Изданіе Ф. Павленкова.

# НАСТОЯЩЕЕ
## И
# ПРОШЛОЕ ЗЕМЛИ

## (ПОПУЛЯРНАЯ ГЕОЛОГІЯ И МИНЕРАЛОГІЯ)

по Бомелли, Запперу, Иностранцеву, Лаппарану, Мушкетову, Неймайру, Приму, Ратцелю, Чермаку и др.

СОСТАВИЛЪ

**В. К. АГАФОНОВЪ.**

**Второе изданіе, дополненное и переработанное.**

Съ 261 рисункомъ въ текстѣ.

Цѣна 2 руб.

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.
Типографія М. Меркушева. Невскій, 8.
1906.

550.07 (Н-П)
А-23

# НАСТОЯЩЕЕ

И

# ПРОШЛОЕ ЗЕМЛИ

(ПОПУЛЯРНАЯ ГЕОЛОГІЯ И МИНЕРАЛОГІЯ)

по Бомелли, Запперу, Иностранцеву, Лаппарану, Мушкетову, Неймайру, Приму, Ратцелю, Чермаку и др.

СОСТАВИЛЪ

**В. К. АГАФОНОВЪ.**

**Второе изданіе, дополненное и переработанное.**

Съ 261 рисункомъ въ текстѣ.

Цѣна 2 руб.

7338
2р.

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.
Типографія М. Меркушева. Невскій, 8.
1906.

Библиотека Геол. ин-та Акад. Наук СССР

# ПРЕДИСЛОВІЕ

**Проф. Ф. Ю. Левинсона-Лессинга.**

---

Интересъ къ экономическимъ и соціальнымъ наукамъ временно нѣсколько ослабилъ запросъ читающей публики къ естествознанію, но не заглушилъ его. За послѣднее десятилѣтіе интересъ къ естественнымъ наукамъ снова оживился и вызвалъ появленіе цѣлаго ряда популярныхъ книгъ по различнымъ отраслямъ естествознанія, въ томъ числѣ и первое изданіе настоящей книги, въ основу которой положена „Исторія земли“ Бомелли, переработанная и дополненная сообразно съ потребностями русской публики. Самый фактъ появленія второго изданія книги черезъ семь лѣтъ послѣ перваго достаточно краснорѣчиво свидѣтельствуетъ о существованіи спроса на нее и о томъ, что она вполнѣ удовлетворяетъ запросамъ извѣстнаго круга читателей къ популярной геологіи. Своимъ успѣхомъ „Настоящее и прошлое земли“ обязано не только тому, что эта книга является единственной общедоступной и по содержанію, и по цѣнѣ популярной геологіей на русскомъ языкѣ, но и своему внутреннему содержанію. Популярная книга, разсчитанная на кругъ читателей безъ спеціальной научной подготовки, должна удовлетворять двумъ условіямъ. Во-первыхъ, она должна въ сжатой и общедоступной формѣ знакомить читателя съ содержаніемъ данной отрасли знанія въ такой формѣ и въ такихъ размѣрахъ, чтобы читатель, не имѣющій желанія или возможности подробнѣе ознакомиться съ данной наукой,

получилъ бы о ней достаточно полное и вѣрное понятіе въ предѣлахъ общеобразовательнаго предмета. Во-вторыхъ, общедоступная популярная книга должна умѣть заинтересовать читателя и вызвать въ немъ желаніе болѣе полнаго ознакомленія съ данной наукой по болѣе обширнымъ и болѣе строго научнымъ сочиненіямъ. Обоимъ этимъ требованіямъ книга В. К. Агафонова удовлетворяетъ въ полной мѣрѣ. Появившаяся недавно подъ редакціей проф. Иностранцева „Исторія земли“ Неймайра не можетъ поколебать спроса на настоящую книгу, такъ какъ прекрасное и строго научное сочиненіе Неймайра, по своему объему и по формѣ, разсчитано на другой кругъ читателей. Кромѣ того, съ точки зрѣнія вышеуказаннаго второго требованія, предъявляемаго къ популярной книгѣ, „Настоящее и прошлое земли“ можетъ служить введеніемъ къ „Исторіи земли“ Неймайра.

„Настоящее и прошлое земли“ можетъ также съ успѣхомъ быть рекомендовано тѣмъ студентамъ, для которыхъ геологія является лишь общеобразовательнымъ, какъ говорятъ „второстепеннымъ“ предметомъ, напр. студентамъ-медикамъ, слушателямъ фармаціи и т. д.

Проф. **Ф. Левинсонъ-Лессингъ.**

Январь 1903 г.

## ПРЕДИСЛОВІЕ КЪ ПЕРВОМУ ИЗДАНІЮ.

Наша родина еще такъ мало изучена сравнительно съ Западной Европой, а съ другой стороны популярныя книги у насъ должны быть разсчитаны на такой разнородный и въ общемъ мало подготовленный кругъ читателей, что врядъ ли можно ожидать появленія въ Россіи книги, подобной „Erdgeschichte“ Неймайра,—книги, которая охватывала бы всю исторію земли, знакомила бы и съ развитіемъ науки, и съ ея методами, и въ то же время опиралась бы главнымъ образомъ на геологію родной страны.

Но изъ этого, конечно, не слѣдуетъ, чтобы запросы русской читающей публики къ одному изъ интереснѣйшихъ отдѣловъ естествознанія остались неудовлетворенными,—а между тѣмъ въ нашей литературѣ нѣтъ ни одной болѣе или менѣе полной популярной геологіи,—вотъ почему я и рѣшился выпустить предлагаемую книгу.

Основа для „Настоящаго и прошлаго земли“ переведена, со многими сокращеніями и измѣненіями, изъ сочиненія Бомелли „Geschichte der Erde“; для необходимыхъ дополненій я пользовался главнымъ образомъ „Erdgeschichte“ Неймайра (2 т.), „Геологіей“ проф. А. А. Иностранцева (2 т.), „Физической геологіей“ проф. Мушкетова и „La terre“ Прима; *рисунки взяты также изъ этихъ сочиненій.*

1895 г. **В. Агафоновъ.**

## ПРЕДИСЛОВІЕ КО ВТОРОМУ ИЗДАНІЮ.

Прошло уже два года, какъ разошлось первое изданіе предлагаемой книги, но другія срочныя работы не оставляли мнѣ достаточно времени, нужнаго для ея пересмотра, дополненій и переработки, и только въ концѣ 1904 г. я могъ

окончательно приготовить къ печати 2-ое изданіе „Настоящаго и прошлаго земли“. Наибольшее измѣненіе претерпѣла первая часть книги—такъ называемая физическая геологія; здѣсь вставлены новыя главы: гл. III-ья „Океаны и материки. Диссиметрія рельефа“ и гл. XIV-ая—„Горныя породы, ихъ образованіе, залеганіе и структура“; все остальное подверглось сильной переработкѣ и дополненіямъ, особенно главы: XIII-ая—„Матеріалъ, изъ котораго построена земная кора“ и гл. VII-ая—„Геологическая дѣятельность замерзшей воды. Ледники“, — почти сплошь составленныя заново.

Такимъ образомъ, первоначальное ядро „Настоящаго и прошлаго земли“ — сочиненіе Bomelli „Geschichte der Erde“, — благодаря этимъ послѣдовательнымъ передѣлкамъ и дополненіямъ, измѣнилось до неузнаваемости въ первой части книги. Вторая часть—историческая геологія—подверглась меньшимъ измѣненіямъ и является и въ настоящемъ изданіи переработкой „Geschichte der Erde“ Bomelli съ необходимыми дополненіями, составленными, главнымъ образомъ, по „Erdgeschichte“ Неймайра, изъ которой и Бомелли черпалъ широкой рукой, по „Геологіи“ проф. А. Иностранцева, по „Физической Геологіи“ проф. Мушкетова въ переработкѣ проф. К. И. Богдановича и по многимъ другимъ русскимъ и иностраннымъ авторамъ.

Число рисунковъ, благодаря предупредительной любезности издателя, значительно увеличено во 2-мъ изданіи (261) сравнительно съ первымъ (237).

Благодаря всѣмъ этимъ дополненіямъ, объемъ 2-го изданія увеличился сравнительно съ 1-мъ изданіемъ больше, чѣмъ на 6 печатныхъ листовъ.

Пріятнымъ долгомъ считаю выразить свою искреннюю благодарность профессору Петербургскаго Политехническаго Института Ф. Ю. Левинсону-Лессингу за его цѣнные совѣты и указанія, которыми я воспользовался при печатаніи 2-го изданія „Настоящаго и прошлаго земли“.

Ноябрь 1904 г. **В. Агафоновъ.**

# ОГЛАВЛЕНІЕ.


стр.

Глава I. Земля—часть солнечной системы. . . . . 1—11

Глава II. Физическое состояніе земли.—Форма и величина земли.—Вѣсъ земли. — Температура земли. — Толщина земной коры. . . . . 11—19

Глава III. Океаны и материки.—Диссиметрія рельефа . . . . . 19—29

Глава IV. Медленныя геологическія измѣненія земной коры.—Геологическая дѣятельность воды. — Вывѣтриваніе горныхъ породъ.—Растворимость соли, гипса, известняка, кварца и т. д.—Минеральные источники.—Размываніе и разрушеніе известняковъ. — Пещеры и гроты. — Карры.—Минеральные осадки. . . . . 29—40

Глава V. (Продолженіе). Разрушительная сила замерзающей воды и атмосферы. — Разрушеніе скалъ.—Розсыпи и разрушеніе горныхъ породъ въ пустынѣ. — Ручьи и рѣки.—Обвалы и оползни. — Образованіе долинъ. — Дельты.—Террасы.—Долины, холмы и горы обязаны во многомъ своими очертаніями дѣятельности воды . . . . . 40—56

Глава VI. Дѣятельность морскихъ волнъ.—Прибой. — Размывающая дѣятельность волнъ. — Береговыя линіи и террасы.—Возникновеніе острововъ.—Гельголандъ.—Дюны . . . . 56—68

Глава VII. Геологическая дѣятельность замерзшей воды. Ледники (глетчеры). Современные ледники находящіеся въ предѣлахъ русскаго государства . . . . . 68—96

Глава VIII. Дѣятельность организмовъ. — Микроорганизмы, лишайники и даже высшія растенія обладаютъ способностью разрушать горныя породы.—Разложеніе растеній и химическое вліяніе продуктовъ разложенія.—Животныя, разрушающія горныя породы. — Дождевые черви и ихъ вліяніе на почву. — Діатомовыя. — Кораллы. — Губки.—Устрицы.—Корненожки.—Морскіе осадки . . . . . 96—105

Глава IX. Вулканическія явленія.—Вулканы.—Старыя воззрѣнія на вулканы.—Число, форма вулкановъ и ихъ размѣры.—Дѣятельность вулкановъ: выдѣленіе паровъ, газовъ.—Бомбы, рапилли, песокъ и зола.—Кратеровыя озера.—Состояніе покоя и дѣятельности.—Лава . . . . . 105—120

стр.

Глава X. (Продолженіе). Гибель Геркуланума и Помпеи (по Плинію).—Внезапное образованіе вулканическихъ острововъ.—Изверженіе Кракатау въ 1883 году.—Происхожденіе вулкановъ.—Гейзеры. . . . . 120—144

Глава XI. Землетрясенія.—Громадное число землетрясеній.—Организація правильныхъ наблюденій надъ землетрясеніями.—Толчки. — Продолжительность колебанія. — Размѣры и быстрота распространенія. — Предвѣстники и причины землетрясеній. . . . . 144—158

Глава XII. Вѣковыя колебанія почвы и трансгрессіи океана.—Смѣщеніе участковъ почвы во время землетрясеній.—Колебанія почвы, не имѣющія связи съ землетрясеніями.—Пещеры и устричныя банки, находящіяся надъ уровнемъ моря.—Обмелѣвшіе морскіе заливы.—Поднятіе Скандинавіи. — Области поднятій и опусканій. — Источники ошибокъ при наблюденіяхъ.—Новѣйшая гипотеза объ измѣнчивости уровня океановъ—такъ называемыя трансгрессіи. . . . . 158—163

Глава XIII. Матеріалъ, изъ котораго построена земная кора. — Простыя тѣла, или элементы. — Удѣльный вѣсъ земли и вытекающія отсюда заключенія относительно свойствъ земного ядра.—Минералъ и горная порода.—Кристаллъ, кристаллизація и ростъ кристалловъ . . . . . 163—182

Глава XIV. Горныя породы, ихъ образованіе, залеганіе и структура. Измѣненія, претерпѣваемыя горными породами: вывѣтриваніе и метаморфизмъ . . . . . 182—213

Глава XV. Образованіе горъ. . . . . 213—223

Глава XVI. Царства растеній и животныхъ . . . . . 223—248

Глава XVII. Окаменѣлости и раздѣленіе исторіи земли на эры и періоды . . . . . 248—255

Глава XVIII. Архейская эра. — Первобытное море и первобытныя горы.—Первые осадки.—Нахожденіе извести и графита и вытекающія отсюда заключенія. — Первыя окаменѣлости.—Первобытный гнейсъ и сланецъ.—Гранитъ и его отношеніе къ гнейсу. — Рудныя мѣсторожденія. — Распространеніе архейскихъ отложеній въ Россіи . . . 255—261

Глава XIX. Палеозойская эра. — Силурійскій періодъ.—Силурійская эпоха не есть исходный пунктъ органической жизни.—Горныя породы силурійскаго періода. — Сѣрая вакка.—Песчаники, глинистые сланцы и известняки.—Переходныя и обломочныя породы кембрійской эпохи.—Вулканическія породы.—Рудныя мѣсторожденія . . . . . 261—265

Глава XX. Силурійская флора и фауна.—Скудость флоры въ силурійскомъ періодѣ.—Древнѣйшая изъ достовѣрныхъ животныхъ окаменѣлостей. — Плеченогія (Brachiopoda).—Губки и кораллы. — Граптолиты.—Цистоидеи и прочія иглокожія.—Организація трилобитовъ. Вліяніе темноты на развитіе зрительныхъ органовъ. — Головоногія. —

стр.

Первыя позвоночныя.—Распредѣленіе суши и моря въ нижне-кембрійскую и нижне-силурійскую эпохи . . . . 265—281

Глава XXI. Девонскій періодъ. — Кажущаяся остановка въ развитіи природы.—Исчезновеніе нѣкоторыхъ типовъ.—Развитіе рыбъ и каменноугольной флоры. —Девонскія породы и руды. — Мощность девонскихъ отложеній, ихъ распространеніе на земномъ шарѣ . . . . . 281—287

Глава XXII. Девонская флора и фауна.—Скудные остатки девонской флоры.—Антрацитъ и каменный уголь. — Нефть и ея вѣроятное происхожденіе. — Современныя костистыя рыбы и девонскія ганоидныя, панцырныя рыбы и акулы. — Девонскіе кораллы. — Расцвѣтъ морскихъ лилій.—Предшественники аммонитовъ.—Гигантскія ракообразныя . . . . . 287—293

Глава XXIII. Каменноугольный періодъ.—Богатство каменноугольной флоры.—Прогрессъ въ мірѣ животныхъ. — Горныя породы этой системы.—Обширныя болота и ихъ обитатели. — Причудливыя растенія: сигилляріи, лепидодендроны, папоротники, каламиты.—Происхожденіе каменнаго угля . . . . . 293—317

Глава XXIV. Важнѣйшіе каменноугольные районы и подраздѣленія каменноугольной системы . . . . . 317—328

Глава XXV. Климатъ каменноугольнаго періода . . . . . 328—334

Глава XXVI. Каменноугольная фауна.—Связь каменноугольной и девонской фауны.—Фораминиферы и фузулиновые известняки.—Исчезновеніе цистоидей и расцвѣтъ бластоидей.—Угасаніе трилобитовъ.—Наземныя животныя.—Плеченогія.—Прѣсноводные молюски.—Рыбы. . . . . 334—343

Глава XXVII. Пермскій или діасовый періодъ и конецъ палеозойской эры . . . . . 343—360

Глава XXVIII. Мезозойская эра.—Общая характеристика мезозойской эры. — Господство пресмыкающихся и голосѣмянныхъ растеній . . . . . 360—362

Глава XXIX. Тріасовый періодъ.—Тріасовая система Германіи.—Каменная соль и залѣжи ея.—Эльтонское и Баскунчакское озера. — Происхожденіе соляныхъ залежей. — Мертвое море.—Кара-Бугасъ . . . . . 362—371

Глава XXX. Подраздѣленія тріасовой системы.—Германія: 1) пестрый песчаникъ; 2) раковистый известнякъ; 3) кейперъ. Ихъ флора и фауна.—Первое млекопитающее.—Новый красный песчаникъ Англіи и Сѣверной Америки.—Сходство между тріасовыми отложеніями Южной Африки и Остъ-Индіи.—Альпійскія или морскія отложенія тріасовой системы.—Тріасовая система Россіи . . . . . 371—384

Глава XXXI. Юрскій періодъ. — Общая характеристика этого періода.—Фауна юрскаго періода; ея цари — ихтіозавръ, телеозавръ, динозавръ, атлантозавръ, бронтозавръ, игуанодонъ.—Летающія рептиліи.—Млекопитающія . . . . 384—411

стр.

Глава XXXII. Распредѣленіе суши и моря въ юрскій періодъ. — Юрская система Россіи . . . . . 411—418

Глава XXXIII.—Мѣловой періодъ.—Распредѣленіе материковъ и океановъ.—Мѣлъ.—Текстуларіи, глобигерины и глубоководный илъ.—Фораминиферы въ известковыхъ отложеніяхъ швейцарскихъ Альпъ.—Преобладающія горныя породы мѣловой системы.—Флора и климатъ мѣлового періода.—Появленіе первыхъ двусѣмянодольныхъ.—Фауна.—Вымираніе пресмыкающихся; новые типы; птицы. — Три области (Гюмбеля) мѣловой системы Западной Европы.—Мѣловая система Россіи. . . . . 418—431

Глава XXXIV. Кайнозойская эра.—Общая характеристика.—Подраздѣленія кайнозойской эры. — Третичный періодъ, ледниковая эпоха и современная эпоха . . . . . 431—433

Глава XXXV. Третичный періодъ.—Большое разнообразіе третичной фауны.—Вымираніе пресмыкающихся, аммонитовъ, белемнитовъ и гиппуритовъ. — Подраздѣленіе третичной системы.—Распредѣленіе материковъ и океановъ . . . 433—441

Глава XXXVI. Древнетретичный отдѣлъ—палеогенъ.—Парижскій бассейнъ.—Палеотерій (Palaeotherium), Аноплотерій (Anoplotherium) и Ксифодонъ (Xiphodon) — Лондонскій бассейнъ и лондонская глина.— Нуммулитовыя породы и флишъ.—Ископаемыя рыбы.—Грифель. —Палеогенъ сѣверной Германіи. — Бурый уголь и его флора. — Янтарь.—Палеогенъ Россіи . . . . . 441—460

Глава XXXVII. Новотретичная эпоха (неогенъ).—Общая характеристика.—Вѣнскій бассейнъ.—Неогенъ Россіи.—Фауна.—Флора . . . . . 460—486

Глава XXXVIII. Климатическія условія новотретичной эпохи.—Вулканическія явленія въ третичный періодъ . . . . . 486—493

Глава XXXIX. Дилювіальный или четвертичный періодъ, періодъ мамонта и первобытнаго человѣка.—Краткая характеристика дилювіальнаго періода.—Исполинскіе ледники.—Дилювіальныя породы . . . . . 493—497

Глава XL. Флора и фауна дилювіальнаго періода.—Скудость дошедшихъ до насъ растительныхъ остатковъ. — Дилювіальныя млекопитающія. — Интересныя находки въ сибирскихъ льдахъ. — Жвачныя. — Хищные звѣри. — Тихоходы и броненосцы.—Сумчатыя и птицы.—Моа . . . . 497—514

Глава XLI. Ледниковая эпоха . . . . . 514—522

Глава XLII. Ледниковая эпоха въ сѣверной Европѣ и въ другихъ частяхъ свѣта . . . . . 522—525

Глава XLIII. Ледниковыя отложенія Европейской Россіи.—Ледниковыя отложенія Азіи, Африки и Америки.—Плювіальный періодъ . . . . . 525—533

Глава XLIV. Вѣроятныя причины оледенѣнія въ ледниковую эпоху.—Пониженіе температуры и усиленіе осадковъ вслѣдствіе увеличенной влажности.—Гималаи, Сибирь, Гренландія,

стр.

Патагонія, сѣверо-западная Америка и Новая Зеландія.— Средняя годовая температура въ ледниковую эпоху.— Гипотезы Дюбуа и Арреніуса . . . . . 533—539

Глава XLV. Доисторическій человѣкъ.—Находка въ сланцевомъ углѣ Вецикона.—Открытія въ долинѣ Соммы.—Кро-Маньонская пещера.—Неандертальскій, кро-маньонскій и энгисскій черепа. — Орудія и художественная дѣятельность доисторическаго человѣка . . . . . 539—553

Заключеніе. . . . . 553—556

# ГЛАВА I.

## Земля—часть солнечной системы.

«Міръ не стоилъ бы ничего, еслибы не давалъ постоянно средствъ для своего пониманія. Есть вопросы, которые не разрѣшаются въ одинъ день; природа не даетъ намъ всѣхъ средствъ за разъ для ихъ разрѣшенія. Мы считаемъ себя посвященными, но мы еще только у дверей храма. Нашъ вѣкъ открылъ кое-что, будущему принадлежитъ остальное». Такъ писалъ почти два тысячелѣтія тому назадъ римлянинъ Сенека, и врядъ ли настанетъ моментъ, когда можно будетъ не согласиться съ этими словами. Съ каждымъ днемъ наука расширяетъ наши знанія, но вселенная безконечна и всякое новое завоеваніе мысли приводитъ въ концѣ концовъ къ одному и тому же выводу: сумма нашихъ знаній растетъ, и въ то же время раздвигаются границы еще не познаннаго.

Но это не Сизифова работа: она приноситъ не муки, а самое высокое наслажденіе. Человѣчество никогда не обниметъ «безконечнаго», но духовный горизонтъ каждаго новаго столѣтія становится все шире и шире.

Мы знаемъ то, чего не знали древніе: мы знаемъ, что земля не центръ вселенной, что она маленькая часть солнечной системы, а послѣдняя, въ свою очередь,—песчинка среди міріадовъ міровъ; мы знаемъ, что земля, какъ и другія планеты, шарообразна и движется вокругъ солнца; мы знаемъ и законы этого движенія, но во многомъ и «мы стоимъ еще только у дверей храма». Первыя страницы великой лѣтописи земли и всего планетнаго міра для насъ все еще далеко не ясны.

Какъ образовались эти серебряныя звѣзды, наше огненное солнце, наша маленькая, темная, но такъ намъ близкая земля?

На это мы и теперь не можемъ дать вполнѣ точнаго отвѣта, а только болѣе или менѣе вѣроятныя предположенія — гипотезы; наиболѣе изящной, наиболѣе разработанной и наиболѣе распространенной является гипотеза первичной туманности. Такъ какъ эта гипотеза тѣсно связана съ вопросомъ о первыхъ дняхъ на-

шей планеты и имѣетъ большое значеніе для современной науки о землѣ, то мы считаемъ необходимымъ привести здѣсь краткое ея изложеніе. Гипотеза эта впервые была предложена Кантомъ, знаменитымъ нѣмецкимъ философомъ, но наиболѣе полно развилъ и научно обосновалъ ее французскій математикъ *Лаплась*, пришедшій къ ней совершенно независимо отъ Канта, почему она и носитъ названіе гипотезы Канта-Лапласа *). Вотъ соображенія Лапласа. Извѣстно, что всѣ планеты движутся въ одномъ направленіи и приблизительно въ одной плоскости; спутники планетъ движутся такъ же; солнце, планеты и ихъ спутники вращаются вокругъ себя по тому же направленію, по которому движутся и вокругъ солнца, и почти въ той же самой плоскости; наконецъ орбиты планетъ и ихъ спутниковъ **) очень близки къ кругу и тѣмъ отличаются отъ кометъ, которыя описываютъ очень вытянутые эллиптическіе пути,—такая общность и гармонія этихъ явленій не можетъ быть случайна, а должна имѣть и *причину, общую* всѣмъ этимъ явленіямъ. Вѣроятность послѣдняго предположенія равняется 200.000.000.000 противъ одного, что граничитъ конечно съ истиной.

