніе въ арктическихъ и антарктическихъ моряхъ нѣжнѣйшаго ила,—слоистаго и на очень большихъ глубинахъ,—которое обнаружено зондированіями Джемса Росса и Шведской Шпицбергенской экспедиціи г. Торелля.—Наконецъ, такъ какъ на днѣ моря, на всякой глубинѣ, также существуютъ теченія, достаточно сильныя чтобы двигать частицы ледниковой пыли, то ледниковый щебень, осѣдающій на дно чрезвычайно тонкимъ слоемъ, при таяніи одинокихъ льдинъ вдали отъ береговъ, лишится и того небольшаго количества ледниковой пыли, которое сохранилось бы въ немъ (*если-бы* могло) послѣ отдѣленія его отъ льдинъ волнами и послѣ медленнаго осѣданія въ морѣ; или же, эта пыль будетъ разсортирована отъ мелкаго песка, съ которымъ она бываетъ смѣшана въ щебнѣ. — Вслѣдствіе этого, мы имѣемъ полное

озерной глинѣ: она выбрана изъ очень большаго поля; самая распространенная форма, это—форма *d*. Гроздевидная форма не изображена здѣсь, но она безпрестанно замѣчается въ другихъ глинахъ; здѣсь сопоставлены два, болѣе типичные экземпляра.

право признать, что *щебень, вполнѣ сохранившій свою ледниковую муку, которою пересыпаны и облѣплены камешки и песчинки, никогда не подвергался дѣйствію воды, ни морской, ни подледниковой — и лежитъ на томъ самомъ мѣстѣ, куда передвинулъ его ледникъ или ледяной покровъ.*

14.—Цвѣтъ ледниковаго щебня, опредѣляемый цвѣтомъ его мелкихъ составныхъ частей, обусловливается главнымъ образомъ (но не исключительно, см. §§ 17 и 18) составомъ породъ, преобладающихъ въ немъ. Составъ же щебня зависитъ: отъ того, по какимъ породамъ проходилъ ледяной потокъ на своемъ пути, въ какой мѣрѣ къ чуждымъ, издалека принесеннымъ обломкамъ, присоединялись въ немъ мѣстные, и насколько измельчались тѣ и другіе. Если въ данной мѣстности, какая нибудь порода имѣетъ обширное распространеніе, то въ составѣ щебня она настолько преобладаетъ, что чуждые, принесенные издали камни и камешки едва въ немъ замѣтны. Если же въ мѣстности, по которой проходилъ ледяной потокъ, породы, выступающія на поверхность, часто смѣняютъ одна другую, то щебень также мѣняется въ составѣ; но въ этомъ случаѣ часто оказывается, что данная порода становится преобладающею въ щебнѣ не тамъ именно, гдѣ она залегаетъ *in situ*, но пройдя нѣкоторое разстояніе отъ этого мѣста въ направленіи движенія льда; причемъ, это преобладаніе обнаруживается или во всей толщѣ щебня, или — только въ верхней или нижней его части. Наконецъ, иногда въ щебнѣ бываетъ возможно прослѣдить на значительное разстояніе обломки какой-нибудь небольшой известковой или типичной гранитной жилы, которые или образуютъ слегка расширяющійся потокъ, имѣющій направленіе движенія льда и начинающійся иногда въ нѣкоторомъ разстояніи отъ самой жилы, или же — широко распространяются вѣерообразно по странѣ *). Эта строгая зависимость щебня отъ подлежащихъ породъ и смѣняемость щебней различнаго состава въ извѣстномъ направленіи суть одни изъ самыхъ типичныхъ отличій ледниковыхъ образованій (см. въ XVII гл. о распр. валуновъ по составу); а вѣерообразное распространеніе обломковъ находится въ полномъ согласіи съ тѣмъ извѣстнымъ альпійскимъ наблюденіемъ, что ледникъ, вступая въ мѣстность, гдѣ онъ можетъ распространяться въ стороны, разбрасываетъ тѣла, попадающія во внутрь его или на поверхность, на чрезвычайно обширныя пространства.

15.—Степень измельченія щебня, т.-е.—большихъ залегающихъ въ немъ валуновъ и всѣхъ мелкихъ составныхъ частей, зависитъ, кромѣ различной плотности породъ, отъ пройденнаго ими разстоянія; причемъ послѣдній факторъ едвали не всегда бываетъ важнѣе перваго: каковъ бы ни былъ составъ породы, но мѣстные валуны и обломки, въ общей сложности, всегда бываютъ крупнѣе обломковъ чуждыхъ породъ, принесенныхъ издали. А такъ какъ крупные обломки обыкновенно болѣе обращаютъ на себя вниманія,

*) Такъ какъ направленія движенія различныхъ частей ледяной массы неизбѣжно мѣняются въ зависимости отъ метеорологическихъ причинъ (§ 37 и XV глава), то иногда обломки данной жилы могутъ быть разнесены въ нѣсколькихъ направленіяхъ, образуя нѣсколько потоковъ, направленіе которыхъ всегда совпадаетъ однако съ направленіями различныхъ системъ ледниковыхъ бороздъ.

чѣмъ мелкіе, то они нерѣдко даютъ поводъ утвержденію—бо́льшею частью оказывавшемуся невѣрнымъ,—что данный щебень состоитъ исключительно изъ мѣстныхъ породъ, и есть, слѣдовательно, ничто иное, какъ мѣстный продуктъ разрушенія.

16.—Вслѣдствіе этихъ особенностей состава и строенія, обусловливаемыхъ мѣстными причинами, ледниковый щебень представляетъ чрезвычайно много весьма разнообразныхъ разновидностей, которыя всегда однако рѣзко отличаются своими двумя главными признаками: *отсутствіемъ сортировки и присутствіемъ ледниковой муки*, отъ всѣхъ прочихъ наносовъ. Но, кромѣ этихъ мѣстныхъ различій, въ моренныхъ образованіяхъ замѣчаются двѣ постоянныя разновидности, верхняя и нижняя, рѣзко различающіяся другъ отъ друга и цвѣтомъ, и степенью измельченія. Онѣ особенно хорошо выражены въ областяхъ кристаллическихъ породъ (въ Скандинавіи, Финляндіи, сѣверной и отчасти средней Англіи), но вѣроятно будутъ замѣчены и въ другихъ мѣстностяхъ, при болѣе обстоятельномъ изслѣдованіи.

17.—Верхняя разновидность представляетъ *щебень* въ точномъ смыслѣ слова, т.-е., главною составною ея частью суть камешки отъ 10 до 50 или до 100 миллиметровъ въ поперечникѣ, обыкновенно очень угловатые. Среди этихъ камешковъ залегаютъ валуны всевозможныхъ величинъ, сами же они пересыпаны мелкими продуктами раздробленія, въ составѣ которыхъ преобладаетъ особенно-типичная ледниковая пыль, съ сравнительно-малою примѣсью глинистыхъ частицъ (§ 12).—Эта разновидность, въ которой всего легче было узнать моренное отложеніе, и была прежде всего признана въ Швеціи ледниковымъ наносомъ; она и дала начало названію *kross*-stensgrus,—щебень изъ раздробленныхъ, угловатыхъ камней.—Въ гранитныхъ, гнейсовыхъ и смежныхъ съ ними областяхъ она имѣетъ съ замѣчательнымъ постоянствомъ ярко-желтый цвѣтъ, который переходитъ иногда въ красно-бурый, или буро-фіолетовый, смотря по преобладанію извѣстныхъ породъ; но иногда она имѣетъ въ этихъ областяхъ и свѣтло-сѣрый цвѣтъ (обусловленный разрушеніемъ известковыхъ породъ или глинъ, покрывавшихъ кристаллическія породы), отличаясь въ такомъ случаѣ отъ нижней разновидности (§ 18) только обиліемъ и угловатостью камешковъ.—Разсматриваемая щебневатая разновидность никогда не составляетъ нижняго ряда мореннаго наноса, но обыкновенно она покрываетъ, нетолстымъ слоемъ, разновидность, которая описана въ слѣдующемъ параграфѣ; причемъ обѣ или сливаются незамѣтно, или чаще—отдѣляются другъ отъ друга рѣзкою границею. Иногда верхняя разновидность встрѣчается небольшими прослойками среди нижней; а иногда она покрываетъ и такіе наносы, которые были отложены въ водѣ и всего скорѣе могли бы быть отнесены къ береговымъ образованіямъ (см. §§ 37—40).

18.—Подъ этою разновидностью обыкновенно залегаетъ другая, состоящая преимущественно изъ *глины* и ледниковой *грязи*, содержащая сравнительно весьма мало камешковъ, или же весьма измельченные камешки (менѣе 5—10 миллим.), и много очень большихъ валуновъ, весьма часто изборожденныхъ, или сошлифованныхъ съ одной стороны. Самые мелкіе камешки (въ 5—10 миллим. и менѣе) бываютъ бо́льшею частію очень угловаты и остроребры; болѣе же крупные (отъ 10 до 100 мм. и болѣе) частію совершенно округлены и весьма часто покрыты ледниковыми царапинами: нако-

нецъ, булыжники и большіе валуны (также — часто изборожденные) принимаютъ самыя разнообразныя формы, безразлично—угловатыя, округло-угловатыя или округлыя, смотря по дальности пройденнаго ими разстоянія и отчасти—по степени плотности коренной породы. Ледниковая пыль въ этой разновидности иногда уже менѣе типична, чѣмъ въ предыдущей, и уже нужна бываетъ промывка, чтобы обнаружить ея признаки подъ микроскопомъ. — Въ областяхъ кристаллическихъ породъ эта разновидность бо́льшею частію имѣетъ свѣтло-сѣрый, въ сухомъ видѣ—почти бѣлый цвѣтъ, или желтовато-сѣрый, въ то время какъ налегающая непосредственно на ней верхняя разновидность часто имѣетъ ярко-желтый цвѣтъ,—хотя по составу валуновъ и камешковъ нисколько не отличается отъ нижней. Въ другихъ мѣстахъ встрѣчается сѣро-бурый, красно-бурый, темно-бурый или черный цвѣта, смотря по цвѣту породъ, преобладающихъ въ составѣ мелко-растёртыхъ частей наноса.—Эта разновидность, точно также какъ и предыдущая, несомнѣнно не подвергалась дѣйствію воды, которая неизбѣжно отмыла бы нѣжнѣйшую пыль, и дѣятельность которой неизбѣжно проявилась бы въ сортировкѣ хотя мелкихъ частицъ, т.-е.—въ отдѣленіи ледниковой и глинистой пыли отъ песчинокъ и мелкихъ камешковъ, и въ расположеніи ихъ особыми слоями. Тамъ, гдѣ этой сортировки незамѣтно, мы необходимо должны признать, что порода не подвергалась дѣйствію воды со времени своего образованія.

19.—Эту нижнюю разновидность всего удобнѣе было бы называть ледниковою глиною. Въ Сконіи, гдѣ она очень распространена и гдѣ она представляетъ типичное ледниковое отложеніе (Torell, Holmström), она была названа ея изслѣдователемъ Holmström'омъ *krossstenslera* или *krosslera*, такъ какъ послѣ слабой промывки она даетъ такую же угловатую пыль, какъ и ледниковый щебень (krossstensgrus). Въ Альпахъ, гдѣ она извѣстна подъ именами *marcq* и *diot* (Favre), она весьма часто становится годною для выдѣлки кирпича, сохраняя однако свои изборожденные камни и представляя совершенно непрерывное образованіе съ самыми типичными моренными щебнями.—Чѣмъ болѣе удалена данная мѣстность отъ мѣста залеганія гранитовъ и метаморфическихъ сланцевъ, и чѣмъ рыхлѣе залегающія въ данной мѣстности коренныя породы, тѣмъ болѣе переходитъ ледниковый щебень въ такую глину: мелкіе камешки растираются въ песчинки, а крупные валуны обращаются въ небольшіе булыжники. Сюда принадлежатъ: *Rullestensler* Форхгаммера въ Даніи, Шлезвигѣ и Мекленбургѣ, большинство глинъ съ валунами въ Великобританіи (*boulderclays* и отчасти *brick-clays*), а также—какъ это можетъ быть доказано въ большинствѣ случаевъ — дилювіальныя глины Сѣверной Германіи и, по всей вѣроятности, дилювіальныя глины Европейской Россіи: отсутствіе въ нихъ всякой сортировки, характеръ составныхъ частей, распредѣленіе въ нихъ валуновъ (см. XVII и XX главы) и непрерывность образованія съ самыми типичными ледниковыми щебнями служатъ весьма сильными указаніями на ихъ ледниковое происхожденіе и отложеніе *).

*) Какъ и слѣдовало ожидать *à priori*, ледниковая глина составляетъ иногда золотоносный пластъ пріисковъ. Такъ, въ пріискахъ Тихоно-Задонскомъ и Вознесенскомъ (Олёкминской системы) черная ледниковая глина, происшедшая отъ растиранія мѣстнаго золотоноснаго глинистаго сланца,—неразсортированная, не-

20. — Причины различій, представляемыхъ двумя разновидностями ледниковаго щебня, тамъ, гдѣ онѣ налегаютъ другъ на друга и состоятъ изъ продуктовъ измельченія однѣхъ и тѣхъ же породъ, остаются пока не выясненными. Несомнѣнно только то, что обѣ образованы и *отложены на мѣстѣ* ледниками. По всей вѣроятности, верхняя, желтая разновидность,— болѣе окисленная, (желтый и буроватый цвѣтъ), болѣе угловатая, менѣе растёртая и, если не ошибаюсь, рѣже содержащая изборожденные валуны,— представляетъ остатки поверхностныхъ и внутреннихъ моренъ (значеніе послѣднихъ, судя по наблюденіямъ Агассиса и отчасти А. Норденшильда, до сихъ поръ еще недостаточно оцѣнено),— тогда какъ нижняя разновидность несомнѣнно принадлежитъ къ поддоннымъ моренамъ. Но возможно также, хотя и менѣе вѣроятно, (по крайней мѣрѣ, мы не можемъ рѣшительно утверждать противное), что верхняя разновидность есть болѣе новое образованіе, относящееся къ періоду уменьшенія ледяныхъ покрововъ и существованія отдѣльныхъ ледниковъ (Торелль).

21. — Плотность ледниковаго щебня чрезвычайно разнообразна: иногда онъ представляетъ такую плотную и твердую массу, что уступаетъ только киркѣ, и при земляныхъ работахъ долженъ быть взрываемъ порохомъ; иногда онъ менѣе твердъ, но чрезвычайно вязокъ; иногда онъ совершенно рыхлъ. Большая плотность отнюдь не есть необходимый отличительный признакъ мореннаго наноса, такъ какъ иногда самые типичные ледниковые щебни бываютъ лишь немного плотнѣе галечниковъ, — хотя въ видѣ общаго правила можно сказать, что ледниковые щебни плотнѣе прочихъ водныхъ образованій. — Плотность щебня едвали зависитъ отъ величины давленія, которому онъ подвергался подъ ледникомъ, какъ это полагаетъ большинство изслѣдователей; она болѣе всего обусловливается его составомъ. Известковистые и, особенно, желѣзистые щебни, какъ въ верхней, такъ и въ нижней разновидности, всегда бываютъ чрезвычайно тверды и плотны: они ломаются только киркою; щебень, богатый весьма мелко растёртыми глинистыми частицами, всегда бываетъ очень плотенъ и вязокъ; а щебень, богатый кварцевыми частицами, но бѣдный глиною, и не пропитанный желѣзистымъ или известковистымъ цементомъ, всегда бываетъ болѣе или менѣе рыхлъ. Верхняя разновидность иногда гораздо тверже нижней, но нижняя чаще отличается особою вязкостью.

22. — Форма камней, входящихъ въ составъ наносовъ, не можетъ служить основаніемъ ихъ классификаціи (какъ это принято въ рубрикахъ krossstensgrus и rullstensgrus), и нѣтъ ничего ошибочнѣе — хотя эта ошибка безпрестанно повторяется до сихъ поръ, — какъ считать угловатость камней отличительнымъ признакомъ моренныхъ образованій. Камни поддонныхъ моренъ *всегда* бываютъ округлы, если они прошли нѣсколько значительное разстояніе подъ ледникомъ, и сплошь да рядомъ они получаютъ совершенно эллипсоидальныя, или шаровидныя формы, такъ что отличаются (и то очень мало) отъ голышей, взятыхъ изъ ложа рѣки, только нѣсколько бо́льшею шероховатостью. Уже опыты Daubrée показали, что если камень не плотно вмёрзъ въ ледъ и можетъ время отъ времени перевертываться, то, пройдя

промытая, неслоистая и содержащая, какъ мѣстные, такъ и принесенные издали изборожденные валуны,—даетъ очень богатое содержаніе золота.

нѣкоторое разстояніе, онъ успѣваетъ совершенно округлиться, какъ рѣчная галька; а наблюденія швейцарскихъ геологовъ уже давно установили то рѣзкое различіе, которое существуетъ между степенью округлости камней въ поверхностныхъ и боковыхъ моренахъ съ одной стороны, и въ поддонной моренѣ — съ другой. Камни сохраняютъ свою угловатость только въ поверхностныхъ и боковыхъ моренахъ *), въ поддонной же моренѣ примѣсь округлыхъ камней всегда бываетъ очень значительна: угловатыми остаются одни большіе валуны, или вообще тѣ камни, которые прошли подъ ледникомъ лишь небольшое разстояніе. Мы видимъ это во всѣхъ современныхъ ледникахъ. Точно также и самые типичные древніе ледниковые щебни, никогда не подвергавшіеся водной промывкѣ, сплошь да рядомъ содержатъ самые округленные камни; мало того, эти округленные камни часто оказываются изборожденными, изъ чего ясно слѣдуетъ, что они получили свою округлую форму отнюдь не вслѣдствіе окатыванія на мѣстѣ водою, которая конечно уничтожила бы ледниковыя царапины.

23. — Отсутствіе слоистости также не можетъ считаться необходимымъ признакомъ моренныхъ образованій. Правда, что вообще говоря, морена неслоиста; но извѣстно, что во всѣхъ моренахъ Альпъ встрѣчаются и слоистыя отложенія, иногда достигающія довольно значительныхъ размѣровъ. Причина этого понятна. Подледниковые ручьи и рѣки, а также ручьи, сливающіеся съ сосѣднихъ возвышенностей и размывающіе боковыя морены, неизбѣжно должны давать слоистыя отложенія; а когда ледниковыя воды собираются въ такія большія рѣки, какъ это наблюдается въ Грёнландіи, то слоистыя образованія среди моренъ должны достигать очень значительной мощности и распространенія. Въ горныхъ странахъ, покрывавшихся отдѣльными ледниками, слоистость проявляется наиболѣе въ боковыхъ моренахъ (а слѣдовательно—и въ срединныхъ) и въ террасахъ, образующихся вдоль береговъ ледника; но она встрѣчается и въ поддонной моренѣ, хотя и не достигаетъ здѣсь обширнаго развитія. Тамъ-же, гдѣ ледники достигали бо́льшихъ размѣровъ и сливались въ обширные потоки, тамъ, вслѣдствіе большей силы подледниковыхъ рѣкъ,—среди толщъ неслоистой поддонной морены должны встрѣчаться, и дѣйствительно встрѣчаются, весьма мощные и весьма распространенные слоистые наносы. Передвигаясь въ поддонной моренѣ, эти слои часто принимаютъ впослѣдствіи наклонныя положенія, или подвергаются всевозможнымъ изгибамъ, или наконецъ вовсе замаскировываются; но весьма многіе изъ нихъ сохраняютъ свою горизонтальность: промытые слои, отложенные на поверхности поддонной морены, часто покрываются позднѣйшими моренными наносами, которые, достигнувъ нѣкоторой мощности, движутся поверхъ ниже-лежащихъ слоевъ, не приводя ихъ самихъ въ движеніе **).

---

*) За исключеніемъ, однако, поддонно-боковыхъ, о которыхъ см. въ слѣдующей главѣ.

**) Возможность движенія ледниковъ поверхъ рыхлыхъ наносовъ, безъ разрушенія этихъ послѣднихъ, подтверждается такою массою геологическихъ фактовъ, что въ ней не можетъ быть никакого сомнѣнія. Въ Альпахъ она доказана и прямымъ наблюденіемъ: ледникъ Мортерача, во время своего періодическаго увеличенія въ 1863 году, двигался поверхъ своихъ древнихъ моренъ, нисколько не

24. — Подвергаясь дѣйствію воды, ледниковый щебень даетъ начало цѣлому ряду новыхъ образованій.

25. — Ледниковый щебень, слегка промытый, но вполнѣ сохранившій формы своихъ камешковъ и отсутствіе сортировки ихъ по величинамъ, я предложилъ бы называть ледниковымъ хрящемъ, или же промытымъ ледниковымъ щебнемъ. Эта рубрика будетъ слѣдовательно соотвѣтствовать рубрикѣ *svallgrus* Sv. G. Und., куда относится промытый, но угловатый и мало-разсортированный щебень. — При этомъ, я полагалъ бы полезнымъ, включать въ эту рубрику и тотъ щебень, который подвергался лишь самой слабой промывкѣ, такъ что лишился только самой нѣжной пыли, но вполнѣ сохранилъ прочія мелкія части,—оставляя названіе собственно ледниковаго щебня только для тѣхъ моренныхъ образованій, которыя *вовсе* не тронуты водою *).

26. — Образованіе, сходное съ предыдущимъ, но въ которомъ подобраны однѣ мелкія части, вымытыя изъ ледниковаго щебня (безъ ледниковой пыли), т.-е.—собраніе угловатыхъ и, часто, совершенно остроребрыхъ камешковъ, до 10—20 мм. въ поперечникѣ, смѣшанныхъ съ мелкимъ, угловатымъ пескомъ, составляетъ ледниковый песокъ (*krosssand* Sv. G. U.). Оно возникаетъ при кратковременной промывкѣ ледниковаго щебня въ быстро-текущей водѣ.

27. — Оба эти образованія, ледниковый хрящъ и ледниковый песокъ, постоянно попадаются прослойками во всѣхъ моренныхъ наносахъ; они суть въ такомъ случаѣ продукты дѣятельности подледниковыхъ водъ. — Ледниковый хрящъ очень часто встрѣчается также въ наружныхъ частяхъ ледниковаго щебня, причемъ одно образованіе переходитъ въ другое незамѣтно;

разрушая ихъ; также и ледникъ Дамма близь Гёшенена; и это обстоятельство находится въ полномъ согласіи съ тѣмъ, что̀ извѣстно намъ о механическихъ законахъ движенія ледяныхъ массъ. Оказывая весьма разрушительное вліяніе на тѣ части своего русла, гдѣ онъ встрѣчаетъ препятствія движенію, ледникъ вовсе не истираетъ его тамъ, гдѣ можетъ свободно распространяться въ стороны (въ такихъ случаяхъ онъ уже не буравитъ почвы, но, такъ-сказать, *накрываетъ* её сверху, вслѣдствіе болѣе быстраго движенія верхнихъ слоевъ,—фактъ, на который попадаются намеки уже у Форбза); противное мнѣніе есть только остатокъ той, совершенно ложной гипотезы, будто ледникъ скользитъ цѣлою массою по своему ложу. Вмѣстѣ съ тѣмъ, движеніе верхнихъ слоевъ поддонной морены относительно нижнихъ, въ безчисленномъ количествѣ случаевъ подтверждается геологическими фактами, и такое скольженіе вполнѣ согласуется со сказаннымъ сейчасъ. Когда ледникъ движется поверхъ рыхлаго наноса и не выпахиваетъ его, онъ можетъ приводить въ движеніе подъ собою, кромѣ щебня, примёрзшаго въ его нижней поверхности, только весьма незначительный слой подлежащаго наноса. Изъ такихъ слоевъ (которые, при однородности состава, разнообразныхъ истираніяхъ и т. д., очевидно не будутъ имѣть слоистости водныхъ отложеній) и слагались изъ вѣка въ вѣкъ поддонныя морены, которыя мы изучаемъ теперь. (Доказательства см. въ текстѣ этой главы. Ср. также примѣръ изборожденія камней смёрзшейся карги на Енисеѣ, приведенный въ XV главѣ).

*) Этого правила я постоянно и держался при описаніи наносовъ въ Финляндіи.

или-же онъ составляетъ промежуточное образованіе между щебнемъ и окатаннымъ галечникомъ; въ такихъ случаяхъ онъ бываетъ бо́льшею частію продуктомъ дѣятельности береговыхъ волнъ.

28. — Въ непосредственномъ сосѣдствѣ моренныхъ отложеній, или прослойками между ними, встрѣчается еще ледниковая пыль, или грязь. Она представляетъ рыхлую, въ сухомъ видѣ — совершенно разсыпчатую массу, съ отличительными признаками ледниковой муки. Происхожденіе ея понятно: она очевидно вымыта изъ ледниковаго щебня, но не подвергалась продолжительному пребыванію въ водѣ, которая видоизмѣнила бы её химически. Такія отложенія имѣютъ впрочемъ самое ограниченное распространеніе.

29. — Наконецъ, въ ледниковыхъ озёрахъ отлагаются еще слоистые наносы, среди которыхъ преобладаетъ илъ, перемежающійся съ прослойками ледниковаго щебня, мало промытаго ледниковаго хряща и ледниковаго песка. Отличительнымъ признакомъ такихъ наносовъ служитъ присутствіе въ нихъ изборожденныхъ валуновъ, которые, какъ извѣстно, не могутъ переноситься проточною водою даже на самыя малыя разстоянія, не утрачивая своихъ бороздъ: здѣсь же они попадаютъ въ слоистый наносъ непосредственно, сваливаясь съ ледника, окружающаго озеро, или съ льдинъ, отдѣляющихся отъ ледника. Таковы «илы ледниковыхъ озёръ», описанные Charpentier и Jamieson'омъ. Совершенно сходное образованіе, часто съ морскими раковинами, представляютъ наносы, отлагающіеся въ тѣхъ фьордахъ, куда выгружаются ледники.

30. — Подвергаясь дальнѣйшей промывкѣ и окатыванію въ ручьяхъ, рѣкахъ и по берегамъ озёръ и морей, ледниковый щебень обращается въ окатанный щебень или галечникъ, т. е. въ образованіе, тождественное съ современными рѣчными и береговыми отложеніями. Отличительные признаки галечника суть: *a*) промытость камешковъ, *b*) сглаженность ихъ лоснящихся поверхностей, *c*) бо́льшая или меньшая ихъ округленность, или эллипсоидальность, *d*) сортировка составныхъ частей по величинѣ, *e*) отсутствіе среди щебня нѣжной муки, глины и прочихъ мелкихъ частей, которыя обособляются уже въ особые слои, и *f*) явная слоистость всей толщи такого наноса *).

31. — Ясно, что понимаемый такимъ образомъ галечникъ или окатанный щебень не имѣетъ ничего общаго съ тѣмъ, что́ названо въ шведской съёмкѣ «rullstensgrus, *или* внутреннее ядро озовъ», — ибо матеріалъ, составляющій ядро озовъ: *a*) не слоистъ (объ этомъ свидѣтельствуетъ впрочемъ и самъ Эрдманъ), *b*) не промытъ, и *c*) вовсе не разсортированъ: онъ состоитъ во всякой данной своей части, какъ изъ валуновъ и камней всѣхъ величинъ и всѣхъ степеней округленія, такъ и изъ самыхъ нѣжныхъ частицъ,—песка и ледниковой муки, плотно облегающей камни. *Ядро* озовъ состоитъ изъ

*) Галечникъ, понятно, сплошь да рядомъ содержитъ нѣкоторую примѣсь ила. Но этотъ илъ уже не имѣетъ ничего общаго съ ледниковою пылью. Во-первыхъ, его количество обыкновенно ничтожно, сравнительно съ количествомъ этой послѣдней въ ледниковыхъ щебняхъ, а во-вторыхъ, не содержа вовсе острорёбрыхъ микроскопическихъ обломковъ кварца и полеваго шпата, онъ рѣзко отличается отъ ледниковой муки на ощупь.

моренаго щебня, но весьма часто (особенно въ Меларской низменности)— съ округленными камнями, т.-е., по всей вѣроятности,—изъ щебня *поддонной* морены ледянаго покрова (см. слѣд. главу).

32. — Мелкія части, вымытыя изъ ледниковаго щебня, подвергаясь дальнѣйшему, болѣе продолжительному дѣйствію воды, даютъ начало другому ряду наносовъ, — пескамъ, глинамъ, песчанистымъ или иловатымъ глинамъ, и лёсу. Литологическая классификація этихъ наносовъ уже достаточно установилась; геологическая же ихъ классификація должна основываться на палеонтологическихъ или стратиграфическихъ признакахъ.

33. — Въ ряду этихъ образованій первое мѣсто по древности принадлежитъ арктической глинѣ, т.-е. глинѣ, отлагавшейся въ моряхъ въ то время, когда окрестный материкъ былъ еще покрытъ мощными толщами льда; она тождественна съ тѣми глинами, которыя теперь отлагаются вокругъ антарктическаго материка и арктическаго архипелага. Эти глины *всегда* слоисты, или по крайней мѣрѣ листоваты, заключаютъ въ себѣ *очень мало* валуновъ и камней (около которыхъ слои принимаютъ изогнутыя положенія) и содержатъ остатки арктической фауны, о которой можно утверждать (по ея составу, степени сохраненія раковинъ и пр.), что она жила на тѣхъ самыхъ мѣстахъ, гдѣ мы теперь ее находимъ. — Сюда относятся: *hvarfvig lera* Sv. Geol. Und., или *yoldialera* Torell, *Mergeller* Kjerulf, и различныя *brick-clays* великобританскихъ геологовъ, — но не всѣ, такъ какъ многія изъ нихъ несомнѣнно принадлежатъ къ отдѣлу ледниковыхъ глинъ.

34. — Установить литологическіе признаки, общіе для всѣхъ арктическихъ глинъ, невозможно: ихъ составъ очевидно долженъ быть измѣнчивъ, ибо зависитъ отъ состава породъ на сосѣднихъ материкахъ ледниковаго періода. Но весьма возможно, что въ отдѣльныхъ странахъ будутъ указаны нѣкоторыя мѣстныя литологическія отличія, нѣсколько облегчающія первоначальную классификацію. Такъ, для арктическихъ глинъ Швеціи довольно постояннымъ признакомъ служитъ мелкая слоистость, или—точнѣе—полосатость, обусловленная не бо́льшимъ или меньшимъ обиліемъ песка въ различныхъ слояхъ (какъ это бываетъ въ новыхъ иловатыхъ глинахъ), а бо́льшимъ или меньшимъ содержаніемъ углекислой извести.

35.—Такъ какъ арктическое море покрывало только нѣкоторую небольшую часть Скандинавіи, Великобританіи, Сѣв. Америки и т. д., то весьма вѣроятно что выше уровня, котораго оно достигало, залегаютъ озёрныя глины, одновременныя съ верхними слоями арктическихъ морскихъ глинъ; но эти наносы до сихъ поръ остаются малоизслѣдованными. Во всякомъ случаѣ, отдѣлить ихъ отъ позднѣйшихъ, озёрныхъ-же образованій послѣледниковаго періода будетъ очень трудно, тѣмъ болѣе, что озёрныя глины собственно-ледниковаго періода едва ли могутъ имѣть большое распространеніе. Онѣ извѣстны въ Швеціи, въ Шотландіи, Англіи и Сѣв. Америкѣ.

36.—Ни въ ледниковомъ щебнѣ (§ 17), ни въ ледниковой глинѣ (§ 18) до сихъ поръ никогда еще не было найдено слѣдовъ морской фауны, о которой можно было бы сказать съ какою-нибудь увѣренностью, что она жила на томъ самомъ мѣстѣ, гдѣ мы теперь находимъ ея остатки. Хотя въ ледниковой литературѣ безпрестанно встрѣчается противное утвержденіе, но всякое болѣе обстоятельное изслѣдованіе условій залеганія ископаемыхъ,

о которыхъ говорится, что они найдены въ *boulderclay* или *till* Великобританіи, или въ дилувіальныхъ глинахъ Германіи, приводитъ къ заключенію, что всѣ эти ископаемыя, за исключеніемъ немногихъ, разрозненныхъ и большею частію поломанныхъ экземпляровъ (см. § 40), были найдены въ слояхъ или прослойкахъ *песка и промытаго хряща*, залегающихъ среди ледниковыхъ глинъ и имѣющихъ водное происхожденіе. И наоборотъ, собственно въ ледниковыхъ глинахъ, при ближайшемъ изслѣдованіи, все чаще и чаще находятъ теперь остатки растеній, свидѣтельствующихъ о климатѣ, сходномъ съ современнымъ суб-полярнымъ. Эти растенія попадали въ морены, либо во времена перваго распространенія ледяныхъ покрововъ, когда снѣгъ—а впослѣдствіи ледъ—постепенно захватывалъ покрытыя еще растительностью мѣстности, либо — въ періодъ уменьшенія ледяныхъ толщъ, когда растительность захватывала пространства, постепенно очищаемыя льдомъ,—какъ теперь въ Новой Зеландіи и Грёнландіи.

37.—Прослойки слоистаго, промытаго водою наноса, залегающіе среди ледниковыхъ щебня и глинъ и содержащіе остатки морской фауны, жившей въ тѣхъ самыхъ мѣстахъ, гдѣ мы теперь находимъ ея слѣды, и столь распространенные въ Сѣверной Америкѣ, Великобританіи, Скандинавіи и Германіи ниже уровней въ 150—180 метровъ,—суть отложенія, тождественныя съ тѣми, которыя образуются теперь по берегамъ Грёнландіи и Шпицбергена. Когда ледяной потокъ значительной мощности входитъ въ заливъ *) и движется на нѣкоторомъ протяженіи по дну залива, прежде чѣмъ его оконечность начнетъ приподниматься гидростатическимъ давленіемъ, то въ этой части пути ледянаго потока, ледниковый щебень, отлагающійся на днѣ залива непосредственно подъ ледяною толщею, сохраняетъ всѣ свои типичные признаки: на бо̀льшей части площади отложенія онъ не промывается водою и не сортируется; ибо, хотя онъ и отлагается ниже уровня моря, но защищенъ отъ воды льдомъ, и условія его отложенія поэтому буквально тождественны съ тѣми, въ которыхъ находится щебень, образующійся подъ материковымъ ледникомъ. Затѣмъ, при постоянныхъ колебаніяхъ, которымъ подвержена бываетъ мощность ледяныхъ потоковъ, выгружающихся въ тотъ или другой заливъ **), случается, что заливъ очищается отъ льда, и тогда, поверхъ ледниковаго щебня отлагаются уже промытые водою и разсортированные наносы, образующіеся вслѣдствіе промыванія подледнико-

*) Я имѣю здѣсь въ виду не одни узкіе ледники южныхъ фьордовъ Грёнландіи, но и тѣ широкіе потоки, которые выгружаются въ заливы Кена, Мельвилля и Скоресби.