«Какова бы ни была природа этой причины, — говоритъ Лапласъ,—но разъ она произвела и направила движенія планетъ съ ихъ спутниками, она должна обнимать всѣ эти тѣла. Вспомните теперь громадныя разстоянія, раздѣляющія ихъ. Ясно, что причину эту можно искать только въ жидкости, заполнявшей неизмѣримыя пространства. Чтобы сообщить планетамъ почти круговое движеніе въ одномъ направленіи, чтобы заставить ихъ обращаться около солнца, эта жидкость должна была окружать солнце въ видѣ *атмосферы*. Такимъ образомъ изученіе планетныхъ движеній приводитъ насъ къ мысли, что, въ силу чрезмѣрнаго жара, атмосфера солнца первоначально простиралась за орбиты всѣхъ планетъ; только постепенно сжалась она до своихъ теперешнихъ размѣровъ. Первоначально наше солнце походило на нѣкоторыя туманности: мы видимъ въ телескопъ блестящее

*) Впослѣдствіи (1875 г.) гипотеза Лапласа подверглась обработкѣ *Роша*, и потому нѣкоторые ученые называютъ ее гипотезой Лапласа-Роша.

**) Уже послѣ Лапласа были открыты 4 спутника Урана и спутникъ Нептуна, которые имѣютъ обратное (ретроградное) движеніе. Это, конечно, противорѣчило гипотезѣ Лапласа и породило нѣсколько новыхъ гипотезъ, изъ которыхъ наиболѣе удачной въ нѣкоторыхъ отношеніяхъ является гипотеза французскаго ученаго Фая. Особый интересъ представляютъ слѣдующіе его выводы, подтвержденные дальнѣйшими изысканіями многихъ ученыхъ: 1) планетныя системы являются исключеніемъ, во вселенной господствуютъ двойныя звѣзды, лишенныя планетъ; 2) земля, равно какъ и всѣ внутреннія планеты, имѣющія прямое вращеніе, образовались раньше солнца.

ядро и кругомъ него легкое облако; сгущаясь на поверхности ядра, это облако превращаетъ его въ звѣзду. Но какимъ образомъ солнечная атмосфера опредѣлила вращательныя и поступательныя движенія планетъ? Если бы эти тѣла глубоко проникали въ атмосферу, ея сопротивленіе заставило бы ихъ упасть на солнце. Поэтому можно полагать, что планеты появлялись на ея предѣлахъ: атмосфера охлаждалась и сжималась, отъ нея, въ въ плоскости экватора, отдѣлялись, одно за другимъ, газообразныя кольца, изъ нихъ при сгущеніи происходили планеты.

«Но чѣмъ же объяснить образованіе колецъ? Здѣсь нужно вспомнить о центробѣжной силѣ; развившись при вращеніи, она стремилась удалить частицы отъ центра; чѣмъ быстрѣе вращеніе, тѣмъ эта сила больше; вотъ почему ея дѣйствіе сильнѣе всего проявляется въ плоскости экватора. Предѣлъ солнечной атмосферы былъ тамъ, гдѣ центробѣжная сила могла еще уравновѣшиваться силою притяженія. Представимъ теперь, что вся масса атмосферы нѣсколько сжалась—вращеніе стало быстрѣе, центробѣжная сила возросла, и у крайнихъ частицъ, расположенныхъ въ плоскости экватора, взяла перевѣсъ надъ силою притяженія. Что же явится слѣдствіемъ этого? Всѣ эти частицы отдѣлятся отъ атмосферы, изъ нихъ составится громадное газообразное кольцо, которое будетъ свободно вращаться въ прежнемъ направленіи. Граница атмосферы отодвинется ближе къ солнцу. Новое сжатіе дастъ начало новому поясу газовъ. Такимъ образомъ явится цѣлый рядъ колецъ.

«Разсмотримъ одинъ такой поясъ. Еслибы всѣ его частицы продолжали сгущаться, не разъединяясь, онѣ образовали бы со временемъ жидкое или твердое кольцо. Но для этого требуется строгая правильность во всѣхъ частяхъ кольца и въ охлажденіи ихъ,—явленіе, конечно, чрезвычайно рѣдкое. И солнечная система даетъ только одинъ примѣръ этого явленія,—кольца Сатурна. Громадное же большинство такихъ туманныхъ колецъ должно было разорваться на нѣсколько массъ; двигаясь съ близкими другъ другу скоростями, онѣ продолжали обращаться вокругъ солнца на опредѣленномъ разстояніи. Эти массы должны были принять сферическую форму, вращеніе ихъ совершалось въ прямомъ направленіи. Солнечная система представляетъ намъ такой случай въ толпѣ малыхъ планетъ, движущихся между Юпитеромъ и Марсомъ. Но если бы одна изъ этихъ массъ была настолько сильна, чтобы притянуть къ себѣ другія, то первоначальное кольцо превратилось бы въ одинъ большой шаръ. Совершая свой путь вокругъ солнца, новое тѣло вращалось бы около своей оси въ прямомъ направленіи. Такъ образовались крупныя планеты.

«Теперь прослѣдимъ перемѣны, которыя совершались въ такихъ газообразныхъ планетахъ вслѣдствіе охлажденія. Въ центрѣ

каждой изъ нихъ мы увидимъ возникновеніе ядра; оно безпрестанно растетъ вслѣдствіе сгущенія окружающей его атмосферы. Въ этомъ состояніи планета походила на первичную туманность, изъ которой только-что образовалось солнце. Далѣе въ своемъ развитіи она повторяла исторію солнца: появлялись кольца, изъ нихъ развивались спутники. Но кольцо Сатурна до сихъ поръ сохранило свою форму, это—остатокъ далекаго прошлаго. Такъ объясняются многія особенности въ устройствѣ солнечнаго міра. Это сообщаетъ гипотезѣ большое правдоподобіе. Предлагаю ее съ тою осторожностью, которая нужна во всемъ, что не вытекаетъ непосредственно изъ наблюденій или вычисленія. Но какъ бы ни образовался планетный міръ, его составныя части расположены такимъ образомъ, что за ними обезпечена полнѣйшая устойчивость, пока ихъ не разрушатъ внѣшнія вліянія» *).

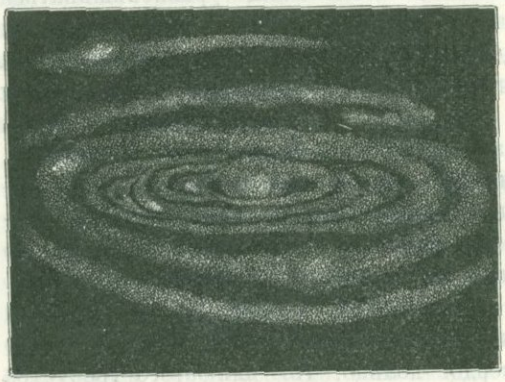


Рис. 1. Образованіе планетной системы по Лапласу.

Такова знаменитая гипотеза Лапласа.

Въ настоящее время она претерпѣла сильныя измѣненія: и механико-математическія изслѣдованія, и изученіе фотографій современныхъ туманностей приводятъ къ заключенію проф. Клейна, что наиболѣе раннимъ состояніемъ космической матеріи является не свободное образованіе кольца вокругъ одного центра, а спиральная форма туманной матеріи съ однимъ или нѣсколькими центрами уплотненія. Но для интересующихъ геолога проблемъ это отступленіе отъ первоначальной гипотезы Лапласа неважно; одно для насъ несомнѣнно: это—огненножидкое или туманное земли и другихъ планетъ—состояніе, которое, благодаря спектроскопу, мы наблюдаемъ нынѣ на солнцѣ **).

Изъ всѣхъ газообразныхъ туманныхъ пятенъ выдается вели-

*) Слова Лапласа переданы здѣсь въ нѣсколько сокращенной и упрощенной формѣ (заимствовано изъ соч. Г. Клейна «Астрономическіе вечера». Изд. ж. «Міръ Божій» 1895 г.).

**) За послѣднія десятилѣтія начинаютъ складываться новые взгляды, которые многихъ астрономовъ заставляютъ склониться къ выводу, что планеты и спутники нашей системы произошли путемъ постепеннаго отдѣленія клубовъ матеріи отъ основной массы. Въ томъ случаѣ, если такой оторвавшійся клубокъ былъ очень малъ сравнительно съ той массой, отъ которой онъ оторвался,

колѣпное пятно Оріона. Телескопъ показываетъ намъ въ немъ цѣлую вселенную въ ея образованіи: тамъ любуемся мы и сгущеніями газа, которыя свѣтятся, и темными пустотами, и оторванными клочками, и неправильными облаками, и звѣздами, сгруппированными на подобіе горящихъ очаговъ.

Спектральный анализъ опредѣлилъ, что азотъ и водородъ являются преобладающими газами въ этомъ туманномъ пятнѣ.



Рис. 2. Большая туманность въ созвѣздіи Оріона.

Туманность Оріона занимаетъ на небѣ громадныя пространства: Секки могъ прослѣдить ее на 4 градуса съ востока на западъ и на 5 съ юга на сѣверъ. Соединенія всѣхъ этихъ звѣздъ въ одной и той же части пространства и положеніе шестизвѣздія прямо въ центрѣ, какъ бы въ фокусѣ этой массы, не могутъ быть случайными. Туманное пятно Оріона очень неправильно. Есть другія, очень правильныя, круглыя и эллиптическія, въ которыхъ наблюдатель можетъ замѣтить уже дальнѣйшую фазу развитія сравнительно съ предыдущимъ и найти въ немъ болѣе полное подтвержденіе космогонической теоріи первичной туманности. Вотъ напримѣръ туманное пятно Андромеды, которое при хорошемъ зрѣніи можно видѣть въ звѣздную ночь простымъ глазомъ. Оно имѣетъ видъ маленькаго блѣднаго облачка. Въ телескопѣ

---

то онъ не успѣвалъ отъ нея удалиться и разрывался на еще болѣе мелкія части, благодаря ея приливному дѣйствію. Примѣромъ этого могутъ служить кольца Сатурна. Съ другой стороны, нѣкоторые физики и геологи развиваютъ гипотезу *метеоритнаго происхожденія* небесныхъ тѣлъ и въ томъ числѣ земли. Метеоритами называются металлическіе и каменные обломки, носящіеся въ міровомъ пространствѣ. На землю падаетъ мало крупныхъ метеоритовъ, но весьма значительное количество *метеорной пыли*. Большинство метеоритовъ, достигающихъ нашей атмосферы, сгораетъ въ ней. *Локьеръ* на основаніи своихъ спектральныхъ изслѣдованій приходитъ къ выводу, что всѣ міро-

пятно это имѣетъ правильную форму съ сгущеніемъ посрединѣ. Пространство, занимаемое этимъ пятномъ, не менѣе 555 милліардовъ миль въ діаметрѣ! Внезапное сгущеніе въ формѣ звѣзды появилось въ немъ въ августѣ 1855 г.

Итакъ, можно предполагать, что звѣзды являются результатомъ сгущенія туманныхъ пятенъ. Если мы обратимся къ нашей солнечной системѣ, то, исходя изъ этой гипотезы, должны принять, что солнце явилось результатомъ сгущенія громаднаго туманнаго пятна, границы котораго распростирались далеко за орбиту Нептуна. Кромѣ того, тѣмъ же самымъ сгущеніемъ объясняютъ его теплоту и свѣтъ, происшедшіе отъ движенія частицъ, притягиваемыхъ въ силу всеобщаго тяготѣнія къ центру системы.

Планеты образовались –или, какъ указалъ Лапласъ, на границѣ туманнаго пятна, когда послѣднее начало сгущаться, или, какъ позже предположилъ Фай, внутри самаго туманнаго пятна.

---

выя тѣла произошли, благодаря или соединенію, или столкновенію и распаду кучъ метеоритовъ. Норденшильдъ, Чемберленъ и Дж. Гейки приходятъ къ тому же выводу на основаніи своихъ геологическихъ изслѣдованій. Вообще

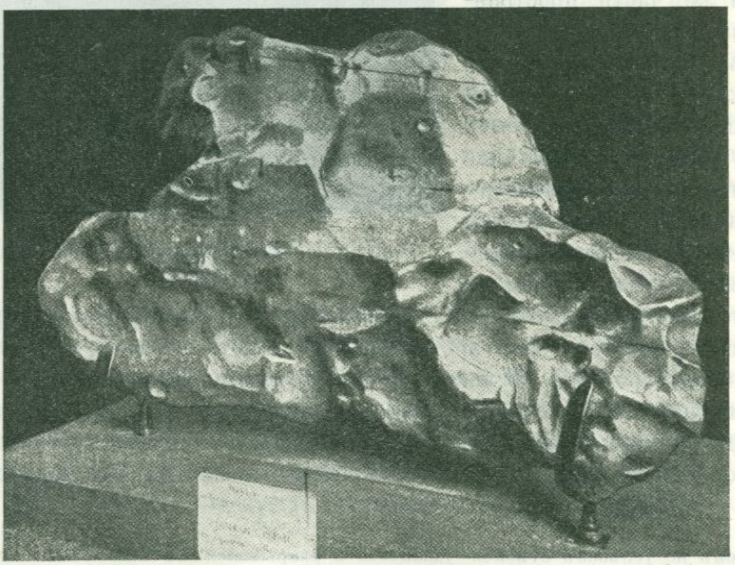


Рис. 3. Желѣзный метеоритъ, найденный въ Бендего (Бразилія) въ 1784 г.

нужно отмѣтить, что космогоническія теоріи (теоріи мірозданія) переживаютъ нынѣ переходное время: старыя гипотезы сильно расшатаны критикой, элементы для новыхъ только еще намѣчаются. Поэтому гипотеза *первичной туманности* все же является пока единственной, на которой слѣдуетъ останавливаться въ популярной книгѣ.

Каждая планета въ своемъ развитіи повторила вкратцѣ исторію развитія солнца. Каждая изъ нихъ была сначала туманнымъ пятномъ, потомъ—солнцемъ, далѣе—охладившимся шаромъ, или вѣрнѣе эллипсоидомъ. Изъ планетныхъ туманныхъ пятенъ могли образоваться ихъ спутники такъ же, какъ планеты образовались изъ солнечнаго туманнаго пятна.

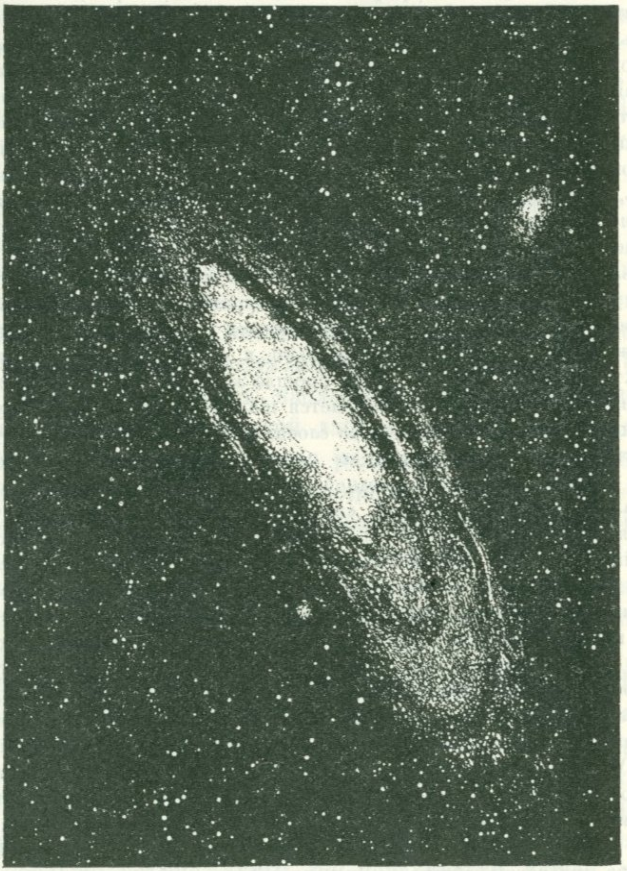


Рис. 4. Туманность въ созвѣздіи Андромеды по фотографіи Робертса.

Придерживаясь гипотезы Лапласа, мы должны допустить, что и наша планета сначала была такимъ же туманнымъ пятномъ, свѣтящимся въ пространствѣ, какъ и тѣ, о которыхъ мы говорили. Она состояла тогда изъ разрѣженныхъ газовъ и паровъ, гораздо болѣе легкихъ, чѣмъ воздухъ, которымъ мы дышимъ. Ея собственная температура была одинакова съ температурой того солнечнаго пояса, внутри котораго она образовалась. Темпера-

тура стала еще выше благодаря сгущенію газообразной планеты *). Повинуясь законамъ тяготѣнія, частицы земли все болѣе и болѣе приближались къ центру, и ея сферическая форма опредѣлялась все лучше и лучше. Наконецъ она становится солнцемъ и загорается яркимъ свѣтомъ.

---

*) «Если, утверждаетъ проф. Клейнъ, согласно теоріи Гельмгольца, въ пользу которой все говоритъ, солнечная теплота есть результатъ, главнымъ образомъ, стяженія солнечной матеріи, то эта послѣдняя не могла обладать въ періоды своего наибольшаго расширенія очень высокой температурой, точно такъ же, какъ это не можетъ быть и у космическихъ туманныхъ пятенъ, которыя телескопы и фотографическія пластинки обнаруживаютъ нынѣ на небесномъ сводѣ. Ибо, какъ уже много лѣтъ тому назадъ показалъ А. Риттеръ, при тѣхъ условіяхъ, существованіе которыхъ на солнцѣ мы должны признать, благодаря стяженію газообразнаго солнечнаго шара, сначала (въ теченіе извѣстнаго періода) должно произойти увеличеніе температуры, превышающее охлажденіе отъ излученія. Это состояніе уже пройдено нашимъ солнцемъ, хотя, вѣроятно, не такъ давно, и изъ этого слѣдуетъ, что въ первыя времена существованія всей системы температура ея матеріи была, по всей вѣроятности, не столь высока, какъ нынѣшняя температура солнечнаго шара.

То же самое относится, слѣдовательно, и къ первичному состоянію земли и другихъ планетъ. Но что земля прошла когда-то, по крайней мѣрѣ, расплавленно-жидкую стадію, доказывается шарообразной и приплюснутой формой ея и увеличеніями плотности ея слоевъ по направленію къ центру. Нельзя сомнѣваться, что предположеніе о расплавленно-жидкомъ состояніи земли является вполнѣ надежной исходной точкой для дальнѣйшихъ заключеній. Образовалась ли вся солнечная система въ цѣломъ и земля въ частности благодаря скопленію мелкихъ космическихъ массъ, неизвѣстно. Несомнѣнно, что въ началѣ земля представляла собою расплавленно-жидкую массу. Такъ какъ мы должны, судя по всему, отнести это начало къ давно прошедшимъ временамъ, то, конечно, можно признать, что въ теченіе этого неизмѣримо долгаго времени многочисленныя космическія массы соединились съ землей, какъ это мы наблюдаемъ еще время отъ времени и теперь въ видѣ метеоровъ. Но были ли эти космическія массы когда-нибудь такъ велики, что онѣ могли увлечь цѣлую землю, пока не выяснено. Вполнѣ отрицать такихъ случаевъ никоимъ образомъ нельзя, какъ это показываетъ столкновеніе кометы 1889 г. V съ однимъ или нѣсколькими спутниками Юпитера, происшедшее 18—21-го іюля 1886 г. По вычисленіямъ Бредихина, при этомъ отдѣлилась часть кометы и образовала самостоятельнаго спутника кометы. Произошло ли тогда же рожденіе пятаго спутника Юпитера (открытаго Barnard'омъ 9-го сент. 1882 г. на ликовской обсерваторіи), неизвѣстно, ибо очень возможно, что этотъ спутникъ оставался незамѣченнымъ ранѣе, благодаря своимъ небольшимъ размѣрамъ. Итакъ, мы не можемъ знать, подвергалась ли земля во время своего космическаго развитія катастрофамъ, вторгавшимся изъ мірового пространства; при точномъ изслѣдованіи слѣдуетъ, однако, исключить эти катастрофы. Достовѣрно извѣстно намъ только, что земной шаръ охладился до своего современнаго состоянія въ теченіе безчисленныхъ тысячелѣтій изъ расплавленно-жидкой, почти шарообразной массы. То же самое мы вынуждены признать и относительно луны, и въ обоихъ случаяхъ это предположеніе должно разсматривать, какъ научно вполнѣ доказанный фактъ». *Г. И. Клейнъ.* «Космическій и земной вулканизмъ». См. «Міръ Божій». 1904. Ноябрь.

Механическая теорія теплоты позволяетъ намъ вычислить, что уже одно это сгущеніе въ газообразный шаръ дало теплоту около 9.000 град. Ц. Въ продолженіе этого перваго періода земля блестѣла на небѣ подобно солнцу, окруженному блѣднымъ туманомъ, но, благодаря испусканію лучей въ пространство, она постепенно теряла и свою теплоту, и свой свѣтъ. Изъ солнца она превращается въ планету. Отсюда уже начинается исторія ея собственнаго развитія. Эту-то первобытную эпоху въ исторіи нашей планеты мы и должны теперь описать.

При теперешнемъ состояніи науки мы можемъ набросать только болѣе или менѣе вѣроятную картину этого далекаго періода въ исторіи нашей планеты, предшествующаго появленію какой-либо *жизни*.

Въ основаніе мы положимъ нѣкоторыя теоретическія соображенія извѣстнаго французскаго астронома Фая.

Наша планета претерпѣла много метаморфозъ. Сначала бѣлая и блестящая, какъ солнце, она черезъ нѣкоторое время сверкала уже желтымъ цвѣтомъ золота, далѣе стала свѣтло-красной, наконецъ темно-красной и потухла. Окутанная атмосферой, близкой къ той, которую мы теперь наблюдаемъ вокругъ Юпитера, она являлась настоящей химической лабораторіей, тамъ происходили восходящія и нисходящія теченія различныхъ газовъ, непрекращающіеся электрическіе токи пронизывали атмосферу. Однако вулкановъ не было, ибо для ихъ появленія необходима была сопротивляющаяся оболочка. Но безъ сомнѣнія тамъ происходили гигантскія изверженія водорода въ раскаленномъ состояніи, также и другихъ газовъ, аналогичныхъ тѣмъ, которые наблюдаются теперь астрономами на солнцѣ.

Продолжительность періода *образованія* планетъ зависѣла, для *каждой изъ нихъ, отъ количества матеріи, изъ которой онѣ* состояли, а періодъ охлажденія—отъ повышенія температуры первичнаго шара, его объема и его поверхности; къ этому слѣдовало бы еще прибавить различіе въ минеральномъ составѣ образовавшихся породъ и различіе въ атмосферѣ. Такъ, объемъ земли въ 49 разъ больше объема луны; но поверхность нашей планеты больше поверхности ея спутника только въ 13 разъ. Скорость охлажденія луны поэтому почти въ четыре раза больше, чѣмъ земли,—и на самомъ дѣлѣ луна охладилась быстрѣе земли.