**) Такъ какъ пути различныхъ частей ледяной массы, покрывающей материкъ, опредѣляются величиною давленій, которымъ она подвергается въ томъ или другомъ направленіи, и такъ какъ эти давленія зависятъ главнымъ образомъ отъ толщины снѣга, выпавшаго въ данное время въ различныхъ частяхъ материка, то, при извѣстной измѣнчивости этой послѣдней величины, количество льда, выгружающагося въ море по тому или другому заливу, чрезвычайно измѣнчиво. Вслѣдствіе этого, въ иныя десятилѣтія ледяной потокъ вовсе не доходитъ до даннаго фьорда, въ другія же—заполняетъ его почти сплошь, чтобы черезъ нѣсколько десятковъ лѣтъ снова очистить его, заполнивъ такимъ же образомъ другіе смежные фьорды.

выми рѣками и теченіями фьордовъ, ледниковаго щебня, отдѣляющагося отъ приподнятой водою нижней оконечности ледянаго потока и отъ ледяныхъ горъ. Эти промытые наносы, рѣзко отличающіеся отъ собственно-ледниковаго щебня, содержатъ большею частью остатки морскихъ организмовъ, такъ какъ образуемое ими иловатое дно обыкновенно служитъ мѣстомъ обитанія многочисленной фауны. Наконецъ, при новомъ увеличеніи ледянаго потока, выгружающагося въ заливъ, морскія отложенія снова покрываются типичнымъ ледниковымъ щебнемъ. Такая перемежаемость водныхъ и ледниковыхъ наносовъ очевидно можетъ повторяться нѣсколько разъ, безъ всякихъ измѣненій климата страны и безъ колебаній уровня моря *).— Наносы ледниковаго періода, имѣющіе такое происхожденіе, особенно хорошо развиты мѣстами на юго-восточныхъ склонахъ Скандинавскаго нагорья, на высотахъ отъ 120 до 140 метровъ. Такое же происхожденіе имѣютъ, по всей вѣроятности, и такъ-называемые *middle-gravels*, залегающіе среди *boulder-clays* Великобританіи. По крайней мѣрѣ, въ виду неоднократно заявленныхъ сомнѣній въ томъ, чтобы промытые галечники, извѣстные во многихъ мѣстахъ Англіи и Ирландіи, составляли особую, неразрывную и строго опредѣленную формацію, — нѣтъ *необходимости* прибѣгать, для ихъ объясненія, къ гипотезѣ двухъ ледниковыхъ періодовъ, раздѣленныхъ болѣе теплымъ промежуткомъ, во время котораго совершенно исчезали громадныя массы льда, покрывавшія низменныя части Великобританіи и сосѣднія моря. Поэтому, хотя мы и не имѣемъ права безусловно отрицать гипотезы гг. Ремсая и Кролля, но признать ихъ доказанными, или даже весьма вѣроятными, мы также не можемъ: онѣ еще не составляютъ *неизбѣжнаго* вывода изъ извѣстныхъ донынѣ фактовъ **).

38. — Такіе же прослойки промытаго галечника и песковъ, залегающіе среди ледниковыхъ щебней и глинъ на высотахъ свыше 150—180 метровъ и не содержащіе морской фауны, очевидно—или имѣютъ (въ нѣкоторыхъ

*) Указанія на немного болѣе теплый климатъ, изрѣдка встрѣчающіяся въ между-ледниковыхъ слояхъ Англіи, настолько слабы, что вполнѣ объяснимы мѣстными причинами, особенно если допустить, что они образовались въ раннія части ледниковаго періода. Такое объясненіе во всякомъ случаѣ гораздо вѣроятнѣе, чѣмъ допущеніе теплыхъ періодовъ, во время которыхъ стаивали бы тѣ громаднѣйшія толщи льда, и происходило то заселеніе морей болѣе южною фауною, которыхъ требуетъ эта гипотеза. Подобныя измѣненія климата неизбѣжно оставили бы по себѣ болѣе распространенные слѣды.

**) Косвенное ихъ подтвержденіе, буро-угольными слоями Швейцаріи, все-таки не можетъ быть признано достаточнымъ, такъ какъ измѣненіе климата, которое приходится допустить для объясненія этихъ слоевъ, во всякомъ случаѣ неизмѣримо менѣе того, которое потребовалось бы въ томъ случаѣ, если бы мы признали middle-gravels особою формаціею между-ледниковаго періода. — Надо думать, что гипотеза между-ледниковыхъ теплыхъ періодовъ едва-ли бы встрѣтила такое число сторонниковъ среди геологовъ, если бы она не находила поддержки въ вычисленіяхъ и гипотезахъ г. Кролля; но, при всемъ сочувствіи къ другимъ выводамъ этого талантливаго писателя, я позволю себѣ высказать сомнѣніе, чтобы въ указываемыхъ имъ астрономическихъ явленіяхъ мы уже дѣйствительно имѣли объясненіе ледниковаго періода (см. XX главу).

случаяхъ) такое же происхожденіе, какъ и предыдущіе, — но въ ледниковыхъ озёрахъ,—или же (и таково громаднѣйшее большинство) суть отложенія подледниковыхъ ручьевъ и рѣкъ. Мелкіе ручьи, извивающіеся подъ ледниками, и очень большія рѣки, обращающіяся подъ ледяными покровами, постоянно промываютъ ледниковый щебень и, *во всевозможныхъ масштабахъ*, отлагаютъ на поверхности поддонныхъ моренъ прослойки, слои и мощныя залежи разсортированныхъ и промытыхъ наносовъ. Покрываясь вкослѣдствіи снова поддонными моренами, эти слоистые пески, хрящи и галечники и образуютъ тѣ между-ледниковые пласты, которые мы повсемѣстно встрѣчаемъ среди древнихъ моренъ. Въ виду чрезвычайной распространенности такихъ образованій и въ виду совершенной невозможности провести какую-либо границу между случайными тонкими прослойками промытаго наноса, встрѣчающимися въ безчисленныхъ количествахъ среди древнихъ моренъ, и между болѣе распространенными толщами такого-же наноса (эквиваленты которыхъ образуются и въ настоящее время въ Грёнландіи),— я полагаю, что мы не имѣемъ никокого права утверждать, вмѣстѣ съ г. James Geikie, что каждая группа такихъ водныхъ отложеній, встрѣчающихся среди ледниковыхъ глинъ, свидѣтельствуетъ о болѣе тепломъ междуледниковомъ періодѣ, или, вообще, допускать нѣсколько промежуточныхъ теплыхъ періодовъ, въ продолженіе которыхъ большая часть материковъ временно очищалась отъ льда. Что же касается до между-ледниковыхъ слоевъ, содержащихъ многочисленные остатки млекопитающихъ, на которые ссылается г. Джейки, то они по всей вѣроятности принадлежатъ къ началу ледниковаго періода, когда ледъ еще не покрывалъ материковъ сплошною пеленою, но постепенно захватывалъ все новыя и новыя области; причемъ тотъ фактъ, что подобные слои встрѣчаются въ одномъ и томъ же мѣстѣ на нѣсколькихъ горизонтахъ, вполнѣ объясняется кратковременными увеличеніями и уменьшеніями ледяныхъ массъ, которыя вызывались случайными (вѣковыми) колебаніями температуры: нѣтъ никакого сомнѣнія, что моренны, отложенныя ледниками Альпъ или береговой полосы Грёнландіи въ продолженіе одного только историческаго періода, уже содержатъ на нѣсколькихъ уровняхъ промытые слоистые наносы съ остатками мѣстныхъ фаунъ. (Подробнѣе — см. въ текстѣ этой главы).

39.—Такое же происхожденіе, т.-е. изъ подледниковыхъ рѣкъ, имѣютъ по всей вѣроятности (Torell) и тѣ слоистые наносы, которые залегаютъ въ Сконіи, Ютландіи, Великобританіи, Германіи, а также и въ Альпахъ (alluvions anciennes) *подъ* всею толщею ледниковыхъ глинъ и щебней. Отложенные въ началѣ ледниковаго періода рѣками, которыя вытекали изъ подъ ледниковъ, захватывавшихъ пока только горныя части страны, они покрылись впослѣдствіи моренами разросшейся ледяной пелены. — Одновременное и гомологичное имъ образованіе мы имѣемъ въ морскихъ глинахъ и рѣчноморскихъ слояхъ восточной Англіи. Они также принадлежатъ, какъ это свидѣтельствуетъ и ихъ фауна, къ до-ледниковому періоду, или къ началу этого періода.

40.—Что же касается до прослойковъ хряща съ разбросанными въ нихъ, раздробленными и, иногда, изборожденными раковинами, — изслѣдованныхъ въ Кэтнесѣ (Caithness), на Moël Tryfan, близъ Дублина и др., — то эти прослойки, какъ предположилъ г. Кролль и доказалъ для Дублина

г. Клозъ, суть отложенія, выдвинутыя ледяными покровами со дна моря, во время ихъ разростанія, и вынесенныя ими во внутрь материковъ, иногда на значительную высоту, вмѣстѣ съ щебнемъ и валунами, покрывавшими дно моря. Отсутствіе въ этихъ наносахъ цѣльныхъ двустворчатыхъ раковинъ; сохраненіе въ цѣлости только тѣхъ видовъ, которые лучше другихъ могли избѣгнуть раздробленія, по своей формѣ и малой величинѣ; окатанность и иногда изборожденность болѣе крупныхъ обломковъ; замѣчавшееся иногда совмѣстное нахожденіе остатковъ сухопутныхъ и морскихъ организмовъ, одинаково окатанныхъ и отшлифованныхъ; изобиліе, въ наносахъ на Moël Tryfan и у Дублина, валуновъ, *несомнѣнно принесенныхъ льдомъ съ гораздо низшаго уровня* (Darwin, Close и др.); разбросанность раковинъ среди наноса; наконецъ то, что онѣ бываютъ заполнены глиною или иломъ иного состава (нерѣдко — съ морскими Двураздѣлковыми), чѣмъ та масса, въ которой онѣ теперь залегаютъ, — всѣ эти факты, вмѣстѣ съ отрицательными доказательствами, самымъ убѣдительнымъ образомъ говорятъ въ пользу объясненія гг. Кролля и Клоза. Съ другой стороны, возможность переноса въ поддонной моренѣ большихъ глыбъ самыхъ рыхлыхъ породъ на значительныя разстоянія, безъ раздробленія ихъ, подтверждается множествомъ фактовъ. Подобный процессъ мы и теперь видимъ въ Альпахъ, когда, при временномъ увеличеніи ледника, его «голова» иногда выпахиваетъ цѣлые слои почвы съ травяною и древесною растительностью и движетъ ихъ передъ собою въ конечной моренѣ; въ такихъ условіяхъ (особенно при послѣдующемъ схожденіи ледяныхъ потоковъ, во время ихъ разростанія), громадные слои почвы могутъ быть перенесены въ цѣлости на очень большія разстоянія. — Геологически же фактъ подтверждается: *a*) замѣчаемою иногда поразительною локализаціею въ поддонныхъ моренахъ валуновъ извѣстной породы; *b*) переносомъ въ поддонной моренѣ цѣлыхъ глыбъ весьма рыхлыхъ породъ, — напримѣръ, глины или рыхлаго мѣла, — на очень большія разстоянія (мѣловыя глыбы въ 26 метровъ длины, среди *ледниковаго* наноса въ Гольштейнѣ); *c*) тѣмъ, что несомнѣнно ледниковое отложеніе все слагается иногда изъ рыхлыхъ глыбъ глины или мѣла, сцементованныхъ между собою тою же самою глиною или растертымъ мѣломъ (Forchhammer и Johnstrup); и наконецъ *d*) всѣмъ тѣмъ, что извѣстно намъ о законахъ движенія конечныхъ и поверхностныхъ моренъ. А едва доказана возможность переноса ледникомъ рыхлыхъ глыбъ, безъ раздробленія ихъ и безъ разбрасыванія ихъ составныхъ частей (замѣчаемаго во многихъ другихъ случаяхъ, при другихъ условіяхъ), и едва признано, что ледяныя массы, выдавливаемыя центральными частями ледянаго покрова, могутъ подниматься въ гору на значительное разстояніе и высоту (см. XV и XVII главы),—то вѣроятность встрѣчи на значительныхъ высотахъ надъ моремъ, гнѣздъ хряща съ морскими раковинами, вынесеннаго льдомъ со дна до-ледниковаго моря, составляетъ строго-научную индукцію.

41.—Арктическія глины съ морскою фауною, жившею нѣкогда на тѣхъ самыхъ мѣстахъ, гдѣ мы теперь находимъ ея остатки, и содержащія валуны уже только въ видѣ исключеній, залегаютъ вообще поверхъ ледниковыхъ щебней и ледниковыхъ глинъ. Хотя мѣстами, особенно въ своихъ нижнихъ частяхъ, онѣ иногда перемежаются съ ледниковымъ щебнемъ, но вышеуказанной причинѣ (§ 37), но, разсматриваемыя какъ цѣлое, онѣ со-

ставляютъ образованіе болѣе новое, чѣмъ вся серія ледниковыхъ наносовъ, т. е. — чѣмъ ледниковые щебень и глина, съ подчиненными имъ прослойками промытаго наноса, и внутреннее ядро озовъ; онѣ служатъ такимъ образомъ представителями втораго фазиса ледниковаго періода.

42.—Иногда, впрочемъ, на склонахъ и у подошвы озовъ и другихъ возвышенностей замѣчается, что на нѣкоторомъ небольшомъ протяженіи, весь рядъ слоистыхъ наносовъ, принадлежащихъ ко второму фазису ледниковаго періода, или можетъ быть даже—къ озёрной эпохѣ, покрывается снова небольшимъ слоемъ (въ 20—30 цм.) ледниковаго щебня, совершенно типичнаго и несомнѣнно не тронутаго водою. Эта аномалія вполнѣ объясняется осыпаніемъ и сползаніемъ щебня со смежныхъ возвышенностей. Тамъ, гдѣ изъ подъ слоистыхъ образованій выступаютъ холмы ледниковаго наноса, или холмы изъ твердой породы, покрытые такимъ наносомъ, тамъ ледниковый щебень могъ, либо осыпаясь въ сухомъ видѣ, либо сползая въ видѣ густаго тѣста, покрывать болѣе или менѣе толстымъ слоемъ новѣйшія образованія, вполнѣ сохраняя вмѣстѣ съ тѣмъ и свою типичную муку, и отсутствіе сортировки. Подобное явленіе происходитъ и теперь, у подошвы многихъ большихъ обнаженій, въ верхнихъ частяхъ которыхъ выступаютъ ледниковые наносы, и нужныя для этого условія еще чаще могли осуществляться въ періодъ таянія ледниковъ, или выступанія страны изъ подъ уровня моря. Ближайшее изслѣдованіе топо геологическихъ условій въ тѣхъ случаяхъ, когда такое залеганіе ледниковаго щебня поверхъ новѣйшихъ образованій замѣчалось въ Финляндіи, показываетъ, что мы дѣйствительно имѣемъ здѣсь ничто иное какъ осыпь, или массу смытую сверху въ полужидкомъ видѣ. Объясненіе-же, предложенное для тѣхъ же явленій въ Швеціи Эрдманомъ (отложеніе щебня тающими льдинами), устраняется, во 1) тѣмъ, что щебень въ такихъ случаяхъ оказывается нисколько не промытымъ и не разсортированнымъ, — что́ невозможно было бы при таяніи льдинъ въ водѣ, и во 2) тѣмъ, что подобныя отложенія ледниковаго щебня покрываютъ иногда не только арктическія глины, но и глины, содержащія фауну, тождественную съ современною, когда о льдинахъ, приносящихъ моренный щебень въ большомъ количествѣ, уже не можетъ быть рѣчи. — Подобныя образованія очевидно должны существовать вездѣ, гдѣ существуютъ ледниковыя образованія, и они упоминаются, между прочимъ, въ Ирландіи, г. Kinahan'омъ подъ именемъ glacialoid, или rearranged drift.

43.—Арктическія глины втораго фазиса ледниковаго періода покрываются въ свою очередь морскими-же, послѣ-ледниковыми глинами, нерѣдко сливаясь съ ними въ своихъ литологическихъ признакахъ.

44.—Классификація этихъ различныхъ глинъ возможна только на основаніи палеонтологическихъ признаковъ; но, при недостаточности данныхъ и при сложности вопроса, строгой классификаціи до сихъ поръ не установлено. Различныя глины ледниковаго и послѣ-ледниковаго періода могутъ быть, впрочемъ, подраздѣлены на три главныхъ отдѣла: *a*) древне-арктическія глины, съ чисто-арктическою фауною, — соотвѣтствующія въ общихъ чертахъ періодамъ разростанія ледяныхъ покрововъ и ихъ наибольшаго развитія и началу періода ихъ уменьшенія; *b*) болѣе новыя арктическія глины, съ фауною, обличающею климатъ, болѣе холодный чѣмъ современный, но менѣе холодный чѣмъ, напримѣръ, въ Грёнландіи и Сѣверо-Американскомъ

архипелагѣ, — соотвѣтствующія періоду отдѣльныхъ ледниковъ, уцѣлѣвшихъ послѣ собственно-ледниковаго періода; и наконецъ *c*) глины, съ фауною тождественною или почти тождественною современной фаунѣ тѣхъ же широтъ, соотвѣтствующія періоду, климатически мало отличающемуся отъ настоящаго времени. Очевидно, однако, что въ различныхъ широтахъ и даже въ смежныхъ мѣстностяхъ, но при различныхъ мѣстныхъ условіяхъ, могли одновременно отлагаться глины перваго и втораго, или втораго и третьяго изъ этихъ отдѣловъ.

45.—Глины этихъ трехъ отдѣловъ не достигаютъ, ни въ Европѣ, ни въ Сѣверной Америкѣ, высотъ свыше 135 до 180 метровъ, причемъ, вообще, арктическія глины достигаютъ высшаго уровня, чѣмъ новѣйшія. Высшій уровень, до котораго доходятъ первыя, приблизительно одинаковъ въ Сѣверной Америкѣ, Великобританіи и юго-западной Скандинавіи: онъ колеблется около 150—180 метровъ; въ восточныхъ же частяхъ Швеціи арктическія глины не были еще найдены свыше 35 метровъ; а въ Финляндіи онѣ вовсе еще не извѣстны и, судя по всей совокупности данныхъ, эта страна повидимому покрывалась моремъ только до высоты не болѣе 35 метровъ, и то—только въ послѣ-ледниковой періодъ.

46.—Одновременно съ болѣе новыми арктическими глинами и съ новѣйшими (*b* и *c* § 43), на уровняхъ, свыше упомянутыхъ сейчасъ, отлагались въ Сѣверной Америкѣ, Скандинавіи, Финляндіи и, по всей вѣроятности, въ Великобританіи, громадныя толщи послѣ-ледниковыхъ озёрныхъ глинъ, свидѣтельствующихъ о чрезвычайно продолжительномъ озёрномъ періодѣ *). Строгихъ литологическихъ отличій между озёрными и морскими глинами до сихъ поръ не установлено, и едва ли таковыя будутъ найдены; но довольно опредѣленнымъ признакомъ этихъ озёрныхъ наносовъ можетъ служить—тамъ, гдѣ отсутствуютъ палеонтологическія указанія,—ихъ разрозненность въ отдѣльныхъ мульдахъ и ихъ террасовидное расположеніе въ странѣ (см. XII и XX главы).

47.—Въ тѣсной связи съ озёрными глинами находятся иловатые и песчаные дельтовые наносы, также отлагавшіеся въ обширныхъ озёрахъ послѣ-ледниковаго періода, и обильный матеріалъ для которыхъ представляли размываемыя рѣками ледниковыя морены. Отличительные признаки такихъ образованій достаточно общеизвѣстны.

48.—Слоистыя иловатыя образованія, покрывающія ледниковые наносы, а также иногда, поводимому, залегающія среди ихъ (S. Wood), часто бываютъ разнообразно изворочены и изогнуты. Изворочennость слоевъ вполнѣ объясняется: *a*) боковыми давленіями ледниковъ, движущихся поверхъ отложеннаго ранѣе слоистаго наноса (слѣд. такъ же, какъ и изгибы мѣловыхъ слоевъ Даніи и Сѣверной Пруссіи); *b*) боковыми давленіями садящихся на мель льдинъ, и *c*) таяніемъ пропластковъ льда, погребенныхъ случайно среди наносовъ, — явленіе, совершенно обычное по берегамъ сѣверныхъ морей (Эрманъ, Миддендорфъ и др.), а также и сибирскихъ рѣкъ.—Въ Финляндіи, такіе изворочennые слои замѣчены только среди дельтовыхъ наносовъ озёр-

*) Громадное развитіе озеръ въ послѣ-ледниковый періодъ (составляющее неизбѣжное слѣдствіе ледянаго покрытія) служитъ такимъ типичнымъ отличіемъ этого періода, что его всего удобнѣе было бы называть озёрнымъ.

наго (послѣ-ледниковаго) періода, и они вполнѣ объясняются второю изъ указанныхъ сейчасъ причинъ. Но, такъ какъ образованіе изогнутыхъ наносовъ среди ледниковыхъ отложеній весьма возможно и вѣроятно (ледниковыя озёра и фьордовыя образованія § 37-го), то надо думать, что со временемъ, такіе наносы собственно-ледниковаго періода будутъ встрѣчены въ разныхъ мѣстахъ. Эти послѣдніе могутъ быть обязаны своимъ происхожденіемъ одной изъ трехъ упомянутыхъ выше причинъ, но — судя по рѣдкости изогнутаго наноса среди рѣчныхъ отложеній, которыя въ Сибири весьма часто содержатъ пропластки льда, а также — въ силу чисто-механическихъ соображеній, — есть основаніе думать, что первыя двѣ причины окажутся въ большинствѣ случаевъ наиболѣе вѣроятными.

49.—Какъ озёрныя глины, такъ и болѣе песчанистыя дельтовыя отложенія сливаются, наконецъ, съ самыми разнообразными новѣйшими и современными образованіями, такъ какъ на очень большихъ пространствахъ сѣвернаго полушарія озёрный періодъ продолжается и понынѣ. Классификація ихъ должна составить предметъ еще многихъ изысканій со стороны изслѣдователей послѣ-ледниковаго періода.

50.—Области, покрытыя наносами, которые называются теперь вообще образованіями ледянаго періода (т.-е., по всей вѣроятности—поддонною мореною ледянаго покрова), обыкновенно опоясываются широкимъ поясомъ лёса, который, по долинамъ большихъ рѣкъ, заходитъ также и во внутрь области ледниковаго наноса. Сухопутная фауна лёса и особенности ея характера, положенія изобилующихъ въ ней раковинъ сухопутныхъ моллюсковъ и отсутствіе слоистости (проявляющейся только изрѣдка въ нижнихъ слояхъ, или выражающейся иногда въ видѣ весьма неясной листоватости или слоеватости),—всѣ эти признаки неоспоримо свидѣтельствуютъ о назёмномъ, не морскомъ происхожденіи лёса. Далѣе—его химическій составъ, отсутствіе, или чрезвычайная рѣдкость прѣсноводныхъ раковинъ, отсутствіе слоистости, свойственной озёрнымъ отложеніямъ, и наконецъ топографическія условія, представляемыя мѣстностями, гдѣ развитъ лёсъ, — столь же неоспоримо говорятъ объ его неозерномъ происхожденіи. Наконецъ занимая обширныя площади, а не узкія полосы древнихъ руслъ, и не имѣя слоистости собственно-рѣчныхъ наносовъ, онъ не можетъ быть признанъ рѣчнымъ образованіемъ въ томъ тѣсномъ смыслѣ слова, въ какомъ представляются наносы, отлагающіеся въ *постоянномъ* руслѣ рѣки; а сухопутные моллюски лёса и его близкое родство съ черноземомъ свидѣтельствуютъ, что почва, на которой отлагался лёсъ, — по крайней мѣрѣ значительную часть года — не находилась подъ водою и покрывалась травяною растительностью.—Въ виду этихъ фактовъ, наиболѣе вѣроятное объясненіе лёса есть то, что онъ отлагался временными потоками, или во время періодическихъ наводненій рѣкъ, подобно тому, какъ наростаетъ теперь Нильскій илъ, съ которымъ лёсъ тождественъ по составу. Вода, которая несла бы большое количество ила, разливаясь по площади, покрытой травяною растительностью, отлагала бы свой илъ не въ видѣ тонкихъ слоевъ (какъ это бываетъ на обнаженныхъ прибрежьяхъ), а въ видѣ безформенной, неслоистой массы, однородной съ лёсомъ. Такое образованіе мы и видимъ теперь на нашихъ глазахъ, на равнинахъ Нижняго Египта или Сѣверной

Маньчжуріи. — Затѣмъ, химическій составъ ила, образовавшаго лёсъ, свидѣтельствуетъ, что онъ не могъ быть продуктомъ истиранія *въ самомъ руслѣ рѣки* мѣстныхъ горно-каменныхъ, твердыхъ породъ. Если бы рѣка брала начало въ такой области, гдѣ въ ея русло попадали бы только обломки кристаллическихъ породъ, то при чрезвычайно-медленномъ процессѣ обращенія этихъ обломковъ въ мелко-растертыя частицы, эти послѣднія отличались бы во 1) несравненно бо́льшимъ содержаніемъ воднаго кремнекислаго глинозема, чѣмъ лёсъ, а во 2) неизбѣжно были бы разсортированы на песокъ и глину. Поэтому-то, современныя рѣки, когда онѣ не протекаютъ среди толщи наносовъ ледянаго періода, всегда даютъ илъ иного состава, чѣмъ лёсъ. Матеріалъ, годный для его образованія, даетъ только растертая уже ранѣе ледниковая грязь, изобилующая микроскопическими частицами кварцеваго песка; такъ что существованіе мощныхъ отложеній ледниковаго періода есть, стало быть, существенно необходимое условіе для образованія этой породы.——Такимъ образомъ, чтобы получились мощныя отложенія лёса, нужны слѣдующія три условія: во 1) существованіе большихъ рѣкъ, или множества меньшихъ потоковъ, не имѣющихъ еще опредѣленнаго русла, (т.-е. русла, глубоко врѣзаннаго въ страну, въ которомъ уже выровнены всѣ пороги, и гдѣ прибыль воды уже не можетъ сопровождаться большими и частыми наводненіями), другими словами — существованіе «молодыхъ рѣкъ»; во 2) возможность очень сильныхъ прибылей воды, обусловливающихъ такія наводненія; и въ 3) существованіе толщъ ледниковаго наноса, размываемыхъ рѣкою и мелкими потоками, или подъ ледникомъ, или уже послѣ его исчезновенія.—Первое условіе есть необходимое слѣдствіе, какъ тѣхъ пониженій и поднятій материковъ, которыя происходили во время ледниковаго періода и послѣ его, такъ—еще болѣе—того постепеннаго выкапыванія себѣ рѣками новыхъ руслъ, которое неизбѣжно должно было происходить (и дѣйствительно происходило) въ послѣледниковый періодъ, ибо прежнія русла были завалены, преграждены и, вообще, преобразованы льдомъ и его отложеніями *). Но, кромѣ тѣхъ толщъ лёса, которыя встрѣчаются въ большихъ долинахъ, мы видимъ еще обширныя залежи того-же наноса на такихъ площадяхъ, гдѣ образованіе его рѣками едва-ли можетъ быть признано вѣроятнымъ (плоскія возвышенности Франціи и южной Россіи). *Эти* толщи были по всей вѣроятности отложены уже не рѣками, а безчисленными временными потоками, бравшими начало изъ-подъ сѣверно-европейскаго ледянаго покрова (распространявшагося въ Россіи, судя по всему, до ея среднихъ губерній, см. XX главу),—потоками, которые образовывались во время усиленнаго лѣтняго таянія льда и разносили свои мутныя воды по окрестнымъ равнинамъ.—Второе условіе очевидно осуществляется для всякой рѣки, берущей начало изъ горныхъ хребтовъ, покрытыхъ вѣчными снѣгами, или же—покрывающихся большою толщею снѣга, которая, по климатическимъ условіямъ, быстро таетъ во время лѣта (азіятскія нагорья). Но тамъ, гдѣ нѣтъ такихъ горныхъ цѣпей

*) Необходимо ли допустить неравномѣрность поднятія горныхъ цѣпей и береговыхъ странъ, къ которой прибѣгаетъ Ляйэлль для объясненія отложеній Рейнскаго леса, или нѣтъ, — рѣшить въ настоящее время мы еще не можемъ. Самый фактъ, впрочемъ, весьма возможенъ.

ихъ мѣсто должны были заступать большія хранилища льда, представляемыя остатками тающаго ледянаго покрова: эти хранилища давали, во время лѣта, начало множеству временныхъ потоковъ, которые, широко разливаясь по окрестнымъ равнинамъ, и отлагали толщи лёса, наблюдаемыя теперь въ средней Франціи и южной Россіи.—Наконецъ, третье условіе дѣйствительно осуществляется вездѣ, гдѣ мы видимъ мощное развитіе этого наноса: и въ Европѣ (Рейнъ, Дунай, подножія Карпатовъ и т. д.), и въ Сѣверной Америкѣ (Миссисипи и пр.), и въ юго-западной Азіи (подножія Гималаевъ) онъ дѣйствительно тѣсно связанъ съ ледниковыми образованіями и съ замѣчательнымъ постоянствомъ опоясываетъ области ихъ распространенія *).— При такой гипотезѣ,—рѣчнаго и, вмѣстѣ съ тѣмъ, ледниковаго происхожденія лёса, объясняется: во 1) его тѣсная связь съ наносами ледниковаго періода, во 2) замѣчательная его однородность на обширныхъ площадяхъ, независимо отъ разнообразія его непосредственный подстилки,—фактъ, никоимъ образомъ не согласуемый съ гипотезами мѣстнаго происхожденія лёса (Moor, Fr. Schmidt), и въ 3) его однородность у подошвы областей, обилующихъ кристаллическими сланцами (Альпы и Гималаи), одновременно съ его разнородностью въ тѣхъ большихъ областяхъ, которыя совершенно отличаются другъ отъ друга по составу ихъ коренныхъ породъ, или ближайшаго ледниковаго наноса (напр., южная Россія, Альпы).

51. — Въ близкой связи съ наносами ледниковаго періода находятся торфяники. Хотя большая часть ихъ принадлежитъ къ послѣледниковому или даже новѣйшему періоду, но самая возможность ихъ возникновенія обусловливалась какъ климатомъ эпохи, такъ и существованіемъ мульдъ, выстланныхъ слоемъ непроницаемаго для воды наноса. Такой слой пред-

---

*) Исключеніе составляетъ, повидимому, лёсъ сѣвернаго Китая, описанный гг. Pumpelly и Richthofen'омъ: онъ залегаетъ на склонахъ и у подошвы Калганскаго хребта, т.-е. южнаго окраиннаго хребта нижняго (Гобійскаго) плоскогорія, между тѣмъ какъ въ этомъ хребтѣ и на плоскогоріи не извѣстно ледниковыхъ образованій. Но изслѣдованія упомянутыхъ геологовъ еще не могутъ считаться рѣшительными (по крайней мѣрѣ, выражая это мнѣніе, я выражаю, сколько мнѣ извѣстно, и личное мнѣніе г. Помпилли объ его собственныхъ наблюденіяхъ). Вмѣстѣ съ тѣмъ, мы можемъ утверждать, что обширныя пространства сѣверо-восточной Азіи несомнѣнно *были* покрыты ледниками, какъ напр. массивныя нагорья Олёкминской горной страны, горныя долины Восточнаго Саяна и, по всей вѣроятности, Витимское плоскогоріе; а изъ наблюденій нѣкоторыхъ горныхъ инженеровъ въ Нерчинскомъ округѣ становится *весьма* вѣроятнымъ существованіе ледниковъ и въ горныхъ цѣпяхъ этой области, представляющихъ низкіе нагроможденные хребты того-же нижняго плоскогорія (ср. Зап. по Общей Геогр., т. III и IV); причемъ, хотя эти цѣпи и лежатъ на десять градусовъ сѣвернѣе Калганскаго окраиннаго хребта, но за то и высота ихъ на 600—900 метровъ ниже послѣдняго. Этихъ фактовъ еще не имѣли въ виду гг. Помпилли и Рихтхофенъ во время своихъ путешествій; а потому я позволю себѣ высказать весьма сильное сомнѣніе въ томъ, чтобы Калганскій хребетъ оставался свободнымъ отъ льда во время ледниковаго періода: я полагаю, что въ исторіи ледниковаго вопроса съ нимъ повторится тоже, что мы видѣли недавно относительно Скалистыхъ Горъ.

ставляютъ богатые глиною ледниковые щебни и ледниковыя глины. Обкліе же мульдъ есть неизбѣжное слѣдствіе того вида ледниковаго выпахиванія, которое можно назвать телескопическимъ изборожденіемъ страны.

52. — На основаніи вышесказаннаго получается слѣдующая схема для классификаціи наносовъ, располагая ихъ по различнымъ преобразованіямъ, которымъ они подвергались во время своего постепеннаго измельченія:

Розсыпи.

твердыхъ горныхъ породъ [1]).

Ледниковый щебень [2]).
α. Собственно ледниковый щебень [3]).
β. Ледниковая глина [4]).

Поля валуновъ [5]).	Ледниковый хрящъ, или промытый ледниковый щебень [6]).			Ледниковый песокъ [7]).			Изъ ледниковыхъ озеръ [8])
	Булыжники [9]).	Окатанный галечникъ [10]).	Песокъ.	Глина.	Мелкій хрящъ.	Песокъ.	Глина.	

[1]) *Débris, détritus, talus, Schutt*, **осыпи, розсыпи** (Вост. Сиб.), *валуны in situ* нѣкоторыхъ писателей, и проч.

[2]) Въ Великобританіи: *till, pinel, warp?, trail, boulderclay, boulder-drift, drift.*

Въ Германіи: *Geschiebelehm, Geschiebethon, Gletscherlehm, Sandlehm mit Geschiebe; Kies* Jentsch.

Въ Даніи: *Rullestensler* Forchhammer; *Geschiebethon.*

Въ Норвегіи: *Aur?, Glacialgrus; Jökelgrus, Glacialbankerne* Kjerulf; *Rullstenar = Skurstenar.*

Въ Россіи: *песчанистая глина съ валунами, щебень съ валунами, песокъ съ валунами, дилувій, дилувіальная глина.*

Во Франціи: *argile glaciaire, boue glaciaire, masse morainique, terrain erratique, couche de boue et de gravier.*

Въ Швейцаріи—тоже, что во Франціи и Германіи.