Земля должна была сначала имѣть одинаково высокую температуру съ солнцемъ; она начала охлаждаться, изъ газообразнаго состоянія перешла въ жидкое и, наконецъ, съ поверхности, по крайней мѣрѣ, въ твердое. Соединенія, изъ которыхъ образованы всѣ сложныя тѣла нашей земли, могли появляться, только благодаря послѣдовательному пониженію первоначальной температуры.

Жидкости, удерживаемыя теплотой въ состояніи пара въ атмосферѣ, должны были, при ея охлажденіи, падать въ видѣ различнаго дождя. Водяные дожди появились только тогда, когда температура атмосферы спустилась до 100°. Тѣ же колебанія температуры вызвали физическія измѣненія тѣлъ, ихъ расположеніе, смотря по ихъ плотности, внутри земного шара и на поверхности его, отъ полюсовъ до экватора. Самый верхній расплавленный слой земли состоялъ изъ легкихъ металловъ, увлеченныхъ ея движеніемъ на поверхность. Въ глубинѣ оставались тяжелые металлы. Легкіе—натрій, алюминій, кремній, калій и кальцій появляются на поверхности земли, они окисляются отъ соприкосновенія съ кислородомъ воздуха; кремній превращается въ кремнеземъ, другіе металы образуютъ металлическія окиси; затѣмъ кремнеземъ соединился, по крайней мѣрѣ частью, съ окисями и образовалъ кремнекислыя соли, а смѣсь этихъ солей съ кварцомъ или остаткомъ несоединеннаго кремнезема составила гранитный слой. Гранитъ, сначала похожій на тѣсто, достаточно охладился, отвердѣлъ и образовалъ тонкую кору. Теперь земля какъ бы расчленилась на три главныя части: атмосферу, кору и, вѣроятно, расплавленное ядро.

Ядро заключало въ себѣ самые тяжелые металлы: желѣзо, свинецъ, ртуть, платину, золото.

Громадные приливы, образовавшіеся подъ вліяніемъ притяженія луны, только-что отдѣлившейся отъ земли и очень приближенной къ ней, долго мѣшали застывшей корѣ отвердѣть на всей ея поверхности. Тѣмъ не менѣе время это должно было наступить, и по всей вѣроятности окончательное отвердѣніе началось съ полюсовъ, тамъ, гдѣ приливы были менѣе сильны, гдѣ суточное вращеніе и центробѣжная сила были менѣе чувствительны. Полюсы имѣли однако температуру, одинаковую съ экваторомъ, такъ какъ теплота самой земли сильно еще преобладала надъ теплотой, которая могла быть получена отъ солнца, и достигала, вѣроятно, нѣсколькихъ сотенъ градусовъ.

Во время этого медленнаго охлажденія не всѣ газообразныя вещества, изъ которыхъ состояла первоначальная планета, перешли въ жидкое или твердое состояніе. Вокругъ шара остается еще значительный газообразный слой, образованный смѣсью кислорода и азота. Эта атмосфера содержитъ въ себѣ не только громадныя количества водяного пара, но также пары и газы многихъ другихъ элементовъ.

Водяные пары, которые составили толстый слой облаковъ, подобныхъ атмосферѣ Юпитера, въ свою очередь, сгустились въ воду, опавшую на почву. Пониженіе температуры увеличилось, и земля, какъ и всякое охлаждающееся тѣло, уменьшилась въ объемѣ;

но такъ какъ кора уже отвердѣла, то уменьшеніе объема выразилось въ томъ, что она съежилась, образуя такимъ образомъ впадины, которыя и наполнились водой.

Міръ безъ жизни! Ни животнаго, ни растенія! Вода или скалы. Ни дерева, ни травки, ни мха на этихъ скалахъ. Ни единаго моллюска въ этихъ водахъ. Это даже не смерть, ибо жизни здѣсь еще никогда не было. Напрасно старались бы мы найти характеризующее нашу землю географическое очертаніе. Нѣтъ ни Европы, ни Азіи, ни Африки, ни Австраліи, ни Америки: только море съ нѣсколькими гранитными островами. Громадный приливъ совершаетъ свой оборотъ два раза въ день вокругъ земного шара. Почти всюду и все время небо покрыто тучами. Падаетъ дождь, гремитъ громъ, молнія бороздитъ тучи, вѣтеръ воетъ и буря вздымаетъ волны.

Отвердѣвшій тонкій слой безпрестанно повышается и опускается отъ приливовъ; онъ подвиженъ, эластиченъ, различной толщины; онъ даетъ трещины, снова спаивается, опять взламывается и вновь реформируется. Это-то и дѣлаетъ возможными первыя гранитныя изверженія и образованія первыхъ острововъ. Но постепенно, изъ вѣка въ вѣкъ, слой этотъ дѣлается прочнѣе. Толщина его увеличивается отъ охлажденія. Съ своей стороны, первичные острова подвергаются вліянію вѣтровъ, дождей, попеременному дѣйствію солнечнаго жара и ночного холода, и потому, медленно распадаясь, служатъ матеріаломъ для отложенія первыхъ осадковъ на днѣ океана.

## ГЛАВА II.

Физическое состояніе земли. — Форма и величина земли. — Вѣсъ земли. — Температура земли. — Толщина земной коры.

Въ самый ранній періодъ человѣческой мысли землю представляли себѣ плоскостью, окруженной со всѣхъ сторонъ водой; но уже въ классической древности ученые Пиѳагоръ, Парменидъ, Архимедъ и Птоломей положили основаніе новому ученію о землѣ, какъ о шарѣ. Аристотель первый въ доказательство шарообразности земли приводилъ то, что тѣнь, бросаемая на дискъ луны, всегда круглая. Въ средніе вѣка ученіе это вначалѣ-было теряется, но затѣмъ снова получаетъ дальнѣйшее развитіе.

Убѣжденіе въ томъ, что земля есть шаръ, заставляетъ Колумба предпринять смѣлое путешествіе на неизвѣстный западъ. Наконецъ, появляется самое неопровержимое и точное доказательство вѣрности этой идеи—первое кругосвѣтное путешествіе Магелана.

Послѣ вопроса о формѣ земли естественно являлся у изслѣдо-

вателей вопросъ о величинѣ ея. Еще за 200 лѣтъ до нашего лѣтосчисленія разрѣшеніемъ этой задачи занимался аѳинянинъ *Эратосфенъ*, служащій при Александрійской библіотекѣ. Работы его въ области естественныхъ наукъ являются блестящими для древняго міра, и имя его безсмертно въ исторіи наукъ. Онъ первый примѣнилъ градусное измѣреніе, не смотря на тогдашнія, слишкомъ еще несовершенныя средства. Такъ какъ измѣрить прямо величину большого круга земли невозможно, то существуетъ для этого особый методъ. Онъ состоитъ въ томъ, что астрономически опредѣляютъ географическое положеніе двухъ мѣстъ и какимъ-нибудь способомъ измѣряютъ разстояніе между ними; отсюда вычисляютъ длину одного градуса, т.-е. 360-й части земной окружности, и потомъ ее всю.

Первый, кто измѣрилъ окружность земли, былъ Дикеархъ (III столѣт.). Онъ принялъ разстояніе между Лизимахіею у Геллеспонта и Сіеною, при Верхнемъ Нилѣ (теперь Ассуанъ) равнымъ 20.000 стадій; дугу же меридіана между этими двумя городами Дикеархъ опредѣлилъ по зенитамъ опредѣленныхъ звѣздъ въ созвѣздіяхъ Рака и Дракона равною — $^1/_{15}$ меридіана, а отсюда вычислилъ окружность земли въ 300.000 стадій. Ученикъ Дикеарха аѳинянинъ Эратосфенъ далъ болѣе точное опредѣленіе окружности земли. Для измѣренія Эратосфенъ выбралъ дугу круга между Александріей и Сіеною, полагая, что оба эти города лежатъ на одномъ меридіанѣ. Въ древности эти измѣренія дѣлались при помощи особаго прибора — гномона,—состоящаго изъ вертикальнаго шеста, укрѣпленнаго на горизонтальной плоскости. Въ ясный солнечный день шестъ отбрасываетъ тѣнь, длина которой отъ восхода солнца до полудня непрерывно уменьшается, а отъ полудня до заката — увеличивается. Такимъ образомъ кратчайшая тѣнь укажетъ намъ время истиннаго полдня, а направленіе этой кратчайшей тѣни является направленіемъ истиннаго меридіана. Зная длину этой кратчайшей полуденной тѣни *(a)* и высоту шеста *(b)*, можно вычислить угловую высоту солнца *(h)* по формулѣ:

$$tgh = \frac{b}{a}$$

Эта полуденная высота солнца ежедневно измѣняется; во время весенняго и осенняго равнодѣйствій она равна дополненію географической широты мѣста до 90°, а во время зимняго и лѣтняго солнцестояній она меньше или больше равноденственной на уголъ, равный наклоненію эклиптики къ экватору. Такимъ образомъ при помощи гномона въ древности опредѣляли и географическія широты, и наклоненіе эклиптики къ экватору. Эратосфену было извѣстно, что въ Сіенѣ въ періодъ лѣтняго солнцестоянія солнце находится въ зенитѣ и не отбрасываетъ тѣни,—слѣдо-

вательно, Сіена лежитъ подъ тропиками. Оставалось опредѣлить, при помощи гномона, полуденную высоту солнца въ день лѣтняго солнцестоянія въ Александріи и затѣмъ вычислить разность широтъ Александріи и Сіены. Эратосфенъ получилъ при этомъ вычисленіи величину въ $7^{\circ}12'$.

Другая величина, необходимая для вычисленія окружности земли,—разстояніе между Сіеной и Александріей—было опредѣлено очень точно (такъ какъ это была караванная дорога) въ 5.000 стадій. Отсюда величина окружности земли $= 5.000 \times \frac{360}{7,2} = 250.000$ стадій, а переводя на наши мѣры—5408 географическихъ миль, что всего на 8 миль отличается отъ истинной величины—5400 миль.

Были сдѣланы еще два градусныя измѣренія земли, одно въ IX-мъ столѣтіи арабскимъ астрономомъ, другое французскимъ математикомъ въ 1525 г.; новаго они ничего не дали. Въ 1615 г. голландецъ *Снелліусъ* впервые измѣрилъ землю *тригонометрическимъ* способомъ. Способъ этотъ состоитъ въ слѣдующемъ. Измѣряютъ непосредственно какую-нибудь линію, которую берутъ за *основную*, и съ концовъ ея визируютъ какую-нибудь удаленную неподвижную точку. Такимъ образомъ получаютъ треугольникъ, въ которомъ извѣстны сторона и два угла; изъ нихъ легко, конечно, вычислить и двѣ другія стороны. Эти послѣднія опять становятся новыми отправными линіями, опять получаются новые треугольники и т. д., пока, благодаря цѣлой сѣти такихъ треугольниковъ, мы не дойдемъ до опредѣленія линіи, соединяющей точки, избранныя нами для измѣренія градуса. При всѣхъ этихъ измѣреніяхъ землю считали правильнымъ шаромъ, но впослѣдствіи было замѣчено, что движеніе маятника не вездѣ одинаково: въ экваторіальныхъ странахъ оно медленнѣе; чтобы уравнять его съ нашимъ, нужно укоротить его на $1^{3}/_{4}$ линіи, что было подтверждено во время экспедиціи, посланной французской академіей въ Кайенну. Какъ извѣстно, быстрота колебанія даннаго маятника зависитъ отъ силы притяженія земли: чѣмъ быстрѣе эти колебанія, тѣмъ больше, чѣмъ медленнѣе, тѣмъ меньше эта сила. Но уменьшеніе силы тяжести на землѣ можетъ быть вызвано только удаленіемъ отъ центра земли; отсюда, какъ слѣдствіе, вытекаетъ, что земля не есть совершенный шаръ, что у экватора она расширяется, а къ полюсамъ сплющивается, и такимъ образомъ представляетъ собою эллипсоидъ.

Ньютонъ и Гюйгенсъ чисто теоретическимъ путемъ пришли къ тому же заключенію. По ихъ мнѣнію, форма земли, какъ эллипсоида, является слѣдствіемъ ея вращательнаго движенія. Въ своемъ первичномъ видѣ, жидкомъ или вообще *нетвердомъ*, земля, вращаясь вокругъ своей оси, благодаря своей центробѣжной силѣ,

должна была принять форму эллипсоида, сплющеннаго у полюсовъ; не имѣй она этой формы, вся вода собралась бы на экваторѣ, а у полюсовъ находились бы сплошные материки. При эллипсоидальной формѣ градусъ меридіана долженъ быть тѣмъ короче, чѣмъ ближе къ экватору; по измѣреніямъ же французовъ получилось обратное: меридіанъ юга Франціи оказался длиннѣе сѣвернаго. Произошелъ споръ. Французскій астрономъ Кассини стремился доказать ложность положенія Ньютона и утверждалъ, что, наоборотъ, земля у экватора сплюснута, а у полюсовъ удлинена, какъ у лимона. Нужно замѣтить, что тригонометрическій способъ на практикѣ очень труденъ; точности измѣреній мѣшаютъ и температурныя вліянія на измѣрительные приборы, неправильная форма земной поверхности и многія другія обстоятельства. Ясно, что во времена Кассини градусныя измѣренія столь близкихъ мѣстъ, какъ Сѣверная и Южная Франція, не могли дать точныхъ данныхъ. Для рѣшенія вопроса была послана экспедиція въ болѣе отдаленные другъ отъ друга пункты, одна на экваторъ—въ Перу, другая къ полюсу—въ Лапландію. Данныя этой экспедиціи съ неоспоримой ясностью показали, что сплюснутость земли у полюсовъ и расширенность у экватора внѣ всякаго сомнѣнія, что длина градуса меридіана въ Лапландіи 57.437, въ Перу—56.753 туазъ (туазъ=6 парижскимъ футамъ). Это дало толчокъ къ дальнѣйшимъ градуснымъ измѣреніямъ.

Въ 1841 г. Бессель сравнилъ 10 различныхъ градусныхъ измѣреній и получилъ слѣдующій результатъ:

| | | |
|---|---|---|
| Радіусъ земли отъ центра до экватора | 6.377.397 | т. |
| „ „ „ „ „ полюса | 6.356.079 | „ |
| Сплюснутость у каждаго полюса . . . . | 21.318 | „ $=\frac{1}{299}$ |

Въ 1878 г. Клеркъ, пользуясь всѣми тогдашними измѣреніями, получилъ слѣдующія цифры:

| | | |
|---|---|---|
| Экваторіальный радіусъ . . . . . | 6.378.190 | т. |
| Полярный „ . . . . . | 6.356.455 | „ |
| Сплюснутость . . . . . | 21.735 | „ $=\frac{1}{293}$ |

Разница между этими двумя вычисленіями не особенно велика. Но если принять во вниманіе, что 1 метръ разницы въ длинѣ радіуса даетъ 3 квадратныхъ мили на поверхности, то неточность въ измѣреніи окажется чувствительной.

Если не принимать во вниманіе древнихъ, не особенно точныхъ градусныхъ измѣреній, то количество ихъ не велико: оно ограничивается Европой, Остъ-Индіей и въ 1848 г. измѣреніемъ небольшого пространства мыса Доброй Надежды, что при совре-

менномъ состояніи науки и знаній является ничтожнымъ. Среди градусныхъ измѣреній конца XIX вѣка выдаются русскія, произведенныя съ замѣчательной точностью и обнимающія дугу значительной длины: отъ устья рѣки Торнео-Фугленасъ до Старонекрасовки на Дунаѣ.

Въ 1901/902 г. скандинаво-русской экспедиціей измѣрена дуга въ $3^1/_2$ градуса на Шпицбергенѣ, при чемъ на долю русскихъ выпало $2^1/_2{}^0$. Обработка трудовъ этой необыкновенно удачной экспедиціи обѣщаетъ дать много для нашего познанія формы земли, такъ какъ это первое измѣреніе, столь близкое къ полюсу.

Сравненіемъ градусныхъ измѣреній, полученныхъ въ разныхъ мѣстахъ, могли опредѣлить форму земли только приблизительно. Въ настоящее время можно сказать, что сплюснутость земли лежитъ въ предѣлахъ между $^1/_{298}$ и $^1/_{300}$ земного радіуса, и что поверхность земли, носящая теперь названіе *геоида*, не отличается значительно отъ *эллипсоида вращенія*. «Поверхность *геоида*, говоритъ Неймайръ, должна, въ зависимости отъ распредѣленія массы, въ однихъ мѣстахъ приподниматься надъ эллипсоидомъ, въ другихъ—спускаться, но то и другое въ незначительной степени. По мѣрѣ совершенствованія геодезическихъ измѣреній и полученія болѣе точныхъ величинъ земной тяжести, форма геоида все болѣе уясняется, но выразить ее строго математически никогда не удастся: распредѣленіе массы земли подчиняется не одному какому нибудь закону, а является результатомъ очень сложныхъ геологическихъ явленій, какъ происходившихъ въ минувшіе періоды жизни земли, такъ и совершающихся нынѣ».

Для опредѣленія *вѣса* земли былъ примѣненъ методъ, основанный на отклоненіи свободно висящей тяжести отъ своего перпендикулярнаго положенія подъ вліяніемъ притяженія массы горы. Если мы знаемъ величину этого отклоненія и извѣстна масса горы, то можно вычислить вѣсъ земли. Въ 1774—1776 г. въ Шотландіи произведены были опыты по этому методу. Результатъ получился слѣдующій: земля въ цѣломъ въ 4,7 разъ тяжелѣе, чѣмъ такой же шаръ воды, или, другими словами, удѣльный вѣсъ земли = 4,7. Но этотъ же опытъ, повторенный въ другомъ мѣстѣ, далъ средній вѣсъ для земли въ 5,3. Различные результаты указываютъ, конечно, на несовершенство метода. То же можно сказать и про другой методъ, состоявшій въ измѣреніи измѣненій тяжести на высотахъ числомъ колебаній маятника. Лучшіе результаты были получены Кавендишемъ при помощи 3-го метода, посредствомъ крутильныхъ вѣсовъ Куломба; онъ вычислилъ, что вѣсъ земли въ 5,56 разъ тяжелѣе подобнаго же шара воды,—цифра, принятая теперь въ наукѣ. Еще болѣе простымъ и болѣе точнымъ оказался способъ Жолли.

Жолли построилъ точные вѣсы съ двумя парами чашекъ, раз-

стояніе между которыми по вертикали было 21 метр. Данное тѣло взвѣшивалось и на верхнихъ, и на нижнихъ чашкахъ; на послѣднихъ оно должно было вѣсить больше, такъ какъ на 21 м. находилось ближе къ центру земли, чѣмъ тогда, когда взвѣшивалось на верхнихъ. Такъ, Жолли нашелъ, что стеклянный шаръ съ ртутью, вѣсомъ въ 5 кило, на нижней чашкѣ вѣсилъ на 31,686 милиграмма больше, чѣмъ на верхней, а свинцовый шаръ въ 1 метръ діаметромъ, положенный около вѣсовъ, увеличивалъ вѣсъ стекляннаго шара съ ртутью на 0,589 милигр. Отсюда мюнхенскій физикъ вычислилъ, что удѣльный вѣсъ земли = 5,6927.

Значительная тяжесть земли—фактъ большой важности. Онъ указываетъ намъ на то, что въ глубинахъ земли находятся тяжелые металлы, потому что, при сравненіи удѣльнаго вѣса минераловъ, находящихся на поверхности и составляющихъ земную кору, съ вѣсомъ земли, получается громадная разница: для первыхъ удѣльный вѣсъ въ среднемъ = 2,7, а для второй—5,56.

Относительно *температуры* различныхъ слоевъ земной коры имѣются слѣдующія данныя. По мѣрѣ углубленія температура земли увеличивается; доказательствомъ могутъ служить вулканы, извергающіе расплавленную лаву, гейзеры, выбрасывающіе цѣлые столбы кипящей воды, и горячіе источники. Чтобы опредѣлить величину этого увеличенія температуры, производилось много опытовъ въ рудникахъ, туннеляхъ и въ глубокихъ погребахъ.

Температура *верхнихъ* слоевъ земной коры зависитъ отъ температуры атмосферы: зимой эти слои до извѣстной глубины холодные, лѣтомъ—теплые. Ниже идетъ слой, на который никакое время года не вліяетъ; температура этого слоя постоянна и опредѣляется приблизительно средней годовой температурой даннаго мѣста. Примѣромъ можетъ служить погребъ Парижской обсерваторіи, гдѣ Лавуазье въ 1783 г. на глубинѣ 27,6 м. поставилъ термометръ, и въ продолженіе ста лѣтъ послѣдній оставался безъ перемѣны на 11,6° С.

Въ жаркихъ экваторіальныхъ странахъ, гдѣ разница между временами года незначительна, постоянный слой находится уже на глубинѣ 6 метр. Въ сѣверныхъ странахъ этотъ слой состоитъ изъ льда и лежитъ очень глубоко; такъ, на Ленѣ у Якутска въ Восточной Сибири—на глубинѣ 116½ метр. при температурѣ —3°С. Въ странахъ съ умѣреннымъ климатомъ постоянный слой лежитъ между этими крайними предѣлами: такъ для Елизаветграда проф. Клоссовскій опредѣлилъ слой постоянной температуры на глубинѣ 19,2 метра.

Но ниже этого слоя температура увеличивается вмѣстѣ съ глубиной. Глубина, выраженная въ метрахъ, при которой происходитъ возвышеніе температуры на одинъ градусъ Цельзія, назы-

вается *геотермическимъ градусомъ*, или *градіентомъ*. Даже въ близкихъ другъ къ другу мѣстностяхъ геотермическій градусъ можетъ измѣняться въ зависимости отъ разныхъ условій. Доказано, напримѣръ, что температура въ угольныхъ копяхъ повышается, соотвѣтственно съ глубиной, скорѣе, чѣмъ въ рудникахъ это объясняется химическими процессами въ угольныхъ копяхъ.

Наблюденія Дункера надъ артезіанскими колодцами даютъ слѣдующія данныя о постепенномъ повышеніи температуры съ глубиной.

Глубина въ метрахъ: 26,7 223,0 286,7 350,4 414,1 477,8 и т. д.
Температура . . . . . 9° 21,6° 23,5° 26,4° 26,9° 30,9° и т. д.
Геотермическій градусъ=С. 31,8 мет.

Прествичъ, сопоставляя наблюденія, произведенныя въ 530 пунктахъ, даетъ слѣдующія величины геотермическаго градуса: для артезіанскихъ колодцевъ—28 метровъ, для каменноугольныхъ копей—25 и для рудниковъ—27,5 м. Такого рода колебанія величины геотермическаго градуса нужно приписать вліянію постороннихъ причинъ, напр. въ рудникахъ охлаждающему дѣйствію воздуха.

Интересныя данныя получены инженеромъ Штапфомъ во время постройки Готтардскаго туннеля. Онъ вычислилъ, что въ общемъ увеличеніе температуры соотвѣтствовало высотѣ лежащихъ надъ даннымъ мѣстомъ горныхъ массъ, но соотношеніе это не абсолютно: температура увеличивается относительно меньше подъ горами, чѣмъ подъ долинами.

Изъ всѣхъ этихъ наблюденій нѣтъ никакой возможности точно вывести среднюю величину для геотермическаго градуса; оно и понятно, если принять во вниманіе различное въ различныхъ пунктахъ земной коры строеніе ея, различное расположеніе въ ней трещинъ и источниковъ, наконецъ различную теплопроводность горныхъ породъ.

При опредѣленіи толщины слоя земной коры явилась масса предположеній: одни утверждали, что уже послѣ 5—6 миль начинается расплавленная масса; другіе указывали, что подобный слой не можетъ быть устойчивымъ. Гумбольдтъ предлагалъ цифру въ 20 географ. миль, Томсонъ доказывалъ, что земля, какъ цѣлое, должна обладать твердостью средней между стекломъ и сталью. Многіе утверждали, что земного ядра въ расплавленномъ видѣ не должно существовать совсѣмъ; они основывались на томъ, что охладѣвшія тѣла становятся плотнѣе, тяжелѣе и должны погружаться въ жидкую расплавленную массу, тамъ же опять расплавляться; поэтому жидкая масса земли постепенно охлаждалась и отвердѣвала, а потомъ должна была совсѣмъ отвердѣть и поверх-

ность. Опроверженіемъ этого можетъ служить тягучая и густая расплавленная масса, которая наблюдалась напримѣръ въ 1865 г. при изверженіи вулкана Этны; наблюдатель могъ стоять на застывшей части еще движущагося лавоваго потока, и эта поверхностная часть не погружалась, не смотря на свою сравнительную плотность.

Особое положеніе занимаетъ въ вопросѣ о свойствахъ и общемъ строеніи земной коры Альфонсъ Штюбель, который вынесъ свои оригинальныя мысли изъ многолѣтнихъ путешествій въ вулканическихъ областяхъ Эквадора (1868—77). Между тѣмъ какъ большинство изслѣдователей полагаетъ, что земля, вслѣдствіе процесса охлажденія, принимаетъ все меньшій объемъ, Штюбель, на основаніи нѣкоторыхъ наблюденій, убѣдился, что огненно-жидкая каменная масса въ теченіе процесса охлажденія проходитъ фазу увеличенія объема, причемъ можетъ выдѣляться огромное количество энергіи. Штюбель полагаетъ, что извергаемыя вулканами массы постоянно растекались надъ отвердѣвшей оболочкой земли и составляли вмѣстѣ съ послѣдней такъ называемую «панцырную покрышку», увеличивая такимъ образомъ объемъ земного шара. По его соображеніямъ, эта панцырная покрышка достигаетъ приблизительно 50 килом. толщины, между тѣмъ какъ твердая оболочка земной коры обладаетъ такою мощностью (около 2.000 кил.), что огненно-жидкая масса земного ядра не можетъ уже быть извержена на поверхность земли.

Между тѣмъ какъ большею частью думали, что земля состоитъ только изъ своихъ собственныхъ, такъ сказать, земныхъ веществъ и въ своемъ развитіи пользовалась собственнымъ матеріаломъ, знаменитый изслѣдователь полярныхъ странъ Норденшильдъ, въ концѣ XIX столѣтія, полагавшій, что онъ нашелъ среди ледяныхъ полей Гренландіи космическую пыль, выразилъ мысль, что земля произошла посредствомъ столкновенія метеоритовъ. Новая теорія, однако, не имѣла распространенія; но недавно Фридрихъ Ратцель (1901) обратилъ вниманіе на то обстоятельство, что огромное количество космической матеріи, падающей на землю въ видѣ метеоритовъ и метеорной пыли, въ теченіе чрезвычайно длиннаго періода времени, должно сдѣлаться настолько значительнымъ, что можетъ играть нѣкоторую роль въ составѣ земли.

Такимъ образомъ мы видимъ, что еще до сихъ поръ нельзя опредѣленно утверждать, совершенно ли тверда наша земля до центра, или существуетъ внутри ея расплавленная масса. Впрочемъ за послѣднее время нѣкоторые ученые приводятъ довольно вѣскія соображенія въ пользу существованія расплавленнаго жидкаго слоя между твердой земной корой и твердымъ ядромъ.

# ГЛАВА III.

Океаны и материки.—Диссиметрія рельефа.

Долго думали, что всѣ моря имѣютъ одинъ и тотъ же уровень но теперь мы знаемъ, что многія причины нарушаютъ это равновѣсіе. Давно уже было извѣстно, что, напримѣръ, вѣтры или приливы значительно измѣняютъ уровень моря. Также на это вліяетъ и различіе солености морской воды; понятно, что если два моря различной солености находятся въ сообщеніи другъ съ другомъ, то уровень болѣе соленаго будетъ ниже. Притокъ прѣсной воды повышаетъ уровень, а сильное испареніе—понижаетъ. Такъ, напримѣръ, въ Гаврѣ, въ Сенъ-Назарѣ, притокъ прѣсной воды изъ рѣкъ Сены и Лоары понижаетъ плотность морской воды съ 1,028 до 1,012.

Составъ воды океановъ довольно постояненъ. На 1.000 частей она содержитъ приблизительно 35 частей солей. Изъ нихъ хлористый натрій (поваренная соль) даетъ болѣе трехъ четвертей, затѣмъ идутъ: хлористая магнезія, сѣрнокислая магнезія и сѣрнокислый кальцій (гипсъ), хлористый калій и углекислый кальцій. Изъ другихъ тѣлъ въ составъ воды входятъ въ очень незначительныхъ количествахъ: бромъ, іодъ (изъ морскихъ водорослей), боръ, никель, кобальтъ, желѣзо, мѣдь, свинецъ, цинкъ; въ еще болѣе ничтожномъ количествѣ: серебро, мышьякъ, золото, кремній; находятся въ морской водѣ также и газы—кислородъ, азотъ, угольная кислота.

Что же касается воды морей, то соленость ихъ колеблется очень сильно: въ Средиземномъ морѣ она приблизительно 0,038, въ Красномъ же 0,043. Каспійское море замѣчательно по измѣнчивости содержанія солей: въ заливѣ Карабугазъ вода почти насыщена солями и потому здѣсь невозможна органическая жизнь, но въ другихъ частяхъ этого моря, въ сосѣдствѣ устьевъ большихъ рѣкъ, вода почти прѣсная, соленость ея не превосходитъ 0,009. Соленость Балтійскаго моря крайне незначительна 0,005, Чернаго же гораздо больше—0,011. Понятно, что благодаря этому и плотность морской воды сильно колеблется. Напр., она равняется 1,016 для Чернаго моря и 1,029 для Средиземнаго.

Постоянной причиной, нарушающей равновѣсіе морей, является притяженіе континентами: уровни морей вдоль береговъ выше. Для того, чтобы вычислить величину этого повышенія, Фишеръ прибѣгнулъ къ секундному маятнику. Если уровень моря былъ бы всюду одинъ и тотъ же, то поверхность моря отстояла бы всегда на одинаковомъ разстояніи отъ центра земли, и длина маятника, при условіи, что качаніе его оставалось секуднымъ, была бы

всегда одна и та же для всѣхъ мѣстъ, расположенныхъ вдоль моря по одной и той же параллели. Секундный маятникъ дѣлаетъ въ день 86.400 колебаній; если мѣсто, гдѣ производится опытъ съ маятникомъ, приближено къ центру земли больше, то притяженіе усиливается, и маятникъ будетъ дѣлать болѣе, чѣмъ 86.400 колебаній; если же, наоборотъ, мѣсто болѣе удалено отъ центра земли, то число колебаній будетъ менѣе значительно. Такимъ образомъ, если при движеніи по параллелямъ мы будемъ всюду имѣть 86.400 колебаній, то это намъ укажетъ, что морской уровень всюду былъ одинъ и тотъ же; если же число этихъ колебаній при этомъ увеличится, то это укажетъ намъ на депрессію (пониженіе) и наоборотъ. Вычисленія Фишера показали, что увеличеніе или уменьшеніе всего на одно колебаніе секуднаго маятника въ теченіе сутокъ соотвѣтствуетъ различію уровней въ 122 метра. Въ среднемъ было найдено уменьшеніе на 9 колебаній при движеніи изъ середины моря къ берегамъ; такимъ образомъ вдоль берега нужно полагать повышеніе уровня на 1.000 метровъ; наоборотъ, около острова Святой Елены, почти въ центрѣ Атлантическаго океана, должно было бы наблюдаться пониженіе на 847 метровъ.

Благодаря этому, поверхность морей уже не будетъ эллипсоидомъ вращенія, а поверхностью *геоида*.

Сильныя измѣненія претерпѣли наши воззрѣнія на глубины океановъ. Еще недавно мы предполагали, что глубина океана достигаетъ 15.000 метровъ, но точныя измѣренія показали, что она нигдѣ не превосходитъ 8.500 метровъ—число очень близкое къ тому, которымъ выражаются максимальныя высоты горъ. Понятно, что среднія величины глубинъ далеко ниже. Лаппаранъ считаетъ, что эта средняя равняется 4.000 метрамъ. Наибольшія изъ измѣренныхъ глубинъ находятся въ Тихомъ океанѣ между Сѣверной Америкой и Японіей. Во-первыхъ, назовемъ большую депрессію — *Тускарора*, расположенную вдоль 42-й параллели; затѣмъ между Маріанскими и Королинскими островами тянется такъ называемый «*ровъ Челенджера*» съ максимальной глубиной 8.366 метровъ. Въ южной части Атлантическаго океана, вдоль Бразильскихъ береговъ, находится пониженіе—«*юго-западная депрессія*», глубина которой превосходитъ 5.000 метровъ, вдоль же Африканскаго берега—«*восточная депрессія*», достигающая 5.300 метровъ глубины; эти двѣ послѣднія депрессіи раздѣлены другъ отъ друга такъ называемымъ «*плоскогоріемъ Челенджера*», глубиной не выше 3.000 метровъ. Въ сѣверной части Атлантическаго океана пониженіе идетъ вдоль Африканскаго берега и окружаетъ Новую Землю; глубина этой, такъ называемой, «*Сѣверо-западной депрессіи*» достигаетъ 8.500 метровъ; восточная же

депрессія слѣдуетъ здѣсь вдоль берега Марокко, Испаніи и Франціи; плоскогоріе Челенджера переходитъ здѣсь въ *«плоскогоріе Дольфена»*, глубина котораго не превосходитъ 1.800 метровъ и вершинами котораго являются Азорскіе острова. Сѣверныя моря менѣе глубоки: измѣренія, сдѣланныя вдоль береговъ Гренландіи, указали на присутствіе рва, глубиною въ 1.500 метровъ, между Гренландіей и Исландіей; глубины между послѣднимъ островомъ и Феррерскими колеблятся въ предѣлахъ отъ 500 до 1.200 метр. Средняя глубина Сѣвернаго моря не превосходитъ 80 метровъ, исключая частей вдоль Скандинавскаго берега, гдѣ глубины достигаютъ иногда 800 метровъ, а въ Балтійскомъ морѣ средняя глубина равняется приблизительно 50 метрамъ; такимъ образомъ было бы достаточно поднятія на какихъ нибудь 100 метровъ, чтобы соединить Англію съ Европою.

Средиземное море дѣлится на два бассейна почти одинаковой глубины высокой цѣпью, которая черезъ Сицилію и Мальту соединяетъ Африку съ Италіею; здѣсь достаточно было бы поднятія въ 200 метровъ, чтобы оба материка соединились; во всѣхъ остальныхъ частяхъ Средиземнаго моря средняя глубина приблизительно въ 1.350 метровъ.

*Теченія.* Благодаря теченіямъ, между водами морей происходитъ постоянный обмѣнъ. Пассаты — сѣверо-восточные и юго-восточные возбуждаютъ на поверхности моря движеніе съ востока на западъ; эти постоянныя движенія называются теченіями. Наиболѣе извѣстное изъ нихъ—Гольфштремъ, беретъ начало въ Мексиканскомъ заливѣ и оттуда идетъ въ Атлантическій океанъ. Въ области тропиковъ, вдоль береговъ Африки, образуется теченіе (*гвинейское*), которое направляется вдоль Бразильскаго берега и на высотѣ мыса Сенъ-Рокъ дѣлится на двѣ вѣтви: одна—*бразильское* теченіе—направляется вдоль береговъ Южной Америки, другая—*экваторіальное;* послѣднее проникаетъ въ Мексиканскій заливъ, окружаетъ Юкатанъ, нагрѣвается и выходитъ между Флоридой и Кубой, образуя Гольфштремъ. Въ этомъ мѣстѣ его температура 30 градус., скорость $2^1/_2$ м. въ секунду, ширина 50 километровъ и глубина 400 метровъ. Гольфштремъ пересѣкаетъ сѣверную часть Атлантическаго океана діагонально, и по мѣрѣ того, какъ приближается къ сѣверу, глубина его уменьшается, а ширина увеличивается; это теченіе обнаруживается еще между Шотландіей и Гренландіей и доноситъ до Шпицбергена растенія тропической Америки. У береговъ Норвегіи температура Гольфштрема 16 градусовъ и на 10 град. превосходитъ температуру окружающей воды; благодаря теплотѣ этого теченія, норвежскій портъ Гаммерфестъ никогда не замерзаетъ.

Отъ Гольфштрема исходятъ многія теченія и возвращаются

къ югу; воды главнаго теченія, охлажденныя, идутъ вдоль береговъ Гренландіи и Сѣверной Америки, онѣ встрѣчаются у Новой Земли съ теплыми водами и являются причиной густыхъ тумановъ.

Въ Тихомъ Океанѣ извѣстны подобныя же теченія; такъ, вдоль Зондскихъ острововъ образуется теплое теченіе, поднимающееся къ сѣверу, къ Японіи, вплоть до Алеутскихъ острововъ, откуда оно спускается вдоль Калифорніи и у Гавайскихъ острововъ соединяется съ теплымъ теченіемъ; это Куро-Сиво. Вѣтвь экваторіальнаго теченія идетъ вдоль берега Африки и входитъ въ Мозамбикскій каналъ.

Общее направленіе всѣхъ этихъ теченій въ сѣверномъ полушаріи совпадаетъ съ движеніемъ часовой стрѣлки; въ южномъ полушаріи теченія имѣютъ, вѣроятно, противуположное направленіе.

*Материки.* Изъ 510 милліоновъ квадратныхъ километровъ, которыми выражается поверхность земного шара, 365 милліоновъ занимаютъ моря и 145—материки, принимая въ расчетъ антарктическіе материки, которые Мурей считаетъ равными 9 милліонамъ квадратныхъ километровъ. Такимъ образомъ вода занимаетъ болѣе 7/10 поверхности нашей планеты. Въ Сѣверномъ полушаріи материки развиты сильнѣе и поверхность, занимаемая ими, становится все больше и больше, по мѣрѣ того, какъ мы приближаемся къ полярному кругу; въ южномъ же полушаріи поверхность материковъ уменьшается по мѣрѣ движенія отъ экватора къ югу; въ общемъ можно считать, что на 145 милліоновъ квадратныхъ километровъ суши—100 милліоновъ приходится на сѣверное полушаріе и 45—на южное.

Форма материковъ представляетъ извѣстную симметрію; три континентальныя полосы тянутся отъ сѣвера къ югу: это—Америка, затѣмъ Европа съ Африкою и, наконецъ, Азія съ Австраліей. Связь Европы съ Азіей не имѣетъ большого значенія, если принять въ соображеніе большую депрессію вдоль восточнаго склона Урала, соединяющую бассейнъ Каспійскаго моря и Сѣверный Ледовитый Океанъ и которая относительно недавно (въ геологическомъ смыслѣ) была настоящимъ морскимъ каналомъ. Эта же форма, кончающаяся заостреніемъ къ югу, наблюдается въ большей части полуострововъ: Индостанъ, Аравія, Флорида, Скандинавія и др. Только Шотландія и Ютландія направлены къ сѣверу. Южная часть трехъ этихъ главныхъ континентальныхъ массивовъ чувствительно отклоняется къ востоку сравнительно съ сѣверной частью. Три континента раздѣлены на двѣ части поперечной зоной, которая опоясываетъ депрессіоннымъ поясомъ весь земной шаръ: между двумя Америками находится только узкій Панамскій перешеекъ; Средиземное море отдѣляетъ Европу отъ

Африки; Красное море—Африку отъ Азіи, а Индійскій Океанъ—Азію отъ Австраліи и Полинезіи. Эта поперечная депрессія, это проникновеніе моря между материками станетъ еще болѣе значительнымъ, если мы вспомнимъ объ Арало-Каспійскомъ бассейнѣ, соединяющемъ Черное море съ пустыней Гоби, и о громадной Сахарѣ, примыкающей къ Средиземному морю.

Перейдемъ теперь къ вопросу о рельефѣ материковъ, а также и дна океановъ.

*Рельефъ.* Высотой какой нибудь точки континента называютъ вертикальную высоту этой точки надъ уровнемъ моря; рельефъ материка—это совокупность всѣхъ такихъ высотъ. Конечно, материковый рельефъ крайне незначителенъ сравнительно съ радіусомъ земли. Такъ, наиболѣе высокая вершина на земномъ шарѣ Горизанкаръ (въ Гималаяхъ) достигаетъ только 1/720 земного радіуса, а высота Монблана всего 1/1321. Мы уже видѣли, что уровень моря не есть нѣчто постоянное, что онъ измѣняется въ зависимости отъ различныхъ условій. Въ силу этого и опредѣленіе высотъ надъ уровнемъ моря представляетъ значительныя трудности, и не удивительно, что числа, которыми различные ученые выражаютъ среднюю высоту материковъ надъ уровнемъ океана, довольно различны. Такъ, Лаппаранъ принимаетъ эту высоту равной 600 метрамъ, Тилло 700, а Гедерингъ 745. Послѣдній ученый даетъ слѣдующія величины для различныхъ частей свѣта:

| | Средняя высота. |
|---|---|
| Европа | 375 метровъ. |
| Африка | 602 „ „ |
| Азія | 980 „ „ |
| Сѣверная Америка | 830 „ „ |
| Южная Америка | 760 „ „ |
| Австралія | 470 „ „ |

Въ распредѣленіи рельефа материковъ не наблюдается никакой правильности. Интересно отмѣтить, что, если бы уровень океановъ понизился даже на 4.000 метровъ, общая форма очертаній материковъ не измѣнилась бы; поверхность ихъ увеличилась бы всего на 200—300 километровъ: Африка соединилась бы съ Мадагаскаромъ и съ островами Соединенія, въ Америкѣ закрылся бы Мексиканскій заливъ, въ Азіи Камчатка слилась бы съ Японіей, а острова, ближайшіе къ берегамъ Китая—съ Австраліей и съ Новой Зеландіей; въ Европѣ исчезло бы Сѣверное море, Исландія и Гренландія соединились бы съ материкомъ; въ Атлантическомъ океанѣ выплыли бы два большихъ острова на сѣверѣ и югѣ (плоскогорія Челенджера и Дольфена),—но въ общемъ очертанія материковъ измѣнились бы очень мало.

Наоборотъ, поднятіе морского уровня уменьшило бы земную поверхность вдвое; но оставшіяся части сохранили бы форму современныхъ континентовъ. Поэтому распредѣленіе моря и земли мы можемъ разсматривать, какъ основной моментъ въ структурѣ земного шара, обусловленный нѣкоторой общей причиной.

Долгое время думали, что континенты образованы симметрично по отношенію къ горнымъ цѣпямъ, но болѣе детальное изученіе поперечныхъ разрѣзовъ, проведенныхъ черезъ материки показало невѣрность этого предположенія. Разсмотримъ нѣкоторые поперечные разрѣзы, предложенные Лаппараномъ.

Разрѣзъ, проведенный съ сѣвера на югъ Азіи, между 69-ой и 29-ой параллелью, указываетъ намъ сначала на низкія равнины Сибири, медленно повышающіяся къ югу, вплоть до Алтайскихъ горъ, достигающихъ высоты 3.000 метровъ; за этой цѣпью слѣдуетъ Тянь-Шань, нѣкоторыя вершины котораго поднимаются до 6.000 метровъ; затѣмъ, съ Лобъ-Норской котловиной снова появляются низкія равнины (670 метровъ), за которыми идутъ массивы Тибета и Гималая съ наиболѣе высокими вершинами на югѣ; такимъ образомъ наибольшія высоты въ Азіи находятся на югѣ.

Подобный же разрѣзъ можно провести въ Африкѣ съ запада—юго-запада на востокъ—сѣверо-востокъ, между 2-мъ и 13-мъ градусомъ сѣверной широты. Онъ тоже показываетъ на отсутствіе симметріи и на то, что внутри континента рельефъ наиболѣе слабый. Разрѣзъ, проведенный въ Сѣверной Америкѣ отъ Тихаго Океана до Атлантическаго даетъ слѣдующую картину: сначала высокая цѣпь вдоль западнаго берега, достигающая въ нѣкоторыхъ вершинахъ болѣе 4.000 метровъ, но затѣмъ понижающаяся и образующая плоскогоріе Большого Соляного озера (1.280 метровъ). За нимъ на востокъ поднимаются Скалистыя горы, прерываемыя нѣсколькими плоскогоріями, но достигающія въ нѣкоторыхъ вершинахъ 4.000 метровъ; эта цѣпь круто обрывается, чтобы дать въ самомъ центрѣ континента мѣсто для равнины Миссисипи, которая слабымъ склономъ тянется къ морю, но отъ послѣдняго она отдѣляется новой складкой—Аллеганскими горами, достигающими высоты 1800 метровъ. И здѣсь, слѣдовательно, рельефъ односторонній, а не симметричный, но только, противоположно Африкѣ и Азіи, наиболѣе высокія горы Сѣверной Америки находятся на западѣ.

То же самое расположеніе еще съ большей ясностью и простотой выступаетъ въ южной Америкѣ. Австралія является примѣромъ материка, образованнаго центральнымъ бассейномъ, который съ востока и запада окруженъ цѣпями болѣе высокими у Тихаго Океана, чѣмъ у Индійскаго.

Разрѣзъ, проведенный съ сѣвера на югъ въ Европѣ, встрѣчаетъ сначала Скандинавскія горы, къ югу отъ которыхъ почва понижается и образуетъ балтійскую депрессію, затѣмъ равнины Сѣверной Германіи; южнѣе разрѣзъ пересѣкаетъ Альпы, высоты которыхъ повышаются по мѣрѣ приближенія къ Средиземному морю.

На основаніи всего этого можно утверждать, что основныя линіи рельефа не занимаютъ центра материковъ, а тянутся вдоль морского берега или вдоль внутреннихъ депрессій.

Иногда нѣкоторыя депрессіи опускаются ниже уровня моря; иногда ихъ можно разсматривать, какъ древнія моря; но часто такое объясненіе не примѣнимо, и какъ рѣка не можетъ углубить своего русла ниже уровня моря, такъ и континентальныя депрессіи нужно считать результатомъ мѣстнаго осѣданія земной коры. Такія депрессіи называются «омбиликъ». Иногда достаточно текущихъ водъ, чтобы они заполнили это углубленіе и появилось озеро. Таково, напримѣръ, Мертвое море въ Палестинѣ, уровень котораго на 400 метровъ ниже уровня Средиземнаго моря. Положеніе этого моря въ центрѣ глубокой и почти прямолинейной борозды, по которой течетъ Іорданъ, наводитъ на мысль, что здѣсь мы имѣемъ дѣло съ проломомъ; то же можно сказать и относительно большихъ озеръ экваторіальной Африки, не смотря на то, что уровень этихъ послѣднихъ выше морского уровня; они представляютъ рядъ «омбиликовъ», вытянутыхъ вдоль линіи излома. Отсюда ясно, что мощность горныхъ цѣпей, идущихъ вдоль депрессій, соотвѣтствуетъ мощности послѣднихъ; такъ, напримѣръ, Анды въ Южной Америкѣ идутъ вдоль Тихаго Океана, который является наиболѣе значительной депрессіей на нашей планетѣ.