Въ Швеціи: *krossstensgrus, krosslera, jökelgrus, morängrus* теперешнихъ геологовъ; *rullstensgrus* прежнихъ геологовъ; *rullstensgrus = внутреннее ядро озовъ* въ Sveriges Geol. Unders.; *gravier anguleux* и *charpente des åsar* Erdmann (Exposé etc).

Въ Эстляндіи: *Richk* и *Plink.*

Сюда же принадлежитъ, по всей вѣроятности, наносъ *tapanhoacanga*, или просто *canga*, выстилающій плоскогоріе Бразиліи (Hartt, Phys. Geogr. of Brazil), а также — нѣкоторые изъ наносовъ, встрѣчаю щихся въ болѣе древнихъ формаціяхъ, и описанныхъ подъ именами *брекчій фельзитоваго порфира* и, частію, — *конгломератовъ фельзитоваго порфира* (Zirkel).

[3]) *Till; trail?* Fisher; *rocky drift, moraine drift, boulder drift?* Kinahan; *sandy or gravelly pinel (yellow clay)* Mackintosh; *hardpan; warp??.—Lehmgrand; Kies* Jentsch.—*Aur?, Glacialbankerne* Kjerulf.—*Песокъ, щебень, или глина съ валунами.—Masses morainiques; couche de boue et de gravier* Agassiz.—*Jökelgrus eller morängrus* Torell; *krossstensgrus* и отчасти *rullstensgrus* Sv. G. U.—*Richk* и *Plink* F. Schmidt.

53. — Раздѣляя эти наносы по ихъ геологической древности, мы получаемъ:

A. — Ледниковыя образованія.

Ледниковый щебень, или ледниковая глина, съ подчиненными имъ образованіями: промытаго ледниковаго щебня, ледниковаго песка и ила ледниковыхъ озёръ.

Глины около-ледниковыхъ морей, съ подчиненными имъ прослойками ледниковыхъ щебня, хряща и песка, свидѣтельствующими о непосредственномъ сосѣдствѣ съ ледниками.

B. — Послѣ-ледниковыя образованія.

a. — Отдѣлъ первый.

Древній, послѣ-ледниковый аллувій.

Древнія озёрныя глины.

Морскія глины, слоистыя и содержащія мало валуновъ, съ фауною, свидѣтельствующею о климатѣ, болѣе холодномъ чѣмъ современный:

α, съ арктическою фауною.

β, съ субъ-арктическою фауною.

b. — Отдѣлъ второй.

Галечники и пески.

Озёрныя глины и дельтовыя образованія.

Морскія глины, слоистыя и почти вовсе не содержащія валуновъ, съ фауною, тождественною съ той, которая нынѣ живетъ въ смежныхъ моряхъ.

C. — Новѣйшія и современныя образованія.

Береговыя отложенія валуновъ, галечника и песка.

Морскія глины.

---

[4]) *Boulderclay; boulderdrift* Kin.; *waxy pinel (blue clay)* Mack.; *warp?— Geschiebelehm, Geschiebethon, Diluvialthon* etc. — *Rullestensler* и *Geschiebethon* Forchhammer. — *Глина съ валунами, дилувіальная глина.* — *Argile et boue glaciaire; diot* въ окрестн. Женевы и *marcq* въ окр. Шамбери (Favre); *Gletscherlehm.—Krosslera* Holmström; *jökellera* Torell.

[5]) *Terrains erratiques, fonds, Bödeli* въ Швейцаріи; *boulders in situ* Murchison въ Швеціи.

[6]) *Washed gravel*, отчасти; *warp; svallgrus* S. G. U.; *alluvion glaciaire* Charpentier; *gravier glaciaire lavé* Erdmann (Exposé etc.).

[7]) *Krosssand* S. G. U.; *sable anguleux* ou *glaciaire* Erdmann (Exposé etc.); *sable glaciaire* въ Швейцаріи.

[8]) *Limon glaciaire* Charpentier; *silt* Jamieson; отчасти *glacialt Mergellr* Kjerulf (Univ. Pr., 1860, 22).

[9]) Иногда—*boulder drift; Rollsteine, Pflastersteine; rullstenar; blocs arrondis; galets.*

[10]) *Gravels, washed gravels, warp?; Aur?; Kies; хрящъ, галька, гравій; gravier, gravier lavé; rullstensgrus* въ слоистомъ покровѣ озовъ; *ör.*

[11]) Иногда—*морской песокъ.*

Новѣйшіе рѣчные наносы.
Новѣйшія озёрныя глины.
Озёрныя и болотныя руды.
Торфяники, листоватый и губчатый торфъ (gyttja) и проч.

(Образованія каждаго изъ этихъ трехъ отдѣловъ, очевидно могли быть иногда одновременны съ нѣкоторыми изъ образованій смежнаго отдѣла).

Глава XIX. Морены и озы *).

1. — Во всѣхъ тѣхъ странахъ, гдѣ существуютъ наносы, признаваемые геологами за отложенія ледянаго періода—сухопутныя или морскія,—замѣчается, что эти наносы постоянно стремятся располагаться грядами различной длины и высоты, приблизительно параллельными другъ другу въ отдѣльныхъ частяхъ страны.

*) Въ нѣкоторыхъ мѣстахъ первой части этой книги говорится о возникновеніи озовъ изъ боковыхъ моренъ ледяныхъ потоковъ (напр., Ботническаго ледника),—въ такой формѣ, которая можетъ подать поводъ къ недоразумѣніямъ. Поэтому, необходимо напомнить, что въ этихъ случаяхъ подразумѣваются отнюдь не поверхностныя, а поддонно-боковыя морены (см. стр. 187 и § 38 этой главы), и отнюдь не отдѣльныхъ ледниковъ, а — мысленно-обособленныхъ частей общаго ледянаго покрова. Неточность выраженій, которыя могутъ подать поводъ къ невѣрному толкованію, объясняется ходомъ развитія моихъ воззрѣній на озы, о которомъ я и позволю себѣ сказать нѣсколько словъ. За происхожденіе озовъ изъ древнихъ моренъ я рѣшился высказаться впервые послѣ поѣздки въ Швецію и по зап. Финляндіи (письмо изъ Куопіо отъ 3 авг. 1871, въ „Изв. Геогр. Общ.“, т. VII, стр. 297). Это былъ прямой и необходимый выводъ изъ моихъ наблюденій, и къ нему конечно пришелъ бы всякій, кто повторилъ бы тѣ же изслѣдованія. Но, считая этотъ выводъ совершенно несомнѣннымъ, я не считалъ себя однако вправѣ тогда же рѣшить также вопросъ,—какія морены дали начало озамъ: поверхностныя, поддонныя, или тѣ, которыя я назвалъ впослѣдствіи поддонно-боковыми? Дальнѣйшія наблюденія и изученіе литературы предмета, особенно—Шведской Геол. Съемки, скоро убѣдили меня, впрочемъ, что поверхностныя срединныя морены должны быть совершенно исключены изъ вопроса, такъ какъ имъ можетъ быть обязана своимъ происхожденіемъ лишь самая ничтожная доля всѣхъ озовъ. Вмѣстѣ съ тѣмъ, многіе факты, указанные мнѣ отчасти ак. Шмидтомъ—бесѣды и указанія котораго не разъ помогали мнѣ при обсужденіи сложныхъ вопросовъ, представляющихся въ изученіи ледниковаго періода,—приводили къ заключенію, что озы суть ничто иное, какъ видоизмѣненныя складки поддонной морены, образовавшіяся, въ силу какихъ-то еще неизвѣстныхъ причинъ, подъ ледянымъ покровомъ, и что поддонно-боковыя морены, выдавливаемыя на закраинахъ уменьшавшейся ледяной массы (§ 38 этой главы) должны составлять незначительное меньшинство всѣхъ озовъ. Но, такъ какъ, высказывая подобное утвержденіе, слѣдовало рядомъ съ нимъ выставить тезисъ, что подъ ледяными покровами суще-

2. — Въ различныхъ странахъ эти гряды описываются подъ различными названіями: *moraines*, *Gandecke*, *Gufferlinien* въ Альпахъ, *åsar* въ Швеціи (*stenåsar*, *krossåsar*, *rullstenåsar*, *sandåsar*), *Raaer* въ Норвегіи, *Revler* въ Даніи, *eskers* и *kaims* или *kames* въ Шотландіи, *eskers* и *drumlins* въ Ирландіи, *boulderclay-ridges and mounds* въ Англіи, *traînées of drift* (Мурчисонъ) въ Польшѣ и Западной Россіи, *свиныхъ хребтовъ* въ Новгородской губерніи, *сельгъ* въ при-Онежьѣ, *horsebacks* въ штатѣ Мэнъ, *shooting dykes* (брустверы), или *lake-ridges*—въ странѣ озёръ Сѣверной Америки, и т. д.—Изслѣдовать, что общаго имѣютъ между собою эти образованія, и составляетъ предметъ этой главы.

3. — Такъ какъ ближайшее изученіе показываетъ, что всѣ эти гряды тѣсно связаны между собою единствомъ происхожденія, то желательно было бы имѣть для нихъ общее родовое названіе; но такого названія въ наукѣ еще не установилось. Имѣя въ виду въ нижеслѣдующемъ преимущественно наносныя гряды Швеціи и Финляндіи, о которыхъ мы

ствуетъ такая же система грядовидныхъ моренъ, какъ и на поверхности ледниковъ горныхъ странъ, и такъ какъ этотъ тезисъ приходилось утверждать на однихъ геологическихъ основаніяхъ, ибо прямыя физико-географическія наблюденія относительно этого предмета весьма скудны, то я долго колебался признать его несомнѣннымъ, и когда писалъ первую часть этой книги (осенью 1873 года), то высказывалъ только тѣ выводы, которые были одинаково согласимы съ обоими возможными способами возникновенія озовъ. Эта нерѣшенность вопроса высказана и въ моемъ сообщеніи 24 октября 1873 въ Общ. Естеств. при С.-Петерб. Унив. (Труды Спб. О. Е., т. V, 1874, с. LXXV и слѣд.), и слѣды неувѣренности сохранились, не смотря на позднѣйшія исправленія, въ нѣкоторыхъ мѣстахъ II и V главъ. Наконецъ, дальнѣйшее ознакомленіе съ англійскими и американскими работами (изъ первыхъ я съ особымъ уваженіемъ упомяну, къ сожалѣнію мало извѣстное даже въ Англіи, изслѣдованіе г. Close'а) заставило меня окончательно признать существованіе подъ ледяными покровами системы грядовидныхъ моренъ, давшихъ начало озамъ, и повсемѣстное стремленіе поддонной морены, слагаться въ гряды, вытянутыя въ направленіи движенія льда.—Въ прошломъ году этотъ выводъ нашелъ себѣ новое подтвержденіе въ изслѣдованіяхъ г. Hummel'я, который изучалъ озы въ высокихъ частяхъ ю.-з. Швеціи. Онъ также призналъ ихъ происхожденіе *подъ* толщею ледянаго покрова. Но относительно способа ихъ возникновенія подо-льдомъ, я не могу согласиться съ г. Хуммелемъ, который приписываетъ ихъ дѣятельности подледниковыхъ рѣкъ и скопленію наноса въ подледниковыхъ туннеляхъ. Озы слѣдуютъ линіямъ движенія льда, выдавливаемаго центральными фирнами въ направленіи наименьшаго сопротивленія, а отнюдь не линіямъ движенія воды, которая всегда течетъ въ направленіи наибольшаго уклона почвы. Принявши гипотезу г. Хуммеля, мы должны были бы признать, напримѣръ, что большіе озы восточной Швеціи (ср. рис. 16) образовались, каждый, двумя подледниковыми рѣками, текшими на встрѣчу другъ другу, съ Юга и съ Сѣвера, въ Меларскую впадину и сходившимися такъ, чтобы вмѣстѣ образовать одну прямую линію. Но, не говоря уже о невѣроятности такого случая, повторяющагося пять или шесть разъ, — самый характеръ озовъ, непрерывность ихъ строенія и состава, особенно же—положеніе развѣтвленій, обращенныхъ постоянно къ Сѣверу, и мн. др. противорѣчатъ этому предположенію.

имѣемъ болѣе полныя свѣдѣнія, — я буду впрочемъ употреблять, для краткости, рядомъ съ названіемъ: *наносныя гряды*, также и шведское названіе: *озъ*,—какъ *родовое обозначеніе всѣхъ вообще, перечисленныхъ выше, наносныхъ грядъ, встрѣчаемыхъ въ открытыхъ, болѣе ровныхъ мѣстностяхъ*,— причемъ названіе *моренъ* оставлю для наносныхъ грядъ, наблюдаемыхъ въ тѣсныхъ горныхъ долинахъ, и ледниковое происхожденіе которыхъ уже не подлежитъ сомнѣнію.

Формы и расположеніе наносныхъ грядъ или озовъ.

4. — Вообще говоря, озъ есть холмъ, значительно вытянутый въ длину, или цѣпь такихъ холмовъ. Въ типической своей формѣ онъ является въ видѣ желѣзно-дорожной насыпи, отъ 3 — 5 метровъ до 30—50 метровъ, а иногда и до 60—80 метровъ высоты, шириною при основаніи отъ 10—20 м. до 200—300 м. и болѣе, и самой разнообразной длины,—отъ сотни метровъ до нѣсколькихъ километровъ. Цѣпи такихъ холмовъ и грядъ могутъ быть прослѣжены, приблизительно по одной линіи, иногда даже на протяженіяхъ въ 150 до 250 километровъ.

5. — Типичная форма желѣзно-дорожной насыпи значительной высоты довольно рѣдка; она встрѣчается только на небольшихъ протяженіяхъ. Озъ часто понижается, расползается въ ширину, или разсыпается на отдѣльные холмы и бугры, которые располагаются приблизительно по одной линіи, часто связываясь между собою болѣе низкими грядками.

6. — Когда озъ достигаетъ типичной формы желѣзно-дорожной насыпи, то склоны его падаютъ подъ углами около 20°, но иногда и до 30° и, изрѣдка, до 40°; а гребень иногда занимаетъ въ ширину всего нѣсколько метровъ. Вообще же озы гораздо шире, и склоны ихъ гораздо положе.

7. — Иногда на склонахъ озовъ замѣчаются небольшія террасы, или приступки (épaulements, бермы), въ большинствѣ случаевъ совпадающіе съ прежними временными уровнями озёръ. Они только замѣтнѣе на озахъ, вслѣдствіе бо̀льшей правильности послѣднихъ, но почти всегда могутъ быть прослѣжены мѣстами и на склонахъ сосѣднихъ, ненаносныхъ холмовъ.

8. — Озы часто встрѣчаются группами, въ видѣ двухъ, трехъ и болѣе грядъ, слѣдующихъ другъ возлѣ друга; но въ такихъ случаяхъ они бо̀льшею частію не достигаютъ значительной высоты.

9. — Озы въ своемъ расположеніи строго зависятъ отъ рельефа страны. Они не имѣютъ ничего общаго съ горизонталями, такъ какъ спускаются изъ болѣе высокихъ мѣстностей въ низменности, а потомъ иногда (средняя Швеція) снова поднимаются на плоскія возвышенности; причемъ, переходя изъ равнинъ, лежащихъ въ уровнѣ моря, на возвышенности достигающія 300 и болѣе метровъ, озы нерѣдко спускаются или поднимаются по уклонамъ въ 0,01 до 0,05 и болѣе.

Но: *a*) свободно пересѣкая долины и впадины, перпендикулярныя общему направленію движенія льда въ данной мѣстности, они всегда, до нѣкоторой степени или вполнѣ, слѣдуютъ долинамъ и впадинамъ, совпадающимъ съ этимъ направленіемъ; *b*) въ низменностяхъ и на плоскихъ возвышенностяхъ они бо̀льшею частію перпендикулярны подошвѣ смежныхъ нагорій; *c*) спускаясь съ нагорья, или поднимаясь на него, они почти всегда

слѣдуютъ по долинамъ; *d*) на плоскихъ возвышенностяхъ и низменностяхъ они измѣняютъ свои направленія въ зависимости отъ весьма незначительныхъ по высотѣ, но болѣе распространенныхъ или же болѣе крутыхъ поднятій почвы, свободно пересѣкая вмѣстѣ съ тѣмъ другія поднятія, хотя и болѣе высокія, но менѣе распространенныя и менѣе крутыя.

Вообще они настолько же подчиняются рельефу почвы, насколько и изборожденіе, и къ нимъ вполнѣ прилагается все то, что̀ сказано въ XV главѣ о зависимости изборожденія отъ рельефа.

10. — За исключеніемъ тѣхъ, сравнительно весьма немногочисленныхъ случаевъ, когда озы перпендикулярны изборожденію, они всегда параллельны ему. Если они и составляютъ иногда небольшіе углы съ ледниковыми бороздами, то эти уклоненія бываютъ совершенно мѣстныя и бо́льшею частію вполнѣ объясняются тѣмъ, что сами борозды мѣняютъ свои направленія на цѣлые десятки градусовъ, даже на поверхности отдѣльныхъ небольшихъ скалъ. Если же разсматривать только «нормальныя борозды бо̀льшихъ поднятій» (Сефстрёмъ), то озы оказываются вполнѣ параллельными имъ.

11. — Сказанное въ послѣднихъ двухъ параграфахъ резюмируется однимъ тезисомъ: озы параллельны изборожденію и, какъ оно, слѣдуютъ ли, ніямъ наименьшаго сопротивленія, которое встрѣтила бы пластичная масса покрывающая страну и выдавливаемая въ извѣстномъ главномъ напрэвленіи.

12. — Въ средней Швеціи весьма замѣтно стремленіе озовъ располагаться развѣтвляющимися пучками.

Отъ того оза, который можетъ быть признанъ главнымъ, отдѣляются подъ острыми углами побочныя вѣтви, дѣлающія его похожимъ на рѣку, или еще болѣе — на систему срединныхъ моренъ громаднаго ледника. Всѣ главные озы восточной Швеціи, въ свою очередь, сближаются другъ съ другомъ, по мѣрѣ удаленія къ Ю.-В. Нѣкоторыя указанія на такое развѣтвленіе озовъ встрѣчаются и въ Финляндіи, и вѣроятно оно обнаружится еще яснѣе послѣ составленія подробныхъ картъ. Побочныя вѣтви, вообще говоря, ниже главнаго оза, но иногда онѣ достигаютъ почти равной ему высоты, хотя и имѣютъ уже меньшую длину.

13. — Наибольшаго постоянства направленія озы достигаютъ на ровныхъ мѣстностяхъ (низменностяхъ, плоскихъ возвышенностяхъ и поверхностяхъ плоскогорій); въ пересѣченной же странѣ они болѣе извилисты и чаще теряются среди наносовъ. Но и на равнинахъ, особенно въ низменностяхъ, они часто разбиваются на отдѣльные холмы, или обращаются въ низкія гряды; поэтому, на значительномъ протяженіи (напр. въ сотню километровъ) главный озъ съ его развѣтвленіями можетъ быть возстановленъ только при болѣе тщательномъ изслѣдованіи страны, когда найдено наиболѣе вѣроятное сочетаніе отдѣльныхъ группъ.

14.—Озы вообще слѣдуютъ долинамъ, т.-е.: а) хотя они и пересѣкаютъ крупныя впадины страны, но при спускѣ въ эти впадины, или при подъемѣ изъ нихъ, они придерживаются меньшихъ поперечныхъ долинъ (§ 9); b) когда направленіе движенія льда, указываемое изборожденіемъ, совпадало съ направленіемъ долинъ въ данной части страны, или мало уклонялось отъ него, то озы строго слѣдуютъ долинѣ и-располагаются, или на днѣ ея, — большею частію у подошвы одной или обѣихъ окаймляющихъ ее возвышенностей, — или же на склонѣ этихъ возвышенностей; но они никогда не

встрѣчаются вдоль водораздѣловъ между двумя параллельными долинами. При этомъ, подъ долинами здѣсь подразумѣваются, какъ опредѣленно выраженныя впадины пересѣченныхъ мѣстностей, такъ и отлогія, мелкія корытовидныя углубленія плоскихъ возвышенностей.

15. — Если озъ проходитъ вдоль склона возвышенности, то онъ иногда оказывается состоящимъ въ связи съ террасами; его положеніе въ такихъ случаяхъ бываетъ тождественно съ тѣми боковыми моренами, которыя сопровождаются *ледниковыми* террасами, хорошо извѣстными въ Альпахъ *). Озъ въ такихъ случаяхъ вообще не отличается ни правильностью, ни полнотою развитія.

16.—Утвержденіе (Эрдмана и др.), что озы часто командуютъ надъ окрестною мѣстностью — основанное на наблюденіяхъ въ Меларской впадинѣ—совершенно вѣрно для болѣе ровныхъ частей страны. Но вмѣстѣ съ тѣмъ, озы сплошь да рядомъ достигаютъ и полной правильности формъ, и значительной высоты — въ долинахъ, даже весьма тѣсныхъ. Короткіе, но довольно высокіе озы въ маленькихъ долинахъ, почти — оврагахъ, составляютъ самое обычное явленіе.

Внутреннее строеніе озовъ.

17.—До сихъ поръ внутреннее строеніе озовъ весьма мало изслѣдовано. Обнаженія, поперегъ разсѣкающія эти гряды, вплоть до ихъ подошвы, вообще весьма рѣдки; тѣмъ рѣже встрѣчаются они въ большихъ озахъ, которые однако до сихъ поръ преимущественно обращали на себя вниманіе изслѣдователей. Лучшее средство ознакомиться съ внутреннимъ строеніемъ этихъ любопытныхъ образованій, — это — при изслѣдованіи, постепенно переходить изъ болѣе высокихъ частей страны въ болѣе низкія, или наоборотъ, и прослѣживать—какъ на малыхъ, такъ и на большихъ озахъ—измѣненія, которымъ подвергались наносныя гряды въ мѣстностяхъ, покрывавшихся въ послѣ-ледниковый періодъ моремъ или озёрами.

18.—Вопросъ о внутреннемъ строеніи озовъ чрезвычайно затемненъ поверхностными и небрежными изслѣдованіями. Хотя обнаженія, особенно въ большихъ озахъ, большею частію даютъ доступъ до однихъ наружныхъ слоевъ новѣйшаго происхожденія, но геологи, сплошь да рядомъ, на основаніи однихъ такихъ обнаженій, говорятъ о составѣ цѣлой гряды.

19.—Всѣ наносныя гряды или озы, изслѣдованные до сихъ поръ, могутъ быть подраздѣлены на три отдѣла:

a) Гряды съ ядромъ изъ твердой горно-каменной породы (вообще, малочисленны); я буду называть ихъ грядами перваго типа;

b) Наносныя гряды, состоящія изъ ледниковаго щебня, не покрытаго слоистыми водными наносами; озы втораго типа;

c) наносныя гряды, состоящія изъ ледниковаго щебня, покрытаго слоистыми водными наносами, или собственно-озы; озы третьяго типа.

До сихъ поръ мы не знаемъ ни одного оза, эскера, кема и т. д., который не подходилъ бы подъ одну изъ этихъ трехъ рубрикъ, т. е. состоялъ

*) Т. е. террасами, которыя возникаютъ вслѣдствіе отложенія промытыхъ наносовъ побочными ручьями на закраинахъ ледниковъ. (Къ этому разряду образованій принадлежатъ, по всей вѣроятности, и извѣстные parallel roads Шотландіи).

бы напримѣръ изъ одного слоистаго наноса, безъ неслоистаго ядра. А то, что извѣстно намъ о формѣ, расположеніи и направленіяхъ озовъ, эскеровъ, кемовъ и т. д., заставляетъ признать, что вышеприведенныя три рубрики обнимаютъ собою всѣ наносныя гряды безъ исключенія, — въ томъ числѣ, слѣдовательно, и тѣ, внутреннія части которыхъ остаются намъ еще недоступны.

a) Гряды съ болванкою изъ твердой горно-каменной породы.

20.—Въ мѣстностяхъ, имѣющихъ довольно ровную поверхность и покрывавшихся ледянымъ покровомъ значительной толщины, твердая горная порода бываетъ мѣстами грядовидно испахана, т. е. покрыта волнистыми грядами, или цѣпями продолговатыхъ холмовъ, взаимно параллельными въ отдѣльныхъ частяхъ страны и имѣющими направленіе ледниковаго изборожденія; причемъ, съ простираніемъ породъ эта испаханность не имѣетъ ничего общаго, кромѣ случайныхъ совпаденій. Когда испаханная такимъ образомъ мѣстность покрыта наносами, образующими слой приблизительно-одинаковой толщины, не утолщающійся въ мульдахъ (ср. XVII главу), то поверхность страны оказывается усѣянною грядами, состоящими въ наружныхъ частяхъ изъ наноса; и эти гряды, въ нѣкоторыхъ частныхъ случаяхъ, съ трудомъ могутъ быть отличены отъ собственно-наносныхъ. Правда, что неровности почвы, обусловленныя телескопическимъ ледниковымъ изборожденіемъ, вообще несравненно крупнѣе тѣхъ, которыя представляютъ озы и морены, и что склоны грядъ, выпаханныхъ въ твердой породѣ — особенно въ кристаллическихъ областяхъ—гораздо положе склоновъ озовъ и моренъ. Но въ нѣкоторыхъ частныхъ случаяхъ, при благопріятномъ сочетаніи особыхъ условій, получаются такимъ путемъ образованія, сходныя съ озами. Такъ, если имѣется цѣпь бараньихъ лбовъ съ крутыми склонами, и если наносы, покрывая отчасти эти бараньи лбы, заполняютъ вмѣстѣ съ тѣмъ промежутки между ними, то получается болѣе или менѣе неправильная гряда, сходная съ озомъ,—особенно если послѣдующее размываніе плотнаго ледниковаго наноса увеличиваетъ еще нѣсколько крутизну ея склоновъ. Образованію такихъ грядъ способствуетъ еще то, что ледниковый наносъ нерѣдко стремится располагаться, такъ-сказать, хоботами, на продолженіи одинокихъ холмовъ.

21.—Во всякомъ случаѣ, такія образованія очень рѣдко достигаютъ правильности и длины, свойственной собственно-наноснымъ грядамъ. Но они заслуживаютъ вниманія геолога тѣмъ, что указываютъ, какъ возникали нѣкоторые озы изъ разрозненныхъ бугровъ и низкихъ грядокъ ледниковаго щебня.

22.—Гряды съ каменною болванкою, отчасти сходныя по величинѣ и формамъ съ озами, я имѣлъ случай наблюдать въ Финляндіи (см. первую часть), и онѣ упоминаются также въ Швеціи и Ирландіи.

b) Наносныя гряды или озы, состоящіе изъ ледниковаго щебня, не покрытаго слоистыми наносами. Озы втораго типа.

23.—Собственно говоря, такія гряды очевидно суть ничто иное, какъ морены. Но до настоящаго времени понятіе о моренахъ установилось въ геологіи крайне неполное, такъ какъ, ознакомясь съ ними только въ аль-

пійскихъ горныхъ странахъ, геологи, говоря о грядовидныхъ моренахъ, обыкновенно имѣютъ въ виду только конечныя, боковыя и срединныя, образуемыя отдѣльными ледниками въ тѣсныхъ горныхъ долинахъ; и, при недостаточномъ знакомствѣ съ большими ледяными покровами, они обыкновенно упускаютъ изъ вида обширныя системы моренъ, уцѣлѣвшія послѣ ледянаго періода на плоскихъ возвышенностяхъ и вообще въ открытыхъ странахъ.

24.—Между тѣмъ, изслѣдованія въ Сѣверной Америкѣ, Великобританіи Скандинавіи и Финляндіи показываютъ, что ледниковый щебень поддонной морены, какъ въ горныхъ долинахъ, такъ и на открытыхъ мѣстахъ, повсемѣстно стремится располагаться въ видѣ грядъ различной длины и высоты, параллельныхъ изборожденію, такъ что стремленіе его къ грядовидному расположенію можетъ быть признано столь-же основною его чертою, какъ, напримѣръ, и отсутствіе сортировки. Эти гряды изъ ледниковаго щебня, распространенныя въ болѣе ровныхъ частяхъ страны, и моренное происхожденіе которыхъ можетъ быть доказано несомнѣнно, хотя оно и не очевидно, — я буду называть озами втораго типа, или моренами ледянаго покрова.

25.—Гряды изъ ледниковаго щебня бываютъ или параллельны изборожденію, или перпендикулярны ему. Но послѣднія, которыя суть ничто иное, какъ конечныя морены, ограничиваясь одними хорошо-выраженными долинами — преимущественно горныхъ странъ—сравнительно весьма немногочисленны, и ихъ число безконечно мало, сравнительно съ числомъ грядъ, параллельныхъ изборожденію. Вмѣстѣ съ тѣмъ, онѣ не имѣютъ уже для геолога большаго интереса, такъ какъ ихъ моренное происхожденіе совершенно очевидно.

26.—Гряды изъ ледниковаго щебня, параллельныя изборожденію, бываютъ очень разнообразны. Иногда мы видимъ, что поддонная морена, выстилающая ровную мѣстность въ низкихъ частяхъ страны, слагается вся, на большихъ площадяхъ, въ видѣ безчисленнаго множества параллельныхъ грядокъ, которыя въ такомъ случаѣ не достигаютъ, впрочемъ, ни значительной высоты или крутизны, ни значительной длины. Древняя морена ледянаго покрова представляетъ здѣсь, слѣдовательно, тоже самое, что замѣчается иногда у оконечности нѣкоторыхъ большихъ, недавно отступившихъ, современныхъ ледниковъ Исландіи, или на нѣкоторыхъ горныхъ площадяхъ Альпъ.—Иногда, наносъ группируется въ меньшее число параллельныхъ грядъ, и тогда эти немногія гряды становятся уже выше и круче, достигая десяти, или двадцати метровъ высоты. — Наконецъ иногда, среди ряда низшихъ грядъ или же совершенно особнякомъ, возвышаются одна или двѣ высокія и крутыя гряды, достигающія отъ 30 до 40 метровъ высоты и неразрывныя на протяженіи нѣсколькихъ километровъ, или даже десятковъ километровъ.

27. — Параллелизмъ разсматриваемыхъ продольныхъ грядъ съ изборожденіемъ обыкновенно бываетъ совершенно полный (§ 10), и въ своемъ расположеніи по странѣ онѣ согласуются съ рельефомъ почвы въ такой же мѣрѣ, какъ и ледниковыя борозды.

28.—Въ долинахъ и въ болѣе плоскихъ корытообразныхъ впадинахъ, замѣняющихъ долины на плоскихъ поднятіяхъ, эти гряды располагаются преимущественно у подошвы возвышенностей, окаймляющихъ долину, или на ихъ склонахъ, и рѣже—посреди долины. Онѣ встрѣчаются безразлично,

какъ въ весьма слабо-выраженныхъ впадинахъ, такъ и въ весьма узкихъ, тѣсныхъ и короткихъ, скорѣе заслуживающихъ названія овраговъ, чѣмъ долинъ. Онѣ опоясываютъ возвышенности и сходятся меджу собою какъ рѣки, или—точнѣе—какъ поверхностныя продольныя морены (боковыя и срединныя) отдѣльныхъ ледниковъ.

29.—Не смотря на свое сходство съ поверхностными моренами, онѣ состоятъ однако изъ того самаго ледниковаго щебня, или ледниковой глины, которые, выстилая всю страну, представляютъ несомнѣнную древнюю *поддонную* морену. Большею частію онѣ состоятъ изъ обѣихъ разновидностей ледниковаго щебня (гл. XVIII, §§ 17 и 18), причемъ нижняя является главною составною частію гряды — также какъ и въ остальной поддонной моренѣ,—и имѣетъ съ нею совершенно однородный составъ.

30.—Въ Швеціи, такія грядовидныя морены, извѣстныя подъ именемъ *озовъ изъ угловатаго щебня* (krossåsar), безчисленны. Онѣ встрѣчаются повсемѣстно,—въ долинахъ и на равнинахъ,—и даже толщи новѣйшаго наноса, выстилающія Меларскую впадину, не вполнѣ скрываютъ ихъ отъ изслѣдователя. Упоминанія о нихъ попадаются почти въ каждой изъ первыхъ 45-и тетрадокъ Шведской Съемки, хотя весьма немногія изъ этихъ послѣднихъ относятся до болѣе высокихъ мѣстностей *).

31.—Въ Финляндіи, на ровной плоской возвышенности страны озеръ,—какъ видно изъ моего отчета,—нельзя изслѣдовать нѣсколькихъ квадратныхъ верстъ, не встрѣтясь съ такими грядами; онѣ попадаются повсемѣстно, то въ одиночку, то параллельными группами, и достигаютъ всякихъ высотъ, отъ нѣсколькихъ метровъ до нѣсколькихъ десятковъ метровъ.

32.—Въ штатѣ Мэнъ и другихъ восточныхъ штатахъ Сѣверной Америки, онѣ не менѣе изобильны и описаны Агассисомъ (подъ именемъ *horse-backs*), Дана и другими. Описывая эти гряды, Агассисъ пришелъ къ заключенію, что онѣ суть ничто иное, какъ складки поддонной морены.

33.—Въ Ирландіи онѣ подробно описаны подъ именемъ *drumlins* г. Клозомъ. Вся страна покрыта такими грядами, состоящими изъ той же ледниковой глины, которая выстилаетъ весь островъ. Онѣ настолько же подчинены рельефу страны, какъ и ледниковыя борозды, и вполнѣ параллельны, какъ этимъ бороздамъ, такъ и направленіямъ движенія валуновъ. Тѣ немногія трудности относительно ледниковаго происхожденія дрёмлиновъ, на которыя — предвидя возможныя возраженія — указывалъ г. Клозъ, становятся новымъ доказательствомъ ихъ ледниковаго происхожденія, если имѣть въ виду, что мѣстный матеріалъ ледниковаго щебня былъ передвинутъ на нѣкоторое разстояніе въ сторону движенія льда, и замѣнился матеріаломъ, принесеннымъ изъ ближайшихъ окрестностей (см. XVIII гл., § 14).—*Boulderclay-ridges* Англіи и многіе *kames* Шотландіи безъ сомнѣнія принадлежатъ къ тому же разряду образованій.