Бассейны, на которые раздѣляется материкъ, не зависимы другъ отъ друга: пониженіе почвы меньше чѣмъ на 200 метровъ было бы достаточно, чтобы отдѣлить Францію отъ Испаніи; водораздѣлъ водъ Европы совершенно не отражается на Пинскихъ болотахъ, откуда воды, собираемыя во время большихъ дождей, могутъ, смотря по обстоятельствамъ, направляться то къ Черному, то къ Балтійскому морю. Поэтому материкъ нужно разсматривать не какъ однородное цѣлое, но какъ нѣчто сложное, состоящее изъ различныхъ частей различной структуры.

По отношенію къ американскимъ материкамъ можно согласиться съ формулой, предложенной Гюлліо и Джемсомъ Дана: материки состоятъ изъ внутренней вдавленной части и изъ гористаго берега; промежуточныя горныя цѣпи дѣлятъ внутреннюю часть на бассейны; наиболѣе высокая береговая цѣпь идетъ вдоль наиболѣе значительнаго океана.

Къ остальнымъ материкамъ эта формула не примѣнима, но,

если мы будемъ принимать въ соображеніе не только современныя моря, но и тѣ депрессіи, которыя были наполнены водою и являлись океанами въ предшествующія геологическія эпохи, а съ другой стороны, если разсматривать не только современные материки, но и различныя части каждаго изъ нихъ, то формулу этихъ англійскихъ геологовъ можно считать общей. Можно сказать, что континентальный бассейнъ является дномъ древняго моря и что возвышенности, ограниченныя высокими горными цѣпями, въ предшествующую геологическую эпоху были покрыты водой и эта горная цѣпь тянулась дѣйствительно вдоль морской депрессіи. Такимъ образомъ, напримѣръ, Пиринеи омывались съ сѣвера океаномъ, а у подножія Альпъ простиралось Ломбардское море; поэтому то Лаппаранъ и приходитъ къ заключенію, что когда складывается основная линія рельефа, то она образуетъ край океанической депрессіи или провала, въ сторону котораго обращенъ наиболѣе крутой склонъ этой линіи; наичаще мощность горной цѣпи соотвѣтствуетъ мощности депрессіи.

Слѣдствіемъ всего этого является *диссимметрія линій рельефа*, и не только въ ихъ географическомъ положеніи, но и въ расположеніи частей каждой изъ нихъ. То, что горная цѣпь обращена крутой своей стороной къ депрессіи, является причиной различія двухъ склоновъ этой цѣпи. Такъ напримѣръ, въ Альпахъ между Невшателемъ и Монъ-Розой мы наблюдаемъ послѣдовательное наростаніе высотъ, тогда какъ къ Ломбардской низменности склоны горъ рѣзко падаютъ; Пиринеи поднимаются рѣзкимъ подъемомъ съ французской стороны, между тѣмъ какъ со стороны Испаніи склоны образованы параллельными складками постепенно возрастающихъ высотъ. Юра, наоборотъ, спускается во Францію послѣдовательными складками и рѣзко обрывается со стороны Швейцаріи высокими вершинами центральной цѣпи въ Невшательскую равнину.

Покатость склоновъ горнаго кряжа рѣдко достигаетъ $6^0$, причемъ подтверждается законность, отмѣченная уже нами выше: наиболѣе рѣзкій склонъ идетъ вдоль болѣе мощной депрессіи. Если рельефъ данной мѣстности образуется нѣсколькими параллельными горными цѣпями, то наиболѣе высокій гребень не занимаетъ середины всей, но идетъ вдоль одного изъ ея краевъ, а вторичныя цѣпи образуютъ какъ бы цѣлый рядъ ступеней, поднимающихся къ линіи наибольшихъ высотъ.

Распредѣленіе рельефа на земной поверхности можетъ быть дополнено тѣми данными, которыя намъ извѣстны изъ изученія дна океановъ. Мы знаемъ, что наибольшія глубины находятся около береговъ или архипелаговъ. Сѣверная ось Атлантическаго океана занята плоскогоріемъ Челенджера, которое сильно подни-

мается около 40-ой параллели, чтобы слиться съ Азорскими островами; на западѣ плоскогоріе ограничено глубокимъ рвомъ въ 5.000 метровъ глубиною, крутой склонъ котораго направленъ въ сторону Соединенныхъ Штатовъ, а болѣе пологій къ Азорскимъ островамъ. То же можно сказать и про Тихій океанъ: наибольшія глубины встрѣчаются здѣсь вдоль береговъ Азіи и среди Полинезіи, тогда какъ между Огненною Землею, Новой Зеландіей и Архипелагомъ, также какъ и между американскимъ берегомъ, Сандвичевыми островами и Архипелагомъ Помоту, большихъ глубинъ не обнаруживается. Нужно замѣтить, однако, что вдоль береговъ Чили и Перу тянется каналъ, глубина котораго хотя и не достигаетъ глубины Тускарорскаго рва, но все же выше глубинъ западной части Тихаго океана. Крутой склонъ Андовъ продолжается подъ водою, и дно этого канала образуетъ складку, обратную цѣпи Кордильеровъ. Въ Средиземномъ морѣ Атласскія горы продолжаются подъ водою гораздо болѣе рѣзкими склонами, чѣмъ испанскій берегъ; Пиринеи, спускаясь въ Гасконскій заливъ, достигаютъ тамъ большихъ глубинъ.

Такимъ образомъ, океаны такъ же, какъ и материки, не являются однородными, и депрессіи, изъ которыхъ они состоятъ, *независимы* другъ отъ друга. Диссимметрія склоновъ океаническихъ депрессій обратна диссимметріи материковыхъ склоновъ, онѣ дополняютъ другъ друга. Такимъ образомъ, по отношенію къ общему рельефу земли, можно высказать слѣдующее положеніе: линія высотъ, безразлично—подводная или надводная, является выдающимся ребромъ, пересѣченіемъ двухъ неодинаково наклоненныхъ склоновъ; одинъ изъ нихъ спускается медленно, волнообразно, по направленію слабо выраженной депрессіи, начаще континентальной; крутой же склонъ спускается въ глубокую депрессію, занятую моремъ; подошвой этого склона является впадина, образованная пересѣченіемъ, обратнымъ первому; другой склонъ этой впадины поднимается постепенно въ области среднихъ океаническихъ глубинъ.

Такое расположеніе можно сравнить съ складками, которыя получаются, если подвергать боковому давленію полосу какого нибудь гибкаго матеріала; поверхность земли указываетъ намъ, что она подвергалась такому давленію, часто весьма сложному, благодаря которому происходили осѣданія вдоль прямолинейныхъ проломовъ; причиной такого бокового давленія многіе считаютъ охлажденіе земного шара, благодаря лученспусканію въ пространство; охлажденіе же вызываетъ сокращеніе объема ядра земли.

Диссимметрія земного рельефа станетъ для насъ еще рѣзче, если сравнивать южное полушаріе съ сѣвернымъ. Мы уже говорили о томъ, какъ неравномѣрно распредѣлены суша и моря. На первый взглядъ можно сказать, что твердая часть земной поверх-

ности въ южномъ полушаріи ближе къ центру, чѣмъ въ сѣверномъ полушаріи; если высокія линіи рельефа Гималаевъ и Кордильеръ сконцентрированы между сѣвернымъ полюсомъ и экваторомъ, то и въ Тихомъ и Атлантическомъ океанѣ встрѣчаются большія глубины; поэтому различіе въ рельефѣ слабѣе въ южномъ полушаріи. Слѣдовательно, если предположить, что моря представляютъ собою нѣкоторую поверхность равновѣсія, то отсюда слѣдуетъ, что въ умѣренномъ полушаріи земная поверхность болѣе складчата и болѣе удалена отъ центра земли, чѣмъ въ другихъ поясахъ. Отсюда вытекаетъ слѣдующее: по крайней мѣрѣ для континентальной части, форма поверхности земли отличается отъ эллипсоида и приближается къ овоиду.

Изученіе второстепенныхъ различій, обнаруживаемыхъ на земной поверхности, можетъ прибавить къ выводамъ, сдѣланнымъ нами выше, нѣсколько интересныхъ подробностей. Мы знаемъ, что горныя цѣпи обнаруживаютъ различный характеръ своихъ внѣшнихъ очертаній: однѣ образуютъ почти правильную стѣну, увѣнчанную вершинами, высота которыхъ не превосходитъ значительно высоты самой цѣпи (Пиринеи); другія же образуютъ широкіе массивы, надъ которыми высоко поднимаются отдѣльныя горы (Швейцарскія Альпы); въ нѣкоторыхъ цѣпяхъ основной хребетъ является въ видѣ плоскогорія, отдѣляющаго другъ отъ друга вершины, съ округленными контурами; въ другихъ же наблюдаются цѣлые ряды параллельныхъ хребтовъ, высота которыхъ почти постоянна и въ которыхъ нѣтъ выдающихся вершинъ (Юра). Вообще можно сказать, что въ горныхъ цѣпяхъ и ихъ вершинахъ можно наблюдать всевозможныя формы; и если появленіе нѣкоторыхъ внѣшнихъ особенностей въ рельефѣ можно приписать дѣйствію внѣшнихъ агентовъ, то все же не нужно забывать, что внутренняя структура внѣшнихъ массивовъ является основной причиной общаго рельефа горной страны.

Въ частяхъ суши, представляющихъ ровную поверхность, нужно различать депрессіи, въ точномъ смыслѣ этого слова, или равнины отъ плоскогорій, которыя возвышаются надъ нѣкоторой частью страны. Въ долинахъ воды текутъ почти въ уровень съ землею, между тѣмъ, какъ въ плоскогоріяхъ по дну рытвинъ и разселинъ, которыми изрыта данная мѣстность. Въ депрессіи можно видѣть старое дно моря или озера, тогда какъ происхожденіе плоскогорій далеко не отличается такимъ однообразіемъ: нѣкоторыя плоскогорія являются ровной поверхностью, какъ въ общемъ, такъ и въ деталяхъ, покоющейся на правильныхъ складкахъ какой нибудь твердой горной породы; другія же плоскогорія образованы широкими холмистыми поверхностями, приблизительно одинаковаго уровня; здѣсь вы не встрѣтите совершенно ровныхъ мѣстъ.

Такимъ образомъ каждая страна дѣлится, благодаря своему рельефу, на естественныя области, изъ которыхъ каждая представляетъ постоянное свойство. Въ каждой такой области рѣчная система находится въ довольно полномъ соотвѣтствіи съ формой поверхности; но только нужно помнить, что эти отдѣльныя области суть части одного общаго участка, имѣющаго свой общій склонъ, и потому теченіе воды должно часто нарушать частныя условія рельефа каждой изъ этихъ частей.

## ГЛАВА IV.

### Медленныя геологическія измѣненія земной коры.

Геологическая дѣятельность воды.—Вывѣтриваніе горныхъ породъ.—Растворимость соли, гипса, известняка, кварца и т. д.—Минеральные источники.—Размываніе и разрушеніе известняковъ.—Пещеры и гроты.—Карры.—Минеральные осадки.

Изъ предыдущихъ главъ мы видѣли, какія глубокія измѣненія претерпѣлъ нашъ земной шаръ со времени своего образованія. Теперь же разсмотримъ, повидимому, ничтожныя, но разнообразнѣйшія измѣненія, имѣющія мѣсто главнымъ образомъ на поверхности нашей земли.

Рѣки и потоки безпрерывно увлекаютъ въ своемъ теченіи огромныя массы камней, песку и ила, вслѣдствіе чего горы, холмы и вообще всякія неровности почвы съ теченіемъ времени неизбѣжно должны уменьшаться въ своихъ размѣрахъ и земная поверхность сглаживаться. Этотъ наносный матеріалъ снова осаждается въ моряхъ или по берегамъ морей. Благодаря такимъ отложеніямъ, образовалась нижняя часть Египта и Голландія; область впаденія По въ Средиземное море ежегодно увеличивается, вслѣдствіе тѣхъ же причинъ, на цѣлый квадратный километръ.

Многіе города, бывшіе въ прежнее время гаванями, теперь отстоятъ далеко отъ моря. Многія рѣки измѣнили въ историческое время свое теченіе, напр. Гоанго, въ Китаѣ, уже неоднократно мѣняла свое русло, разрушая плотины и ужаснѣйшими наводненіями причиняя неисчислимыя бѣдствія странѣ. Аму-Дарья изливала въ прежнія времена свои воды въ Каспійское море, а теперь она впадаетъ въ Аральское озеро-море. Многочисленныя, прежде существовавшія, озера теперь совершенно высохли, другія озера ожидаетъ та же участь въ недалекомъ будущемъ;—но съ другой стороны во многихъ мѣстностяхъ попадаются озера, лишь недавно образовавшіяся. Горные ручьи постепенно углубляются въ горный хребетъ, пока совсѣмъ не прорѣжутъ его. Почти не проходитъ года безъ обваловъ въ горахъ. Прежнія альпійскія паст-

бища теперь представляютъ собою каменистую пустыню, цѣлыя деревни погребены подъ обломками скалъ. Благодаря вулканическимъ изверженіямъ образуются новыя горы и новые острова среди моря, или же существовавшіе прежде горы и острова въ теченіе нѣсколькихъ дней совершенно мѣняютъ свои очертанія. Землетрясенія тоже влекутъ за собою различныя измѣненія земной поверхности. У береговъ Норвегіи находятъ на высотѣ 700 футовъ явственные слѣды морскихъ волнъ—прежнія береговыя линіи, что указываетъ на постепенное поднятіе почвы. То же самое явленіе мы встрѣчаемъ на восточномъ берегу Швеціи. Здѣсь почва поднимается въ 100 лѣтъ на $1^1/_3$ метра. Русское побережье Балтійскаго моря также претерпѣваетъ подобное же поднятіе; поднимаются медленно и берега Бѣлаго моря, Кольскаго полуострова, долины нижняго теченія Сѣверной Двины, Печоры, Енисея, Лены. Еще въ болѣе сильной степени выражено это явленіе на западномъ берегу Южной Америки. Зато берега Нѣмецкаго моря и нѣмецкое побережье Балтійскаго моря медленно понижаются. Большая часть Голландіи лежитъ ниже поверхности моря, и только необычайныя усилія жителей защищаютъ эту страну отъ окончательнаго погруженія въ воду. Многіе острова съ незапамятныхъ временъ поглощены водой, и тамъ, гдѣ прежде стояли города и деревни, теперь разстилается море. Въ мірѣ животныхъ и растеній тоже совершаются значительныя перемѣны. Многочисленные виды постепенно вымираютъ, многіе уже успѣли окончательно исчезнуть, между тѣмъ какъ другіе все болѣе и болѣе распространяются.

Всѣ эти явленія, какими бы незначительными ни казались они на первый взглядъ, суммируясь въ теченіе необъятныхъ періодовъ времени, должны были постепенно измѣнять поверхность земного шара; еще и понынѣ земля продолжаетъ развиваться, хотя медленно, но безпрерывно, и развитіе ея еще далеко не закончено. Въ природѣ вообще нѣтъ ничего неизмѣнно законченнаго, въ ней все—движеніе, измѣненіе и развитіе. Изученіе тѣхъ измѣненій, которыя совершаются на поверхности земли въ настоящее время, и составляетъ одну изъ главныхъ задачъ науки *геологіи*. Только точное знаніе этихъ медленныхъ измѣненій даетъ намъ возможность уяснить себѣ прошлое нашей планеты и заглянуть въ ея будущее. Значеніе этихъ явленій было выяснено и оцѣнено по достоинству лишь въ послѣднее время, главнымъ образомъ благодаря генію и трудамъ англійскаго геолога *Чарльза Ляйэля*.

Всѣмъ извѣстно изъ повседневной жизни, что самыя прочныя каменныя сооруженія съ теченіемъ времени разрушаются. Фронтоны и карнизы зданій теряютъ свои острыя очертанія, крошатся и обваливаются, фундаменты становятся ветхими и всему зданію грозитъ полное разрушеніе, если не поддерживать его своевре-

меннымъ ремонтомъ. Всѣ, безъ исключенія, камни *выв'ѣтриваются*, т. е. превращаются въ болѣе рыхлыя, менѣе компактныя образованія. Явленія вывѣтриванія можно наблюдать повсюду, но наиболѣе рѣзко результаты его сказываются въ горахъ.

Главной причиной вывѣтриванія является вода. Она проникаетъ во всѣ расщелины и трещины породъ. Скопленіе воды въ рудникахъ и туннеляхъ показываетъ, что она способна проникать въ самую глубь горныхъ массъ. Рыхлый песокъ и гравій легко пропускаютъ сквозь себя воду, но существуютъ породы, напримѣръ глина, не пропускающія воды. На этомъ основаніи говорятъ о *водопроницаемыхъ* и *водоупорныхъ* слояхъ; эти выраженія имѣютъ, впрочемъ, лишь относительное значеніе, потому что опытъ и наблюденіе показали, что даже самыя плотныя породы, напримѣръ гранитъ, не могутъ считаться абсолютно непроницаемыми для воды. Къ тому же въ горныхъ породахъ всегда встрѣчаются разсѣлины, трещины, щели, по которымъ вода легко можетъ проникнуть вглубь. Нѣкоторые камни, напримѣръ агаты, не представляющіе замѣтныхъ трещинъ или отверстій, окрашиваются однако искусственно различными растворами, не претерпѣвая при этомъ никакихъ измѣненій въ своихъ химическихъ свойствахъ и строеніи; здѣсь красящее вещество проникаетъ по такимъ тонкимъ каналамъ, что ихъ иногда даже нельзя замѣтить при разсматриваньи въ микроскопъ. Далѣе, всѣмъ извѣстно, что вода имѣетъ свойство растворять различныя вещества. Эта способность воды еще увеличивается, благодаря присутствію въ ней разныхъ составныхъ частей воздуха и почвы, въ особенности же кислотъ. Извѣстно, что вода, встрѣчающаяся въ природѣ, никогда не бываетъ химически чистой; даже въ тѣхъ случаяхъ, когда она является въ видѣ дождя или снѣга, она всегда содержитъ воздухъ и угольную кислоту, изъ которыхъ послѣдняя въ значительной степени содѣйствуетъ растворенію горныхъ породъ. Различныя породы обладаютъ различной степенью растворимости, напр. поваренная соль легко растворяется въ водѣ, гипсы и известняки (углекислая известь)—гораздо хуже. Углекислая известь постоянно находится въ довольно значительномъ количествѣ въ ключевой и рѣчной водѣ. При кипяченіи воды растворенная въ ней углекислая известь осаждается въ видѣ накипи. Если налить въ стаканъ самой чистой и прозрачной колодезной воды и начать подогрѣвать ее, то она черезъ нѣкоторое время помутнѣетъ. Это происходитъ отъ того, что при подогрѣваніи воды угольная кислота улетучивается и осаждается известь, почти нерастворимая въ чистой водѣ (лишенной угольной кислоты). То же самое происходитъ и въ водѣ источниковъ, пробивающихся съ большой глубины на поверхность земли.

Минералы и горныя породы, считающіеся въ общежитіи почти нерастворимыми, на самомъ дѣлѣ все-же растворяются или видоизмѣняются подъ вліяніемъ просачивающейся въ нихъ воды. Кромѣ платины, алмаза и графита, повидимому, ни одно вещество не въ силахъ противостоять дѣйствію воды. Если мы помѣстимъ кусокъ кварца въ стаканъ съ водой и оставимъ его тамъ на нѣсколько дней или недѣль, то по прошествіи этого времени мы не въ состояніи открыть въ немъ никакихъ измѣненій, и даже самые точные химическіе методы не могутъ обнаружить ихъ. На этомъ основаніи химикъ говоритъ: кварцъ нерастворимъ въ водѣ. Но то, что для химика трудно или совсѣмъ нерастворимо, въ глазахъ геолога является все-же растворимымъ. Природа работаетъ гораздо настойчивѣе и успѣшнѣе, чѣмъ естествоиспытатель въ своей лабораторіи. Въ ея распоряженіи находятся болѣе грандіозныя вспомогательныя средства и почти неограниченные періоды времени. Количество воды, безпрерывно просачивающейся сквозь всѣ щели и трещины горныхъ породъ, неимовѣрно велико. Кромѣ того, на большихъ глубинахъ вода всегда обладаетъ болѣе высокой температурой и находится подъ болѣе сильнымъ давленіемъ, чѣмъ на поверхности земли, слѣдовательно находится въ условіяхъ, еще болѣе благопріятныхъ для ея геологической дѣятельности. Поэтому горячіе источники, такъ-называемые *термы*, особенно богаты минеральными солями.

Горныя породы имѣютъ весьма различный составъ,—ясно, что и подземныя воды, которыя ихъ растворяютъ, а слѣдовательно и источники, выходящіе на поверхность земли, будутъ содержать различныя вещества. Если въ данной мѣстности развиты известняки, то и минеральные источники будутъ *известковые;* среди солончаковыхъ степей частымъ явленіемъ будутъ *соляные* источники; тамъ, гдѣ породы богаты солями закиси желѣза (напр. діоритъ Олонецкой губ.), вы встрѣтите *желѣзные* источники; *сѣрнистые* ключи, содержащіе сѣроводородъ, пріурочены главнымъ образомъ къ тѣмъ мѣстностямъ, гдѣ развиты гипсы (сѣрнокислая соль извести) и т. д.

Цѣлебные Баденскіе источники ежегодно выносятъ на поверхность земли два милліона килограммовъ твердыхъ составныхъ частей; Карлсбадскіе, въ Богеміи, выдѣляютъ 11 милліоновъ килограммовъ одной только глауберовой соли.

Благодаря такой разрушительной дѣятельности воды, въ земной корѣ должны образоваться полости или пещеры, большей или меньшей величины, особенно въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ вода растворяетъ большія залежи соли или гипса. Иногда происходятъ провалы этихъ полостей. Если провалъ совершается вблизи поверхности земли, то образуется углубленіе въ видѣ воронки, которое

иногда наполняется водой и образуетъ небольшое озеро. Чаще же изъ него ведетъ каналъ, который сообщается съ глубже лежащими пещерами и ходами. Чрезвычайно интересныя явленія такого рода можно видѣть на Карстѣ, пустынныхъ горахъ на сѣверномъ берегу Адріатическаго моря. Весь Карстъ подрытъ, разъѣденъ, наполненъ пещерами. «Здѣсь,—пишетъ Неймайръ,—извѣстны такіе случаи, что дома внезапно проваливались вмѣстѣ со всѣми своими обитателями... Въ нѣкоторыхъ мѣстахъ измѣненія земной поверхности совершаются съ такой быстротой, что многіе, вернувшись въ свое отечество послѣ десятилѣтняго отсутствія, не въ состояніи узнать мѣстности, до такой степени поверхность земли оказывается изборожденной новыми воронками» *).

Наблюдаются провалы и въ Россіи; напр., въ Пермской губ. провалы повидимому произошли вслѣдствіе размыванія гипса: они тянутся по прямымъ линіямъ, перпендикулярнымъ Уральскому хребту. По способу своего образованія очень интересны провалы, описанные Вангенгеймъ-фонъ-Кваленъ, на островѣ Эзелѣ. Проф. Иностранцевъ такъ объясняетъ происхожденіе этихъ проваловъ: «Синяя глина, подстилающая известняки, отъ дѣйствія воды размягчается, разбухаетъ и, увеличиваясь въ объемѣ, приподнимаетъ вышележащія породы; въ такомъ видѣ она легко можетъ быть вымыта изъ своего мѣста, а съ уменьшеніемъ массы очевидно легко можетъ образоваться въ вышележащихъ породахъ провалъ; форма проваловъ въ этихъ образованіяхъ крайне своеобразна: иногда можно наблюдать форму конусообразныхъ холмовъ съ происшедшими отъ провала правильными воронкообразными углубленіями на вершинѣ» **).

Въ Юрѣ тоже встрѣчаются многочисленныя пещеры, гроты и воронки. Воды, наполняющія ихъ, пройдя большее или меньшее пространство подъ землею, снова выходятъ на поверхность въ видѣ источниковъ или ручьевъ. Многія пещеры представляютъ чрезвычайно большой интересъ въ научномъ отношеніи по найденнымъ въ нихъ остаткамъ вымершихъ животныхъ и сохранившимся слѣдамъ доисторическаго человѣка. Нѣкоторыя изъ этихъ пещеръ, благодаря своему поразительному богатству скелетами различныхъ животныхъ, получили названіе «костныхъ пещеръ» ***). Понятно, что пещеры должны пользоваться наибольшимъ распространеніемъ въ тѣхъ областяхъ, гдѣ развиты горныя породы, легко растворимыя въ водѣ, напримѣръ каменная соль, гипсъ, известнякъ. Такъ напр., въ Нижегородской губ., въ гипсовыхъ (алебастръ)

*) Neumayer, «Erdgeschichte». B. I.

**) А. Иностранцевъ, «Геологія». Т. I.

***) См. главу «Доисторическій человѣкъ».

и ангидритовыхъ слояхъ находится много пещеръ, изъ которыхъ *Барнуковская* отличается довольно значительной величиной: до 40 саж. въ длину, 10 въ ширину и около 15 въ высоту.

«Входъ въ эту пещеру имѣетъ около 2 саженъ въ высоту и до 3 саженъ шириною; мѣстами онъ попорченъ разработкой алебастра. Черезъ отверстіе вы входите въ сводообразный корридоръ, до 3—4 саж. длиною, нѣсколько суживающійся по мѣрѣ движенія вглубь и заканчивающійся спускомъ въ $1^1/_2$—2 арш.; съ правой руки отъ входа въ корридорѣ имѣются двѣ или три нетолстыхъ природныхъ подпорки изъ алебастра. За корридоромъ слѣдуетъ обширный неправильной формы искривленный залъ, длинная ось котораго вытянута (съ востока на западъ?) на 40—45 саж.; ширина превышаетъ мѣстами 10 саж., вышина же доходитъ на глазъ до 5 саж. Справа и слѣва отъ входа виднѣются вверху два отверстія, одно изъ которыхъ (лѣвое) образовалось недавно, благодаря разработкѣ камня, а другое—старое, явившееся вслѣдствіе дѣятельности атмосферныхъ водъ. Внутреннія стѣны пещеры (сложенныя алебастромъ, съ обнаженнымъ на лѣвой сторонѣ прослоемъ ангидрита) мѣстами имѣютъ гладкую раковистоструйчатую поверхность. Дно, уже само по себѣ очень неправильное, по краямъ пещеры завалено массою глыбъ алебастра и ангидрита, свалившихся сюда частію естественнымъ путемъ, а частію и вслѣдствіе взрывовъ стѣнъ и потолка при разработкѣ; вязкая бурая глина, покрывающая дно, имѣетъ до $^1/_2$ арш. и болѣе въ толщину, особенно въ правомъ концѣ залы; въ этой глинѣ много древесныхъ сучьевъ и корней, занесенныхъ изъ Пьяны. Въ самомъ дальнемъ (сѣверозападномъ?—влѣво отъ входа) углу камеры можно было видѣть два незначительныхъ (до $1^1/_2$ саж. въ діаметрѣ) скопленія воды, прозрачной какъ хрусталь (видна мелкая рыба); видимая глубина этихъ скопленій равна $^1/_2$—1 саж.; надъ однимъ изъ нихъ въ алебастровой нависшей стѣнѣ виднѣлось полукруглое сводообразное отверстіе, діаметромъ до 2 — 3 футъ; по словамъ рабочихъ, проникавшихъ въ это отверстіе зимою, когда вода здѣсь понижается и замерзаетъ, оно ведетъ въ низкій и узкій корридоръ, протяженіемъ до 2 саж., который открывается въ другую широкую камеру; въ этой послѣдней находится озеро, которое имѣетъ, будто бы, не менѣе 3 саж. въ глубину, а на срединѣ не замерзаетъ даже зимою.

Воды Пьяны, по свидѣтельству мѣстныхъ жителей, во время весеннихъ разливовъ съ силою устремляются чрезъ особый каналъ и вышеописанный корридоръ въ пещеру и тамъ теряются безслѣдно. Нѣтъ сомнѣнія, что именно этимъ водамъ и обязаны своимъ происхожденіемъ тѣ глина и сучья, которыя находятся на днѣ пещеры. Температура воздуха внутри пещеры (въ августѣ

мѣсяцѣ) была равна 11° Цельзія, а на открытомъ воздухѣ, въ тѣни, 30° Ц.; температура воды въ пещерѣ не превышала 6° Ц.» *).

Изъ многихъ знаменитыхъ пещеръ назовемъ Адельсбергскую пещеру въ Австріи, Гайленрейтерскую—во Франконіи, Бауманскую—въ Гарцѣ (средняя Германія), Мамонтовую пещеру съ многочисленными рѣками — въ Сѣверной Америкѣ и многочисленныя пещеры въ Крыму: Бимбашъ-Коба и Суукъ-Коба—на Чатыръ-Дагѣ, Туакскія, Кизилъ-Коба и др. Большинство изъ нихъ находится въ известковыхъ породахъ.

Вода, просачивающаяся сквозь своды гротовъ и пещеръ, выдѣляя изъ себя угольную кислоту, отлагаетъ на внутренней поверхности ихъ блестящій слой углекислой извести. Вездѣ, гдѣ только существуетъ малѣйшая неровность или выступъ, они обволакиваются свѣшивающимися внизъ натечными массами самой причудливой формы. Просачивающіяся капли падаютъ также и на дно пещеръ и гротовъ, образуя и здѣсь наслоенія минеральныхъ частицъ; изъ нихъ мало-по-малу воздвигаются величественныя колонны, въ концѣ-концовъ сливающіяся съ отложеніями, образовавшимися въ верхнихъ частяхъ пещеры. Наслоенія, идущія сверху внизъ, извѣстны подъ именемъ *сталактитовъ*, а поднимающіяся снизу вверхъ называются *сталагмитами*. Всякій, кому случалось бывать въ знаменитыхъ пещерахъ известковыхъ горъ, никогда не забудетъ этихъ причудливыхъ колоннадъ, соборовъ, фантастическихъ человѣческихъ фигуръ и звѣрей, образованныхъ натечными массами известняка.

Мы опишемъ нѣсколько подробнѣе Адельсбергскую пещеру.

Въ Австріи, между Тріестомъ и Лайбахомъ, есть мѣстечко Адельсбергъ, близъ котораго находится знаменитая Адельсбергская пещера, поражающая своею величиною, величественными размѣрами сводовъ и множествомъ сталактитовыхъ залъ. Сначала извѣстна была только часть ея, такъ называемый «Старый гротъ», но въ 1818 году случайно былъ открытъ «Новый гротъ», значительно превосходящій первый красотою и изяществомъ; громадныя залы тянутся тамъ одна за другою. Залы эти украшены чудными сталактитами бѣлаго, сѣраго, коричневаго и краснаго цвѣта. Въ одной изъ нихъ спускается сверху сталактитовый, совершенно прозрачный, занавѣсъ. Онъ имѣетъ въ длину 9 футовъ, средняя толщина его 4 линіи; роскошныя складки этого занавѣса блестящаго бѣлаго цвѣта, но снизу оторочены каймою, въ 4 дюйма шириною, ярко-краснаго и коричневаго цвѣта съ переливающимися

*) Проф. В. В. Докучаевъ, Матеріалы къ оцѣнкѣ земель Нижегородской губ. Вып. XIII. Глава V. Стр. 60—62.

оттѣнками. Самое величественное зрѣлище представляетъ такъ-называемая Голгоѳа — довольно высокій холмъ, возникшій, безъ сомнѣнія, изъ частей, обвалившихся сверху; высота его равняется

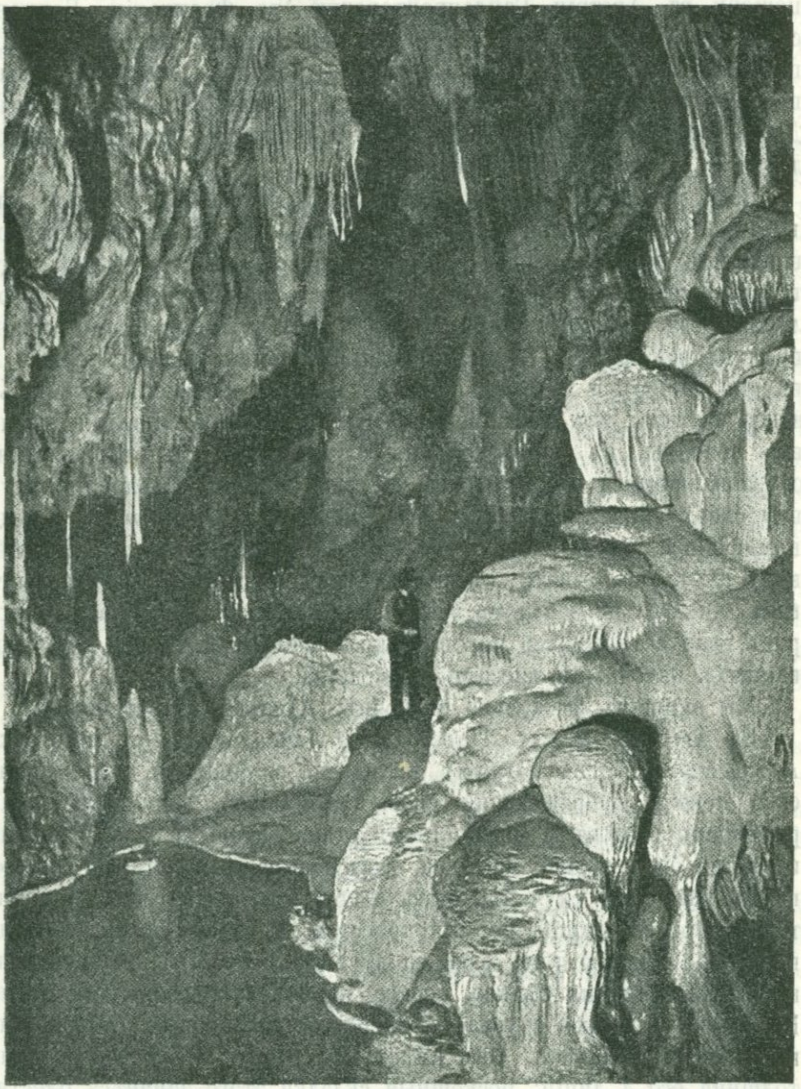


Рис. 5. Сталактиты и сталагмиты въ гротѣ Даржиланъ (Dargilan) (департ. Лозеръ, Южная Франція).

192 футамъ; дорога, устроенная вокругъ Голгоѳы, имѣетъ въ длину 250 саженъ. Спускаясь съ нея, вы видите настоящій лѣсъ колоннъ, пирамидъ и своеобразныхъ статуй.

Послѣ Голгоѳы поражаетъ зрителя «Капельный колодезь», который еще издали даетъ знать о себѣ легкимъ плескомъ; вы подходите къ притупленному конусу изъ блестящей красной сталактитовой массы съ углубленіемъ въ видѣ бассейна. Въ этотъ бассейнъ, съ высоты 60 футовъ, непрерывными рядами падаютъ сверху крупныя капли воды; онѣ какъ бы тянутся по воздуху въ видѣ серебряныхъ нитей. Всѣ эти чудеса заканчиваются «Тартаромъ»; такъ называется страшная пропасть, шириной въ 33 сажени; ея мрачный видъ дѣйствуетъ тѣмъ поразительнѣе, что вы только-что оставили великолѣпно разукрашенныя залы, гдѣ хрустальныя стѣны одѣты сталактитами ослѣпительной бѣлизны. Этимъ Тартаромъ, лежащимъ на разстояніи 1.243 саженъ отъ входа, оканчивается извѣстный до сихъ поръ подземный міръ Адельсберга.

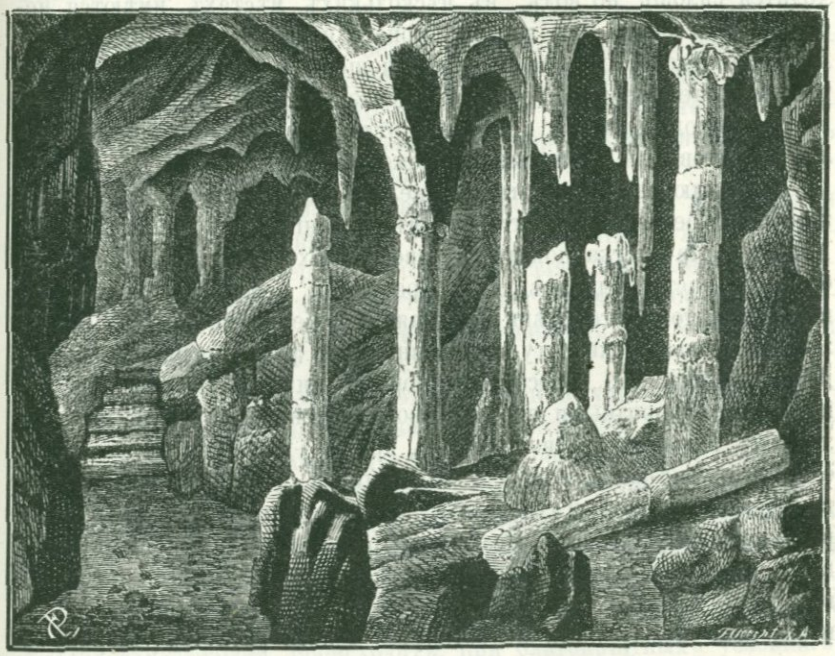


Рис. 6. Адельсбергская пещера.

Наши крымскія сталактитовыя пещеры также лежатъ въ известковыхъ породахъ. Самыя обширныя изъ нихъ называются *Кизилъ-Коба (Кизилъ*—красный, *коба*—пещера) и лежатъ въ 3-хъ верстахъ на востокъ отъ Симферопольскаго (Симферополь—Ялта) шоссе, въ 26—27 верстахъ отъ Симферополя. Корридоры этой пещеры крайне многочисленны и расположены другъ надъ другомъ неправильными ярусами. Число этихъ ходовъ, по словамъ провод-

никовъ, доходитъ до 9 и болѣе; до сихъ поръ еще никто не обошелъ эту пещеру всю; туристы проходятъ не болѣе 700 футовъ, но и эта болѣе доступная часть все же очень затруднительна для осмотра: во многихъ мѣстахъ идти нельзя, приходится пробираться ползкомъ по глинистой мокрой и грязной землѣ, уступы нерѣдко такъ круты, что нужно прибѣгать къ веревкѣ, лѣстницѣ и помощи проводника. Обыкновенно осматриваютъ только двѣ нижнихъ пещеры. Самая нижняя изъ нихъ довольно эффектна: за широкою входной аркой идетъ широкій и высокій корридоръ; съ потолка свѣшиваются бѣлые и желтоватобурые сталактиты; навстрѣчу къ нимъ снизу поднимаются сталагмиты, то одиночные, то въ видѣ разныхъ причудливыхъ группъ, колоннъ, конусовъ, небольшихъ холмиковъ и т. п. Дно всюду сыро, иногда идти приходится сплошь по водѣ, въ нѣсколькихъ мѣстахъ имѣются небольшіе бассейны—это запасы бурнаго подземнаго потока, текущаго по нѣкоторымъ корридорамъ пещеры и скрывающагося гдѣто внизу; температура воды 8° Цельзія. Этотъ потокъ питаетъ рѣчку, выходящую изъ пещеры и отлагающую въ окрестной долинѣ желтоватый пористый известковый туфъ.

Въ заключеніе этой главы нельзя не упомянуть вкратцѣ о *каррахъ*, чрезвычайно интересномъ явленіи, встрѣчающемся въ Альпахъ. На слегка покатыхъ известковыхъ склонахъ, покрытыхъ большую часть года снѣгомъ, образуются небольшія углубленія вслѣдствіе того, что снѣгъ при таяніи переходитъ въ воду, содержащую угольную кислоту и неравномѣрно растворяющую известь. Дѣло въ томъ, что известковыя породы никогда не бываютъ совершенно однородными во всей своей массѣ: однѣ части ихъ обладаютъ большей растворимостью, другія—меньшей. Вода стекаетъ съ трудно-растворимыхъ выдающихся частей и, накопляясь въ образовавшихся углубленіяхъ, продолжаетъ безпрерывно свою разрушительную работу. Вслѣдствіе растворенія все новыхъ и новыхъ известковыхъ частицъ, образовавшіяся углубленія и желоба все болѣе и болѣе увеличиваются въ своихъ размѣрахъ до тѣхъ поръ, пока между ними не останутся только узенькія реберчатыя перегородки, нерѣдко напоминающія остріе ножа. Это—«карры» или «шратты». Пробираться по нимъ чрезвычайно трудно и опасно. «Есть карры,—говоритъ Геймъ,—пройти по которымъ несравненно труднѣе и опаснѣе, чѣмъ по глетчерамъ. Отверстія и желоба нерѣдко имѣютъ въ глубину 2, 3 метра, а попадаются и такіе, глубина которыхъ достигаетъ до 10—15 метр. Для того, чтобы произвести такія разрушенія на поверхности горъ, вовсе не нужны большія массы воды. Для этого достаточно того небольшого количества воды, которое получается при медленномъ таяніи снѣговъ».

Остановимся теперь на дѣятельности *известковыхъ ключей*. Въ пѣнящейся водѣ ключей угольная кислота вытѣсняется атмосфернымъ воздухомъ, вслѣдствіе чего происходитъ осажденіе углекислой извести въ видѣ такъ называемаго *туфа* или *травертино*.

Известковый *туфъ*—легкая пористая порода; поры его расположены неправильно, въ безпорядкѣ. Около Гатчины, Петербургской губерніи, находятся ломки такого известковаго туфа. Прежде здѣсь было озеро, въ которое впадали известковые ключи; они-то и заполнили озеро своими отложеніями—туфомъ.

Изъ теплыхъ источниковъ углекислая известь выдѣляется гораздо энергичнѣе. Осадокъ, который получается изъ этихъ теплыхъ источниковъ, плотнѣе, кристалличнѣе туфа и имѣетъ слоистое строеніе; его-то и называютъ по-итальянски *травертино*. Между Римомъ и Тиволи находится озеро Сольфатара. Вода этого озера кажется какъ бы кипящей: такъ энергично идетъ тамъ выдѣленіе углекислаго газа; соотвѣтственно этому и углекислая известь отлагается въ громадныхъ количествахъ. Если погрузить въ воду этого озера листья или какіе-либо другіе предметы, то они въ короткое время покрываются желтоватой корой, которая есть не что иное, какъ углекислая известь.

Подобно осадкамъ известковаго туфа, образуются и отложенія бураго желѣзняка. Примѣромъ такихъ отложеній служатъ окрестности Лаахерскаго озера (Рейнская Пруссія). Вычислено, что минеральные источники этой мѣстности могутъ въ 1.000 лѣтъ образовать залежи бураго желѣзняка протяженіемъ въ $^1/_8$ квадратной мили и толщиной въ $^1/_3$ метра.

Въ нѣдрахъ горъ совершаются не менѣе удивительныя явленія. Тутъ происходитъ смѣшеніе и концентрація самыхъ различныхъ растворовъ. Благодаря испаренію, образованію трудно растворимыхъ соединеній и другимъ, еще не вполнѣ выясненнымъ, процессамъ, происходитъ осажденіе минераловъ. Получаются прозрачные кристаллы известковаго шпата, фіолетовые аметисты, темные дымчатые топазы, прозрачный, какъ стекло, горный хрусталь. При наличности большого количества растворенныхъ металлическихъ солей, происходитъ, при благопріятныхъ условіяхъ, осажденіе желѣзныхъ, свинцовыхъ, мѣдныхъ, серебряныхъ и т. п. рудъ. Все это совершается и нынѣ точно такъ же, какъ и милліоны лѣтъ тому назадъ. Всѣ неисчерпаемыя богатства удивительнѣйшихъ кристалловъ и драгоцѣнныхъ рудъ большей частью образовались, благодаря дѣятельности подземныхъ водъ, принесшихъ всѣ эти вещества въ растворенномъ состояніи. Невидимое зернышко кремневой кислоты мало-по-малу превращается въ огромный кристаллъ горнаго хрусталя. Но разъ образовавшіеся кристаллы не существуютъ вѣчно, они снова могутъ перейти въ рас-

творъ или претерпѣть какія-либо другія видоизмѣненія. И камни, подобно растеніямъ, созидаются, растутъ и перестаютъ существовать.

Минеральныя вещества, растворенныя въ водѣ озеръ и морей, въ концѣ-концовъ тоже выдѣляются изъ растворовъ. Во внутреннихъ моряхъ и въ морскихъ заливахъ, болѣе или менѣе отдѣленныхъ отъ моря, гдѣ испареніе воды очень сильно, образуются залежи соли и гипса (Мертвое море). Въ открытомъ океанѣ миріады растительныхъ и животныхъ организмовъ поглощаютъ известь и отлагаютъ ее въ видѣ мощныхъ известковыхъ слоевъ (коралловые и мшанковые известняки, глубоководный морской илъ). Но... и море не «вѣчно»: если эти образованія, благодаря какому-нибудь процессу, обнажаются или нагромождаются въ видѣ горъ, то они снова подвергаются разрушительной дѣятельности воды.

Горныя породы, входящія въ составъ нашей земли, вѣроятно не разъ уже разрушались и снова созидались. При этихъ процессахъ не пропадаетъ ни одной пылинки; онѣ мѣняютъ лишь свое мѣсто и форму, потому что матерія, изъ которой построена наша планета и всѣ безчисленныя міровыя тѣла, и мы сами, неразрушима, она «вѣчна» въ строго научномъ значеніи этого слова.

## ГЛАВА V.

*(Продолженіе).*

Разрушительная сила замерзающей воды и атмосферы.—Разрушеніе скалъ.—Розсыпи и разрушеніе горныхъ породъ въ пустынѣ.—Ручьи и рѣки.—Обвалы и оползни.—Образованіе долинъ.—Дельты.—Террасы.—Долины, холмы и горы обязаны во многомъ своими очертаніями дѣятельности воды.

Снѣжный покровъ, разстилающійся по землѣ, ледяные узоры на оконныхъ стеклахъ, блестящая поверхность замерзшаго озера, глетчеры въ горахъ и полярныхъ странахъ — всѣ одинаково состоятъ изъ мельчайшихъ ледяныхъ кристалловъ, имѣющихъ правильную форму, чаще всего шестиугольныхъ звѣздочекъ. Вода, превращаясь въ твердые ледяные кристаллы, т.-е. замерзая, расширяется при этомъ съ такою силой, которая способна разрывать самыя твердыя вещества. Въ природѣ на каждомъ шагу наблюдаются случаи, гдѣ замерзающая вода, вслѣдствіе увеличенія своего объема, производитъ трещины или разрывы горныхъ породъ. Какъ намъ уже извѣстно, всѣ горныя породы проницаемы для воды. Она проникаетъ въ тончайшія отверстія и щели и, благодаря своей способности растворять минеральныя частицы, еще болѣе увеличиваетъ эти отверстія.