34.—Такое же явленіе представляютъ (сколько можно судить по имѣющимся о нихъ свѣдѣніямъ) образованія, описанныя въ при-Онежьѣ подъ

---

*) Книга Эрдмана, «Sveriges qvartära bildningar», или «Exposé des formations quaternaires de la Suède», хотя и основана на Шведской Съемкѣ, но не даетъ никакого понятія объ обиліи этихъ моренъ. Нужно обращаться къ тетрадкамъ «Sveriges Geologiska Undersökning».

именемъ *сельъ* *), состоящія, судя по образцу, показанному мнѣ проф. Иностранцевымъ,—изъ типичнаго ледниковаго щебня (нижней разновидности); по частію, сельги могутъ впрочемъ принадлежать къ озамъ перваго типа, т.-е. съ каменнымъ ядромъ, такъ какъ порода покрыта здѣсь также телескопическими бороздами **).—Сюда же относятся, по всей вѣроятности, и *trainées of drift*, описанныя Мурчисономъ въ западной Россіи и Польшѣ.

35.—Правильность, высота, число взаимно-параллельныхъ грядъ и ихъ несогласіе съ рельефомъ въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ изборожденіе пересѣкаетъ долины подъ прямыми или острыми углами (§ 10 и XV глава), а равно и частныя топографическія условія, въ тѣхъ случаяхъ, гдѣ они были точнѣе изслѣдованы,—не оставляютъ ни малѣйшаго сомнѣнія въ томъ, что гряды, образуемыя поддонною мореною, не могутъ быть продуктомъ размыванія ледниковаго щебня рѣками, обращавшимися на поверхности почвы во время ледниковаго покрытія страны, или послѣ него.

36.—Равнымъ образомъ онѣ не могутъ быть продуктомъ выпахиванія почвы льдинами, такъ какъ безпрестанно встрѣчаются въ такихъ узкихъ и тѣсныхъ долинахъ, куда льдины никоимъ образомъ не могли попадать, и вообще имѣютъ такія направленія и положенія, которыя исключаютъ всякую мысль о плавающихъ тѣлахъ. Къ нимъ прилагается, что сказано въ XV главѣ объ изборожденіи.

37.—Развитіе этихъ грядъ приводитъ къ убѣжденію, что въ силу какихъ-то, еще неизслѣдованныхъ боковыхъ давленій въ ледникахъ и ледяныхъ покровахъ, щебень подонныхъ моренъ постоянно стремится располагаться грядами, вытянутыми въ направленіи движенія льда. Прямыхъ физико-географическихъ наблюденій, доказывающихъ это свойство, мы, правда, имѣемъ очень мало, но въ Исландіи г. Пайкулль имѣлъ случай наблюдать, что поддонная морена впереди оконечности одного большаго ледника была вся покрыта мелкими грядами сходными съ упомянутыми выше складками; а въ другомъ ледникѣ изъ подъ льда выступала большая, продольная грядовидная морена, лежавшая среди долины. Кромѣ того, Германская Гренландская экспедиція упоминаетъ о высокихъ продольныхъ моренахъ, залегавшихъ *среди* долинъ, сравнительно недавно очистившихся отъ льда. Геологически-же, тотъ фактъ, что поддонная морена, какъ древнихъ, такъ и сравнительно-недавно уменьшившихся ледниковъ, постоянно стремится располагаться въ видѣ грядъ различной высоты, параллельныхъ направленію движенія льда,—доказывается безчисленными наблюденіями.

38. — Точнѣе выяснить механическіе законы, опредѣляющіе возникновеніе такихъ грядъ, мы теперь еще не можемъ, за недостаткомъ наблюденій. Мы можемъ только заявить самый фактъ, прибавивъ, что онъ не имѣетъ ничего общаго, ни съ позднѣйшимъ размываніемъ наносовъ, ни съ дѣятельностью плавающихъ льдинъ. Но мы можемъ указать на двѣ аналогіи. Во-первыхъ, помня, что масса льда, въ своихъ движеніяхъ, подчиняется безусловно тѣмъ-же законамъ, что и жидкое тѣло, можно сослаться на то, что

*) Собственно-говоря, названіе *сельга* выбрано г. Иностранцевымъ невѣрно. Сельгою въ при-Онежьѣ называется всякое мѣсто, расчищенное изъ подъ лѣса для пашни.

**) Съ простираніемъ породъ это послѣднее составляетъ иногда углы отъ 15° до 60°—80°.

песокъ на днѣ рѣкъ также очень часто стремится располагаться продольными грядами. Во-вторыхъ, то обстоятельство, что поверхность твердой горной породы, по которой движется ледяная толща, также стремится покрыться продольными грядами и выемками (достигающими тѣмъ бо́льшей высоты и крутизны, чѣмъ мягче порода), указываетъ на существованіе въ движущейся ледяной массѣ боковыхъ давленій, во всякомъ случаѣ достаточныхъ для объясненія грядовиднаго расположенія двигаемаго ею наноса. Въ видѣ догадки я позволю себѣ высказать предположеніе, что всякое пластическое тѣло, движущееся въ корытовидной впадинѣ (хотя бы и весьма мало углубленной) *должно* собирать подлежащій наносъ въ продольныя гряды, вслѣдствіе небольшаго боковаго движенія его частей («натягиванія волоконъ къ серединѣ»), обусловленнаго ускореніемъ середины относительно краевъ. При существованіи такого боковаго движенія (а безъ него, ускореніе середины ледника было бы невозможно), весьма вѣроятно, что оно будетъ стремиться собрать наносъ въ гряды, располагающіяся преимущественно тамъ, гдѣ уклонъ составныхъ частей поперечнаго сѣченія русла измѣняется наиболѣе быстро,—т.-е. у подошвы склоновъ долины *). Но, вѣрно ли это объясненіе или нѣтъ, во всякомъ случаѣ необходимо признать, что *подъ* ледяными покровами, окутывающими страну съ ея холмами и горами, существуетъ *такая же система моренъ, боковыхъ и срединныхъ, какъ и на поверхности тѣхъ ледниковъ, которые текутъ въ горныхъ долинахъ.*

38. — Кромѣ того, многія изъ грядъ ледниковаго щебня должны были возникнуть въ то время, когда, при постепенномъ таяніи ледяныхъ покрововъ, обнажались уже водораздѣлы, между тѣмъ какъ въ долинахъ и корытовидныхъ углубленіяхъ страны двигались еще массы льда, выжимаемыя центральными фирнами; эти массы выдавливали на краяхъ свою поддонную морену,—какъ это, повидимому, происходитъ и теперь въ береговой полосѣ (Ytterlandet) Грёнландіи,—и отлагали по нѣсколько продольныхъ моренъ въ такихъ слабо-выраженныхъ долинахъ, въ которыхъ образованіе боковыхъ грядъ было бы невозможно однимъ тѣмъ путемъ, какимъ онѣ возникаютъ въ горныхъ странахъ **). — Судя, впрочемъ, по общему характеру расположенія озовъ въ Финляндіи, я полагаю, что возникновеніе грядъ этимъ путемъ должно было встрѣчаться рѣже, чѣмъ путемъ того процесса, о которомъ говорится въ предыдущихъ двухъ параграфахъ.

c) Озы изъ ледниковаго щебня, покрытаго слоистыми наносами; озы третьяго типа.

40. — Описанныя сейчасъ гряды изъ ледниковаго щебня даютъ начало собственно-озамъ, которые до сихъ поръ — особенно въ послѣднее время — почти исключительно обращали на себя вниманіе изслѣдователей.

---

*) Провѣрить справедливость этого предположенія было бы очень легко, помощью опытовъ съ пластическими тѣлами, подобныхъ опытамъ Форбса и г. Хейма, но я самъ не имѣю возможности заняться ими.

**) Высокія боковыя морены, лежащія по краямъ ледниковъ береговой полосы Грёнландіи, очевидно образуются не изъ тѣхъ немногихъ обломковъ, которые могли бы сыпаться на ледникъ въ самой береговой полосѣ, со скалъ, сопровож-

41. — Все сказанное выше относительно формъ и расположенія озовъ вообще, вполнѣ относится и до собственно-озовъ третьяго типа, и слѣдуетъ только отмѣтить нѣкоторыя ихъ особенности. *a*) Въ низменностяхъ, какъ и слѣдовало ожидать, чаще встрѣчаются озы третьяго типа, чѣмъ втораго; *b*) собственно-озы, достигаютъ (въ видѣ общаго правила) нѣсколько бо́льшей высоты, чѣмъ другія наносныя гряды; самые высокіе озы Швеціи и Финляндіи принадлежатъ къ этому типу; *c*) если разсматривать всю совокупность собственно-озовъ, то оказывается что они весьма часто распадаются на холмы, понижаются, или вовсе теряются среди наносовъ, и что среди меньшихъ грядъ такая разрушенность гораздо чаще замѣчается относительно представителей третьяго типа, чѣмъ втораго. Но за то, среди этого очень большаго числа неправильно-выраженныхъ грядъ, всегда встрѣчается, особенно въ низменностяхъ, нѣсколько очень высокихъ, превосходно-выраженныхъ и простирающихся на значительныя разстоянія. Гряды, наиболѣе приближающіяся къ типичной формѣ желѣзно-дорожной насыпи, всегда принадлежатъ къ озамъ третьяго типа. Такимъ образомъ, мелкіе представители озовъ третьяго типа болѣе неправильны, чѣмъ такіе же представители втораго типа, но за то, въ третьемъ типѣ сосредоточиваются всѣ наиболѣе высокіе, длинные и типичные представители озовъ.

42. — Собственно-озы, вездѣ, гдѣ доступны были ихъ внутреннія части, оказываются состоящими изъ двухъ рѣзкоразличныхъ частей: *ядра* и *наружнаго покрова*.

43. — Внутреннее ядро, или та болванка, на которой отлагались сѣдловидно-падающіе слои, состоитъ всегда изъ неразсортированнаго, непромытаго и неслоистаго щебня, или изъ неслоистой ледниковой глины съ валунами. Если въ ядрѣ и замѣчается иногда слоеватость, обусловливаемая присутствіемъ прослойковъ промытаго хряща или песка, то—на малыхъ разстояніяхъ и часто—неясно-выраженная; прослойки не имѣютъ никакихъ опредѣленныхъ направленій и нерѣдко бываютъ разнообразно изворочены. Они вполнѣ сходны съ тѣми, которые встрѣчаются во всѣхъ альпійскихъ, грёнландскихъ и шпицбергенскихъ моренахъ, и суть продукты дѣятельности подледниковыхъ водъ (гл. XVIII, § 23).

44. — Въ ядрѣ *никогда* не встрѣчается морскихъ глинъ,—ни арктическихъ, ни новѣйшихъ,—и ядро *никогда* не налегаетъ на этихъ глинахъ (какъ это утверждалъ, напримѣръ, Мурчисонъ относительно Упсальскаго оза).

45. — Валуны, булыжники и мелкіе камни въ ядрѣ бываютъ безразлично округлы или угловаты, — совершенно такъ же, какъ это вообще замѣчается въ нижней разновидности ледниковаго щебня; они нисколько не отличаются своими формами отъ камней, погребенныхъ въ смежныхъ частяхъ поддонной морены.—Овоидные валуны располагаются иногда, какъ утверждаютъ нѣкоторые изслѣдователи, большою осью параллельно оси оза,—явленіе, отнюдь не доказывающее однако возникновенія ядра силою прибоя, такъ какъ тоже самое многократно замѣчалось и въ альпійскихъ продольныхъ моренахъ (камни, при движеніи, принимаютъ положеніе наименьшаго сопротивленія).

дающихъ его русло; онѣ или выдавливаются по краямъ изъ поддонной морены, или приносятся извнутря страны, но уже *подъ* ледянымъ покровомъ, а не на его поверхности.

46.—Наружный покровъ состоитъ изъ разсортированнаго, промытаго и окатаннаго, слоистаго матеріала: изъ галечника, изъ песковъ и иловъ, нерѣдко съ волноприбойными знаками, и изъ глинъ, содержащихъ морскія раковины, — арктическія или современныя. Слои всегда падаютъ сѣдловидно; въ нѣкоторыхъ же слояхъ замѣчается діагональное наслоеніе *).

47. — Щебень, составляющій ядро озовъ, названъ въ Шведской Съемкѣ *rullstensgrus* и причисленъ къ береговымъ образованіямъ. Но, такъ какъ этотъ щебень—вездѣ, гдѣ ядро озовъ было доступно — оказывался непромытымъ, неразсортированнымъ и неслоистымъ, то очевидно, что онъ не имѣетъ ничего общаго съ береговыми образованіями и съ обработанными водою галечниками. То самое, что существуетъ рѣзкое различіе между ядромъ и наружнымъ покровомъ, — фактъ, о которомъ единогласно говорятъ всѣ изслѣдователи, — и что наружный покровъ дѣйствительно состоитъ изъ береговыхъ образованій, — достаточно показываетъ уже несправедливость утвержденія, будто ядро озовъ есть ничто иное, какъ береговое отложеніе галечника. Это утвержденіе возникло въ то время, когда во 1) при малочисленности извѣстныхъ разрѣзовъ озовъ, изслѣдователи еще не дѣлали достаточнаго различія между ядромъ и наружнымъ покровомъ, и полагали что весь озъ состоитъ изъ тѣхъ, дѣйствительно-береговыхъ образованій, которыя обнажаются въ его наружныхъ частяхъ, и во 2) когда, вслѣдствіе недостаточнаго знакомства съ различными моренами и вслѣдствіе историческихъ причинъ, считали возможнымъ признать древними моренами только тѣ наносы, которые поражали угловатостью своихъ составныхъ частей, т.-е. *krossstensgrus*, или одну верхнюю разновидность ледниковаго наноса. Доказывалось же утвержденіе о береговомъ происхожденіи озовъ, не на основаніи тождества ихъ *ядра* съ береговыми наносами, а на основаніи ихъ формъ и расположенія,—причемъ эти доказательства оказались теперь совершенно несостоятельными, послѣ распространенія изслѣдованій внѣ Меларской впадины. Наконецъ, поддерживалось это утвержденіе совершенно ошибочными воззрѣніями на распространеніе грядовидныхъ моренъ, считавшихся въ то время исключительною принадлежностью тѣсныхъ горныхъ долинъ; ошибочность этихъ воззрѣній была доказана самою же Шведскою Съемкою. (Ср. XVIII главу, §§ 8, 9, 22, 30 и 31, и §§ 23—39 этой главы).

48. — Въ большихъ озахъ,—на которыхъ преимущественно сосредоточивалось вниманіе изслѣдователей, — ядро рѣдко бываетъ доступно; но въ Швеціи оно неоднократно бывало предметомъ болѣе обстоятельныхъ изслѣдованій въ меньшихъ озахъ, особенно—побочныхъ (biäsar). Въ нихъ наблюдалось, во многихъ случаяхъ, что оно состоитъ изъ типичнаго ледниковаго

*) Утвержденіе, будто діагональное наслоеніе есть особый характерный признакъ ядра озовъ, совершенно ложно; такое наслоеніе постоянно встрѣчается въ наружномъ покровѣ, но чрезвычайно рѣдко въ ядрѣ. Равнымъ образомъ, утвержденіе, будто діагональное наслоеніе есть отличительный признакъ береговыхъ образованій, не имѣетъ никакого основанія: давно уже извѣство, что такое строеніе обычно, какъ въ наносахъ, отлагающихся на днѣ моря, такъ и въ отложеніяхъ подледниковыхъ ручьевъ; оно столь распространено въ этихъ послѣднихъ, что нѣкоторые изслѣдователи Альпъ считали его даже типичною особенностью дѣйствія горныхъ и подледниковыхъ потоковъ (stratification torrentielle).

щебня (krossstensgrus), который въ наружныхъ частяхъ иногда незамѣтно переходитъ въ окатанный, промытый галечникъ. Нерѣдко, участники съемки затруднялись также, куда отнести щебень, составляющій массу оза, — къ rullstensgrus или krossstensgrus,—такъ какъ, не смотря на округлость камней, считавшуюся отличительнымъ признакомъ перваго щебня, онъ сохранялъ однако всѣ прочіе признаки krossstensgrus'a, т. е. отсутствіе сортировки, непромытость и присутствіе ледниковой пыли (Sidenbladh, Törnebohm, E. Erdmann).—Одинъ изъ очень большихъ озовъ, Упсальскій, который во время моего посѣщенія города Упсалы въ 1871 году былъ весь поперегъ разрѣзанъ превосходнымъ обнаженіемъ, представляетъ: во 1) мощное ядро, состоящее изъ бѣлаго, непромытаго, неразсортированнаго, неслоистаго щебня, тождественнаго съ ледниковыми щебнями поддонной морены, залегающей въ ближайшихъ окрестностяхъ; и во 2) промытый, разсортированный, тонко-слоистый покровъ, состоящій изъ галечниковъ, песковъ и глинъ, налегающихъ на ядрѣ сѣдловидно; причемъ глины, составляющія самые наружные слои оза, содержатъ морскія раковины, описанныя еще въ 1834 году Ляйэллемъ *). Рѣзкое различіе ядра отъ наружнаго покрова,—представляющаго дѣйствительно-береговое образованіе (волноприбойные знаки и слои раковинъ), и ихъ рѣзкое разграниченіе не оставляютъ въ данномъ случаѣ желать ничего лучшаго. (См. V главу и рис. 17 и слѣд.).

49.— Во *всѣхъ* тѣхъ озахъ Финляндіи, какъ малыхъ, такъ и большихъ, гдѣ я имѣлъ возможность наблюдать полные разрѣзы, я всегда находилъ внутри оза ядро или болванку, состоящую изъ типичнаго, сѣраго или желтаго ледниковаго щебня, или изъ ледниковой глины съ валунами. Эта болванка и опредѣляла положеніе и направленіе оза, и она служила причиною сѣдловиднаго отложенія — въ озерахъ или въ морѣ — промытаго наноса наружнаго покрова. Многочисленные примѣры приведены въ главахъ VI—XII этой книги, а разрѣзы изображены многими рисунками **). Таковы, напримѣръ, изъ большихъ озовъ, — два въ береговой полосѣ, у Рюттиля и у Дикурсбю, разрытые вплоть до основанія для добычи балласта; причемъ,

*) Описаніе Ляйэлля можетъ служить примѣромъ того, какъ неточно обыкновенно описывались озы. Въ 1834 году еще не существовало поперечнаго разрѣза Упсальскаго оза близъ Упсалы, такъ какъ дорога, поперечно прорѣзающая его во всю высоту, проложена очень недавно. Обнаженія вовсе не захватывали ядра и могли дать доступъ только до самыхъ наружныхъ слоевъ слоистаго покрова, въ которыхъ и залегаютъ балтійскія раковины. Между тѣмъ Ляйэлль говоритъ: «Въ Швеціи, въ непосредственномъ сосѣдствѣ Упсалы, я наблюдалъ въ 1834 году, гряду, *состоящую изъ* слоистаго песка и гравія, *посреди которой* (in the-midst of which) встрѣчается слой мергеля, очевидно образовавшійся первоначально на днѣ Балтійскаго моря....» (Ant. of Man, 4 ed., 281). Сравнивши эти слова съ рис. 17-мъ этой книги, читатель самъ увидитъ, какое ложное понятіе даютъ они объ озѣ. Другія описанія, напримѣръ Мурчисона, грѣшатъ еще большими неточностями (см. XVII главу).

**) Образцы породъ, входящихъ въ составъ озовъ, собранные мною въ Финляндіи, вошли въ коллекцію, поступившую теперь въ С.-Петербургскій Университетъ.

однако, ядро, состоящее изъ типичной ледниковой глины съ валунами и негодное для балласта по своему обильному содержанію глины, осталось нетронутымъ и превосходно обнаруживаетъ теперь, нѣсколькими оставшимися на мѣстѣ холмиками, ту прежнюю морену, на которой начали нѣкогда отлагаться слоистые наносы. Иногда болванка имѣетъ очень малые размѣры,— по всей вѣроятности кажущіеся, см. § 52, — сравнительно съ толщею слоистыхъ наносовъ покрова, но она всегда имѣетъ грядовидную форму, и ея ось есть ось всего оза. — Тамъ же, гдѣ озъ, проходя по мѣстности, имѣющей абс. высоту въ 80—120 метровъ, поднимается своею вершиною выше уровня, достигаемаго озёрными наносами на смежныхъ возвышенностяхъ,— тамъ онъ оказывается покрытымъ слоистыми образованіями только на склонахъ, до нѣкоторой высоты; на вершинѣ же выступаетъ ничѣмъ не покрытый типичный ледниковый щебень. Таковы очень большіе озы: Кангасальскій и Ювескюльскій (главы VII и VIII и рисс. 30 и 35). Различное и разновременное происхожденіе ядра и наружнаго покрова въ этихъ послѣднихъ озахъ совершенно очевидно.

50. — Изъ послѣдняго примѣра уже ясно, что между озами, разсматриваемыми въ этой рубрикѣ (называемыми въ Швеціи rullstenåsar и sandåsar), и тѣми, которые описаны въ предыдущей рубрикѣ, т.-е. моренами ледяныхъ покрововъ или krossåsar, не можетъ быть проведено рѣзкой границы. И дѣйствительно оказывается, что иногда одинъ и тотъ же озъ, въ различныхъ его частяхъ, пришлось бы отнести то къ той, то къ другой рубрикѣ. Такъ, напримѣръ, Ронгедальскій озъ въ Швеціи, на высотахъ свыше 200 метровъ, куда не достигало море, является высокою и крутою типичною мореною, состоящею изъ типичнаго сѣраго ледниковаго щебня, покрытаго бурымъ; а съ выходомъ въ низменности, онъ облекается уже толщею слоистаго наноса, почему и причисляется къ галечнымъ озамъ (rullstenåsar), которымъ приписывается уже водное происхожденіе. — Равнымъ образомъ, въ Финляндіи я неоднократно наблюдалъ, что меньшіе озы, лежащіе въ болѣе или менѣе тѣсныхъ долинахъ, бываютъ иногда покрыты слоистыми наносами только на одномъ склонѣ, обращенномъ къ долинѣ; или же, изъ двухъ, рядомъ идущихъ озовъ, проходящихъ вдоль одного склона долины, только тотъ имѣетъ слоистый покровъ воднаго происхожденія, который лежитъ ближе къ серединѣ долины, другой же состоитъ и на поверхности изъ ледниковаго щебня. — Вообще, какъ это не разъ замѣчалось въ Швеціи, озы, называемые здѣсь krossås и rullstenås, часто слѣдуютъ другъ возлѣ друга; или, изъ нѣсколькихъ, рядомъ-идущихъ озовъ, одинъ покрытъ наносами и, слѣдовательно, причисляется къ галечнымъ озамъ воднаго происхожденія, другіе же, не покрытые слоистыми наносами, признаются озами изъ ледниковаго щебня, т. е. мореннаго происхожденія. — Наконецъ, и въ Швеціи, и въ Финляндіи, встрѣчается очень много такихъ озовъ, которые состоятъ изъ типичнаго ледниковаго щебня, но въ которыхъ поверхностныя части этого щебня слегка переработаны водою и лишь отчасти приближаются къ галечнику, или—гдѣ галечникъ и пески покрываютъ озъ только мѣстами, небольшими разрозненными пятнами.

51. — Утвержденіе, будто валуны располагаются преимущественно на вершинахъ озовъ, приводившееся въ доказательство ихъ разноса льдинами, точно такъ же не имѣетъ основанія, какъ и параллельное ему утверж-

деніе, постоянно высказывавшееся геологами пятидесятыхъ годовъ, будто валуны встрѣчаются преимущественно на вершинахъ горъ и холмовъ. Большія *поля валуновъ* (terrains erratiques, Bödeli) встрѣчаются вблизи всѣхъ большихъ озовъ, *въ уровнѣ ихъ подошвы*. Особенно замѣтно это вблизи Уисальскаго, а также и Чёпингскаго (Köpingsås) въ Швеціи и вблизи главныхъ озовъ южной Финляндіи: Кангасальскаго, Ювескюльскаго и Пунгахарью. И это явленіе, я полагаю, находится въ причинной связи съ грядовидными отложеніями наноса. — На склонахъ озовъ, валуны также нерѣдки, и встрѣчаются всегда, когда на склонѣ выходитъ на поверхность непокрытое позднѣйшимъ наносомъ внутреннее ядро. Наконецъ въ ядрѣ, валуны всегда очень многочисленны и достигаютъ сплошь да рядомъ очень большихъ размѣровъ,—какъ и въ смежной поддонной моренѣ (особенно въ областяхъ распространенія твердыхъ кристаллическихъ породъ), — тогда какъ въ наружномъ покровѣ они *всегда* очень рѣдки, и объясняется это тѣмъ, что въ послѣдній они попадали только случайно, — или занесенные на льдинахъ, или выдвинутые береговымъ льдомъ. Если же въ иныхъ мѣстахъ, валуны дѣйствительно встрѣчаются чаще на вершинѣ озовъ, чѣмъ на склонахъ (но отнюдь не въ *поляхъ валуновъ* у подошвы), то зависитъ это отъ того, что новѣйшіе слоистые наносы, не содержащіе валуновъ, покрывая склоны, иногда не достигаютъ до вершины оза, вслѣдствіе чего здѣсь обнажается уже богатое валунами ядро (Кангасальскій и Ювескюльскій озы), или же — отъ того, что вершина сильно размыта прибоемъ, который удалилъ мелкія части ледниковаго щебня, оставивъ на мѣстѣ одни крупные валуны (открытыя прибою части Пунгахарью и Ювескюльскаго оза). Это явленіе не имѣетъ, слѣдовательно, ничего общаго съ разносомъ валуновъ льдинами.—Словомъ, къ озамъ приложимо общее правило (доказываемое въ XVII гл.), что «количественное распредѣленіе валуновъ на поверхности почвы обусловливается отнюдь не высотою уровня различныхъ точекъ, а присутствіемъ или отсутствіемъ въ данномъ мѣстѣ ледниковаго щебня, непокрытаго позднѣйшими наносами и болѣе или менѣе размытаго».

52. — Иногда въ озѣ, разрытомъ вплоть до основанія, т. е. до уровня смежной почвы, мы видимъ въ разрѣзѣ лишь весьма небольшую грядку изъ ледниковаго щебня (или цѣпь низкихъ холмиковъ), тогда какъ вся масса оза состоитъ изъ сѣдловидно-расположеннаго промытаго наноса. Или же, внутренняго ядра въ разрѣзѣ оза вовсе не видно: обнаруживаются только сѣдловидно-падающіе слои покрова; но причина, вызвавшая это сѣдловидное расположеніе слоевъ, — та гряда, безъ существованія которой они не могли бы отложиться сѣдловидно,—остается недоступною. Такіе озы можно назвать зарытыми, или погребенными озами. Они встрѣчаются въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ послѣ-ледниковые наносы достигаютъ большой мощности, и гдѣ изъ подъ аллувія, выстилающаго страну, выступаетъ только верхняя часть оза. Ядро въ такомъ случаѣ лежитъ ниже уровня почвы, образуемой смежнымъ аллувіемъ, и оно можетъ быть замѣчено только въ оврагахъ или въ болѣе глубокихъ выемкахъ. Это обстоятельство — на которое указывалъ уже Kjerulf — нерѣдко даетъ поводъ ошибочному утвержденію, будто озъ состоитъ исключительно изъ слоистаго наноса, тогда какъ очевидно, что, кромѣ этого послѣдняго, *должна* существовать болванка, вызвавшая наклонное отложеніе слоевъ. Примѣры такихъ озовъ въ Финляндіи мы

имѣемъ въ разрытомъ и частію вывезенномъ на линію желѣзной дороги, озѣ у Дикурсбю, гдѣ ядро въ баластьерѣ выражается лишь небольшими буграми, а также—въ Хэйтіэйнскомъ озѣ, у Аніаннельте (г. Wiik) и др.

53. — Наносы, составляющіе наружный покровъ озовъ, имѣютъ различное происхожденіе. Они могли быть отложены: *a*) прибоемъ и береговыми теченіями, которыя въ однихъ мѣстахъ размывали морену, а въ другихъ—отлагали заимствованный изъ нея же, но уже промытый и разсортированный въ водѣ матеріалъ; *b*) рѣками, впадавшими въ моря и озёра ледниковаго и озёрнаго періода, которыя зарывали морены въ своихъ мощныхъ дельтахъ; и *c*) подледниковыми рѣками. Судя, впрочемъ, по характеру наносовъ въ покровѣ озовъ, эта послѣдняя причина имѣла едва ли не второстепенное значеніе.

54. — Внутреннее же ядро озовъ составили описанныя выше гряды изъ ледниковаго щебня, которыя не могутъ быть ничѣмъ инымъ, какъ моренами ледянаго покрова или отдѣльныхъ ледниковъ.

55. — Такимъ образомъ, собственно-озы (rullstenåsar и sandåsar) суть подледниковыя и, отчасти, надледниковыя и боковыя морены, щебень которыхъ промытъ въ поверхностныхъ частяхъ и видоизмѣненъ подледниковыми потоками, рѣками, озёрами и морями, и которыя покрыты—до нѣкоторой высоты или вполнѣ—наносами, отложенными въ потокахъ, рѣкахъ, озёрахъ и моряхъ ледниковаго и озёрнаго періода. Направленія и положенія озовъ опредѣлялись, слѣдовательно, положеніями этихъ моренъ, и мы теперь находимъ ихъ только тамъ, гдѣ ранѣе проходили грядовидныя морены. [Этимъ и объясняется между прочимъ то, что озы, въ своемъ распространеніи, строго ограничены тѣми областями, гдѣ встрѣчаются ледниковые наносы. Южнѣе извѣстныхъ широтъ (отъ 35° до 50°) мы уже не находимъ болѣе этихъ образованій на низкихъ уровняхъ: они попадаются здѣсь только въ нагорьяхъ]. Но, если собственно-озъ есть ничто иное, какъ видоизмѣненная морена, то не всякая морена есть озъ въ тѣсномъ смыслѣ этого слова: чтобы обратиться въ гряду этого типа, морена должна была погрузиться въ море или озеро, которое мѣстами размыло бы ее, переработало ея наружныя части и покрыло ее слоистыми наносами.

56. — Хотя въ предыдущемъ имѣлись главнымъ образомъ въ виду шведскіе и финскіе озы, но все сказанное о нихъ безусловно прилагается и къ норвежскимъ *på* (Raaer), которые также суть ничто иное, какъ видоизмѣненныя морены (Glacialbanker) и въ которыхъ превосходно обнаруживается ихъ дѣйствительный составъ (Kjerulf).

57. — Тоже относится и до озовъ въ Эстляндіи, большая часть которыхъ принадлежитъ къ озамъ второго типа, а часть переработана водою и покрыта слоистыми наносами, и принадлежитъ, такимъ образомъ, къ озамъ третьяго типа.

58. — Что касается до *эскеровъ* и *кемовъ*, то ихъ внутреннее строеніе остается до сихъ поръ почти совершенно неизвѣстнымъ. Точныя описанія, основанныя на болѣе или менѣе полныхъ разрѣзахъ, чрезвычайно скудны; бо́льшею же частью геологи говорятъ о внутреннемъ строеніи этихъ грядъ на основаніи обнаженій, захватывающихъ одни поверхностныя части, и вовсе не задаются даже вопросомъ, существуетъ ли въ этихъ грядахъ неслоистое ядро, какъ въ шведскихъ озахъ, или нѣтъ. Вслѣдствіе этого, мы

не можемъ сказать ничего положительнаго о двойственности состава этихъ грядъ. Но за то все, что̀ извѣстно намъ о формахъ и расположеніи эскеровъ и кемовъ и объ ихъ тѣсной связи съ чрезвычайно-распространенными въ Великобританіи грядами, состоящими исключительно изъ ледниковой глины—drumlins, shoal-eskers (Kinahan) и boulderclay-ridges—заставляетъ думать, что эскеры и кемы суть образованія, тождественныя со шведскими озами третьяго типа; и всѣ изслѣдователи, имѣвшіе случай ознакомиться съ тѣми и другими, приходили къ тому же заключенію. Поэтому, есть полное основаніе предполагать, что эскеры и кемы суть также ничто иное, какъ видоизмѣненныя дѣятельностью воды, морены ледянаго покрова, т.-е. складки поддонной морены и поддонно-боковыя гряды, описанныя выше подъ именемъ озовъ втораго типа. Къ этому можно еще прибавить, что весьма немногіе, извѣстные до сихъ поръ, разрѣзы этихъ грядъ, или подтверждаютъ это воззрѣніе, или не опровергаютъ его, захватывая одни наружные сѣдловидные слои.

59. — Тоже относится, по всей вѣроятности, и до датскихъ *ревлеровъ*, которые, повидимому, принадлежатъ преимущественно къ третьему типу озовъ; рядомъ же съ ними весьма распространены въ странѣ гряды изъ ледниковаго наноса, или озы втораго типа.

60. — Если принять эту гипотезу относительно происхожденія озовъ, эскеровъ и кемовъ, то ею сразу объясняется множество фактовъ, иначе совершенно необъяснимыхъ. Таковы: во-первыхъ, всѣ явленія, общія озамъ втораго и третьяго типа, т.-е. ихъ параллелизмъ съ изборожденіемъ, ихъ зависимость отъ рельефа почвы (§ 9), ихъ положеніе, перпендикулярное линіямъ уровня, предпочтеніе, оказываемое ими долинамъ, ихъ вѣтвистое расчлененіе и т. д.; во-вторыхъ, тѣсная связь озовъ втораго и третьяго типа, т.-е. ихъ параллелизмъ, совмѣстное существованіе въ однихъ и тѣхъ же долинахъ и переходъ однихъ въ другіе; наконецъ, въ-третьихъ, всѣ тѣ особенности, которыми озы третьяго типа отличаются отъ озовъ втораго типа; такъ напримѣръ, *a*) преобладаніе первыхъ въ низменностяхъ, а вторыхъ въ нагорьѣ, очевидно обусловливается тѣмъ, что низменности покрывались морями и озёрами, не достигавшими однако нагорья, вслѣдствіе чего морены въ низменностяхъ переработаны водою и обратились въ озы третьяго типа, тогда какъ въ нагорьѣ онѣ сохранились въ первоначальномъ видѣ; *b*) бо́льшая высота и бо̀льшая длина озовъ третьяго типа объясняется тѣмъ, что въ низменностяхъ, гдѣ эти озы преобладаютъ, морены достигали бо́льшей высоты, чѣмъ въ нагорьѣ, ибо всякая морена, надледниковая и подледниковая, если она не разбивается въ долинахъ и не разбрасывается ледникомъ, постоянно увеличивается по мѣрѣ дальнѣйшаго движенія; такъ и было это, напримѣръ, въ средней Швеціи, при сходящемся движеніи льда, указываемомъ изборожденіемъ, и при пополненіи главныхъ моренъ множествомъ побочныхъ (теперешнихъ biåsar); *c*) меньшая правильность малыхъ озовъ третьяго типа (§ 41) объясняется тѣмъ, что они болѣе подлежали размыванію и разрушенію, при погруженіи въ озёра и моря (примѣръ—Пунгахарью, хорошо сохранившійся только тамъ, гдѣ онъ вплотную защищенъ отъ прибоя); *d*) нерѣдко замѣчавшаяся бо̀льшая крутизна склоновъ у озовъ третьяго типа объясняется размываніемъ съ боковъ чрезвычайно-плотной ледниковой глины или щебня, и т. д.