На помощь водѣ въ дѣлѣ разрушенія горныхъ породъ прихо-

дитъ и атмосфера. Быстрые переходы отъ одной температуры къ другой, отъ болѣе холодной къ болѣе теплой, и наоборотъ, конечно, вліяютъ на сжатіе и расширеніе отдѣльныхъ минераловъ, составляющихъ сложную горную породу; а такъ какъ расширяются различные минералы различно, то результатомъ этихъ быстрыхъ температурныхъ перемѣнъ являются трещины въ горной породѣ и наконецъ даже окончательное распаденіе ея на болѣе или менѣе мелкіе куски.

Это разрушительное дѣйствіе атмосферы наиболѣе рѣзко сказывается въ тѣхъ мѣстностяхъ, гдѣ наблюдаются наиболѣе рѣзкія смѣны температуры дня и ночи, напр. на высокихъ горахъ, или же тамъ, гдѣ сильны морозы, такъ какъ пористыя породы уже отъ одного дѣйствія низкой температуры разсыпаются въ песокъ. Подъ вліяніемъ этого разрушительнаго дѣйствія атмосферы и холода вершины многихъ горъ покрываются наваленными другъ на друга неправильными, угловатыми обломками; это такъ называемыя *розсыпи*. Онѣ встрѣчаются въ гористыхъ странахъ, какъ, напр., на Уралѣ, Центральныхъ Альпахъ, Шварцвальдѣ и другихъ.

*Розсыпи* являются иногда въ такихъ значительныхъ скопленіяхъ на склонахъ многихъ горныхъ хребтовъ, что образуютъ какъ бы цѣлыя предгорія.

Прилагаемый рисунокъ изображаетъ Уральскую сопку (на Южномъ Уралѣ). Благодаря разрушительному дѣйствію воды и атмосферы, вершина горы приняла эту причудливую форму—образовались острые выступы, пики, оторвались громадные куски породы и загромоздили болѣе нижнія части.

Но даже при отсутствіи воды и значительныхъ холодовъ одна лишь наличность рѣзкихъ и внезапныхъ перемѣнъ температуры можетъ служить источникомъ подобныхъ явленій. Въ жаркихъ безводныхъ странахъ Африки и Азіи, гдѣ часто въ теченіе нѣсколькихъ часовъ разница между температурными maximum и minimum достигаетъ до 60—70° по Цельзію, въ скалахъ, вслѣдствіе неодинаковаго расширенія и сжатія наружныхъ и внутреннихъ частей, постоянно образуются трещины до тѣхъ поръ, пока эти скалы окончательно не разсыпятся на отдѣльные обломки и въ концѣ концовъ не превратятся въ песокъ. Мы видимъ, слѣдовательно, изъ всего вышесказаннаго, что рѣзкія измѣненія температуры являются могущественнымъ союзникомъ воды въ дѣлѣ разрушенія горныхъ породъ и постояннаго преобразованія земной поверхности.

Продукты *вывѣтриванія горныхъ породъ*, т.-е. *обломки*, образовавшіеся подъ вліяніемъ атмосферы и воды, не остаются на вершинахъ и склонахъ горъ, а, слѣдуя законамъ тяжести, катятся, скользятъ внизъ и уносятся дальше теченіемъ воды, снѣжными

лавинами и ледниками. Когда большіе обломки скалъ обрушиваются съ горъ или же когда цѣлые слои почвы начинаютъ сползать внизъ вслѣдствіе размягченія подлежащихъ глинистыхъ или мергельныхъ пластовъ, то такія явленія называются *обвалами* и *оползнями*. Оползни происходятъ въ тѣхъ мѣстностяхъ, строеніе которыхъ таково, что на глинистый слой налегаютъ какія-нибудь другія породы. Если по поверхности глинистыхъ пластовъ бѣгутъ подземныя воды, то съ теченіемъ времени они настолько размягчатъ глину, что вышележащія породы уже не въ состояніи удержаться на ней и начинаютъ сползать сравнительно спокойно, не опрокидываясь внизъ по склону.



Рис. 7. Уральская сопка (Южный Уралъ).

«Въ 1884 г., 20-го сентября, у города Саратова, на склонѣ Соколовой горы, гдѣ помѣщается предмѣстье Затонъ, оползень произвелъ большія разрушенія и совершенно измѣнилъ конфигурацію берега. Такъ какъ оползень происходилъ медленно, то люди успѣли спастись, и почти никто не пострадалъ. Задолго до наступленія оползня образовались трещины на поверхности склона Соколовой горы; жители очевидно знали предупредительный смыслъ этихъ трещинъ, потому что оползни здѣсь происходили и прежде, но, вмѣсто заявленій, тщательно скрывали ихъ, чтобы во-время сбыть свое имущество. Собственно оползень начался въ 12 ч. 20-го сентября и продолжался до утра 21-го сентября. Масса сползшей земли составляла $^1/_2$ вер. въ длину и 20 саж. высоты» *).

*) Мушкетовъ, «Физическ. Геол.». Т. II.

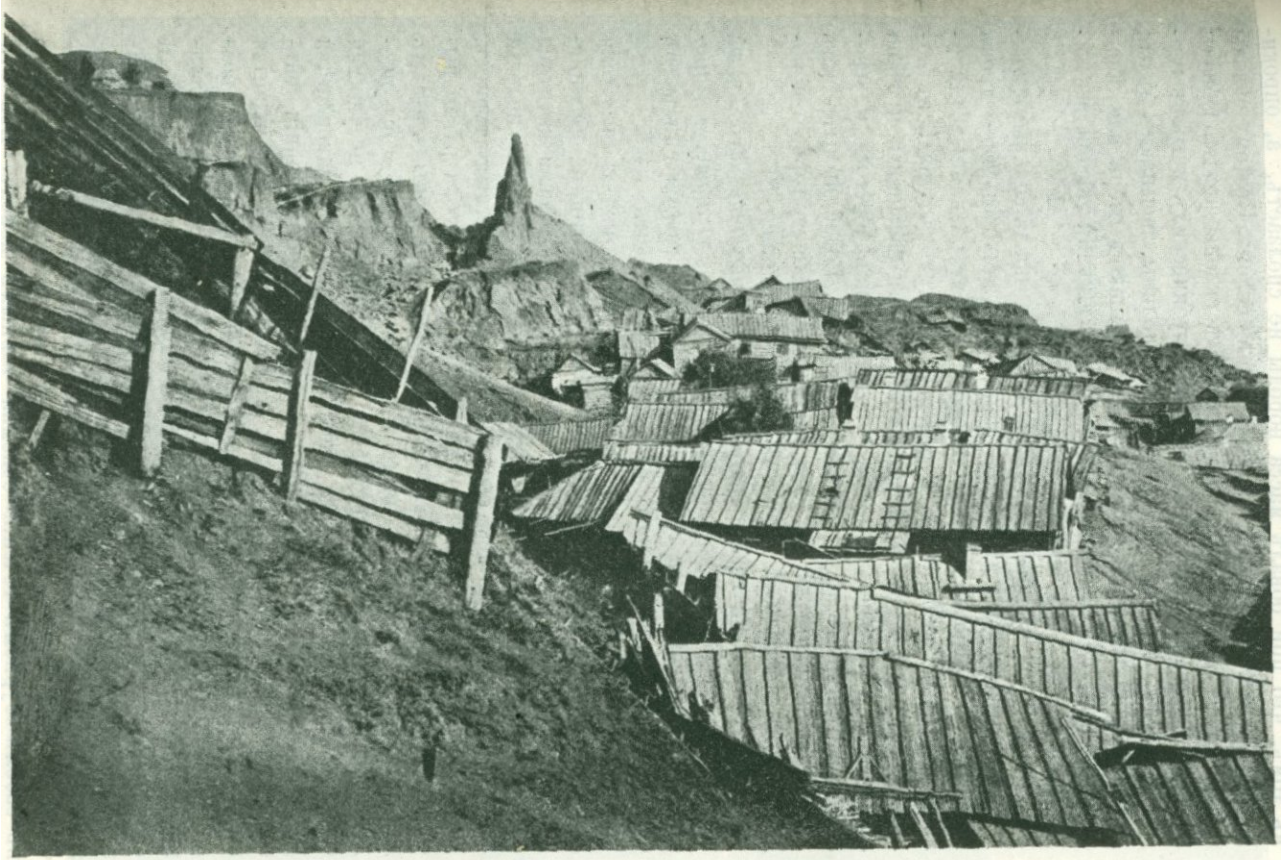


Рис. 8. Саратовскій оползень 1884 г. (въ Затонѣ).

Происхожденіе *обваловъ* то же, что и оползней; разница только въ томъ, что при обвалѣ масса породы не сползаетъ, а, опрокидываясь, быстро низвергается къ подошвѣ склона. Поэтому обвалы и происходятъ въ горныхъ странахъ, гдѣ склоны круты. Обвалы нерѣдко увлекаютъ съ собою милліоны кубическихъ метровъ горныхъ породъ, которыя, обрушиваясь на долины, засыпаютъ цѣлыя деревни, запруживаютъ теченіе рѣкъ, засыпаютъ озера или образуютъ новыя, погребаютъ подъ своими обломками людей и животныхъ.

«Въ 1806 г. въ швейцарскихъ Альпахъ, послѣ сильныхъ дождей, продолжавшихся нѣсколько дней, масса земли въ 305 метровъ ширины, 30 метровъ толщины и около километра длины отдѣлилась отъ горы Россбергъ и съ страшнымъ шумомъ упала въ долину. Четыре деревни со всѣми лугами были засыпаны, и озеро Ловерцъ до того взволновалось, что вышло изъ береговъ и угрожало разрушеніемъ прибрежнымъ селеніямъ. Водой вымытъ былъ песокъ, залегающій между глиной и выщележащею горною породою, отчего послѣдняя, не имѣя опоры, обвалилась» *).

Но, несмотря на всю грандіозность подобныхъ катастрофъ, тѣ количества относительно мелкихъ обломковъ, которые, безпрестанно отламываясь отъ горъ, ежегодно низвергаются внизъ, въ общемъ итогѣ составляютъ гораздо большія массы.

На альпійскихъ пастбищахъ нерѣдко можно видѣть глубокія длинныя борозды. Это слѣды обломковъ скалъ, которые, обрушившись съ стремительной быстротой съ горъ и продолжая катиться по пастбищу, разрыли землю. Эти обломки при своемъ паденіи часто убиваютъ пасущійся скотъ и людей. Неопытный туристъ, увидя подобный желобъ, нерѣдко принимаетъ его за русло высохшаго ручья и готовъ воспользоваться этимъ удобнымъ путемъ для того, чтобы подняться на горы, не зная, что на этомъ предательскомъ пути онъ можетъ быть убитъ камнемъ, несущимся съ горъ. У подножія такого желоба обыкновенно накопляется груда щебня въ видѣ усѣченнаго конуса. Во время таянія снѣговъ или же послѣ сильной грозы каждый желобъ превращается въ бурный потокъ, стремительно несущій своими мутными волнами камни и щебень въ долины. Тамъ, гдѣ паденіе воды становится медленнѣе, тяжелые камни и щебень задерживаются и снова образуютъ упомянутые конусы. Получающіяся такимъ образомъ насыпи задерживаютъ теченіе рѣки, но ненадолго: запруженная вода прокладываетъ себѣ путь въ другомъ мѣстѣ, и потомъ съ удвоенной силой обрушивается на нижнія долины, унося въ своемъ бурномъ теченіи обломки горныхъ породъ. Всѣ эти

*) Иностранцевъ, «Геологія». Т. I.

обломки, двигаясь съ необыкновенной быстротой, безпрестанно

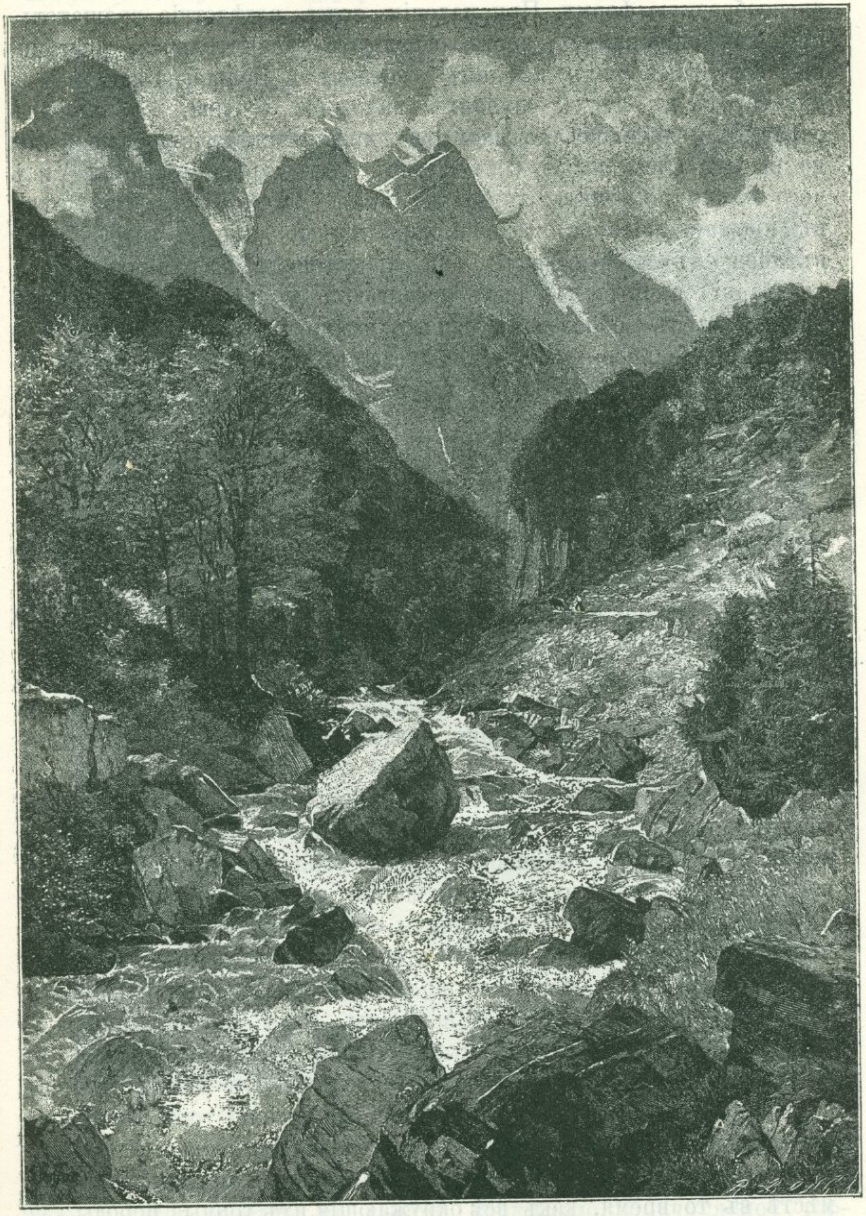


Рис. 9. Горный ручей у подножія Глерниша въ Западныхъ Альпахъ. (Картина Стеффана).

ударяются и трутся другъ объ друга, вслѣдствіе чего ихъ углы

и острые края стираются и они превращаются въ совершенно гладкіе камни, имѣющіе то болѣе или менѣе шарообразную, то дискообразную форму. При паденіи воды, вслѣдствіе вращательнаго движенія камней, часто образуются значительныя углубленія, извѣстныя подъ именемъ «котловъ». Вращающійся камень дѣйствуетъ въ этихъ случаяхъ наподобіе бурава. Во многихъ оврагахъ и древнихъ ложахъ рѣкъ можно видѣть подобные котлы на высотѣ нѣсколькихъ сотъ футовъ надъ уровнемъ рѣки, изъ чего можно заключить, насколько выше было русло этой рѣки въ прежнія времена. Весьма характерные «котлы» встрѣчаются въ древнемъ ложѣ *Вуоксы*; они представляютъ цилиндрическія углубленія и иные изъ нихъ достигаютъ до метра глубины. Если такой «котелъ» образованъ однимъ камнемъ, то углубленіе получается правильное—въ видѣ конуса или цилиндра; если же сверленіе производили нѣсколько камней, то «котелъ» книзу расширяется.

Такъ называемые *овраги* обязаны своимъ происхожденіемъ также размыванію горныхъ породъ текущей водой. До послѣдняго времени возникновеніе ихъ, а равно и горныхъ долинъ, пытались объяснить трещинами, появляющимися при образованіи горъ. Но обстоятельныя изслѣдованія двухъ извѣстныхъ швейцарскихъ геологовъ Рютимейера и Гейма установили съ несомнѣнностью, что именно въ этихъ случаяхъ не могло быть и рѣчи объ образованіи трещинъ. Существованіе очень большихъ, широкихъ трещинъ въ земной корѣ вообще еще не доказано. Возникновеніе долинъ въ большинствѣ случаевъ обязано почти исключительно размывающему дѣйствію воды.

Тамъ, гдѣ рѣка встрѣчаетъ въ своемъ теченіи болѣе рыхлыя горныя породы, или же такія, которыя легче поддаются размыванію, вслѣдствіе особенностей своего напластованія или происшедшаго уже частичнаго разрушенія, тамъ не могутъ образоваться узкія ущелья съ отвѣсными стѣнами, потому что обломки постоянно сползаютъ съ обѣихъ сторонъ: вода подмываетъ берега, происходятъ новые обвалы и оползни, продолжающіе непрерывно разрушеніе горы до самой ея вершины. Воды, бѣгущія внизъ по склонамъ, собираются отдѣльными стоками, расширяющимися, въ свою очередь, въ ущелья и боковыя долины. Въ концѣ концовъ получается расширеніе долинъ, общее пониженіе горъ и неравномѣрный размывъ пластовъ—такъ-называемая *денудація*. Отдѣльныя болѣе твердыя части сопротивляются дольше и остаются еще на мѣстѣ въ то время, какъ всѣ окружающія ихъ горныя породы уже подмыты и унесены водой—этимъ объясняется происхожденіе естественныхъ колоннъ и фантастическихъ обломковъ скалъ, встрѣчающихся напр. нерѣдко въ Саксонской Швейцаріи. Нѣкогда Сак-

сонская Швейцарія представляла однообразное плоскогорье, но воды Эльбы и ея притоковъ прорыли въ немъ долины, которыя съ теченіемъ времени до того расширились и видоизмѣнились, что отъ прежнихъ горъ уцѣлѣли только отдѣльные обломки, придающіе странѣ ея живописный видъ.

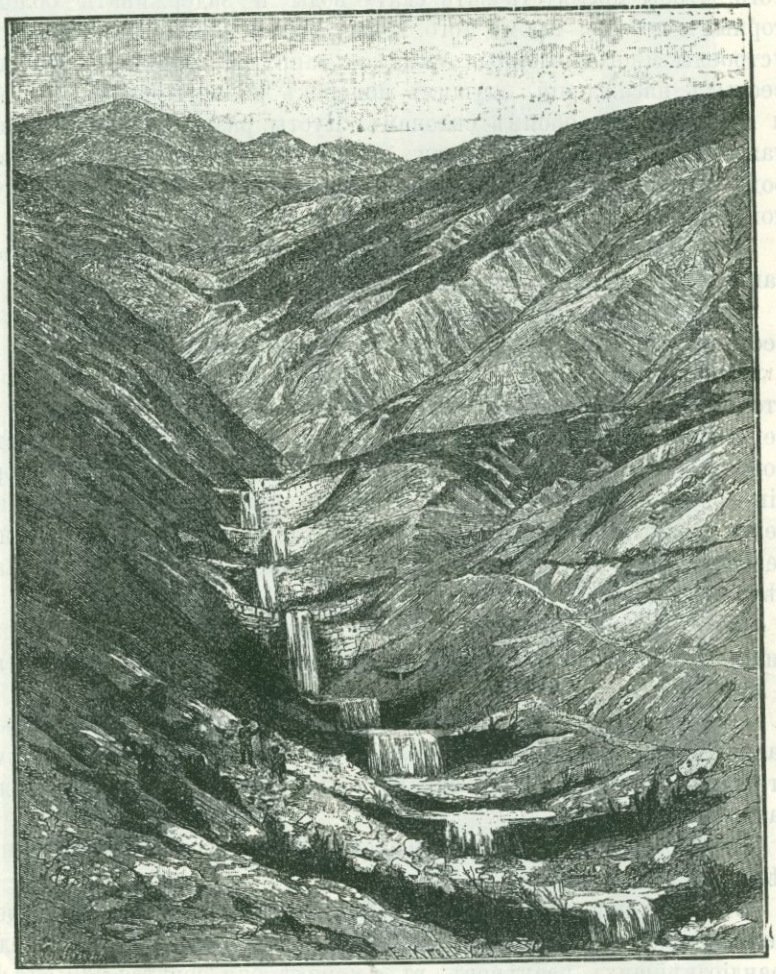


Рис. 10. Запруды для защиты отъ разрушающей дѣятельности горныхъ ручьевъ.

Въ послѣднее время въ Западной Европѣ придумали раціональное средство пресѣчь въ самомъ корнѣ зло, причиняемое горными ручьями и рѣками, а именно начали устраивать запруды не въ нижнемъ теченіи потока, а у самыхъ истоковъ его. Правда, и прежде уже дѣлались попытки подобнаго рода, но никогда еще

эти работы не производились въ такихъ обширныхъ размѣрахъ, съ такой послѣдовательностью и съ такимъ успѣхомъ, какъ въ самое послѣднее время во Французскихъ Альпахъ и Пиринеяхъ. Тамъ у самыхъ истоковъ и во всѣхъ развѣтвленіяхъ горныхъ ручьевъ устроены запруды изъ каменной кладки, служащія для того, чтобы препятствовать скату воды и задерживать обломки горныхъ породъ. Кромѣ того, между этими каменными запрудами устроены многочисленныя «живыя» запруды, состоящія изъ древесныхъ насажденій, идущихъ поперекъ рѣчного русла, а также и вдоль его, по обоимъ склонамъ. Кусты, разростаясь и переплетаясь между собою вѣтвями, образуютъ сплошную живую изгородь. Рядомъ съ этимъ, конечно, производится облѣсеніе всей горной области.

Прилагаемый рисунокъ представляетъ намъ подобнаго рода запруды во Французскихъ Альпахъ.

Но если породы мягки, то овраги могутъ образоваться даже весенними водами и въ мѣстностяхъ равнинныхъ.

Вся южная Россія покрыта массой овраговъ, благодаря тому, что почва здѣсь состоитъ главнымъ образомъ изъ чернозема, налегающаго на довольно мощные пласты *мелко-пористой, глинистой* породы, въ наукѣ носящей названіе *лёсса*, а у насъ въ просторѣчіи—*бѣлоглазки*. И черноземъ, и лёссъ являются породами, крайне легко размываемыми. Достаточно простой колеи, чтобы бурныя весеннія воды превратили ее въ промоину, а черезъ нѣсколько лѣтъ—въ довольно значительный оврагъ.

Овраги—бичъ нашего сельскаго хозяйства, и противъ ихъ развитія нужно принимать различнѣйшія мѣры (плотины, насажденія *и пр.*).

Отъ оврага у насъ на югѣ Россіи отличаютъ *балку*. Берега балки пологи, тогда какъ у оврага отвѣсны. Объясняютъ это тѣмъ, что балка произошла изъ оврага вслѣдствіе размыванія и сглаживанія его склоновъ.

Но обратимся опять къ размывающей дѣятельности настоящихъ рѣкъ.

Въ Сѣверной Америкѣ рѣка Ріо-Колорадо прорыла въ совершенно отвѣсныхъ и мѣстами чрезвычайно твердыхъ скалахъ ущелье грандіознѣйшихъ размѣровъ; въ Америкѣ они зовутся *каньонами*.

Большой каньонъ Колорадо (см. прилаг. рис.) имѣетъ отъ 5 до 12 миль въ ширину и до 200 въ длину, а глубина его достигаетъ 3.000—4.000 и мѣстами даже 6.000—7.000 футовъ. Съ обѣихъ сторонъ большого каньона въ него впадаютъ каньоны меньшихъ размѣровъ, по которымъ текутъ притоки Ріо-Колорадо.