Возраженія противъ мореннаго происхожденія озовъ.

61. — Возраженія, высказывавшіяся противъ мореннаго происхожденія озовъ, всѣ крайне поверхностны и часто обнаруживаютъ даже недостаточное знакомство авторовъ съ моренами.

62. — *a) Невозможность существованія моренъ въ равнинахъ.*—Ледяной покровъ не можетъ *вовсе* не нести на себѣ моренъ, такъ какъ онѣ неизбѣжно возникаютъ въ болѣе пересѣченныхъ частяхъ нагорья, гдѣ изъ-подъ льда выступаютъ вершины горъ *); эти морены необходимо должны быть вынесены въ равнины, и въ громадномъ большинствѣ случаевъ онѣ сохранятъ свои грядовидныя формы, послѣ того какъ растаетъ ледяной покровъ. Морена *движется*, и причинъ ея возникновенія надо искать не тамъ, гдѣ мы теперь ее находимъ, а тамъ, *откуда* она принесена. Возраженіе, слѣдовательно, не основательно, даже по отношенію къ поверхностнымъ моренамъ. Но кромѣ этихъ послѣднихъ существуетъ еще, какъ показываетъ ближайшее изслѣдованіе, несравненно болѣе обширный классъ грядовидныхъ—поддонныхъ и поддонно-боковыхъ моренъ (§§ 23—35), которыя и дали начало большинству озовъ третьяго типа. Эти образованія прежде совершенно упускались изъ вида. Но, хотя бы мы и вовсе не могли объяснить себѣ способовъ ихъ возникновенія, тѣмъ не менѣе мы должны признать ихъ существованіе и ихъ *ледниковое* происхожденіе, какъ потому, что онѣ состоятъ изъ самаго типичнаго ледниковаго щебня, такъ и потому, что онѣ, по своимъ положеніямъ и направленіямъ, не могли возникнуть, ни путемъ размыванія, ни путемъ вспахиванія наносовъ льдинами; какъ уже сказано выше, онѣ суть столь же несомнѣнныя *морены*, какъ и боковыя или конечныя гряды въ горныхъ долинахъ.

64. — *b) Морены не достигаютъ высоты, достигаемой озами.*—Современныя морены въ Альпахъ и въ Грёнландіи, въ 50—60 метровъ (150—200 ф.) высоты, и древнія морены Альпъ, въ 60—80 метровъ (200—250 ф.) и болѣе, служатъ лучшимъ отвѣтомъ на это возраженіе.

65. — *c) Морены не имѣютъ крутизны склоновъ, свойственной озамъ.*—Морены со склонами въ 20°—30° (крутой уклонъ, встрѣчаемый и въ озахъ не повсемѣстно) составляютъ вовсе не необыкновенное явленіе въ Альпахъ и, особенно, въ Грёнландіи и на Шпицбергенѣ. Наблюдались даже морены со склонами въ 40° и 50° (Desor и др.). Кромѣ того, крутизна ихъ склоновъ часто увеличивалась впослѣдствіи, когда онѣ погружались въ озёра или моря (гдѣ превращались въ озы третьяго типа), вслѣдствіе размыванія волнами чрезвычайно вязкой и плотной породы, представляемой нерѣдко ледниковымъ щебнемъ.

66. — *d) Слоистость озовъ.* — *Ядро* озовъ вообще неслоисто, и до сихъ поръ неизвѣстно еще *ни одного* противорѣчащаго этому наблюденія, ни относительно шведскихъ и финскихъ озовъ, ни относительно сродныхъ съ

---

*) Даже въ сплошныхъ поднятіяхъ, покрытыхъ сплошнымъ ледянымъ покровомъ, изъ подъ льда могутъ выступать, *на склонахъ нагорья* вершины и водораздѣлы, которые и могутъ давать начало моренамъ. См. въ XVI главѣ объ округлости горъ на склонахъ сплошныхъ поднятій, и рис. 90.

ними образованій въ другихъ странахъ. Слоисты бываютъ *только* наружные покровы, по которымъ защитники водныхъ гипотезъ всегда судятъ о составѣ всего оза. О неправильной слоеватости, иногда встрѣчаемой *мѣстами* въ ядрѣ озовъ, см. § 43 этой главы и § 23 XVIII-й главы. Она нисколько не противорѣчитъ моренному происхожденію ядра и многократно наблюдалась въ самыхъ несомнѣнныхъ моренахъ на Шпицбергенѣ, въ Грёнландіи, въ Альпахъ и т. д.

66. — *в*) *Округлость валуновъ и щебня въ озахъ.* — Источникомъ этого возраженія главнымъ образомъ служитъ то же сужденіе по наружнымъ слоямъ. Насколько, сплошь да рядомъ, бываютъ угловаты щебень и валуны въ ядрѣ озовъ, видно между прочимъ изъ моихъ наблюденій въ Финляндіи и въ Упсалѣ (V—XII главы). Правда, что, говоря вообще, ядро состоитъ изъ щебня, болѣе округлаго, чѣмъ ледниковый щебень *верхней* разновидности (см. §§ 17 и 18 XVIII гл.); но до сихъ поръ мы не знаемъ еще ни одного наблюденія, изъ котораго бы слѣдовало, что щебень ядра озовъ болѣе окатанъ, чѣмъ ледниковый щебень *нижней* разновидности, залегающій тутъ же, въ ближайшихъ окрестностяхъ; а между тѣмъ очевидно, что ядро должно состоять преимущественно изъ этой разновидности; и наоборотъ, тамъ, гдѣ имѣются сравнительныя наблюденія, тамъ оказывается, что между ядромъ и щебнемъ нижней разновидности нѣтъ никакого различія въ этомъ признакѣ. Равнымъ образомъ, щебень ядра озовъ нисколько не болѣе окатанъ, чѣмъ щебень *поддонно-боковыхъ* моренъ Грёнландіи и Шпицбергена.—Впрочемъ, очень можетъ быть, что въ нѣкоторыхъ случаяхъ онъ окажется *немного* болѣе окатаннымъ, чѣмъ смежный съ нимъ ледниковый щебень нижней разновидности. Это, по крайней мѣрѣ, *возможно*. Дѣйствительно, округлость составныхъ частей морены зависитъ прежде всего отъ величины разстоянія, изъ-за котораго принесены обломки породъ; но, такъ какъ подледниковая *гряда* достигаетъ гораздо бо́льшей мощности, чѣмъ смежная, негрядовидная часть поддонной морены, то примѣсь въ ней мѣстныхъ (т.-е. угловатыхъ) обломковъ легко можетъ быть нѣсколько меньше, чѣмъ въ негрядовидной части, вслѣдствіе чего щебень и получитъ болѣе округлый характеръ. На нѣчто подобное указываютъ, повидимому, и нѣкоторыя наблюденія (точныхъ изслѣдованій впрочемъ не имѣется), изъ которыхъ едва ли не слѣдуетъ, что въ иныхъ шведскихъ озахъ и ирландскихъ дрёмлинахъ, примѣсь чуждыхъ породъ (принесенныхъ изъ-за нѣкотораго разстоянія) дѣйствительно нѣсколько больше, чѣмъ въ смежныхъ частяхъ поддонной морены.

Гипотезы, предложенныя для объясненія озовъ.

67. — Изъ гипотезъ, пытающихся объяснить происхожденіе озовъ исключительно водянымъ путемъ, ни одна не объясняетъ фактовъ, подлежащихъ объясненію; и наоборотъ, всѣ онѣ противорѣчатъ большинству извѣстныхъ фактовъ. Самыя же гипотезы устанавливались большею частію крайне-поверхностно.

68. — *а*) *Гипотеза, по которой озы суть береговые валы.* — Возникши въ Швеціи въ такое время, когда озы были извѣстны только въ Мелярской низменности, и когда ихъ внутреннее строеніе оставалось совершенно неизвѣстнымъ, эта гипотеза встрѣчается теперь съ цѣлымъ рядомъ противорѣчій. Изъ нихъ достаточно упомянуть слѣдующія: *аа*) распространеніе

озовъ (тѣсно связанное съ распространеніемъ ледниковыхъ образованій) не имѣетъ ничего общаго съ распространеніемъ морей: они доходятъ до высотъ, которыхъ—въ Швеціи—несомнѣнно не достигало море; *ab*) они, говоря вообще, перпендикулярны горизонталямъ и прежнимъ береговымъ линіямъ (указываемымъ береговыми отложеніями), а не параллельны имъ; они спускаются съ нагорья, а не опоясываютъ его (см. карту I и рис. 16); если-же озъ располагается вдоль края долины, совпадая такимъ образомъ съ возможною береговою линіею, то нужный для возникновенія его прибой часто оказывается совершенно невозможнымъ, вслѣдствіе тѣсноты долины; *ac*) они поднимаются отъ уровня моря до высотъ свыше 300 метровъ (1000 ф.), иногда—по крутымъ склонамъ въ 0,01 до 0,05, тогда какъ горизонтальное положеніе арктическихъ глинъ и береговыхъ образованій свидѣтельствуетъ объ отсутствіи въ смежной странѣ соотвѣтственныхъ неравномѣрныхъ поднятій почвы въ послѣ-ледниковый періодъ; *ad*) они безпрестанно встрѣчаются въ самыхъ тѣсныхъ долинахъ, почти—оврагахъ, гдѣ вовсе не можетъ быть и рѣчи о прибоѣ (разрѣзы Пунгахарью, № IV, могутъ служить однимъ изъ безчисленныхъ примѣровъ этого рода); *ae*) сплошь да рядомъ замѣчается, что прибой не только не созидалъ оза, но разрушалъ его: въ той своей части, которая открыта прибою, озъ обращается въ низкую гряду, гдѣ уцѣлѣли одни крупные валуны; наибольшей же высоты достигаетъ онъ тамъ, гдѣ вплотную защищенъ съ обѣихъ сторонъ смежными возвышенностями (см. II главу и чертежи № III и № IV); *af*) ядро озовъ, по составу и строенію, не имѣетъ ничего общаго съ береговыми образованіями; и наоборотъ, слоистый наружный покровъ, составляющій *позднѣйшее* отложеніе, покрывающее ядро, и очевидно имѣющій *иное* происхожденіе, чѣмъ это послѣднее, сплошь да рядомъ имѣетъ всѣ признаки береговаго отложенія, каковы, напр., волноприбойные знаки и слои раковинъ (*никогда* не встрѣчающихся, между прочимъ, ни въ самомъ ядрѣ, ни подъ нимъ); *ag*) ядро озовъ достигаетъ слишкомъ большой высоты (до 80 м. = 250 ф.) и содержитъ часто слишкомъ большіе валуны, чтобы быть признано береговымъ валомъ; *ah*) связь между озами и террасами, замѣчаемыми на склонахъ возвышенностей, ограничивающихъ долины (на которую ссылался Эрдманъ), вполнѣ объясняется, если имѣть въ виду *ледниковыя* террасы, многократно описанныя въ Альпахъ; мощныя же береговыя отложенія, имѣющія форму террасъ, описываемыя Эрдманомъ въ нѣкоторыхъ шведскихъ долинахъ, не имѣютъ, съ *озами* ничего общаго: они не принимаютъ грядовидной формы (Törnebohm); наконецъ террасы или приступки, épaulements, замѣчаемые *на* озахъ, точно также не могутъ доказывать воднаго происхожденія гряды (Эрдманъ, Мурчисонъ), какъ совершенно такія же террасы, залегающія на склонахъ сосѣднихъ гранитныхъ возвышенностей, не доказываютъ воднаго происхожденія этихъ послѣднихъ.

69. — *b*) ***Встрѣчный прибой въ озерахъ.*** — *ba*) Высказывавшіе эту догадку и продолжающіе ее повторять, никогда не попытались хотя сколько-нибудь обосновать ее на фактахъ, наблюдаемыхъ въ природѣ. Слова «встрѣчный прибой» не имѣютъ за собою никакого конкретнаго представленія; если стараться облечь ихъ въ вещественную форму, они приводятъ къ ряду несообразностей; *bb*) озы сплошь да рядомъ встрѣчаются тамъ, гдѣ не могло быть вовсе никакого прибоя; *bc*) возникновеніе силою прибоя гряды

среди озера, или въ морѣ, въ нѣкоторомъ разстояніи отъ берега, — невозможно, если ранѣе не существовало гряды, на которой могло-бы начаться отложеніе наноса; если-же ранѣе-существовавшая гряда не имѣла значительной высоты и крутизны, то, при любыхъ условіяхъ повышенія и пониженія уровня водоёмовъ, не получится высокаго и крутаго оза: позднѣйшіе наносы стремятся заравнивать неровности дна, а не увеличивать ихъ; *bd*) возраженія предыдущаго параграфа, *ad* по *ag*, остаются въ полной силѣ и для этой догадки.

70. — *c*) ***Гипотеза подводнаго образованія озовъ, вслѣдствіе встрѣчи приливныхъ волнъ.***—Не говоря уже о тѣхъ преувеличеніяхъ, до которыхъ доводили эту гипотезу, приписывая приливамъ образованіе озовъ на глубинѣ 90—120 м.,—допущеніе, совершенно противорѣчащее всему, что извѣстно о малой глубинѣ, на которую распространяется дѣйствіе приливныхъ волнъ,—нельзя не замѣтить, что вся гипотеза не имѣетъ физико-географическаго основанія. *ca*) Встрѣча двухъ приливныхъ волнъ и ихъ интерференція не могутъ совершаться въ такой узкой, приблизительно-прямолинейной полосѣ, какую представляютъ озы; совершаясь изо дня въ день и изъ года въ годъ въ различныхъ частяхъ канала — на нѣкоторой площади, а не на линіи, — интерференція волнъ и теченій можетъ дать начало отмели, но отнюдь не грядѣ, всего въ сотню или двѣ метровъ ширины, со склонами въ 20°—30°; нигдѣ, никогда, въ природѣ не наблюдалось ничего подобнаго. *cb*) Если нѣкоторые шотландскіе кемы, можетъ-быть, и занимаютъ такое поперечное положеніе въ долинахъ, сообщающихся съ перевалами, которое г. James Geikie считаетъ подтвержденіемъ своей гипотезы приливовъ, то *безчисленное* количество озовъ, кемовъ и эскеровъ противорѣчитъ ей; озы, спускающіеся *вдоль* по долинамъ нагорья и выходящіе въ открытыя низменности, безчисленные короткіе озы, идущіе по весьма тѣснымъ долинамъ и т. д., совершенно несогласимы съ гипотезою приливовъ. *cc*) Непромытость и неслоистость щебня въ ядрѣ озовъ прямо опровергаютъ эту гипотезу, такъ какъ мы знаемъ несомнѣнно, что наносы, отлагающіеся на днѣ моря вслѣдствіе приливовъ, всегда бываютъ хорошо промыты и слоисты; иначе очевидно и быть не можетъ, такъ какъ приливы, сила которыхъ безпрерывно измѣняется, какъ періодически, такъ и вслѣдствіе случайныхъ причинъ, не могутъ постоянно передвигать наноса, одинаково крупнаго; въ этой истинѣ настолько убѣждены и сами защитники гипотезы, что именно въ промытости и слоистости наноса, входящаго въ составъ кемовъ и эскеровъ, они видятъ ея главное основаніе. Между тѣмъ, ни одинъ изъ нихъ не представилъ до сихъ поръ еще ни одного полнаго разрѣза, изъ котораго слѣдовало бы, что кемы и эскеры дѣйствительно не имѣютъ неслоистаго ядра, какъ шведскіе и финскіе озы: всѣ свѣдѣнія ограничиваются наружными слоями; и наоборотъ, все, что намъ извѣстно о тѣсной связи и переходахъ между грядами изъ ледниковаго щебня и эскерами и кемами (drumlins и eskers, shoal- и bar-eskers, boulderclay-ridges и kames), заставляетъ думать, что ирландскіе и шотландскіе эскеры и кемы ничѣмъ не отличаются отъ шведскихъ озовъ третьяго типа; *cd*) указываемое г. Kinahan'омъ различіе состава (наружныхъ частей) въ эскерахъ, лежащихъ въ Ирландіи выше и ниже 90 метровъ абс. выс., вполнѣ объясняется тѣмъ, что послѣдніе подвергались въ наружныхъ слояхъ водной переработкѣ моремъ, которое достигало приблизительно этой высоты,

и что они покрывались береговыми отложеніями. *ce)* Всякія разсужденія о томъ, какія направленія и силу имѣли приливы втораго фазиса ледниковаго періода и по какимъ линіямъ происходила интерференція приливныхъ волнъ,— по меньшей мѣрѣ преждевременны. Наши свѣдѣнія о приливахъ такъ еще недостаточны, что мы не могли бы рѣшить такой задачи à priori даже при заданномъ точномъ рельефѣ архипелага и окружающихъ его морей; тѣмъ невозможнѣе рѣшеніе ея въ данномъ случаѣ, когда объ очертаніяхъ и рельефѣ морей ледниковаго періода мы можемъ составлять лишь самыя гадательныя гипотезы. *cf)* Встрѣчи приливныхъ волнъ происходятъ и происходили повсемѣстно на земномъ шарѣ; озы-же строго ограничены въ своемъ распространеніи извѣстными широтами; они встрѣчаются только тамъ, гдѣ залегаютъ ледниковый щебень и ледниковыя глины.

71 — *d. Озы и рифы.* Прежде всего,—очевидно, что эта гипотеза оставляетъ не объясненными всѣ большіе озы въ десятки и сотни километровъ длины; она можетъ относиться только до короткихъ грядъ. Но и относительно этихъ послѣднихъ она встрѣчается со многими противорѣчіями: *da)* всякій наносный рифъ имѣетъ форму треугольной призмы, вдавшейся въ море отъ отрога материка; озы же не имѣютъ ни этой формы, ни этого положенія *) *db)* озъ, проходящій по повышающейся и понижающейся мѣстности, уже не можетъ быть рифомъ; таково однако большинство озовъ; *dc)* безчисленные озы въ долинахъ не могли возникнуть изъ рифовъ; *dd)* тѣ рифы, которые вдаются въ море въ видѣ узкой цѣпи камней, имѣющей на нѣкоторомъ протяженіи одинаковую ширину, и которые такъ изобильны въ Финскомъ заливѣ и Балтійскомъ морѣ, суть по всей вѣроятности морены, размытыя моремъ и выступающія изъ воды своими гребнями; многочисленные, параллельные рифамъ, озы и морены, встрѣчающіеся по берегамъ названныхъ морей, и разрушенные въ тѣхъ своихъ частяхъ, которыя были открыты прибою, заставляютъ признать, что въ громадномъ числѣ случаевъ *озы* даютъ начало рифамъ, а не наоборотъ **). Кромѣ того, при распространенности телескопическаго изборожденія въ Финляндіи и Эстляндіи, многіе рифы могутъ возникать вслѣдствіе размыванія ледниковаго наноса, покрывающаго грядовидно-испаханную твердую породу; причемъ льды, накатывая валуны на берегъ (см. XIII и XVII гл.), могутъ содѣйствовать до нѣкоторой степени увеличенію рифа ***). Замѣчаніе *cf)* предыдущаго параграфа прилагается и къ этой гипотезѣ.

---

*) Сходныя съ этимъ гряды существуютъ мѣстами, но вслѣдствіе другихъ причинъ. Это—хоботы изъ ледниковаго щебня, образующіеся на продолженіи горныхъ отроговъ или позади горныхъ бугровъ (подобныхъ Саду среди Ледянаго Моря). Такія гряды, состоящія изъ типичнаго мореннаго щебня, *всегда* имѣютъ однако направленіе движенія льда.

**) Таковы дѣйствительно, по наблюденіямъ г. Полякова, цѣпи островковъ и рифы въ Выборгскомъ заливѣ; таковы *были* отдѣльныя части Юввескюльскаго оза и Пунгахарью, когда омывающія ихъ озёра достигали высшаго уровня.

***) Есть также полное основаніе думать, что такія подводныя гряды, какъ Chesil bank въ Дорсетшейрѣ, или Boulder bank у горы Нельсонъ въ Новой Зеландіи (Novara-Reise) и др., суть также ничто иное, какъ выступающія теперь изъ воды, ранѣе существовавшія ледниковыя гряды.

72. — *c) Гипотеза размыванія.* — Гипотеза, по которой озы вообще (г. Гельмерсенъ), или одни только озы въ долинахъ (г. Тёрнебомъ) суть остатки размытаго дилувіальнаго покрова, не имѣетъ основаній, ни въ физико-географическихъ, ни въ геологическихъ наблюденіяхъ. *ca*) Уже одна мысль о томъ, что для возникновенія этимъ путемъ многихъ восточныхъ озовъ средней Швеціи, размываніе должно было удалить массу дилувія не менѣе 30 метровъ толщины, на пространствахъ въ 30 до 100 или даже нѣсколькихъ сотъ километровъ по сторонамъ оза, оставивъ на мѣстѣ только узкую гряду, имѣющую нѣсколько километровъ длины и параллельные склоны,—дѣлаетъ эту гипотезу вполнѣ невѣроятною. Затѣмъ, *cb*) до сихъ поръ, нигдѣ, никогда, еще не было замѣчено, чтобы размываніе, какъ новѣйшее (въ Южной Африкѣ, въ Сіеррѣ-Невадѣ, на Сунгари и т. д. и т. д.), такъ и древнее (размываніе уэльдскаго мѣла, московской юры и т. п.), — какъ бы оно ни было обширно,—оставляло по себѣ тѣ длинныя, узкія гряды, которыя представляютъ озы; и на оборотъ, все что́ мы знаемъ о размываніи, даетъ намъ право утверждать à priori, что образованіе этимъ путемъ длинныхъ и узкихъ грядъ принадлежитъ къ области невозможнаго: оно противорѣчитъ извѣстнымъ донынѣ *законамъ* размыванія; *cc*) тоже относится и до болѣе ограниченной формы гипотезы, защищаемой г. Тёрнебомомъ: какъ ни обширно бываетъ размываніе аллувія, многими рѣками въ своихъ долинахъ, но ни въ одной долинѣ земнаго шара мы не видимъ, чтобы въ результатѣ этого размыванія получались гряды, подобныя озамъ: мы вовсе не встрѣчаемъ озовъ ниже извѣстныхъ широтъ; и мы не знаемъ также ни одной долины, гдѣ бы существовали условія, необходимыя для возникновенія такихъ грядъ, т.-е. гдѣ бы, на значительномъ протяженіи, текли рядомъ, въ одной ложбинѣ, двѣ параллельныя рѣки; такой параллелизмъ рѣкъ противорѣчилъ бы всѣмъ извѣстнымъ до нынѣ законамъ образованія рѣчныхъ руслъ. И, даже тамъ, гдѣ вслѣдствіе предсуществованія въ долинѣ оза или морены, какой-нибудь притокъ, не имѣя возможности соединиться съ рѣкою, течетъ на короткомъ протяженіи параллельно ей,—даже и тамъ, отдѣляющая его преграда стремится уничтожиться размываніемъ побочныхъ ручьевъ; рѣки въ долинахъ уничтожаютъ предсуществующіе озы, а не возводятъ ихъ. *cc*) Геологически, гипотеза также не подверждается фактами: мы не знаемъ ни одного оза, состоящаго изъ горизонтально-отложенныхъ слоевъ: обнаженьице на Пунгахарью, на которое указывалъ г. Гельмерсенъ и ссылается теперь г. Тёрнебомъ (не говоря уже объ его ничтожной величинѣ: 10 ф. высоты, при высотѣ оза около 100 ф.), не могло быть отыскано при нашемъ посѣщеніи оза вмѣстѣ съ ак. Гельмерсеномъ; и если здѣсь не произошло какой-нибудь другой ошибки—оно во всякомъ случаѣ должно относиться не къ озу, а къ одному изъ его придаточныхъ островковъ, въ которыхъ дѣйствительно встрѣчаются новѣйшія отложенія горизонтально-наслоеннаго песка и ила; самый же озъ *нигдѣ* не представляетъ поперечнаго обнаженія. *ee*) Гипотеза, въ томъ и другомъ видѣ, требуетъ такой мощности дилувія, или подледниковой морены, которая не подтверждается наблюденіями; нѣтъ никакихъ указаній на то, чтобы плоскія возвышенности Финляндіи, или долины рѣкъ Швеціи были заполнены нужными толщами наноса, а между тѣмъ эти толщи ни въ какомъ случаѣ не могли бы исчезнуть безслѣдно, не оставивъ по себѣ очень большихъ обрывковъ на склонахъ долинъ, или по краямъ бассейновъ; множество

озовъ превышаютъ также своею вершиною уровень смежныхъ наносовъ, даже аллувіальныхъ. Наконецъ, *ее*) гипотеза размыванія ни въ какомъ случаѣ не можетъ ограничиться одними долинами, какъ это дѣлаетъ г. Тёрнебомъ: озъ, выходя изъ долинъ на равнины, дѣйствительно нерѣдко командуетъ надъ всею окрестностью (какъ замѣтилъ уже Эрдманъ); и, если бы мы предположили, что въ долинѣ онъ возникъ путемъ размыванія подледниковой морены, то тоже объясненіе мы должны были бы приложить и къ той его части, которую видимъ въ равнинѣ. Но, такъ какъ здѣсь потребовалось бы уже размываніе на площади въ нѣсколько сотъ тысячъ квадр. километровъ; и такъ какъ сохраненіе послѣ такого размыванія узкаго оза принадлежало бы уже къ области крайне-невѣроятнаго, то надо думать, что поддерживать гипотезу въ этой формѣ не рѣшится ни одинъ изъ тѣхъ геологовъ, которые ограничили ее одними долинами. Между тѣмъ, она неизбѣжно должна быть принята ими и въ этой формѣ, такъ какъ невозможно указать никакого различія между озомъ въ тѣсной долинѣ и его продолженіемъ на равнинѣ.

Воронки озовъ.

73.—Говоря объ озахъ, слѣдуетъ упомянуть еще о *воронкахъ* (åsgropar), т.-е. о круглыхъ, эллиптическихъ, или продолговатыхъ ямахъ, замѣчаемыхъ на вершинахъ и на склонахъ этихъ грядъ. Онѣ бываютъ отъ нѣсколькихъ метровъ до 20—25 метровъ глубины и достигаютъ иногда болѣе сотни метровъ по наибольшему измѣренію; круглыя и эллиптическія ямы имѣютъ конусовидную форму, продолговатыя-же иногда принимаютъ форму глубокаго, узкаго и длиннаго корыта. Часто, воронка, пробитая въ ядрѣ оза, бываетъ почти вся заполнена позднѣйшими, прѣсноводными или морскими наносами, въ томъ числѣ — и арктическими глинами. — Однѣ изъ этихъ воронокъ могли возникнуть вслѣдствіе подземнаго обращенія воды среди озовъ и размыванія ею нѣкоторыхъ удобопроницаемыхъ слоевъ, изъ которыхъ она уноситъ мелкія части, производя такимъ образомъ постепенное осѣданіе вышележащихъ слоевъ (K. Nordenskjöld).—Но такое объясненіе уже не приложимо къ тѣмъ случаямъ, гдѣ воронка замѣчается въ самомъ ядрѣ оза, состоящемъ изъ плотнаго, непроницаемаго для воды ледниковаго щебня. Эти послѣднія воронки,—а къ нимъ принадлежитъ, повидимому большинство, — возникли, по всей вѣроятности, такимъ же путемъ, какъ и «котлы великановъ», т.-е. вслѣдствіе выкапыванія наноса водопадами ледянаго покрова. Многочисленныя ямы, совершенно тѣхъ же формъ и размѣровъ, замѣчаемыя среди всѣхъ болѣе рыхлыхъ породъ, въ странахъ покрывавшихся льдомъ (въ томъ числѣ и въ прибалтійскомъ мѣлѣ) служатъ подтвержденіемъ этого объясненія. Что же касается до удлиненныхъ ямъ (въ родѣ изборожденной на планѣ и рисункѣ оза у С.-Михеля въ IX главѣ),—ось которыхъ всегда бываетъ направлена вдоль оза,—то (помня происхожденіе ядра оза изъ подледниковыхъ моренъ), онѣ вполнѣ объяснялись бы относительными движеніями морены, или ледянаго покрова, и точекъ, въ которыя падаютъ водопады (см. XVI гл.), или же — перемѣщеніями самихъ этихъ точекъ при движеніи льда. — Догадка, по которой предполагается, что воронки выкопаны льдинами, въ громадномъ большинствѣ случаевъ совершенно не приложима: она вовсе не можетъ объяснить тѣхъ глубокихъ

воронокъ и ямъ, со склонами въ 20°—30°, которыя встрѣчаются въ такомъ большомъ числѣ, на всѣхъ высотахъ, въ Швеціи и Финляндіи.

Заключенія.

74.—Различныя гряды, находящіяся въ связи съ ледниковымъ періодомъ, могутъ быть, слѣдовательно, классифицированы слѣдующимъ образомъ:

1. Гряды изъ твердой горной породы, покрытыя наносомъ.

(Озы перваго типа).

a) Невысокія, пологія гряды, выточенныя въ мѣстной горной породѣ, но не находящіяся въ связи съ отрогами горъ, независимыя отъ простиранія породъ, и параллельныя изборожденію, покрытыя на поверхности ледниковымъ или воднымъ наносомъ.

Или *b*) цѣпи яйцевидныхъ бугровъ изъ твердой породы (бараньихъ лбовъ), соединенныхъ въ одну гряду наносами.

2. Гряды изъ ледниковаго щебня, не покрытыя воднымъ наносомъ.

(Озы втораго типа, морены ледянаго покрова, складки поддонной морены).

Krossås Sver. Geol. Und.; *horseback* Agassiz; *parallel ridges of drift* Shaler; *drumlin* Close; *boulderclay-ridges and mounds* Великобр. геол., *pinel-hillock* Mackintosh, *esker-like mound*, *shoal-esker* Kinahan, etc.; *traînée of drift* Murchison; *convoi de blocs erratiques* франц. геол., (размытыя морены); *сельга?* Иностранцевъ.

Гряды, состоящія изъ ледниковаго щебня обѣихъ разновидностей, или одной нижней (ледниковой глины съ валунами); щебень иногда слегка видоизмѣненъ водою въ наружныхъ частяхъ.

3. Гряды изъ ледниковаго щебня, покрытыя слоистыми наносами.

(Собственно-озы, озы третьяго типа).

Raa Kjerulf; *rullstenås* и *sandås* Sver. Geol. Und.; *kame*, или *kaim*, и *esker* Великобр. геол.; *bar-esker* и отчасти *shoal-esker?* Kinahan; *Revler?* Forchhammer; отчасти — *horseback* Agassiz; *shooting dyke* Сѣверо-Амер. геол.; *lake-ridge* Lyell, Newberry et Agassiz (1850); отчасти—*traînée of drift* Murchison; *свиные хребты* Новгор. губерніи.

Гряды, состоящія изъ неразсортированной, неслоистой и непромытой болванки ледниковаго щебня, большею частію нижней разновидности, покрытыя разсортированными, мелко-слоистыми, промытыми наносами, преимущественно—береговыми, которые налегаютъ на болванкѣ сѣдловидно.

Изъ нихъ заслуживаютъ особаго упоминанія *зарытые*, или *погребенные озы*, которыхъ болванка залегаетъ ниже поверхности смежнаго мощнаго аллувія, или весьма мало возвышается надъ нею; вслѣдствіе чего, въ обнаженіи, доходящемъ до уровня смежной почвы, обнаруживаются одни сѣдловидные слои покрова, ядро-же становится видимымъ только при дальнѣйшемъ углубленіи обнаженія.

II. ПРИМѢЧАНІЯ.

Примѣчаніе А.

къ стрр. 496—530 и 594—598.

Пластичность льда.

Новые опыты г. Пфаффа. — Опыты г. Бьянкони. — Опыты г. Тиндалля. — Выводы относительно пластичности льда. — Замѣтка по поводу одного сравненія, встрѣчающагося у г. Кролля и г. Джейки.

Утвержденія, высказанныя въ текстѣ относительно пластичности льда, подтвердились во время печатанія книги еще новыми опытами, д-ра Пфаффа, — изслѣдователя ледниковъ, на котораго я уже не разъ ссылался раньше, по другому вопросу. Такъ какъ эти опыты, путемъ прямого численнаго опредѣленія, показываютъ намъ, какъ слабо давленіе, потребное для проявленія во льдѣ пластичности, — тогда какъ раньше мы составляли себѣ понятіе объ этой, весьма важной для насъ величинѣ только косвеннымъ путемъ, — и такъ какъ они нѣсколько содѣйствуютъ также разъясненію зависимости между скоростью ледниковъ и температурою воздуха, — то я изложу здѣсь ихъ главные результаты. Вмѣстѣ съ тѣмъ я упомяну объ опытахъ проф. Бьянкони, оставшихся мнѣ прежде неизвѣстными, и, въ заключеніе, нѣсколько обстоятельнѣе формулирую выводы, къ которымъ приводитъ насъ совокупность изслѣдованій о физическихъ свойствахъ льда. Въ концѣ я прибавлю, наконецъ, нѣсколько соображеній, по поводу одного замѣчанія, попадающагося въ послѣднихъ сочиненіяхъ гг. Кролля и Джемса Джейки (Climate and Time и The Great Ice-Age).

Исходя изъ той, совершенно вѣрной мысли, что Тиндалль, Треска, Хельмхольцъ и другіе, дѣлавшіе опыты надъ льдомъ, стремясь достигнуть въ очень короткое время большихъ измѣненій формы, подвергали ледъ очень сильнымъ давленіемъ, тогда какъ, говоря о пластичности льда, всего нужнѣе было знать *наименьшее* давленіе, подъ которымъ это тѣло начинаетъ претерпѣвать постоянныя измѣненія формы, — д-ръ Пфаффъ сдѣлалъ зимою 1875 года рядъ опытовъ, чтобы опредѣлить численно эту величину. Для этого онъ употребляетъ слѣдующій пріемъ. На кусокъ льда онъ ставитъ стоймя пустые желѣзные цилиндры или полыя призмы, и затѣмъ подвергаетъ ихъ на долгое время извѣстному небольшому давленію, тщательно

опредѣляемому всякій разъ. Тогда, не смотря на слабость давленія, которому подвергаются цилиндры и призмы, эти тѣла, при всякой температурѣ до —12°, медленно вдавливаются въ ледъ, какъ будто въ пластичное тѣсто, т. е. входятъ въ него совершенно также, какъ кусокъ дерева сталъ бы вдавливаться въ воду, или — какъ стальной стержень въ опытахъ г. Треска входитъ въ полужидкую глину, въ воскъ, или въ мягкій свинецъ. Такъ, напримѣръ, пустой цилиндръ въ 11,5 мм. діаметра, со стѣнками въ 1,7 мм. толщины, при температурахъ отъ —4° до —1°, и подъ давленіемъ всего въ 2 атмосферы, вдавливался въ ледъ на 1¼ мм. въ 12 часовъ; а при температурахъ отъ —1° до +0°,5 вдавливаніе, при томъ же давленіи, шло даже довольно быстро, т. е. на 3 мм. въ 2 часа; и даже при температурахъ отъ —12° до —6°, цилиндръ входилъ въ ледъ, подъ давленіемъ 5-ти атм., въ 5 дней на 1 мм., т. е. по 0,008 мм. въ часъ. Слѣдуетъ замѣтить при этомъ, говоритъ г. Пфаффъ, что вдавливаніе происходило здѣсь не потому, чтобы ледъ подтаивалъ, подвергаясь усиленному давленію подъ стѣнками цилиндра, а единственно въ силу пластичности льда, т. е. — внутренняго относительнаго движенія частицъ. При опытѣ вовсе не образовывалось воды; ледяной стержень, вошедшій во внутрь пустаго желѣзнаго цилиндра, такъ плотно былъ вогнанъ въ него, что, срѣзанный потомъ, не вывалился, а держался силою тренія; этого очевидно не могло бы быть, если бы ледъ кругомъ сколько-нибудь обтаивалъ вокругъ стѣнокъ [1]).

При температурахъ выше нуля, ледъ становится еще болѣе пластичнымъ. Такъ, стальная призма, подвергнутая давленію всего въ 1/10 атмосферы, окруженная большою шапкою снѣга, чтобы предохранить ее отъ поглощенія тепла изъ воздуха, входила въ ледъ, при температурѣ воздуха въ +2°,5, на 14 мм. въ 3 часа; ледъ успѣвалъ стаять въ это время съ поверхности всего на ¼ миллиметра.

Такимъ образомъ мы видимъ, что при температурахъ отъ —12° до +2°,5 и при очень небольшихъ давленіяхъ (которыя соотвѣтствовали бы давленіямъ ледяныхъ столбовъ отъ 50 метровъ до полуметра высоты), ледъ оказывается тѣломъ совершенно пластичнымъ, какъ воскъ или лѣпная глина; и сдѣланный въ текстѣ разсчетъ, что для проявленія свойствъ полужидкости во льдѣ, имѣющемъ температуру около нуля, достаточно было бы давленія менѣе 0,14 килогр. на кв. цм. (т. е. 1/7 атмосф., или ледянаго столба около полутора метра высоты), вполнѣ подтверждается, слѣдовательно, численными опредѣленіями г. Пфаффа. Конечно, пластичность льда окажется очень мала, если сравнивать ее, напримѣръ, съ пластичностью полужидкаго глинянаго тѣста,—въ такое тѣсто призма могла бы вдавливаться на нѣсколько центиметровъ въ часъ; но она совершенно достаточна для объясненія

[1]) Хотя можно быть вполнѣ увѣреннымъ, что при слабыхъ давленіяхъ, съ которыми дѣлалъ свои опыты г. Пфаффъ, пониженіе температуры таянія давленіемъ не должно имѣть никакого вліянія, (оно могло доходить только до 0°,015, что при температурахъ отъ —4° до —1° не имѣло бы никакого значенія) но для окончательнаго устраненія споровъ, слѣдовало бы сдѣлать опытъ надъ кускомъ льда, сложеннымъ изъ пластинокъ. Тогда расплющиваніе и изгибаніе пластинокъ, которое навѣрно будетъ замѣчено также, какъ въ опытахъ г. Треска, устранитъ всякую возможность сомнѣнія.

пластичнаго движенія ледниковъ, такъ какъ мы видѣли выше, что точки ледника, отстоящія другъ отъ друга на одну линію, опережаютъ другъ друга въ сутки не болѣе какъ на 0,000 014 до 0,000 500 дюйма, т. е. на 0,000 014 мм. до 0,000 521 мм. въ часъ, тогда какъ въ самомъ медленномъ вдавливаніи у г. Пфаффа относительное движеніе смежныхъ частицъ доходитъ въ тоже время до 0,008 миллиметра [2]).

Другой рядъ опытовъ былъ сдѣланъ г. Пфаффомъ надъ изгибаніемъ ледяныхъ досокъ; онъ далъ тѣже результаты, что̀ и въ упомянутыхъ въ текстѣ изслѣдованіяхъ гг. Метьюза и Фроуда, и г. Мозли. Но нѣкоторыя частности, превосходно обнаруживающія зависимость гибкости льда отъ температуры, заслуживаютъ вниманія. Такъ, доска въ 52 × 2,5 × 1,3 цм., положенная на подпорки, отстоящія другъ отъ друга на 51 цм., въ 7 дней (съ 8 по 15 февр.), при температурахъ отъ —12° до —3°,5, изогнулась на 11,5 мм.; затѣмъ температура воздуха стала повышаться, но до 12 часовъ 16-го февраля она была все еще ниже нуля; это повышеніе, однако, значительно ускорило изгибаніе, ибо съ 8 час. утра до 8 час. вечера этого дня доска изогнулась на цѣлыхъ 9 мм. (всего значитъ 20,5 мм.). Между тѣмъ, при самомъ тщательномъ разсматриваніи льда и особенно—нижней поверхности, «не было замѣтно ни малѣйшаго слѣда какой бы то ни было трещинки». Потомъ, 17-го, доска еще изогнулась на 3 мм., а въ 5 час. веч., при температурѣ + 3°, она разломилась на двое. Такой изгибъ, въ 23,5 мм. при длинѣ въ 51 цм., ясно свидѣтельствуетъ— замѣчаетъ г. Пфаффъ—что ледъ вовсе не такъ неуступчивъ медленно дѣйствующему тяженію, какъ это утверждалось до сихъ поръ.

---

[2]) Описанный сейчасъ рядъ опытовъ полезенъ еще въ томъ отношеніи, что вполнѣ устраняетъ одно возраженіе, сдѣланное по поводу опытовъ г. Метьюза. Правда, что это возраженіе—на мой взглядъ—скорѣе похоже на полемическій пріемъ, чѣмъ на научное сомнѣніе, но во всякомъ случаѣ устранить его не безполезно. Когда, въ 1869 году, былъ поднятъ г-мъ Мозли споръ о свойствахъ льда, изложенный выше на стр. 594—603, и гг. Метьюзъ и Фроудъ сдѣлали свой опытъ надъ изгибаніемъ ледяной доски, то г. Кролль замѣтилъ между прочимъ, что этотъ опытъ еще ничего не доказываетъ,—что изгибаніе доски было бы неизбѣжнымъ слѣдствіемъ каждой изъ предложенныхъ гипотезъ движенія ледниковъ; и что середина доски точно также должна была бы опускаться и по теоріи г. Мозли, такъ какъ поперечное расширеніе и сжиманіе тѣла при перемѣнахъ температуры, оба стремились бы вызывать, при каждой перемѣнѣ, нѣкоторое опусканіе центра тажести,—въ силу тѣхъ же причинъ, которыми г. Мозли доказываетъ необходимость сползанія ледника и свинцовыхъ досокъ по скату (ср. выше, стр. 563). Тоже замѣчаніе мы находимъ и въ недавно появившейся книгѣ г. Кролля «Climate and Time», хотя онъ и замѣчаетъ впрочемъ, что «конечно, вовсе не думаетъ утверждать, чтобы изгибаніе доски производилось [этимъ путемъ] теплотою» (p. 500). — Въ настоящее время, сомнѣніе, набрасываемое этимъ замѣчаніемъ, окончательно устраняется опытами г. Пфаффа. Вдавливаніе призмъ въ ледъ происходитъ уже навѣрно безъ всякаго вмѣшательства поочередныхъ расширеній и сжиманій льда: оно есть слѣдствіе одной пластичности, т. е. свободы относительнаго движенія частицъ.—Ср. также ниже, опытъ г. Бьякони надъ *крученіемъ* льда.

Наконецъ опытъ, сдѣланный съ цѣлью непосредственнаго измѣренія «растяжимости» льда (т. е., способности выдерживать неупругія удлиненія), не удался, по случайнымъ причинамъ [3]), впрочемъ, до прекращенія опыта все-таки было измѣрено удлиненіе ледянаго стержня на 1 мм. въ теченіе шести сутокъ, при тѣхъ же низкихъ температурахъ отъ —12° до—3°,5; такимъ образомъ, относительное удлиненіе было приблизительно около 0,000 015 въ часъ [4]).

Изъ этихъ опытовъ г. Пфаффъ заключаетъ, что когда температура льда и окружающей среды, хотя и ниже нуля, но близка къ этой точкѣ, то ледъ свободно измѣняетъ свою форму, какъ подъ давленіемъ, такъ и подъ тяженіемъ, и что—особенно по отношенію къ давленію—онъ долженъ быть разсматриваемъ, какъ въ высшей степени пластичное тѣло. При этихъ температурахъ, самое малое давленіе оказывается достаточнымъ, чтобы привести въ движеніе его частицы, и его пластичность обращается въ нуль *только тогда*, когда само давленіе становится равно нулю. Съ пониженіемъ же температуры, пластичность льда замѣтно убываетъ, и въ этомъ обстоятельствѣ г. Пфаффъ видитъ совершенно достаточное объясненіе того факта, что скорость ледниковъ находится въ такой тѣсной зависимости отъ температуры воздуха [5]).

Опыты Болоньскаго профессора г. Бьянкони, о которыхъ я могъ упомянуть во время печатанія книги только въ выноскѣ на стр. 576-й [6]), уже утрачиваютъ отчасти свой интересъ послѣ болѣе подробныхъ изслѣдованій г. Пфаффа. Но работа г. Бьянкони заслуживаетъ самаго полнаго вниманія, какъ по тому, что она была начата еще въ то время (1866 и 1867; издана въ 1871), когда гипотеза раздробленія и смерзанія царствовала безраздѣльно, такъ и потому, что поводомъ къ опытамъ послужили именно сомнѣнія Болоньскаго профессора (прекрасно изложенныя) въ достаточности этой гипотезы.

Замѣтивъ, что полная пластичность большихъ массъ льда во всякомъ случаѣ свидѣтельствуетъ о присутствіи во льдѣ нѣкоторой степени пластичности, проф. Бьянкони останавливается на томъ соображеніи, что чрезвычайная хрупкость какого-нибудь тѣла по отношенію ко всякому внезапному

---

[3]) Въ растягиваемомъ брусѣ были просверлены на концахъ два ушка, чтобы подвѣшивать самый брусъ и грузъ; при повышеніи температуры 16-го февраля, бичевки, пропущенныя въ ушки, прорѣзали ледъ.

[4]) Эта величина очевидно еще не выражаетъ дѣйствительно возможнаго удлиненія, такъ какъ здѣсь взято только *среднее*; между тѣмъ, въ первые дни, при очень низкой температурѣ, удлиненіе очевидно шло значительно медленнѣе средняго, въ послѣдніе же дни—значительно быстрѣе.

[5]) Dr. Fr. Pfaff, Versuche über die Plasticität des Eises, въ Poggendorff's Annalen, Bd. 155, 1875, pp. 169—174. Обстоятельное изложеніе этихъ опытовъ см. также въ англійскомъ журналѣ «Nature», vol. 12, 19 Aug. 1875, pp. 316 and 317.

[6]) C. Bianconi, Esperienze intorno alla flessibilità del ghiaccio, въ Memorie della Academia delle Scienze dell'Instituto di Bologna, 1871, seria III, tomo I, pp. 155—168, съ рисунками, изображающими изгибаніе и крученіе ледяныхъ брусьевъ и досокъ.

дѣйствію внѣшней силы нисколько не противорѣчитъ тому, чтобы тоже тѣло до нѣкоторой степени обладало въ тоже время пластичностью. Мы знаемъ, говоритъ онъ, что существуютъ въ природѣ тѣла, въ которыхъ оба эти качества проявляются совершенно одновременно; такъ напр. палка сюргуча дробится при слабомъ ударѣ, а между тѣмъ (при той же температурѣ) она свободно изгибается, если нѣкоторое долгое время лежитъ въ положеніи вызывающемъ изгибъ [7]). Но, такъ какъ пластичность подобныхъ тѣлъ весьма мала, и легко замаскировывается проявленіями хрупкости, то обнаружить ее возможно только *точными* и *тщательными* наблюденіями. Правда, что въ «Теплотѣ» Тиндалль утверждаетъ, что *«самые тяжные опыты* (les expériences les plus délicates) надъ способностью льда уступать тяженію, растягиваться какъ деготь, не могли обнаружить въ немъ этого свойства» [8]); но, замѣчаетъ г. Бьянкони, «хотя наука въ ея современномъ состояніи, по этой причинѣ, такъ-сказать почти налагаетъ молчаніе на всякіе дальнѣйшіе споры касательно пластичности или гибкости льда,—я не могъ однако согласиться, чтобы по этому вопросу было уже произнесено послѣднее слово, и чтобы столь положительныя утвержденія Форбза были лишены всякаго основанія. Я не могъ устранить отъ себя предположенія, что ледъ, въ числѣ другихъ физическихъ свойствъ, обладаетъ также и нѣкоторою, неясно выраженною гибкостью». Поэтому, г. Бьянкони и «предпринялъ нѣсколько опытовъ, въ которыхъ старался обнаружить, если возможно, гибкость льда,—окончательно устраняя при этомъ всякую возможность смерзанія» [9]).

---

[7]) Этотъ отвѣтъ, между прочимъ, дѣлалъ своимъ возражателямъ уже Форбзъ.

[8]) Tyndall, Chaleur, p. 180, цитируемый г. Бьянкони.—Въ „Альпійскихъ ледникахъ“ Тиндалль нѣсколько измѣнилъ это утвержденіе, говоря, что „до сихъ поръ не существуетъ ни одного опыта надъ большими или малыми массами который показывалъ бы, что ледъ сколько-нибудь обладаетъ способностью къ растяженію, которая повидимому есть самая сущность вязкости“ (Альп. ледн., § 18). Не имѣя конечно права сомнѣваться въ существованіи и убѣдительности опытовъ, о которыхъ Тиндалль такъ положительно говоритъ въ „Теплотѣ“, намъ остается только пожалѣть, что онъ не познакомилъ насъ съ этими деликатными опытами, которые могли бы такъ неопровержимо подтвердить его утвержденіе объ отсутствіи во льдѣ „растяжимости“, а прибѣгалъ вмѣсто нихъ къ тѣмъ грубымъ опредѣленіямъ „растяженія“ діагоналей въ ледникѣ, о которыхъ я говорилъ на стр. 508—514. Въ общихъ сочиненіяхъ, посвященныхъ Тиндаллемъ ледникамъ (Альп. ледн., Въ Альпахъ, и Вода), мы во всякомъ случаѣ не находимъ описанія этихъ опытовъ.

[9]) Какъ фактъ, любопытный въ исторіи науки, не мѣшаетъ напомнить, что изгибаніе ледяныхъ досокъ, которымъ такъ охотно теперь занимаются, было замѣчено и описано уже лѣтъ двадцать тому назадъ, въ весьма распространенномъ сочиненіи: д-ръ Пфаффъ говоритъ, что уже Кенъ упоминалъ, что льдина (слѣдовательно, очень толстая ледяная доска), надвинувшись на другія льдины, изгибается по прошествіи нѣсколькихъ мѣсяцевъ, если середина ея остается на вѣсу.—Надо думать, что тоже повторится вскорѣ и съ неупругимъ изгибаніемъ стеклянныхъ и стальныхъ палокъ, которое служитъ такимъ превосходнымъ подтвержденіемъ пластичности хрупкихъ тѣлъ. Хотя Понселэ упоминаетъ объ этомъ фактѣ, какъ объ явленіи, не только ему хорошо извѣстномъ, но и общеизвѣстномъ, но до сихъ поръ мнѣ ни разу еще не встрѣчалось ссылки на этотъ фактъ въ много-

Всѣ опыты производились при высокихъ температурахъ, т.-е. около нуля и свыше, до +5°. Вслѣдствіе этого, г. Бьянкони могъ достигать несравненно большихъ измѣненій формы, чѣмъ тѣ, о которыхъ мы упоминали до сихъ поръ. Такъ, напримѣръ, въ одномъ, наиболѣе выдающемся опытѣ, большая доска изъ зернистаго льда, въ 1,50 метра длины, 30 цм. ширины и 10 цм. толщины, изгибалась такъ, что стрѣлка изгиба доходила до 23 цм. Или, давши доскѣ изогнуться въ одномъ направленіи, г. Бьянкони переворачивалъ её выпуклостью кверху и заставлялъ такимъ образомъ изгибаться снова, уже въ противоположную сторону. И при этомъ, въ большинствѣ опытовъ, доски нагружались еще по срединѣ добавочнымъ грузомъ, иногда довольно большимъ; но, не смотря на то, онѣ все-таки не разламывались. — Наконецъ, любопытно, что г. Бьянкони подвергалъ ледъ *кручснію*, т. е. закрѣплялъ, напримѣръ, середину доски въ горизонтальномъ положеніи, а оба ея конца подвергалъ дѣйствію двухъ, привязанныхъ къ нимъ рычаговъ, стремившихся вращать доску на продольной оси въ двухъ противоположныхъ направленіяхъ. Доска постепенно скручивалась вслѣдствіе этого, какъ пластинка воска [10]).

Опыты дѣлались, какъ надъ естественно-образовавшимся льдомъ, такъ и надъ искусственно-спресованнымъ изъ снѣга и воды. Послѣдній обнаруживалъ бо́льшую пластичность; но и въ томъ и другомъ не появлялось при измѣненіяхъ формы ни малѣйшей трещинки; впрочемъ—какъ справедливо замѣчаетъ г. Бьянкони (p. 163)—это понятно само собою, ибо малѣйшая трещинка навѣрно вызвала бы разрывъ досокъ. Ледъ оставался, однако, въ тоже самое время хрупкимъ, такъ какъ именно тогда, когда онъ такъ пластично изгибался подъ постояннымъ дѣйствіемъ слабыхъ силъ,—малѣйшій неосторожный толчокъ уже влекъ за собою раздробленіе. Этимъ и объясняется, между прочимъ, неудача многихъ опытовъ, особенно при низкой температурѣ, такъ какъ г. Бьянкони не довольствовался измѣненіями формъ, которыя вызвалъ бы собственный вѣсъ льда, а еще подвергалъ доски дѣйствію внѣшней силы, что́ требуетъ чрезвычайной осторожности, достигаемой только послѣ нѣсколькихъ неудачъ [11]).

численныхъ спорахъ о пластичности.—Кстати замѣчу, что это показываетъ, между прочимъ, какъ мало заботятся вообще возражающіе противъ пластичности льда о провѣркѣ своихъ сужденій обратными индукціями и обратными опытами, и какъ легко смѣшивается простое нежеланіе заняться такими опытами съ ихъ невозможностью.

[10]) Превосходный экземпляръ такой доски, замѣчательный чрезвычайно правильнымъ распредѣленіемъ изгиба на всю длину тѣла, изображенъ въ литографированномъ рисункѣ, приложенномъ къ статьѣ.—Читатель замѣтитъ, что этотъ опытъ также вполнѣ устраняетъ вышеупомянутое сомнѣніе г. Кролли.

[11]) Любопытно, что при температурахъ, въ 0° и ниже, г. Бьянкони не замѣтилъ измѣненій формъ; это объясняется конечно тѣмъ, что, получивши въ первыхъ же опытахъ 1867 года, сдѣланныхъ при болѣе высокомъ стояніи термометра, очень большія измѣненія формъ, онъ вѣроятно уже не употреблялъ потомъ достаточно точныхъ измѣреній, чтобы обнаружить тѣ слабыя изгибанія, которыя происходятъ при низкихъ температурахъ, причемъ и самыя эти низкія температуры продолжались лишь короткое время.

На основаніи этихъ наблюденій, г. Бьянкони заключаетъ, что ледъ обладаетъ очевидною, хотя и малою, гибкостью и пластичностью, въ такихъ случаяхъ, когда исключается всякая мысль о смерзаніи и раздробленіи. Изгибъ ледяной доски—говоритъ онъ—«есть слѣдствіе исключительно внутренняго движенія частицъ, пластиночекъ и зёрнышекъ, изъ которыхъ состоитъ гибкій ледъ. Оно, до извѣстной степени, есть явленіе однородное съ гибкостью доломитовъ, известняковъ и т. п., въ которыхъ смерзаніе, конечно, уже не имѣетъ мѣста» (p. 163).

Тѣже результаты, какъ мы видѣли уже изъ примѣчанія на стр. 576-й, были получены Тиндаллемъ въ его опытахъ надъ изгибаніемъ досокъ изъ *ледниковаго льда*, чѣмъ устраняется окончательно всякое сомнѣніе относительно приложимости изслѣдованій гг. Бьянкони, Метьюза, Фроуда и Мозли къ ледникамъ.

Наконецъ, если бы читатель, не имѣвшій еще случая ознакомиться съ послѣднимъ сочиненіемъ Тиндалля «Вода въ ея формахъ и т. д.» [12]), пожелалъ узнать, какъ повліяли новѣйшія изслѣдованія надъ льдомъ на воззрѣнія автора «Альпійскихъ ледниковъ», или—какъ соглашаетъ авторъ эти новыя изслѣдованія со своими прежними воззрѣніями, то—пусть читатель самъ допытывается объ этомъ у автора «Воды». Въ виду той неопредѣленности изложенія и недомолвокъ, которыя въ «Водѣ» едвали еще не превосходятъ то, что́ мы видѣли въ «Альп. ледн.», нѣтъ никакой возможности говорить что́ бы то ни было о теперешнихъ воззрѣніяхъ Тиндалля относительно льда, пока онъ не отвѣтитъ опредѣленно на цѣлый рядъ вопросовъ: напримѣръ, приходится ли въ *пластичномъ* движеніи ледниковъ какая-нибудь доля на *«раздробленіе* и смерзаніе»? обладаетъ ли ледъ вязкостью, т. е., — не способностью вытягиваться въ нити какъ патока, а свободою внутренняго движенія частицъ, свойственною всѣмъ твердымъ тѣламъ, и, если обладаетъ, то—въ достаточной ли мѣрѣ для объясненія пластичности ледниковъ? если бы, при томъ скольженіи частицъ, о которомъ говорится по поводу жилистаго строенія («Вода», § 67, 489), не происходило вовсе смерзанія, то утратилъ ли бы ледникъ вслѣдствіе этого свою неразрывность? а если нѣтъ,—то чѣмъ доказывается существованіе акта смерзанія *частичекъ*? выдерживаетъ ли ледъ въ опытахъ изгибанія досокъ «растяженія» (т. е. неупругія удлиненія измѣреній), и эти удлиненія равны ли тѣмъ, которыя происходятъ при пластичномъ движеніи ледниковъ? а если выдерживаетъ, то какъ понимать послѣ этого повтореніе слишкомъ извѣстной уже фразы о неуступчивости льда тяженію? и т. д. и т. д. Почтительныхъ отзывовъ о работахъ гг. Бьянкони, Метьюза и Фроуда и намековъ на ихъ значеніе для «будущаго» (§ 60, 411) въ этомъ случаѣ совершенно недостаточно.

Резюмируя теперь вопросъ о пластичности льда, мы можемъ, я думаю, высказать слѣдующія утвержденія:

---

[12]) Tyndall, Water in its Forms etc., изданіе Международной Библіотеки, переведенное и на русскій языкъ, подъ заглавіемъ: „Вода въ видѣ облаковъ и рѣкъ, льда и глетчеровъ. Птб. 1875“.

1.—Ледъ (какъ и всѣ, безъ исключенія, твердыя тѣла) обладаетъ нѣкоторою пластичностью, или вязкостью, т. е.—*свободою внутренняго относительнаго скольженія частицъ* (часточекъ, particules), *характеризующею жидкости*. Скольженіе частицъ во льдѣ (и въ другихъ твердыхъ тѣлахъ) происходитъ по законамъ движенія частицъ въ жидкостяхъ, съ тѣмъ только различіемъ, что передача силы во льдѣ сопровождается нѣкоторою потерею, тогда какъ въ «совершенной жидкости» такой потери не происходитъ; вслѣдствіе этого, во льдѣ, какъ и въ другихъ твердыхъ тѣлахъ, всякая внѣшняя сила имѣетъ лишь ограниченную «сферу дѣйствія», несравненно меньшую, чѣмъ въ большинствѣ жидкостей, типомъ которыхъ можетъ служить вода.

2.—Опытъ доказываетъ, что ледъ обладаетъ этимъ свойствомъ при всѣхъ температурахъ отъ —12° до нуля, а теоретическія соображенія и аналогія съ другими твердыми тѣлами заставляютъ думать, что это свойство присуще льду, хотя и въ меньшей мѣрѣ, при всякой температурѣ, какъ бы она ни была удалена отъ его точки таянія (подобно тому, какъ мы это видимъ, напримѣръ, въ стеклѣ или закаленной стали).

3.—Ледъ принадлежитъ къ тѣламъ, обладающимъ не малою степенью пластичности, т. е.—бо́льшею, напримѣръ, чѣмъ нѣкоторые металлы, въ родѣ свинца, въ которыхъ существованіе этого свойства считается несомнѣннымъ. Другими словами, коэфиціентъ жидкостности (coefficient de fluidité, Tresca) или—что тоже—коэфиціентъ сопротивленія сдвигу (résistance au cisaillement, shearing force), т. е. сила, способная произвести *въ единицу времени* медленное постоянное измѣненіе формы данной величины, во льдѣ очень не великъ, сравнительно съ тѣмъ же коэфиціентомъ во многихъ другихъ твердыхъ тѣлахъ, напримѣръ въ ковкихъ (ductiles) металлахъ, — свинцѣ, или желѣзѣ. Внѣшнія силы, способныя вызвать во льдѣ внутреннія, жидкостныя движенія частицъ, выражающіяся въ короткое время измѣримыми неупругими измѣненіями формы тѣла, весьма невелики: при температурахъ отъ 0° до —12° для этого достаточны давленія отъ двухъ до пяти атмосферъ, т. е. отъ 2 до 5 килогр. на кв. центиметръ. Между тѣмъ, чтобы произвести неупругія измѣненія формы такой же скорости въ свинцѣ или желѣзѣ, потребовалась бы несравненно бо́льшая сила, — хотя, конечно, и не въ 3800 килогр., какъ это опредѣлено, напримѣръ, для болѣе быстрыхъ измѣненій формы въ желѣзѣ.

4.—Коэфиціентъ сопротивленія сдвигу, или коэфиціентъ жидкостности,—если опредѣлять его, какъ это дѣлается теперь, только давленіемъ на единицу поверхности,—зависитъ во льдѣ, (также какъ и во всѣхъ другихъ твердыхъ тѣлахъ) отъ *скорости* производимыхъ въ тѣлѣ измѣненій формы. Въ опытахъ г. Треска́ онъ получался для льда едва ли не до 26 килогр. на кв. цм (ср. примѣч. 109-е на стр. 531 и стр. 531), въ опытахъ г. Мозли онъ колеблется между 5,2 и 8,2 килогр. на квадр. цм., и наконецъ, въ опытахъ г. Хейма онъ можетъ быть принятъ приблизительно въ 5, въ $2_{\frac{1}{2}}$ въ $^1/_3$ и даже въ $^1/_{10}$ килогр. на кв. цм. (я беру только возможные максимумы). Ледъ, слѣдовательно, вполнѣ сходенъ въ этомъ отношеніи съ желѣзомъ, въ которомъ тотъ же коэфиціентъ доходитъ до 3757 килогр. (Tresca) и 3809 килогр. (Fairbairn) при сравнительно-быстрыхъ измѣненіяхъ формы въ опытахъ, но уменьшается въ 3—10 разъ при болѣе медленныхъ измѣненіяхъ

(предѣлъ «прочнаго сопротивленія») и наконецъ падаетъ до нѣсколькихъ десятковъ килограммовъ, если измѣненіе формы производится съ тою медленностью съ какою это бываетъ, напримѣръ, въ нашихъ постройкахъ (ср. стр. 476—477 и 532) [13]). Тоже, повидимому, доказывается и опытами надъ свинцомъ, для котораго, даже въ сравнительно одинаково медленныхъ опытахъ г. Треска, получались такіе различные коэфиціенты, какъ 130, 144, 184 и 204 килограммовъ, а въ опытахъ Коломба — всего около двухъ десятковъ килограммовъ.

5.—Коэфиціентъ жидкостности льда,—также какъ и всѣхъ другихъ тѣлъ,—зависитъ отъ температуры. Вслѣдствіе неизвѣстныхъ еще намъ законовъ частичнаго строенія твердыхъ тѣлъ, ихъ пластичность, т. е. свобода относительнаго движенія ихъ частицъ, возрастаетъ съ температурою тѣла; причемъ это возрастаніе происходитъ особенно быстро при приближеніи къ точкѣ плавленія или таянія. Другими словами, кривая, которая выразила бы зависимость между коэфиціентомъ жидкостности, или коэфиціентомъ сопротивленія сдвигу, и температурою тѣла, оставалась бы весьма мало наклонною къ оси при значительномъ отдаленіи отъ точки таянія, но быстро поднималась бы на послѣднихъ градусахъ передъ этою точкою. Не пускаясь въ гипотетическія объясненія этого факта, достаточно сказать, что онъ весьма хорошо могъ бы согласоваться съ тѣми воззрѣніями на внутреннее строеніе тѣлъ, которыя вырабатываются въ послѣдніе годы трудами молекулярной физики.

6.—Будучи тѣломъ пластичнымъ, ледъ (также какъ и многія другія твердыя тѣла, напр. сталь, стекло, сюргучъ и т. д.) остается въ тоже самое время тѣломъ хрупкимъ; т. е., переводя эти неточныя выраженія на болѣе точныя,—въ то самое время, когда во льдѣ (или стеклѣ, сюргучѣ и т. п.), подъ вліяніемъ непрерывно дѣйствующихъ слабыхъ силъ, происходитъ внутреннее жидкостное скольженіе частицъ, выражающееся для глаза измѣненіями формы тѣла,—*всякое внезапное перераспредѣленіе силъ, или ударъ*, не успѣвши передаться большому числу смежныхъ частицъ, вызываетъ разрывы сплошности, т. е. внезапное отдѣленіе другъ отъ друга бо́льшихъ или меньшихъ частей тѣла на видимыя глазу разстоянія (явленіе, общее и всѣмъ жидкостямъ). Мощное же давленіе, равномѣрно дѣйствующее со всѣхъ сторонъ, не давая возможности произойти такому отдѣленію другъ отъ друга частей, увеличиваетъ то, что мы называемъ пластичностью тѣла или, точнѣе, его связностью, т. е. его способность выдерживать безъ разрывовъ болѣе быстрыя перераспредѣленія силъ и болѣе быстрыя относительныя движенія частицъ.

7.—Степень пластичности льда оказывается совершенно достаточною для объясненія всего пластичнаго движенія большихъ ледяныхъ массъ: въ сдѣланныхъ до сихъ поръ опытахъ, ледъ, подъ вліяніемъ такихъ слабыхъ силъ, претерпѣваетъ измѣненія формы такой величины, что можно считать строго доказаннымъ, что подъ вліяніемъ силъ, дѣйствующихъ въ ледникахъ, выдавливаніе льда въ сторону наименьшаго сопротивленія, въ силу его пластич-

---

[13]) Читатель припомнитъ, что въ опытахъ Коломба надъ постоянными измѣненіями формы при весьма слабыхъ внѣшнихъ силахъ, тѣла устранялись отъ всякихъ колебаній температуры, сотрясеній и т. п.

ности, вполнѣ достаточно для объясненія всѣхъ явленій движенія ледниковъ [14]).

8.—Сдѣланный выше выводъ (с. 533), что масса льда, высотою не болѣе нѣсколькихъ метровъ, стала бы (при температурахъ близкихъ къ нулю) расползаться по горизонтальной плоскости, совершенно также какъ масса полужидкой лѣпной глины, хотя и съ гораздо меньшею скоростью, вполнѣ подтверждается измѣреніями д-ра Пфаффа. Поэтому, весьма желательно, чтобы въ странахъ, не терпящихъ недостатка во льдѣ подобно западной Европѣ, былъ сдѣланъ опытъ надъ массою льда въ нѣсколько квадр. метровъ и въ одинъ или два метра толщины, нагруженной тяжестью, соотвѣтствующею давленію ледянаго столба метровъ въ десять высоты [15]). Такая масса, положенная на горизонтальную, но не совсѣмъ ровную поверхность, будетъ расползаться въ стороны, воспроизводя всѣ тѣ явленія, которыя въ древніе геологическіе періоды представляли въ гигантскихъ размѣрахъ околополярные ледяные покровы. Подобный опытъ былъ бы полезенъ, не только для того, чтобы наглядно показать справедливость геологическихъ выводовъ, но и для того, чтобы выяснить нѣкоторые законы расползанія ледяныхъ массъ, въ зависимости отъ рельефа почвы и измѣнчивыхъ давленій.

9.—Что касается до указанія г. Пфаффа, что возрастаніе пластичности льда съ повышеніемъ температуры самаго льда и воздуха вполнѣ объясняетъ лѣтнее и дневное ускореніе ледниковъ, то дѣйствительно, эта причина совершенно достаточна, чтобы объяснить временныя ускоренія движенія поверхностнаго слоя (наши вѣхи и измѣряютъ скорость одного этого слоя) въ зависимости отъ кратковременныхъ колебаній температуры [16]). Но какъ дѣйствуетъ въ этомъ случаѣ тепло, получаемое льдомъ: путемъ ли ослабленія молекулярныхъ сцѣпленій льда (это послѣднее довольно вѣроятно при отрицательныхъ температурахъ, близкихъ къ нулю), обращеніемъ ли отдѣльныхъ частицъ въ жидкость (по гипотезѣ г. Кролля), или смачиваніемъ льда (по гипотезѣ Форбза; послѣднее несомнѣнно имѣло мѣсто въ опытахъ г. Бьянкони), вопросъ остается нерѣшеннымъ. Прежде чѣмъ рѣшить его, необходимо было бы знать: какъ глубоко распространяется лѣтнее ускореніе ледниковъ въ Альпахъ, гдѣ прогрѣваніе всей толщи льда облегчается обращеніемъ воды въ волосныхъ скважинахъ, и въ арктическихъ странахъ, гдѣ

---

[14]) При опредѣленіи направленія наименьшаго сопротивленія слѣдуетъ помнить законъ убыли силы по мѣрѣ удаленія отъ точки ея приложенія (zônes d'activité, Tresca), вслѣдствіе чего, напримѣръ, въ ледникѣ большихъ размѣровъ она будетъ, въ нижнихъ частяхъ долины, не вверхъ по вертикальной линіи (какъ оно было бы для идеальной совершенной жидкости), а по нѣкоторой линіи, или горизонтальной, или слабо наклоненной относительно горизонта внизъ по долинѣ. Превосходные аналогичные примѣры см. въ опытахъ г. Треска надъ штампованіемъ металловъ (poinçonnage).

[15]) Надо думать, впрочемъ, что опытъ могъ бы быть сдѣланъ и при меньшемъ давленіи: въ такомъ случаѣ движеніе будетъ только медленнѣе.

[16]) Читатель замѣтитъ, конечно, связь этого объясненія и сказаннаго выше объ измѣненіи коэфиціента жидкостности, съ объясненіемъ г. Болля, о которомъ говорилось на стр. 602-й.

это прогрѣваніе, судя по сказанному раньше, должно быть ничтожно (см. въ текстѣ, стр. 610).

10. — Причины самой пластичности льда и другихъ твердыхъ тѣлъ остаются пока неизвѣстными. До сихъ поръ еще не было сдѣлано ни одной удовлетворительной попытки объяснить, какой молекулярный процессъ происходитъ во льдѣ, въ металлахъ, стеклѣ, воскѣ и проч., когда частицы тѣла, находившіяся въ извѣстныхъ положеніяхъ относительно другъ-друга и связанныя между собою извѣстною силою сцѣпленія, начинаютъ — подъ вліяніемъ нѣкоторой, продолжительно-дѣйствующей, хотя и сравнительно-слабой силы — терять связь между собою и приходить въ относительныя движенія. Какимъ путемъ сила, вызвавшая въ тѣлѣ временное, упругое измѣненіе формы, сопровождающееся взаимнымъ отдаленіемъ однихъ частицъ и сближеніемъ другихъ, — продолжая дѣйствовать нѣкоторое время, заставляетъ эти частицы снова вступить въ прежнія относительныя отдаленія, измѣнивъ для этого свое относительное расположеніе? До сихъ поръ, говорю я, мы не имѣемъ отвѣта на эти вопросы. Мало того, самые вопросы едва только поставлены въ этой формѣ. Изслѣдованіе неупругихъ измѣненій формы въ твердыхъ тѣлахъ, преимущественно металлахъ, едва только начаты, и пока стоятъ еще на наблюденіи, на изученіи явленій, не касаясь еще ихъ объясненія; для льда-же они до сихъ поръ постоянно затемняются вдобавокъ ложною постановкою вопросовъ. Исходя изъ той, совершенно ошибочной посылки, что въ такъ-называемыхъ хрупкихъ тѣлахъ не можетъ происходить замѣтныхъ постоянныхъ измѣненій формы безъ разрывовъ сплошности (посылки, опровергаемой свидѣтельствомъ стекла и закаленной стали), до сихъ поръ постоянно еще ставится вопросъ: какими *особыми*, *спеціальными* свойствами льда, т.-е. хрупкаго, а слѣдовательно — предполагалось — *непластичнаго*, *негибкаго* тѣла, можно объяснить себѣ пластичныя измѣненія формы въ большихъ ледяныхъ массахъ, близкихъ къ точкѣ таянія, т.-е. въ ледникахъ? Въ силу высказанныхъ выше соображеній, я полагаю однако, что давно пора окончательно измѣнить постановку вопроса; теперь, рѣчь должна идти уже не о ледникахъ, и даже не о спеціальныхъ свойствахъ льда: ибо кусокъ льда обладаетъ *тою же* гибкостью и пластичностью, какъ и кусокъ желѣза, стекла, или воска; различіе между ними — *только въ степени* подвижности частицъ, *въ численной величинѣ* коэфиціента жидкостности; рѣчь должна, слѣдовательно, идти *о причинѣ пластичности всѣхъ вообще твердыхъ тѣлъ*. Ждать немедленнаго рѣшенія *этого* вопроса, мы однако не можемъ: онъ самымъ тѣснымъ образомъ связанъ съ вопросами о молекулярномъ строеніи тѣлъ и о молекулярной причинѣ явленій тяготѣнія и теплоты; а въ этихъ областяхъ знанія мы едва только дѣлаемъ первые наши шаги [17]). Но, вопросъ о *причинѣ* пластичности выходитъ уже изъ

---

[17]) Не въ видѣ гипотезы или даже догадки, а *исключительно* для поясненія моей мысли, я приведу слѣдующіе намёки на то, что я понимаю подъ объясненіемъ причины пластичности твердыхъ тѣлъ. Допустимъ, — какъ это дѣлаютъ теперь нѣкоторые физики, занимавшіеся этимъ предметомъ, — что тѣла состоятъ изъ частицъ (или же „центровъ силы“, „centres d'action“), постоянно описывающихъ извѣстныя траекторіи и обладающихъ извѣстною косностью относительно этихъ траекторій, т.-е. стремленіемъ не выходить изъ своихъ орбитъ. Положимъ, далѣе, что на дан-

нашей области, — области физической географіи. Намъ важно знать, прежде всего, что *ледъ* обладаетъ, при всякой температурѣ, свободою относительнаго движенія частицъ, *достаточною* для объясненія движенія *ледниковъ*, и что эта свобода возрастаетъ съ температурою льда, особенно при приближеніи къ точкѣ таянія. Заручившись этимъ знаніемъ, мы уже можемъ смѣло выводить изъ него всѣ дальнѣйшія послѣдствія, столь важныя для геологіи (расползаніе ледяной толщи по законамъ движенія жидкостей, съ упоминавшимися ограниченіями, когда мы опредѣляемъ направленіе наименьшаго

ное тѣло наложенъ извѣстный грузъ, который, въ силу тяготѣнія, оказываетъ на него извѣстное давленіе. *Что такое* это давленіе, — мы не знаемъ; но допустимъ на минуту, вмѣстѣ съ нѣкоторыми изслѣдователями, что и явленія тяготѣнія, т.-е. движенія массъ, суть также слѣдствія нѣкоторыхъ частичныхъ движеній, — вибраціонныхъ, или хотя бы даже, какъ думаютъ другіе, поступательныхъ. Принявши любую изъ такихъ гипотезъ, мы имѣемъ слѣдовательно, что частицы груза, находясь, въ силу тяготѣнія, въ какихъ-то неизвѣстныхъ намъ движеніяхъ, дѣйствуютъ нѣкоторымъ образомъ на частицы сдавливаемаго тѣла. Первое дѣйствіе ихъ то, что взаимныя разстоянія центровъ частичныхъ траекторій измѣняются: въ однихъ направленіяхъ они увеличиваются, въ другихъ уменьшаются; измѣняются, вѣроятно, и самыя траекторіи. Но такое измѣненіе неустойчиво, ибо вслѣдствіе нѣкоторыхъ (какихъ?) механическихъ законовъ, частицу тѣла всегда есть стремленіе снова вернуться къ тѣмъ взаимнымъ разстояніямъ, которыя были въ тѣлѣ ранѣе и которыя соотвѣтствовали условіямъ устойчиваго равновѣсія системы (равновѣсіе возстановляется, впрочемъ, и тогда, если *всѣ* разстоянія уменьшатся на нѣкоторыя равныя, или пропорціональныя величины). Вслѣдствіе этого, если дѣйствіе груза, или, вообще, внѣшней силы, было слабо и непродолжительно, то, по удаленіи его, частицы возвращаются на прежнія мѣста, и траекторіи скоро принимаютъ прежнія формы и относительныя положенія. Если дѣйствіе внѣшней силы было, хотя и непродолжительно, но сильно, то — въ менѣе хрупкихъ тѣлахъ, результатомъ бываетъ уже нѣкоторое измѣненіе относительныхъ положеній траекторій: разстоянія между ихъ центрами и здѣсь также увеличиваются и уменьшаются на мгновеніе, но вслѣдъ затѣмъ, эти центры немедленно перемѣщаются относительно другъ-друга такъ, чтобы, при новой формѣ принятой тѣломъ, сохранить между собою прежнія разстоянія (почему? какъ вліяютъ въ этомъ случаѣ частичныя силы и внѣшняя сила?); въ тѣлахъ же болѣе хрупкихъ, не успѣваетъ произойти соотвѣтственнаго перераспредѣленія центровъ, и получается вслѣдствіе этого разрывъ сплошности, т.-е. трещина. Если же дѣйствіе внѣшней силы было, хотя и слабо, но продолжительно, то измѣримаго увеличенія и уменьшенія между-центренныхъ разстояній почти не бываетъ, — не бываетъ поэтому и разрыва; въ единицу времени, напр. секунду, увеличеніе и уменьшеніе между-центренныхъ разстояній достигаетъ лишь такой безконечно-малой величины, что въ это время успѣваетъ совершиться соотвѣтственное измѣненіе траекторій, а съ нимъ — и передвиженіе ихъ центровъ, которое возстановляетъ безконечно-малое, наступившее было нарушеніе устойчиваго равновѣсія; такимъ образомъ внѣшняя сила, дѣйствуя постоянно, волосокъ за волоскомъ измѣняетъ траекторію частицы и подвигаетъ ея центръ къ такому положенію, чтобы сохранилось устойчивое равновѣсіе при новой формѣ тѣла (почему? какъ дѣйствуетъ въ этомъ случаѣ внѣшняя сила? — вопросъ, очевидно равносильный тому: въ чемъ состоитъ молекулярное выраженіе силы тяго-

сопротивленія; отсутствіе массоваго скольженія въ ледникахъ и проч.). Намъ нѣтъ надобности ждать, когда причины самой пластичности твердыхъ тѣлъ будутъ разъяснены молекулярною физикою. Какъ ни любопытенъ вопросъ самъ по себѣ, но нерѣшенность его не должна вліять на наши выводы, — едва установленъ самый фактъ. Другое дѣло — вопросъ о томъ, обладаетъ ли ледъ пластичностію, достаточною для объясненія движенія ледниковъ, или нѣтъ. Какъ ни безразлично, казалось бы, признать, что ледникъ пластиченъ, *не смотря* на непластичность льда, или *потому*, что самъ ледъ пластиченъ, но на дѣлѣ оказывается, что признаніе того, или другаго положенія вліяетъ самымъ существеннымъ образомъ на цѣлый рядъ геологическихъ выводовъ. Геологъ, для котораго ледникъ есть только скопленіе

тѣнія?). Такому медленному вліянію уступаютъ, какъ нехрупкія, такъ и хрупкія тѣла, ибо послѣднія не выдерживаютъ только быстрыхъ увеличеній между-центренныхъ разстояній, здѣсь-же таковыхъ не бываетъ. Тѣло претерпѣваетъ, слѣдовательно, неупругое измѣненіе формы безъ разрывовъ сплошности. Далѣе, температура тѣла имѣетъ существенное значеніе въ явленіи. Неизвѣстныя намъ—по всей вѣроятности колебательныя (вибраціонныя) — движенія частицъ (или, пожалуй, какъ говорятъ другіе, ихъ атмосферъ), составляющія, по всей вѣроятности, молекулярное выраженіе теплоты, облегчаютъ взаимныя перемѣщенія частицъ, или центровъ траекторій; они помогаютъ молекулярнымъ движеніямъ, вызваннымъ внѣшнею силою (тяготѣніемъ частицъ самаго тѣла, или вліяніемъ тяготѣнія частицъ груза), совершить то перераспредѣленіе центровъ, которое всякое неустойчивое распредѣленіе послѣднихъ обращаетъ въ устойчивое. О подобномъ вліяніи теплоты прямо говоритъ наблюденіе. Но *какъ* содѣйствуетъ этому теплота? (какія молекулярныя движенія производитъ она? какъ дѣйствуютъ эти молекулярныя движенія на прежнія движенія частицъ?,—т.-е. опять таки вопросъ, равносильный тому: въ чемъ состоитъ молекулярное выраженіе теплоты?).—Наконецъ, внѣшнее давленіе облегчаетъ неупругія измѣненія формы въ тѣлахъ, т.-е. относительныя движенія частицъ, или центровъ траекторій; оно даетъ имъ совершиться безъ разрывовъ сплошности тѣла. Но почему? какъ? тѣмъ-ли только, что оно не даетъ имъ отдаляться другъ-отъ-друга на такія разстоянія, гдѣ перестаетъ уже дѣйствовать сила сцѣпленія? Или же молекулярное движеніе, вызванное давленіемъ, облегчаетъ относительныя движенія частицъ въ тѣлѣ, или, наконецъ, производитъ тотъ родъ молекулярнаго движенія, который мы называемъ теплотою, и это послѣднее, въ свою очередь, содѣйствуетъ взаимнымъ перемѣщеніямъ центровъ траекторій? и т. д. — Вотъ, приблизительно, какое объясненіе требуется въ данномъ случаѣ. Если бы въ вышесказанномъ мы могли подставить — вмѣсто неопредѣленныхъ выраженій: „нѣкоторыя“, „нѣкоторымъ образомъ“ и т. п.—выраженія опредѣленныя, то мы получили бы то, что́ я разумѣю подъ объясненіемъ „причины пластичности“, т.-е. объясненіе явленій пластичности, ея зависимости отъ температуры и отъ продолжительности дѣйствія внѣшней силы, измѣнчивости коэфиціента жидкостности и т. д. — Читатель, знакомый съ послѣдними работами по молекулярной физикѣ, замѣтитъ, между прочимъ, что сочетаніе нѣкоторыхъ предложенныхъ гипотезъ могло бы, въ рукахъ лица, близко знакомаго съ предметомъ, дать уже, если не *вѣроятное*, то по крайней мѣрѣ *правдоподобное* при современномъ положеніи знаній, объясненіе предмета. Но, не считая себя достаточно знакомымъ съ этою областью, я воздерживаюсь отъ всякой попытки въ этомъ направленіи.

дробящихся и смерзающихся обломковъ, останавливается передъ цѣлымъ рядомъ такихъ заключеній, которыя, для признавшаго пластичность льда, вытекаютъ какъ прямыя логическія послѣдствія изъ его основнаго положенія. Расползаніе ледяной массы по материку, лишенному высокихъ нагорій, движеніе льда вверхъ по долинамъ, отсутствіе массоваго скольженія въ ледникахъ, формованіе льда по всѣмъ мелкимъ неровностямъ каждый горы и скалы и необходимость для этого извѣстнаго давленія, способность его формоваться даже по смёрзшемуся наносу, способность двигать наносъ подъ собою, подобно рѣкѣ, по всѣмъ неровностямъ своего русла, и т. д., и т. д.— вотъ рядъ камней преткновенія для послѣдователя гипотезы раздробленія, и —рядъ прямыхъ неизбѣжныхъ выводовъ для послѣдователя гипотезы пластичности. Вопросъ о пластичности матеріала, изъ котораго созидаются ледники, составляетъ, такимъ образомъ, основной вопросъ во всемъ изслѣдованіи ледниковаго періода; и нѣтъ никакого сомнѣнія, что признаніе геологами полной пластичности льда, *со всѣми ея послѣдствіями*, не только облегчитъ въ высшей степени дальнѣйшее изученіе ледниковаго періода, но составляетъ даже такой шагъ, безъ котораго это изученіе не можетъ стать на твердую научную почву: признаніе этого свойства одно будетъ въ состояніи устранить цѣлый длинный рядъ недоразумѣній, корень которыхъ кроется именно въ неясности представленій о пластичности ледниковъ, а эта неясность исчезнетъ только тогда, когда исчезнетъ увѣренность въ непластичности льда. Вотъ почему я и счелъ необходимымъ такъ подробно разсмотрѣть въ началѣ моего изслѣдованія вопросъ о физическихъ свойствахъ льда, ознакомить читателя съ новыми работами по этому предмету и съ новыми воззрѣніями, которыя онѣ вызвали, и подвергнуть разбору степень научной основательности общепринятыхъ гипотезъ. Ясное понятіе о свойствахъ льда, положенное въ основаніе изученія слѣдовъ ледниковаго періода, въ значительной мѣрѣ облегчитъ трудности предстоящей намъ задачи.

Въ заключеніе я прибавлю еще нѣсколько словъ по поводу одного замѣчанія г. Кролля, встрѣчающагося въ числѣ соображеній, предпосланныхъ имъ изложенію своей гипотезы [18]). Я не касался ранѣе этихъ соображеній и не коснусь ихъ теперь, такъ какъ, ставя весь вопросъ о льдѣ совершенно иначе, чѣмъ г. Кролль, мнѣ пришлось бы возражать едва ли не на каждое его утвержденіе. Кромѣ того, такой разборъ выходилъ бы часто повтореніемъ, только въ другой системѣ, высказаннаго уже раньше, въ XV главѣ, такъ такъ г. Кролль основывается, между прочимъ—не доказывая ихъ никакими новыми фактами или соображеніями — на такихъ утвержденіяхъ гг. Тиндалля и Мозли, которыя разсмотрѣны уже въ текстѣ, или въ этомъ примѣчаніи [19]). Я не буду разсматривать также самой гипотезы г. Кролля,

---

[18]) J. Croll, Climate and Time in their Geological Relations, London (Daldy, Isbister et Co.) 1875, chapters XXX and XXXI. Читатель, не имѣющій подъ руками этой книги, можетъ пользоваться статьями помѣщенными въ Philos. Mag., vol. 37 и 40 которыя въ новомъ изданіи появились лишь съ ничтожными измѣненіями.

[19]) Таковы, напримѣръ, утвержденія: о „нерастяжимости“ льда и отсутствіи въ немъ всякой гибкости и пластичности (p. 496); что пропитываніе льда водою „согласно теоріи смерзанія“ (?) не можетъ содѣйствовать движенію ледника (pp.

такъ какъ въ новомъ изданіи она является въ томъ же самомъ видѣ, какъ была изложена въ 1869 и 1870 году въ Philosophical Magazine, подъ первымъ впечатлѣніемъ изслѣдованій г. Мозли; а въ этомъ видѣ на нее возражалъ уже г. Болль, замѣчанія котораго были изложены раньше. Къ сожалѣнію, именно эти возраженія, затрогивающія самую существенную сторону вопроса, г. Кролль — не занимавшійся, повидимому, предметомъ въ теченіе послѣднихъ шести лѣтъ—оставляетъ до сихъ поръ безъ отвѣта. Нѣкоторыя другія соображенія по поводу гипотезы возникнутъ вѣроятно у самого читателя, если онъ согласится съ изложенными выше воззрѣніями на физическія свойства льда. Я остановлюсь здѣсь только на одномъ замѣчаніи г. Кролля, хотя и совершенно второстепенномъ въ его аргументаціи, но заслуживающемъ вниманія, какъ само по себѣ, такъ и потому, что съ перваго взгляда, лицамъ мало знакомымъ съ предметомъ, оно можетъ показаться довольно основательнымъ; и сдѣлаю это я тѣмъ охотнѣе, что оно нашло себѣ мѣсто также и въ книгѣ г. Джемса Джейки (Great Ice-Age), которая вѣроятно будетъ имѣть обширное распространеніе среди геологовъ, занимающихся ледниковымъ періодомъ. Разборъ этого замѣчанія дастъ мнѣ, вмѣстѣ съ тѣмъ, случай устранить одно недоразумѣніе, съ которымъ часто приходится встрѣчаться въ ледниковой литературѣ, и которое намъ представится въ XVII главѣ.

Разбирая трудности вопроса о движеніи ледниковъ, г. Кролль говоритъ, между прочимъ: „Напримѣръ, ледниковая глина (boulderclay)—гораздо болѣе рыхлое вещество, чѣмъ ледъ; ея сопротивленіе сдвигу (shearing force) должно быть гораздо меньше, чѣмъ сопротивленіе льда; между тѣмъ, громадныя массы ледниковой глины будутъ лежать цѣлые вѣка на склонѣ горы, столь крутомъ, что едва рѣшишься карабкаться на него, тогда какъ ледникъ будетъ сползать по долинѣ, которой уклонъ едва замѣтенъ для глаза“ [20]).

Этотъ примѣръ, вмѣстѣ съ нѣсколькими другими, и служитъ г. Кроллю, чтобы показать, что одинъ собственный вѣсъ ледника еще недостаточенъ, чтобы вызвать въ немъ пластичное движеніе (скольженіе частицъ), которое авторъ и объясняетъ, какъ мы видѣли, другимъ путемъ, именно — при содѣйствіи теплоты.

Выписанныя сейчасъ немногія строки вызываютъ однако цѣлый рядъ возраженій.

Во 1) рѣшительно ничѣмъ не доказано, чтобы сопротивленіе сдвигу въ ледниковой глинѣ было меньше, чѣмъ во льдѣ; и наоборотъ, есть полное основаніе утверждать противное. *Тѣсто*, составленное изъ глины и довольно большаго количества *воды*, конечно пластичнѣе льда. Но масса ледниковой глины, покрывающей горы, никогда не бываетъ настолько пропитана водою во всей своей толщѣ, чтобы обратиться въ пластичное *тѣсто*:

497—498); что сила тяжести, какъ доказалъ опытъ г. Мозли, недостаточна, чтобы преодолѣвать сопротивленія сдвигу; что опытъ г. Метьюза не доказываетъ необходимо, чтобы сила тяжести была единственною причиною изгибанія доски (p. 500) и еще нѣсколько другихъ, болѣе мелкихъ. Соображенія г. Кролля разобраны также отчасти г. Боллемъ; эти весьма справедливыя возраженія см. въ цитированной раньше статьѣ г. Болля, помѣщенной въ Philosophical Magazine, vol. 41.

[20]) Climate and Time, p. 497. Тоже у I. Geikie, The Great Ice-Age, pp. 35. 38.

непроницаемость глинъ для воды—достаточно общеизвѣстный фактъ. Сухая же глина, т.-е. та, которая обнажается при нашихъ земляныхъ работахъ, а тѣмъ болѣе ледниковая, представляетъ тѣло въ высшей степени плотное, *безъ всякаго сравненія* менѣе пластичное, чѣмъ ледъ при 0° или около того. Пусть г. Кролль возьметъ комъ свѣже-вынутой изъ почвы ледниковой глины, поставитъ на него стоймя желѣзный ломъ (т.-е. цилиндръ, примѣрно въ 1¼ метра длины и около 35 мм. въ діаметрѣ) и наложитъ на него грузъ, килограммовъ въ восемь (меньше полупуда). Тогда ломъ будетъ оказывать на глину давленіе, равное двумъ атмосферамъ (2 килгр. на кв. цм.); и г. Кролль навѣрно увидитъ, что въ *сухую* глину, не только ледниковую, но и всякую другую, ломъ *не* будетъ врѣзываться со скоростью 36 мм. въ сутки (почти 1½ дюйма), какъ онъ сталъ бы однако врѣзываться въ ледъ, при температурахъ отъ —1° до +0°,5 (опытъ г. Пфаффа). Онъ не врѣжется даже, я думаю, на какихъ нибудь пять миллиметровъ. Слѣдовательно, сопротивленіе сдвигу въ ледниковой глинѣ *гораздо больше*, чѣмъ во льдѣ при 0°. Что́ такое свѣже-обнаженная, сухая, ледниковая глина,—г. Кролль долженъ бы очень хорошо знать самъ, какъ участникъ Шотландской съёмки. Она до того плотна и вязка—говоритъ намъ товарищъ г. Кролля по съёмкѣ, г. Джемсъ Джейкн (а также Эрдманнъ и всѣ почти шведскіе и финскіе изслѣдователи), — что инженеры предпочитаютъ имѣть дѣло съ самыми твердыми каменными породами: камень можно по крайней мѣрѣ рвать порохомъ; въ ледниковую-же глину,—загнать ломъ стоитъ неимовѣрныхъ усилій (какъ-бы хорошо было, если бы ломъ съ полупудовою головкою входилъ въ нее самъ, отъ собственнаго вѣса!), а когда она взорвана порохомъ, то не отдѣляется глыбами, а разсыпается въ пыль, вслѣдствіе чего область дѣйствія заряда, понятно, чрезвычайно мала. Строители Нючёпингской (сколько помнится) линіи въ Швеціи и Гангёуддской въ Финляндіи очень хорошо знаютъ, что́ такое ледниковая глина, и вѣроятно были бы очень удивлены, услыхавъ сопоставленіе г. Кролля.—„Иногда, впрочемъ—говоритъ г. Джемсъ Джейкн—глина становится грубѣе и песчанистѣе, и въ такомъ случаѣ пропитывается водою: *тогда, она утрачиваетъ свою связность и легко „плыветъ“* („*run*“) *или расползается* (collapse), *какъ только сдѣлана выемка*“ (p. 10). Въ *такой* глинѣ, сопротивленіе сдвигу дѣйствительно меньше, чѣмъ во льдѣ, но за то какъ мы видимъ, она и расползается въ вертикальныхъ стѣнкахъ даже малой высоты и, слѣдовательно, при существованіи надлежащихъ условій, о которыхъ мы скажемъ сейчасъ, она будетъ расползаться даже по горизонтальной плоскости.

Во 2) всякая болѣе рыхлая глина необходимо, вмѣстѣ съ тѣмъ, болѣе песчанисга, а слѣдовательно есть уже тѣло болѣе *сыпучее, т.-е. не вязкое* (см. стр. 577, прим. 192-е) [21]). Но мы знаемъ изъ опытовъ г. Трескà, что въ сыпучихъ тѣлахъ *потеря силы при горизонтальной передачѣ давленія бываетъ гораздо больше,* чѣмъ въ очень плотныхъ, но не сыпучихъ, а вязкихъ,—въ родѣ, напримѣръ, металловъ. Поэтому, въ сыпучемъ тѣлѣ,—а слѣдовательно и въ болѣе пловучей глинѣ,—явленія жидкостнаго движенія должны

[21]) Типъ сыпучаго, не вязкаго тѣла проявляется и въ самой твердой сухой глинѣ: потому-то она и обращается въ пыль при взрывѣ, и радіусъ дѣйствія заряда такъ малъ.

быть несравненно менѣе ясны, чѣмъ въ твердыхъ, но болѣе вязкихъ тѣлахъ, когда они подвергнуты достаточному давленію. Поэтому, есть основаніе думать, что если бы мы имѣли двѣ массы одинаковой толщины, состоящія, одна—изъ сыпучаго тѣла, другая—изъ вязкаго, коэфиціенты жидкостности которыхъ были бы однако равны, то сыпучая перестанетъ расползаться при меньшихъ горизонтальныхъ размѣрахъ, чѣмъ вязкая Чтобы вызвать расползаніе первой, пришлось бы увеличить давленіе, т.-е. ея мощность; но—*всякое увеличеніе давленія въ сыпучемъ тѣлѣ увеличитъ его коэфиціентъ жидкостности*: оно обратитъ его въ тѣло болѣе плотное, тогда какъ въ твердомъ тѣлѣ этого не бываетъ: мы знаемъ (стр. 483), что объемъ твердаго тѣла, подвергнутаго давленію, уменьшается только въ началѣ, и то—на очень малую величину, а затѣмъ все давленіе идетъ уже на жидкостное измѣненіе формы. Этимъ свойствомъ сыпучихъ тѣлъ (малымъ радіусомъ „зоны дѣйствія") объясняется также, почему песокъ, земля и песчанистая глина, хотя и плывутъ уже, едва толщина слоя достигаетъ отъ одного до четырехъ метровъ (3—12 ф.), но тѣмъ не менѣе они-же весьма мало расползаются, — на величины, почти неизмѣримыя,—когда залегаютъ массами, имѣющими большіе горизонтальные размѣры; расползаніе въ такихъ случаяхъ становится едва замѣтнымъ, какъ только наружныя части приняли естественный откосъ.—Такимъ образомъ, сыпучее тѣло не можетъ служить примѣромъ для твердаго. Отсутствіе въ немъ расползанія отнюдь не доказываетъ, чтобы твердое тѣло, обладающее равнымъ или даже бо́льшимъ коэфиціентомъ жидкостности, при равенствѣ прочихъ условій также осталось бы неподвижнымъ,—не стало бы расползаться, какъ и сыпучее тѣло.

Въ 3) величина уклона, на которомъ лежитъ ледъ, или глина, рѣшительно ни при чемъ въ данномъ вопросѣ. *Вопросъ вовсе не въ томъ, какъ великъ уклонъ почвы, на которой лежитъ тѣло, а въ томъ — какъ велико вертикальное давленіе, выдерживаемое массою въ каждой точкѣ; другими словами,—достаточна-ли толщина слоя для того чтобы, подъ претерпѣваемымъ его частями давленіемъ, тѣло начало расползаться въ стороны, какъ жидкость.* (На это замѣчаніе я особенно обращаю вниманіе читателя; оно постоянно упускается изъ вида въ сужденіяхъ о движеніи ледяныхъ массъ, и въ немъ кроется ключъ къ объясненію многихъ недоразумѣній). Мы знаемъ, что тонкій слой гнейсовой осыпи, или кусковъ каменнаго угля въ 3—7 куб. дюйм. (50—115 куб. цм.) пролежитъ цѣлые вѣка почти совершенно неподвижно на склонѣ въ 38°, а сырой черноземъ—на склонѣ въ 43° (углы естественнаго откоса); тогда какъ, если бы мы насыпали на *совершенно горизонтальной плоскости* кубическую массу той же гнейсовой осыпи, или угля, или чернозёма, въ нѣсколько десятковъ метровъ высоты, то она стала бы расползаться въ стороны, какъ полужидкое тѣсто. Наружный слой ядеръ въ ядерной кучѣ лежитъ неподвижно, образуя склонъ въ 60°, а между тѣмъ мы не могли бы сложить ядерной кучи выше извѣстнаго небольшого предѣла: если бы мы складывали нашу кучу въ видѣ параллелопипеда (напримѣръ, въ досчатой оболочкѣ), то она уже при малой высотѣ начала бы расползаться съ такою силою, что разорвала бы свою оболочку. Слой оконной замазки въ полдециметра толщины, размазанный по плоскости, наклонной подъ угломъ 45°, пролежитъ неподвижно, пока не окрѣпнетъ, тогда какъ столбъ той же замазки въ одинъ метръ высоты расползется на нашихъ глазахъ, по

совершенно горизонтальному полу, и т. д. Точно также и слой льда въ одинъ метръ толщины,—если только онъ не будетъ таять,—цѣлые вѣка пролежитъ почти совершенно неподвижно на склонѣ горы въ 30°, тогда какъ кубическая масса льда въ 30 метровъ толщины расползется отъ собственнаго вѣса по совершенно горизонтальному двору [22]). Поэтому, если г. Кролль желалъ сравнить ледниковую глину и ледъ, то онъ долженъ былъ уже сравнивать между собою двѣ массы *одинаковой толщины* (конечно, доказавши сперва, какъ равенство ихъ коэфиціентовъ жидкостности, такъ и то, что между твердыми и сыпучими тѣлами не существуетъ различій, указанныхъ въ предыдущемъ параграфѣ). Между тѣмъ, ледниковая глина только въ долинахъ достигаетъ, вмѣстѣ съ аллувіемъ и прочими наносами, толщины въ 40, 60 или 90 метровъ; на склонахъ же горъ (тѣмъ болѣе—крутыхъ) она бо́льшею частію образуетъ слой не болѣе 10—15 метровъ; тогда какъ ледникъ, движущійся по долинѣ малаго уклона, даже въ своихъ нижнихъ частяхъ, сплошь да рядомъ достигаетъ толщины 60 — 90 метровъ, а въ среднихъ и верхнихъ—почти постоянно превышаетъ толщину въ сто, двѣсти, или триста метровъ. Но, и при равной толщинѣ, ледниковая глина, какъ сыпучее тѣло, не можетъ быть сравниваема со льдомъ въ томъ смыслѣ, какъ это дѣлаетъ г. Кролль, потому что—кромѣ другихъ условій—давленіе, какъ сказано въ параграфѣ второмъ, уплотняетъ сыпучія тѣла, увеличивая ихъ коэфиціентъ жидкостности, но *не* уплотняетъ твердыхъ тѣлъ, или, если уплотняетъ вначалѣ, то—на чрезвычайно малую величину.

Наконецъ, въ 4) вездѣ, гдѣ ледниковая глина, особенно—болѣе рыхлая, лежитъ толстыми слоями, эти слои утолщаются въ долинахъ (или покрываются утолщающимся аллувіемъ, что́ тоже самое) и слѣдовательно, представляютъ условія болѣе устойчиваго равновѣсія. Ледникъ же, наоборотъ, толще въ верхнихъ своихъ частяхъ и утоньшается по мѣрѣ спуска. Если же въ толстой залежи глины прорыть поперегъ склона горы горизонтальный каналъ съ вертикальными стѣнами, то всякая глина, болѣе рыхлая чѣмъ плотная ледниковая (которую скорѣе всего слѣдуетъ сравнивать съ каменною постройкою), будетъ выдавливаться съ боковъ, какъ ледъ, едва только толщина ея слоя превзойдетъ извѣстный максимумъ, (равный, въ футахъ, $\frac{4\,k}{\rho\,tg\left(45° - \frac{\varphi}{2}\right)}$, гдѣ k есть коэфиціентъ сцѣпленія на единицу поверхности [кв. футъ], ρ—удѣльный вѣсъ тѣла, а φ — уголъ естественнаго откоса); причемъ этотъ максимумъ доходитъ всего до 10—12 футъ (3—4 метр.) для нѣсколько влажной песчаной земли, а для плотной, сухой ледниковой

[22]) Мы не имѣемъ, правда, прямыхъ наблюденій, чтобы показать наглядно справедливость этого послѣдняго утвержденія для льда, но мы имѣемъ опредѣленія жидкостности льда, аналогіи съ перечисленными сейчасъ примѣрами и тотъ, уже цитированный мною фактъ, что ледникъ Аары, при уклонѣ въ 3°, а мѣстами и въ 0°18′, но при толщинѣ въ 80 метровъ, движется почти въ четыре раза быстрѣе, чѣмъ ледникъ Грюнберга, уклонъ котораго доходитъ до 30°, но за то толщина не превышаетъ 25 метровъ. Сибирскіе же наледи и „ледяныя долины“, толщиною всего въ нѣсколько метровъ, имѣютъ едва измѣримое движеніе, и то, вѣроятно, только—благодаря прогрѣванію льда лѣтомъ и пропитыванію его водою.

глины вѣроятно равенъ тому-же, что́ онъ былъ бы для искусственной каменной постройки, т.-е. навѣрно очень великъ, такъ какъ k и ρ оба достигаютъ въ этомъ случаѣ большихъ величинъ. Такимъ образомъ несомнѣнно, что мощныя залежи наноса въ долинахъ удерживаютъ верхнія его части отъ сползанія съ горъ. Но, въ такихъ условіяхъ,—съ ограниченіями, вытекающими изъ сказаннаго въ предыдущихъ параграфахъ,—не стала бы сползать и ледяная масса.

Принявши въ разсчетъ эти четыре условія, мы можемъ слѣдовательно сказать, что если бы двѣ горы одинаковой формы и величины были покрыты, одна—слоемъ льда, другая—слоемъ ледниковой глины, подобными по формѣ, но такой мощности, чтобы ихъ толщины находились въ извѣстномъ отношеніи, опредѣляемомъ сцѣпленіемъ (при данной температурѣ), вязкостью (какъ противоположеніемъ сыпучести), величиною сферъ дѣйствія (zônes d'activité), удѣльнымъ вѣсомъ, угломъ естественнаго откоса и т. д. льда и ледниковой глины, *тогда только* мы могли бы сравнивать оба тѣла. Но такое сравненіе, навѣрно, показало бы, что между льдомъ и глиною нѣтъ *никакого качественнаго различія*: оба тѣла расползались бы, достигнувъ извѣстной толщины; оба лежали бы неподвижно при меньшей толщинѣ. Мы не имѣемъ, поэтому, права сказать, что если ледниковая глина,—т. е. масса, несравненно болѣе плотная и менѣе пластичная чѣмъ ледъ, болѣе сыпучая (т. е. менѣе связная), лежащая болѣе тонкимъ слоемъ, спрессовывающаяся подъ давленіемъ, наконецъ, удерживаемая утолщеніемъ наноса въ долинахъ,—если ледниковая глина, говорю я, не сползаетъ при такихъ условіяхъ, ледъ же, *при обратныхъ условіяхъ*, сползаетъ, то слѣдовательно ледъ обладаетъ какими-то особыми физическими свойствами, отсутствующими въ глинѣ. Такой выводъ не имѣетъ ни малѣйшаго основанія. Напротивъ, оба тѣла обладаютъ одними и тѣми же свойствами, но въ различной степени, и оба находятся въ совершенно различныхъ условіяхъ. Поэтому сравненіе г. Кролля, въ которомъ авторъ не попытался даже хотя сколько-нибудь выяснить свойства сравниваемыхъ тѣлъ и вообще сколько-нибудь уяснить себѣ условія задачи,—не достигаетъ своей цѣли: оно слишкомъ поверхностно, чтобы служить основаніемъ для какихъ бы то ни было выходовъ. Въ заключеніе, я позволю себѣ выразить желаніе, чтобы г. Кролль, если займется еще вопросомъ о свойствахъ льда, ознакомился прежде, хотя нѣсколько, съ изслѣдованіями прикладной механики объ упругихъ и неупругихъ измѣненіяхъ формы твердыхъ тѣлъ вообще, кромѣ льда. Такое знакомство избавило бы его отъ нѣкоторыхъ крупныхъ ошибокъ и предразсудковъ и помогло бы ему глубже заглянуть въ предметъ, чѣмъ онъ это дѣлалъ до сихъ поръ, а при его знаніяхъ и талантѣ, такое, болѣе широкое знакомство съ предметомъ вѣроятно привело бы его къ болѣе существеннымъ результатамъ, чѣмъ достигнутые имъ донынѣ.

ИНСТИТУТ НАСЛЕДИЯ

Примѣчаніе Б.

къ стрр. 608—611.

Таяніе ледниковъ съ поверхности, въ большихъ широтахъ.

Опредѣляя, на основаніи косвенныхъ соображеній, какъ велико можетъ быть количество льда, стаивающаго ежегодно съ поверхности Грёнландскаго ледянаго покрова, я пришелъ къ заключенію, что оно не должно превышать одного метра, и вѣроятно доходитъ даже всего до одного полуметра, или трети метра. Величина въ полметра и была принята для разсчетовъ на стр. 610-й. Теперь мы имѣемъ прямыя наблюденія австрійской полярной экспедиціи, непосредственно рѣшающія вопросъ. Лейт. Вейпрехтъ *) говоритъ, что изъ наблюденій экспедиціи (приблизительно подъ 78° с. ш.) слѣдуетъ, что въ теченіе трехъ лѣтнихъ мѣсяцевъ (въ другіе мѣсяцы очевидно вовсе не происходитъ таянія) убыль льда съ поверхности была въ 4 ф. (1,2 метра),—что̀ составило бы столбъ воды около 1,1 метра высоты. Такимъ образомъ, числа на стр. 610-й должны были бы быть удвоены, что̀, очевидно,

---

*) L. Weyprecht, Vortrag über die wissensch. Beobb. der zweiten Oesterreich-Ungar. Exped., въ Petermann's Mittheilungen, Bd. 21, 1875, p. 65.

Кромѣ этихъ измѣреній, мы имѣемъ еще слѣдующій рядъ наблюденій второй Германской экспедиціи. Въ гавани, гдѣ зимовала экспедиція, толщина льда была:

въ октябрѣ	0,34 м.	21 мая	2,01 м.
„ ноябрѣ	0,85 „	28 іюня	1,50 „
„ декабрѣ	1,02 „	5 іюля	1,07 „
„ январѣ	1,35 „	10 іюля	0,91 „
„ февралѣ	1,46 „		

Такимъ образомъ, съ 21 мая по 10 іюля толщина льда уменьшилась на 1,1 метра, и въ теченіе іюля—сентября она могла бы пожалуй уменьшиться еще на 1 метръ. Но эти числа выражаютъ сумму таянія льда сверху и снизу—отъ теплыхъ теченій. Кромѣ того, какъ замѣчаетъ г. Шаванъ, значительное таяніе обусловливалось въ этомъ случаѣ значительнымъ нагрѣваніемъ льда теплотою, отраженною отъ скалъ. (Die Zweite Deutsche Nordpolarexp., Bd. II, p. 565. Не имѣя теперь подъ руками книги, я заимствую эти цифры изъ статьи Д-ра J. Chavanne, Die Eisverhältnisse im Arctischen Polar-Meere, въ Peterm. Mitth., Bd. 21, 1875, p. 259).

Эти числа заслуживаютъ еще вниманія потому, что показываютъ, какъ быстро наростаетъ ледъ, не смотря на значительную его толщину,—фактъ, замѣченный и раньше (напр. Хэйесъ замѣчалъ приростъ льда въ 2 дюйма въ послѣдн. мѣсяц. зимы, не смотря на то что онъ уже достигъ передъ тѣмъ толщины 8 фут.). Если сравнить эти величины съ медленностью распространенія зимняго холода въ вѣчно-мёрзломъ якутскомъ песчаникѣ на глубинѣ 7 ф. (Миддендорфъ, Путеш. I, с. 396), то нельзя не придти къ заключенію, что теплопроводимость этого песчаника и чистаго льда должны быть близко сходны между собою. Этимъ еще болѣе подтверждается приложимость законовъ распространенія температуръ, выведенныхъ для вѣчно-мерзлыхъ почвъ къ Гренландскому ледяному покрову.

при малой ихъ величинѣ, не имѣло бы никакого вліянія на конечный результатъ; допустивъ, что вся вода замерзаетъ среди ледника, и что нисколько воды не вытечетъ въ видѣ подледниковыхъ рѣкъ,—прогрѣваніе всей толщи льда этою причиною все-таки не превышало бы въ годъ 0°,29 до 0°,57, или 0°,33; причемъ эти величины, какъ мы видѣли, должны быть еще уменьшены въ 10 или 20 разъ, чтобы принять въ разсчетъ ту воду, которая въ видѣ рѣкъ и ручьевъ низвергается въ щели ледника и вытекаетъ изъ подъ него.

Ради точности,—болѣе, впрочемъ, въ интересахъ будущихъ наблюденій,—надо замѣтить еще, что вышеприведенная величина въ 1,2 м. все-таки еще не выражаетъ количества *растаявшаго* льда, такъ какъ она есть сумма того количества, которое дѣйствительно стаяло, и того которое исчезло вслѣдствіе испаренія самаго льда; причемъ это послѣднее, какъ извѣстно изъ наблюденій Кена, Хейеса и др., достигаетъ весьма замѣтной величины. Кромѣ того, надо помнить также, что не вся вода, получающаяся вслѣдствіе таянія, проникаетъ въ ледъ, такъ какъ значительная часть ея испаряется на поверхности, по мѣрѣ своего образованія. Если принять въ разсчетъ эти обстоятельства, то допущенная въ текстѣ величина прогрѣванія вѣроятно окажется даже ближе къ дѣйствительной, чѣмъ опредѣленная въ этомъ примѣчаніи,—что, впрочемъ, совершенно безразлично для конечнаго вывода

ОПЕЧАТКИ, ИСКАЖАЮЩІЯ СМЫСЛЪ, И ПОГРѢШНОСТИ.

Стран.	Строка.	НАПЕЧАТАНО:	ДОЛЖНО БЫТЬ:
17	1 сн.	при ея появленіи	при его появленіи
27	3 св.	постояннаго дѣйствія	переноснаго дѣйствія
39	16 —	преобладаетъ надъ первыми	преобладаетъ надъ мелкими
42	7 —	береговъ	бугровъ
—	14 сн.	узокъ мѣстами—только, въ ширину проѣзжей дороги	узокъ, мѣстами—только въ ширину проѣзжей дороги,
50	6 и 7 св.	перпендикулярности теченія ея береговой линіи	перпендикулярности теченія къ береговой линіи
65	11 св.	и въ ближайшія возвышенности	и ближайшія возвышенности
73	12 —	что они показываются	что они накатываются
76	2 —	ибо странно судить	ибо странно судить
90	10 —	мало-по-малу и закрыла	мало-по-малу и покрыла
107	9 —	280.00),000 куб. метр.	2.800.000,000 куб. метр.
—	3 сн.	шире прежняго	ниже прежняго
113	2 св.	илостныхъ аллувіальныхъ образованій	новѣйшихъ аллувіальныхъ образованій
118	13 и 12 сн.	сѣраго граната	сѣраго гранита
125	2 св.	не удерживаетъ разлива,	не удерживаетъ размыванія,
126	2 сн. *прим.*	залежникъ	галечникъ
141	5 сн.	во всей Европѣ	въ средней Европѣ
146	4 св.	усовершенствованія коллекцій	усовершенствованія: коллекціи
148	8 —	Близъ устья рѣки	Близъ устьевъ рѣки
165	10 и 11 св.	отдѣляющихся отъ него къ Востоку	впадающихъ въ него съ восточной стороны
168	12 св.	по картѣ топографическіе разрѣзы и описанія	по карты, топографическіе разрѣзы и описанія
170	3 —	идетъ къ Меларской впадинѣ	идетъ въ Меларской впадинѣ
184	9 и 12 св.	грядки	гряды
186	8 —	грядки	гряды
—	1 и 2 сн. *пр.*	въ подобной моренѣ	въ поддонной моренѣ
191	2 и 3 *прим.*	отъ химическаго состава проникавшихъ его растворовъ:	отъ химическаго его состава:
193	2 *прим.*	къ мощности совокупности	къ мощности
199	18 св.	на очень незначительныхъ промежуткахъ дорогъ приходится	на очень незначительныхъ промежуткахъ дорогѣ приходится
208	5 сн.	принесенъ вѣроятно ледниками	принесенъ вѣроятно льдинами
213	3 св.	или подъ него	или подъ нею
214	1 сн. *прим.*	положеніе этой горизонтали	положеніе горизонтали 200 футъ

Стран.	Строка.	НАПЕЧАТАНО:	ДОЛЖНО БЫТЬ:
217	4 сн.	W30° и на N60°0,28°	W,30° и на N60°O,28°
228	7 —	Тиммерфорса и коснувшись происхожденія	Таммерфорса и коснувшись происхожденія оза
—	5 —	слои;	слои [12]);
244	11 св.	(73 ф.)	(273 ф.)
245	10 сн.	у поднятія возвышенностей	у подошвы возвышенностей
250	4 св.	высота ея надъ площадкою	высота его надъ площадкою
254	2 сн.	окружностяхъ	окрестностяхъ
277	1 сн. *прим.*	огромной гряды	окраинной гряды
288	16 св.	была вплоть покрыта	была всплошь покрыта
289	10 и 11 сн.	рѣчки Оравпой	рѣчки Ораваойи
293	13 св.	по дорогѣ въ Куопіо	по дорогѣ въ Пальтамо
294	8 сн.	кусочковъ зеренъ полеваго шпата	кусочковъ полеваго шпата
303	6 св.	Мы это увидимъ	Мы это и видимъ
—	10 —	но съ восходомъ	но съ выходомъ
305	4 сн.	потомъ отполирована у Хенрикснэса; шрамы идутъ	потомъ отполирована; у Хенрикснэса шрамы идутъ
310	2 —	или срединною мореною.	или срединною поверхностною мореною.
313	7 —	рѣдко-мелко-зернистый	изрѣдка—мелко-зернистый
314	15 —	щебня *a*	щебня *a*, рис. 49,
315	4 —	двигаютъ уже даже	двигаютъ уже
327	13 —	Направленіе ея	Направленіе послѣдней
348	1 *прим.*	Здѣсь могла переходить	Здѣсь могла проходить
351	1 и 2 св.	всѣ онѣ очень ясно выраженныя (*a*, *b*, *c* и *d* въ разрѣзѣ дороги), лежащія на высотахъ	всѣ онѣ очень ясно выражены (*a*, *b*, *c* и *d* въ разрѣзѣ дороги) и лежатъ на высотахъ
352	5 св.	какъ описываемый Эрдманомъ	какъ описываемые Эрдманомъ
—	13 сн.	наледниковый щебень	ледниковый щебень
361	3 —	собирается и въ грядѣ:	собирается и въ гряды:
365	8 сн. *прим.*	S28° астр.	S28°O астр.
367	11 св.	въ гнейсовыхъ берегахъ	въ гнейсовыхъ буграхъ
—	19 —	не осталось слѣдовъ	не уцѣлѣло остатковъ
376	10 сн.	Слой *a*	Слой *a*, рис. 73,
387	1 св.	съ Ю.-Ю.-В.	съ юго-юго-восточной
—	15 сн.	рис. 74	рис. 75 *bis*
389	8 св.		
397	19 —	продолжительной	предварительной
398	4 —	происхожденія	происхожденіе
407	11 сн.	поднятіямъ Альпъ	поднятіемъ Альпъ
409	7 св.	въ береговой полосѣ Чили	въ береговой полосѣ Южной Америки вплоть до Чили
—	8 сн.	1820	1815
413	2 —	при совершенно горизонтальномъ	при почти совершенно горизонтальномъ
451	8 сн.	и, не найдя,	и, не найдя ея,
—	1 —	уже подраздѣлилъ	уже подраздѣлилъ ихъ
464	15 св.	удаляясь отъ другихъ цѣлей	удаляясь отъ этихъ цѣлей
466	9 сн.	съ большою осадкою	съ бо́льшею осадкою
472	3 сн. *прим.*	заводахъ	заводяхъ
476	14 сн.	начинаетъ	начинается
481	1 *прим.*	въ которой	въ который
484	11 сн.	къ окружности, описывая	къ окружности; описывая

Стран.	Строка.	НАПЕЧАТАНО:	ДОЛЖНО БЫТЬ:
496	12 св.	*производитъ*	производить
497	10 св.	эта *клейкая тягучесть*	это—*клейкая тягучесть*
—	14 —	„*сущность* вязкости“ есть способность	вязкость состоитъ въ способности
—	7 сн.	„Доказывается это	Доказывается это
498	2 св.	другъ отъ друга“	другъ отъ друга
504	1 —	между-частныя	между-частичныя
505	9 и 10 св.	уменьшеніе данныхъ измѣненій	уменьшеніе данныхъ измѣреній
507	1 и 2 сн.	„себѣ болѣе точное понятіе о разсматриваемыхъ явленіяхъ“	себѣ болѣе точное понятіе о разсматриваемыхъ явленіяхъ
509	3 *прим.*	$\frac{\delta \; Séc\ \alpha}{Séc\ \alpha\delta}$	$\frac{\triangle \; Séc\ \alpha}{Séc\ \alpha}$
510	6 сн.	обладаетъ	можетъ обладать
513	1 и 2 св.	по перпендикуляру. Она	по перпендикуляру, она
521	3 и 4 —	эти разрывы.	разрывы.
525	4 сн.	d'une nature plus liante	d'une nature peu liante
527	11 св.	часто поверхностныя	чисто поверхностныя
533	16 —	мы снова можемъ	мы смѣло можемъ
541	11 —	всѣ пути	пути
554	17 и 18 св.	не выдерживаетъ ихъ въ кривыхъ частяхъ	не выдерживаетъ ихъ въ краевыхъ частяхъ
557	*прим.* 143.	вмѣсто *Y* слѣдуетъ	вездѣ *V*
559	9 св.	выражающій также высокое мнѣніе	выражающій такое высокое мнѣніе
560	3 и 2 сн. *пр.*	первоначально прямая	первоначально-прямая
572	13 сн.	умалчиваетъ Тиндалль въ то время	умалчиваетъ Тиндалль. Въ то время
574	7 св.	соображеній	замѣчаній
575	8 сн. *пр.*	скважины, и пропорціональнымъ	скважины, пропорціональнымъ
576	6 св.	нѣсколько усиливаетъ	нѣсколько усиливалъ
587	3 —	обломковъ совершенно тоже, какъ и въ сыпучей массѣ,—	обломковъ,—совершенно такое же, какъ и въ сыпучей массѣ,—
590	1 сн.	камочки	комочки
593	10 —	и не задавался съ цѣлью	и не задавался цѣлью
604	12 сн. *пр.*	„движеніе ледника не [всего, или...	„движеніе ледника [всего, или...
607	11 св.	-10^0 и -20^0	-10^0 и -23^0
705	12 сн. *пр.*	572 ф.	672 ф.
Приложенія.			
23	Таблица.	Изъ ледниковыхъ озёръ	Илъ ледниковыхъ озёръ
—	—	Песокъ.	Песокъ [11]).

ИНСТИТУТ НАСЛЕДИЯ

ПРОЧІЯ ОПЕЧАТКИ.

Стран.	Строка.	НАПЕЧАТАНО:	ДОЛЖНО БЫТЬ:
19	6 сн. *прим.*	Harth	Hartt
20	4 сн.	имѣетъ	имѣемъ
24	8 св.	бѣловато-сѣрый	бѣловато-сѣрой
27	16 —	измельчая, ихъ мелкіе	измельчая ихъ, мелкіе
29	6 сн. *прим.*	forste	förste
—	3 сн.	цитирулемая	цитируемая
30	13 св.	подобнаго	подобная
32	8 сн.	Высота форма	Высота и форма
35	7 сн. *прим.*	Hifors	Hlfors
41	10 св.	съ хрящемъ	съ хрящемъ,
42	4 —	ко озу	къ озу
44	6 —	Онкшзуото	Онкилуото
45	13 —	Куиконьеми.... до высоты	Куйконьеми.... до высоты,
46	12 —	отвѣтитъ	отвѣтить
51	8 сн.	Внутренее	Внутреннее
52	15 св.	изложено	изложены
54	1 —	слоями;	слоями,
55	20 —	выкопанные	выкопанныя
56	8 и 9 —	(10, 8, 2 и 7 ф.)	(10, 8.2 и 7 ф.)
—	12 —	и гнѣздами	и, гнѣздами,
71	7 —	гда	гдѣ
73	7 сн.	сейчасъ-же	сейчасъ-же,
75	2 св.	Кончецерскаго	Кончезерскаго
76	1 —	Замѣту	Замѣчу
79	13 —	впадинъ	впадинѣ
80	12 —	27 м.,	27 м.;
—	15 —	указаній;	указаній,
81	8 сн.	продуктъ,	продуктъ
84	13 —	губѣ, иначе	губѣ. Иначе
—	9 —	громадиѣйшей,	громадиѣйшей
87	7 —	крутые, склоны, значительная высота;	крутые склоны, значительная высота,
89	11 св.	основаемыхъ	основываемыхъ
93	5 сн.	(150—200 ф.), надъ	(150—200 ф.) надъ
94	11 —	этого	этою
97	15 св. *сод.*	изборожденія	изборожденіе
100	9 —	прорывъ озера	прорывъ озера,
101	9 —	Пэйенэ	Пэйенэ
107	1 сн. *прим.*	Отъ	Отч.
108	7 св.	рѣка изливается	рѣка извивается
109	11 сн.	Паскопхоья	Паскопохья
111	15 —	болѣе откопаны	были откопаны
112	4 —	вноль	вновь
117	12 св.	обнаженіе, сводится	обнаженіе сводится
128	9 сн.	мошность	мощность
—	7 —	хряшъ	хрящъ
137	5 св.	должны	мы должны
138	11 сн.	пропитаные	пропитанные

ИНСТИТУТ НАСЛЕДИЯ

Стран	Строка.	НАПЕЧАТАНО:	ДОЛЖНО БЫТЬ:
149	13 сн.	бородзки	борозды
150	5 —	объ изборожденіяхъ	объ изборожденіи
151	9 св.	объясняется	объясняются
153	11 сн.	приведеннаго	привезеннаго
160	12 —	дастъ	даетъ
162	7 —	Fyrisän	Fyrisän
163	2 сн. *прим.*	kännedons	kännedom
164	2 сн.	бороздки	борозды
166	6 —	Вадеö	Вадсö
—	2 *прим.*	съ долинами рѣкъ какъ-то вскользь	съ долинами рѣкъ, какъ-то вскользь
170	3 св.	къ	въ
—	17 —	части	частью
171	5 *прим.*	развитія	развитіе
—	7 —	средной	средней
173	15 св.	02 м.	0,2 м.
175	1 —	(2,7—5)	(2,7—5 м.)
—	6 и 7 св.	подошвъ	подошвы
180	12 сн.	придѣловъ	предѣловъ
—	6 —	булужникъ	булыжникъ
198	8 св.	на Ю.-В.);	на Ю.-В.),
199	3 —	идетъ,	идетъ
200	5 сн.	толщиною	толщиною,
203	7 сн. *прим.*	Симьона	Симплона
—	1— —	Om ö	Om östra
205	2 сн.	Lautacylä	Lautakylä
206	2 —	песка	пески
—	3 *прим.*	N53W°	N53°W
210	2 сн.	всномъ	всякомъ
214	6 —	шереховатый	шероховатый
—	3 —	2—4 л. д.)	(2—4 лин.)
219	12 —	Биркkаля онъ,	Биркkаля, онъ
—	6 —	Биркаля	Биркkаля
224	4 св.	Полькенэ	Пэлькенэ
225	17 —	Пунгархарью	Пунгахарью
236	4 *прим.*	раппакиви	раппакиви,
248	17 св.	Pyhäjërvi	Pyhäjärvi
251	6 —	заровнивали	заравнивали
256	13 —	кристаллахъ	кристаллахъ,
—	3 сн.	Peurunkajarvi,	Peurunkajärvi
257	7 и 8 св.	Ювекскюля	Ювескюле
260	9 сн.	по	на
—	2 —	Jsolaks	Isolaks
—	2 *прим.*	91,4 80,4	91,4 м. . . . . 80,4 м.
273	4 св.	и холмовъ	холмовъ
278	3 —	Казисенлякса	Катисенлякса
282	1 сн.	уносилъ	уносили
284	11 св.	Iivecі	Iivesi
285	13 —	Hirvijervi	Hirvijärvi
290	6 —	бѣлый	бѣлой
—	12 —	заслуживаетъ	заслуживаютъ
291	4 —	Нуасерви	Нуасъерви
—	12 —	Пальтама	Пальтамо
303	5 сн.	Леппевирта	Лепшэвирта
306	14 св.	Лярпаляксомъ	Ляхналяксомъ
308	10 —	размельченія	измельченія

ИНСТИТУТ НАСЛЕДИЯ

Стран.	Строка.	НАПЕЧАТАНО:	ДОЛЖНО БЫТЬ:
310	1 *прим.*	Le Agassiz	L. Agassiz
314	14 св.	поясняетъ	поясняютъ
316	15 —	отложенныя	отложенные
318	9 сн.	Хапанъэнерви	Хапанэнъерви
321	7 св.	Пенкенсельке	Пэнкенселькэ
325	14 —	закрыгы	зарыты
—	17 —	оза	оза,
336	12 —	Ryttylä	Ryttilä
337	1 *прим.*	Ejärden	Fjärden
349	6 сн.	наносами; отчего она и обратилась въ озъ,	наносами, отчего она и обратилась въ озъ;
353	4 св.	покрывъ	покровъ
354	7 —	меленькое	маленькое
355	1 —	Paalijarvi	Paalijärvi
—	9 —	наноса	наноса,
357	3 —	Финской	Финскій
358	1 сн. *прим*	малой	малый
369	13 св.	обнаженіяхъ	обнаженіяхъ,
372	6 —	нистаго	нистаго,
374	12 сн.	нанось	наносъ,
376	3 сн. *прим.*	Sjundea	Sjundeå
381	2 сн.	*Litotina*	*Littorina*
383	5 —	и о Финляндіи	о Финляндіи
386	16 св.	(3,3 ф. въ діам.)	(3,3 ф.) въ діам.
388	17 —	непрерывно	непрерывно,
397	4 сн.	нацравленіе	направленіе
400	18 св.	лсли	а если
402	6 —	фьердахъ	фьордахъ
404	7 сн.	[7])	[3])
405	12 св.	истори	исторіи
—	12 сн.	мыслей	мыслей,
413	4 —	году;	году,
414	9 св.	распространеніи	распространенія
416	9 сн *прим.*	внкманіе	вниманіе
422	15 сн.	нужныя	нужные
428	15 св.	новообразимую	невообразимую
429	11 —	физико-геологической	физико-геологическій
432	15 св.	давленіемъ	давленіемъ,
440	4 сн.	показться	показаться
444	2 св.	воду	воду,
—	15 —	дѣлыхъ	цѣлыхъ
—	1 сн. *прим.*	Лопатина	Лопатина,
445	14 св.	съ съ большою	съ большою
449	6 сн.	лоснющихся	лоснящихся
451	1 —	подраздѣлилъ	подраздѣлилъ ихъ
452	10 —	онѣ были	онѣ были бы
—	2 *прим.*	Bëethlingk	Boethlingk
458	12 сн.	высоты.	высоты [28]).
—	10 —	моря	моря,
459	2 *прим.*	Araccuca	Aracciica
—	5 —	Bigsly	Bigsby
461	6 сн.	округлить,	округлить
—	5 —	и избороздить	или избороздить
462	4 —	далѣе	далѣе,

ИНСТИТУТ НАСЛЕДИЯ

Стран.	Строка.	НАПЕЧАТАНО:	ДОЛЖНО БЫТЬ:
463	16 и 17 св.	оконечность и дѣйствуя	оконечность, дѣйствуя
—	13 сн.	тельно выше,	тельно, выше
467	14 св.	изборожденія	изборожденіе
—	5 сн.	grouads	grounds
468	2 сн. *прим.*	Nordenskföld	Nordenskjöld
470	9 св.	слоевъ, выводится изъ	слоевъ, изъ
472	8 —	они	онѣ
—	10 —	начнечъ	начнетъ
473	8 сн.	вся	вся,
474	7 св.	чтъ	что
—	8 сн.	усумниться	усомниться
477	15 св.	имнено	именно
—	5 сн.	исслѣдованій	изслѣдованій
—	2 *прим.*	Rennié; въ	Rennie въ
478	14 св.	нѣкоторыя	нѣкоторые
—	6 сн.	весьма впрочемъ	весьма, впрочемъ
—	1 сн. *прим.*	безпримѣстномъ	безпримѣсномъ
479	14 сн.	сравнять	сравнить
—	2 *прим.*	всегда бываютъ	бываютъ
483	14 св.	измѣненія	измѣненія
—	4 сн.	нѣкоторой	нѣкоторый
489	13 и 14 св.	которая воспроизводитъ	которые воспроизводятъ
492	10 сн.	самыхъ	самихъ
494	9 —	выдавленіемъ	выдавливаніемъ
495	2 *прим.*	ледянную	ледяную
497	2 —	Glaciae	Glacial
—	3 сн. —	Tindall	Tyndall
504	7 св.	проявлящіеся	проявляющіеся
507	7 *прим.*	и т. п.;	и т. п.
509	1 *прим.*	(l. c.	(l. c.)
510	7 св.	все то	все-то
511	2 *прим.*	ограничался	ограничился
512	1 св.	*большими*	бо̀льшими
—	4 сн.	разсстояніе	разстояніе
—	2 *прим.*	Mathevs	Mathews
513	9 св.	отстовшихъ	отстоящихъ
514	10 сн.	самыхъ	самихъ
—	4 —	разсматривветъ	разсматриваетъ
515	2 св.	льду	льдѣ
—	6 и 7 *прим.*	растянутыя	растянуться
—	11 сн. *пр.*	образованію трещинамъ	трещинамъ
516	6 *прим.*	приложенную,	приложенную у
517	2 —	Transaction	Transactions
519	5 св.	выразить	выразитъ
—	9 сн.	Тиндалмя	Тиндалля
522	11 —	частицъ, оно	частицъ; оно
523	9 —	фотографіи	фотографій
524	5 *прим.*	укорочиванія измѣреній	укорачиванія измѣреній,
—	13 сн. *пр.*	*она ни происходила*	*оно ни происходило*
525	2 св.	опытамъ	опытомъ
—	10 сн.	слою	свою
—	1 *прим.*	*движеніи*	*движеній*
—	1 сн. *прим.*	*E. Saint Edno*	E. Saint Edme
527	5 св.	*первыя*	*первые*

ИНСТИТУТ НАСЛЕДИЯ

Стран.	Строка.	НАПЕЧАТАНО:	ДОЛЖНО БЫТЬ:
528	17 сн.	оболочкѣ	оболочкѣ,
—	2 сн.	*большей*	*большой*
—	2 *прим.*	разсетъ	разсчетъ
536	4 —	Forbes	(Forbes
540	6 сн.	присоединились	присоединялись
543	7 —	бороздъ,	бороздъ и
545	6 св.	долинамъ горъ	долинамъ
546	16 и 17 св.	припписано	приписано
551	6 сн.	скользитъ	скользилъ
552	4 св.	[139])	[129])
—	7 сн. *пр.*	разкалываетъ	раскалываетъ
553	2 св.	болѣ	болѣе
554	13 сн.	на стр.	на стр. 509-й
556	6 *прим.*	Различіе	„Различіе
—	7 —	(Sott)	(soft)
557	4 сн. *прим.*	что и Хопкинса	что у Хопкинса
558	2 *прим.*	обращавъ	обращалъ
559	12 св.	—Не обращая	Не обращая
—	15 —	Чтобы	—Чтобы
560	12 —	основованныхъ	основанныхъ
—	2 *прим.*	обсолютнымъ	абсолютнымъ
—	5 —	такъ же	также
—	5 сн. *прим.*	представиться	представиться,
561	15— —	толькю	только
563	8 св.	craw ling	crawling
—	7 сн.	излишнее	излишне
564	8 св.	ледъ, въ	ледъ въ
—	7 *прим.*	устраняется	устраняетъ
—	1 сн. *прим.*	участіе	участія
568	17 св.	и слѣдовательно, притокъ,	и, слѣдовательно, притокъ
—	2 сн.	которой	который
570	5 св.	что	и что
—	7 —	скоростей, сдѣланныхъ	скоростей сдѣланныя
571	12 —	свойства льда	свойство льда
—	11 и 10 сн.	убывать какъ только притокъ воды ослабѣетъ, и волосные сосуды	убывать, какъ только притокъ воды ослабѣетъ и волосные сосуды
—	5 сн.	онъ указываетъ, въ этомъ случаѣ дѣйствительно	онъ указываетъ въ этомъ случаѣ, дѣйствительно
—	2 —	Монтаньери	Монтанвера
572	14 св.	Монтаньера	Монтанвера
573	7 —	выпавшемъ	выпавшимъ
—	10 —	весною какъ	весною, какъ
574	2 и 17 св.	Монтаньера	Монтанвера
—	7 —	соображеній.	замѣчаній.
—	8 —	такъ	такъ,
—	8 сн.	[85])	[185])
—	9 *прим.*	средняя уже	средняя же
575	10 св.	[288])	[188])
—	3 *прим.*	скважины, и пропорціональнымъ	скважины, пропорціональнымъ
—	8 —	Annalin	Annalen
576	6 св.	усиливаетъ	усиливалъ
—	11 *прим.*	убѣдительность“.	убѣдительность.
—	4 сн. *прим.*	такія	такіе

Стран.	Строка.	НАПЕЧАТАНО:	ДОЛЖНО БЫТЬ:
577	9 св.	часныхъ	частныхъ
578	17 —	легло понять	легко понять
587	5 —	такія	такіе
—	21 —	совершается	совершаются
—	1 сн.	привидимые	приводимые
595	6 св.	выражоемый	выражаемый
—	2 *прим.*	плоскостью	плоскостью,
—	3 сн. *прим.*	Machanical	Mechanical
596	20 и 21 св.	касательнаа сила... упругости тѣла	касательная сила... упругости тѣлъ
602	18 св.	параллелапипеда	параллелопипеда
603	5 —	тѣло	тѣлъ
—	7 —	быстѣе	быстрѣе
—	20 —	Таковая	Такова
—	26 —	колобаніямъ	колебаніямъ
607	13 —	вся выше	все выше
—	5 сн. *пр.*	годовыюъ	годовыхъ
608	12 — —	вычесленными	вычисленными
—	6 — —	Glasiers.... Thirtcenth	Glaciers... Thirteenth
—	2 — —	Contribution	Contributions
609	12 св.	даже тѣхъ	тѣхъ
626	6 сн.	слои	свои
657	13 —	современного	современнаго
666	12 —	такъ же	также
680	6 —	другимъ	другихъ
—	2 *прим.*	Петорманна	Петерманна
694	5 сн. *пр.*	Skuningsmaerker	Skuringsmaerker
Приложенія.			
33	19 св.	прилагается	прилагается то,

ИНСТИТУТ НАСЛЕДИЯ