Не менѣе яркимъ примѣромъ страшной силы текучей воды можетъ служить рѣка Симето на островѣ Сициліи. Въ 1603 г.,

во время извержения Этны, рѣка эта была совершенно запружена и засыпана лавой; несмотря на это, она успѣла прорыть себѣ но-

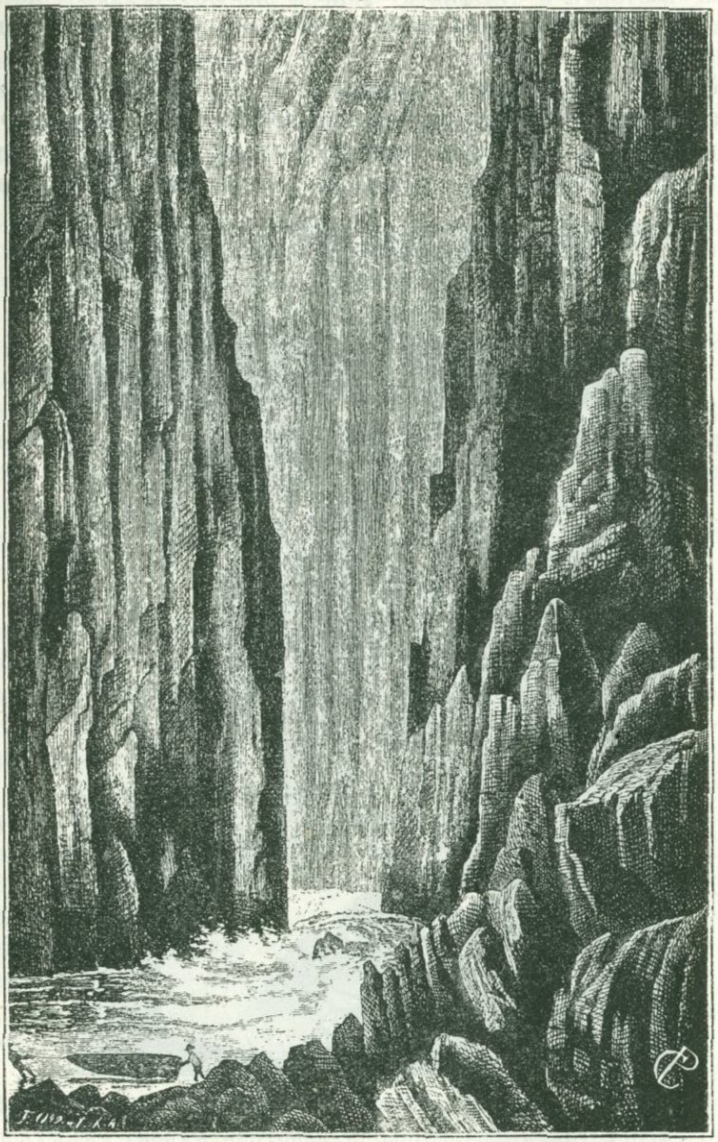


Рис. 11. Большой каньонъ рѣки Ріо-Колорадо.

вое русло, находящееся въ настоящее время на 100 футовъ глубже стараго русла.

Но, конечно, наиболѣе разрушительное дѣйствіе рѣчная вода

проявляетъ въ *водопадахъ;* тамъ вода развиваетъ наибольшую скорость, такъ какъ падаетъ почти отвѣсно; поэтому водопады размываютъ даже самыя твердыя породы и вслѣдствіе этого постепенно отступаютъ къ верховьямъ потока и образуютъ глубокія ущелья.

«Классическій примѣръ углубленія долинъ путемъ отступанія водопадовъ представляетъ знаменитый Ніагарскій водопадъ. Онъ находится на рѣкѣ Ніагарѣ, которая, выходя изъ озера Эри, течетъ по плоскогорью. При выходѣ изъ озера она имѣетъ около

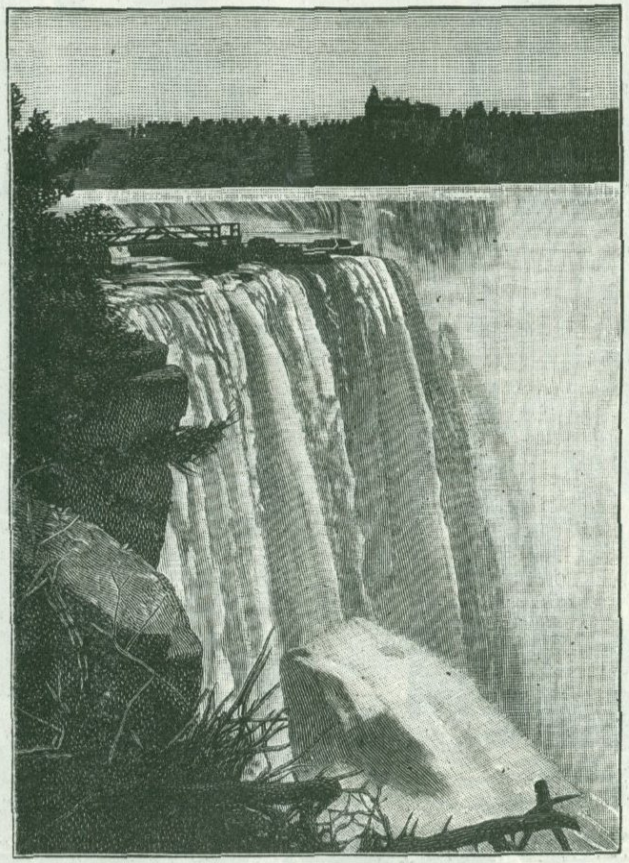


Рис. 12. Водопадъ Ніагара (по фотографіи).

мили въ ширину и лежитъ на 330 ф. выше озера Онтаріо, отстоящаго отсюда почти на 30 миль. На пространствѣ первыхъ 15-ти миль берега Ніагары нигдѣ не подымаются выше 30—40 ф. Рѣка, мѣстами усѣянная низкими, заросшими лѣсомъ, островами и иногда имѣющая до 3 миль въ ширину, течетъ сначала яснымъ, ровнымъ

и спокойнымъ потокомъ, при паденіи только въ 15 ф. на 15 миль. Но характеръ ея совершенно измѣняется по мѣрѣ приближенія къ быстринамъ, гдѣ она начинаетъ прыгать и пѣниться по скалистому и неровному известковому дну, на протяженіи почти цѣлой мили, пока наконецъ не падаетъ отвѣсно съ высоты 165 ф. При паденіи рѣка раздѣлена Козьимъ Островомъ на два рукава: на большой «подковообразный» или канадскій водопадъ, имѣющій болѣе одной трети мили въ ширину, и на американскій малый—шириною въ 200 метровъ. Низвергнувшись въ глубокую пропасть, Ніагара стремится съ большою скоростью по наклонному дну узкаго ущелья на пространствѣ семи миль. Ширина ущелья, отъ одного берегового утеса до другого, измѣняется отъ 200 до 305 метр., представляя поэтому сильный контрастъ въ ширинѣ съ верхнимъ русломъ рѣки; глубина его простирается до 80 метровъ; оно разсѣкаетъ на пространствѣ 7 миль известняковое плоскогорье, которое близъ Квинстоуна внезапно обрывается и образуетъ уступъ, обращенный лицевою стороною къ сѣверу, т. е. къ озеру Онтаріо. Ніагара, достигая этого уступа и выходя изъ ущелья, вступаетъ въ плоскую страну, которая лежитъ почти на одномъ уровнѣ съ озеромъ Онтаріо, такъ что на пространствѣ семи миль отъ Квинстоуна до этого озера паденіе не превышаетъ 4 футовъ.

«Давно уже думали, что Ніагара нѣкогда протекала въ неглубокой долинѣ отъ того мѣста, гдѣ въ настоящее время находится водопадъ, до уступа (называемаго Квинстоунскими высотами), на которомъ, какъ полагали, водопадъ первоначально имѣлъ свое мѣсто, и что эта рѣка мало-по-малу промывала свое русло, отодвигая водопадъ вверхъ на пространствѣ семи миль» *).

Ч. Ляйэлль въ началѣ 40-хъ годовъ доказалъ, что нѣкогда русло рѣки Ніагары было выше теперешняго на 300 ф.; онъ вычислилъ, что водопадъ отступалъ ежегодно на 0,3 метра. Такимъ образомъ для перехода водопада отъ Квинстоунскаго уступа до мѣста, занимаемаго имъ въ настоящее время, потребовалось, по вычисленію Ляйэлля, 36.000 лѣтъ. Теперь полагаютъ, что отступаніе Ніагары не превышаетъ 0,1 *метра* въ годъ.

Изъ европейскихъ водопадовъ наибольшей славой пользуется Рейнскій водопадъ.

Рѣки не всегда и не вездѣ обнаруживаютъ свою разрушительную дѣятельность въ одинаковой степени. Обыкновенно онѣ только въ горахъ, въ своихъ верховьяхъ, благодаря стремительному теченію, глубоко врѣзываются въ землю. Въ среднемъ теченіи быстрота рѣки значительно уменьшается, и она размываетъ подлежащіе слои не столько въ глубину, сколько въ ширину, въ горизонталь-

*) *Мушкетовъ.* «Физич. геолог.», т. II.

номъ направленіи. То здѣсь, то тамъ по теченію рѣки начинаютъ уже отлагаться твердыя части, образуются песчаныя косы и мели; благодаря этому, вода отклоняется въ своемъ теченіи то въ ту,

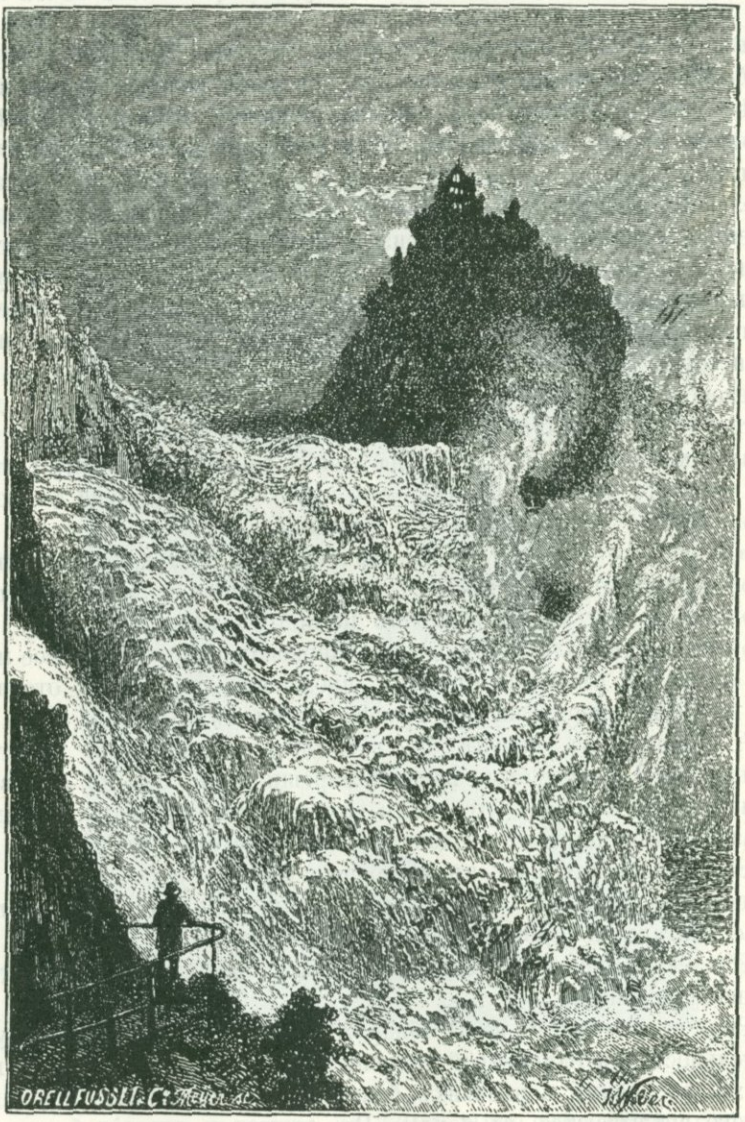



Рис. 13. Рейнскій водопадъ.

то въ другую сторону и подмываетъ берега то справа, то слѣва— образуются змѣевидные изгибы, излучины,—рѣка и рѣчная долина

становятся шире и ровнѣе. Въ низовьяхъ рѣка всего богаче водой. Спокойно и величественно несется здѣсь мощный потокъ, увлекая въ своемъ теченіи лишь песокъ или илъ, потому что болѣе тяжелые матеріалы уже успѣли отложиться выше. Но даже этотъ сравнительно легкій матеріалъ оказывается не подъ силу медленному теченію рѣки: онъ осѣдаетъ на дно, поднимая уровень русла и всей рѣчной долины. Часто вода, изливаясь въ море, приноситъ съ собой лишь одинъ тонкій илъ. Конечно, не всѣ текущія воды могутъ быть подведены подъ эту общую схему.

При нѣкоторыхъ особыхъ условіяхъ, наносный илъ скопляется у истоковъ рѣки въ такихъ размѣрахъ, что совершенно выполняетъ собою близлежащія части моря, которыя превращаются такимъ образомъ въ сушу. Эти явленія можно наблюдать у истоковъ Рейна и По—въ Европѣ, Нила—въ Африкѣ, Ганга—въ Азіи, Миссисипи—въ Сѣверной Америкѣ, Волги—въ Россіи. Нижняя плодородная часть Египта есть не что иное, какъ наносный илъ. Греки называли эту область, благодаря ея очертаніямъ треугольника, словомъ—«дельта» *), и это названіе перешло на всѣ образованія подобнаго рода. Благодаря постепенному накопленію наноснаго ила, рѣка сама преграждаетъ себѣ путь и принуждена отклоняться то вправо, то влѣво для того, чтобы, раздѣлившись на нѣсколько рукавовъ, проложить себѣ путь.

Наша Нева тоже образуетъ довольно значительную дельту. Длина Невы 67 километровъ; на этомъ протяженіи она падаетъ съ высоты 5-ти метровъ. Такой скорости теченія вполнѣ достаточно для размыванія береговъ, выноса механически взвѣшеннаго матеріала и отложенія его въ видѣ дельты; группа острововъ и примыкающая къ ней береговая полоса, на которой построенъ Петербургъ, и представляютъ отложенія этой дельты. Эта дельта постепенно увеличивается въ размѣрахъ, причемъ болѣе растутъ острова, обращенные къ морю, и притомъ владѣющіе наименьшей площадью. Проф. Иностранцевъ принимаетъ, что время, потребное для образованія всѣхъ острововъ Невы, равняется приблизительно 932 годамъ, и что Нева ежегодно отлагаетъ 94.116 кв. метровъ осадка; исходя изъ этихъ цифръ, упомянутый ученый предполагаетъ, что *Маркизова лужа* (часть Финскаго залива отъ Кронштадта до устья Невы) будетъ занесена черезъ 3.320 лѣтъ,—тогда Нева будетъ впадать въ Финскій заливъ около теперешняго Кронштадта.

Изъ русскихъ рѣкъ наиболѣе грандіозную дельту имѣетъ сибирская *Лена*; дельта ея измѣряется нѣсколькими градусами, главные рукава имѣютъ отъ 53 до 106 километровъ длины и въ

*) Дельта—четвертая буква греческой азбуки и имѣетъ форму—Δ.

устьи достигаютъ $10^1/_2$ километровъ въ ширину; нѣкоторые острова ея имѣютъ до 10 километровъ въ длину.

Въ озерахъ тоже образуются подобныя дельты; онѣ постепенно увеличиваются въ своихъ размѣрахъ, пока не заполнятъ собою всего озера. Нерѣдко можно вычислить довольно точно, когда именно наступитъ полное обмелѣніе. Геологамъ извѣстно не мало прежнихъ озеръ, теперь окончательно занесенныхъ осадками.

Если рѣка при впаденіи въ море сохранила еще нѣкоторую скорость, то конечно она въ силахъ еще будетъ выносить мучнистый легкій илъ дальше своего устья въ море. Но во многихъ мѣстахъ идутъ такъ называемыя *морскія теченія*. Если вода рѣки, текущая уже въ морѣ, встрѣтитъ такое морское боковое теченіе, то въ мѣстѣ встрѣчи ихъ произойдетъ отложеніе осадка въ формѣ длинной косы, которая будетъ повернута въ сторону теченія воднаго бассейна. Постепенно эта коса увеличится до такихъ размѣровъ, что отдѣлитъ, по крайней мѣрѣ на значительномъ пространствѣ, устье рѣки отъ моря. Такимъ устьямъ рѣкъ даютъ названіе *лимановъ*. Наши рѣки Днѣпръ, Днѣстръ, Бугъ образуютъ типичные лиманы.

Для того, чтобы дать приблизительное представленіе о количествѣ осадковъ, выносимыхъ большими рѣками, приведемъ нѣсколько относящихся сюда цифръ. Отъ 1851 до 1878 года, т. е. въ теченіе 27 лѣтъ, рѣка Рейсъ (въ Швейцаріи) образовала у своего истока въ Фирвальдштетерское озеро дельту въ 4 милліона кубическихъ метровъ, т. е. среднимъ числомъ она вымываетъ въ теченіе года на небольшомъ пространствѣ отъ С.-Готарда до Фирвальдштетерскаго озера 150.000 кубическихъ метровъ осадка. Эльба выноситъ ежегодно изъ Богеміи 547,14 милліоновъ килограммовъ тонкаго ила, кромѣ того растворенаго матеріала 622,68 милліоновъ килограммовъ, что составляетъ въ общемъ итогѣ 1.169,82 милліона килограммовъ. Рѣки По и Миссисипи въ иные года подвигаютъ впередъ свои дельты на 70—90 метровъ. Гангъ въ Остъ-Индіи выноситъ ежегодно 235 милліоновъ кубическихъ метровъ осадка,—количество, достаточное для того, чтобы воздвигнуть цѣлую гору. Вычислено, что изъ всего количества осадковъ, выносимыхъ Гангомъ, въ тысячу лѣтъ можно было бы сложить четыреугольную пирамиду вышиною въ 10.000 футовъ и съ основаніемъ въ $3^1/_5$ квадр. мили. Еще болѣе значительные осадки выноситъ въ моря рѣка Гоанго, или Желтая рѣка. Понятно, что подобная дѣятельность рѣкъ въ состояніи въ теченіе достаточныхъ періодовъ времени выдолбить глубокія и широкія долины, засыпать озера и снести цѣлыя горы.

Въ заключеніе этой главы нельзя не упомянуть еще объ одномъ интересномъ и довольно распространенномъ явленіи. Во мно-

гихъ долинахъ на боковыхъ склонахъ можно видѣть уступы въ видѣ ступенекъ или лѣстницъ. Если мы поднимемся на первый крутой уступъ, то передъ нами откроется обширная равнина съ веселыми деревнями и пышными пастбищами. Перерѣзавъ эту долину, тянущуюся длинной лентой вдоль горы, мы оказываемся у второго крутого склона, за которымъ снова открывается продолговатая равнина. Это такъ называемыя *террасы*. Въ Альпахъ нерѣдко можно видѣть четыре, пять такихъ террасъ, расположенныхъ одна надъ другой. Легко убѣдиться, что онѣ нѣкогда составляли одну сплошную горизонтальную равнину. Это остатки старыхъ рѣчныхъ долинъ. Образованныя водою, онѣ понемногу размываются ея разрушительной дѣятельностью и въ концѣ-концовъ совершенно сносятся. Происхожденіе ихъ объясняется тѣмъ, что рѣка періодически то расширяла и поднимала свое русло, то, наоборотъ, углубляла его, врѣзываясь въ дно рѣчной долины. Террасы присущи не только горнымъ странамъ и не только рѣкамъ.

Вода ни на одну секунду не прекращаетъ своей дѣятельности. Она падаетъ въ видѣ дождя и снѣга на твердую скалу, пропитываетъ ее, разъѣдаетъ, разламываетъ на части и уноситъ съ собой или въ растворенномъ видѣ, или же въ видѣ обломковъ и ила. Достигнувъ моря, она испаряется и уносится воздушными теченіями въ горы, гдѣ снова начинаетъ свою неутомимую дѣятельность. «Изъ сплошныхъ, однообразныхъ, массивныхъ горныхъ массъ,—говоритъ Геймъ,—сила вывѣтриванія и размыванія создала тѣ разнообразныя очертанія горъ, то подавляющихъ и суровыхъ, то стройныхъ и изящныхъ, окруженныхъ глубокими мрачными ущельями, несравненную красоту которыхъ не въ силахъ возсоздать ни одинъ художникъ. Мы хотѣли бы остановить рѣзецъ, но онъ работаетъ неустанно изо дня въ день, изъ года въ годъ—словно недовольный своими твореніями. Онъ работаетъ такъ неутомимо, что рѣки едва успѣваютъ уносить отбросы: онъ все передѣлываетъ свою работу до тѣхъ поръ, пока горныя массы не превращаются подъ его руками въ сплошные обломки. Но пока земля еще не совсѣмъ охладилась, ея кора то въ одномъ, то въ другомъ мѣстѣ образуетъ новыя складки—и новыя горы появляются на поверхности земли» *).

*) Современные геологи объясняютъ происхожденіе большихъ горныхъ цѣпей (Альпы, Юра, Карпаты) сжиманіемъ земли вслѣдствіе постепеннаго ея охлажденія, благодаря чему земная кора оказывается слишкомъ велика по сравненію съ ядромъ земли и должна образовать складки.

## ГЛАВА VI.

### Дѣятельность морскихъ волнъ.

Прибой.—Размывающая дѣятельность волнъ.—Береговыя линіи и террасы.—Возникновеніе острововъ.—Гельголандъ.—Дюны.

Море—это источникъ жизни: съ его поверхности поднимаются водяные пары, которые, сгущаясь въ воздухѣ, падаютъ на землю въ видѣ плодотворнаго дождя; въ его нѣдрахъ несомнѣнно возникли первые организмы. Огромнѣйшія массы твердой земной коры образовались въ морѣ и въ немъ безпрерывно совершается отложеніе новыхъ осадковъ, потому что текучія воды, изливаясь въ море, приносятъ въ своихъ волнахъ громадныя количества растворенпаго и извѣшеннаго матеріала, изъ котораго слагаются новые пласты песчаника, мергеля, извести, гипса и соли. Но, кромѣ этой созидающей дѣятельности, море проявляетъ также и дѣятельность разрушительную.



Рис. 14. Волна у береговъ о-ва Цейлона во время сѣверо-западнаго шторма весной 1900 года.

Море никогда не находится въ абсолютномъ спокойствіи; его волны то съ большей, то съ меньшей силой разбиваются о берега. Ударяясь о береговые утесы, волны разъѣдаютъ и подмываютъ ихъ, особенно въ тѣхъ случаяхъ, когда берега состоятъ изъ рыхлыхъ, легко размываемыхъ породъ, какъ напр. мергель или глина. При вымываніи нижнихъ рыхлыхъ пластовъ, верхніе пласты, лишенные точки опоры, въ свою очередь обрушиваются въ море, гдѣ волны во время прибоя подхватываютъ обломки, нерѣдко очень тяжелые (до 1.000 пудовъ), и разбрасываютъ ихъ. Благо-

даря толчкамъ, тренію и передвиженію обломковъ, они мало-помалу принимаютъ округленную форму. Нагроможденные, вслѣдствіе обваловъ, обломки лишь на короткое время задерживаютъ поступательное движеніе волнъ и размываніе береговъ. Этому разру-

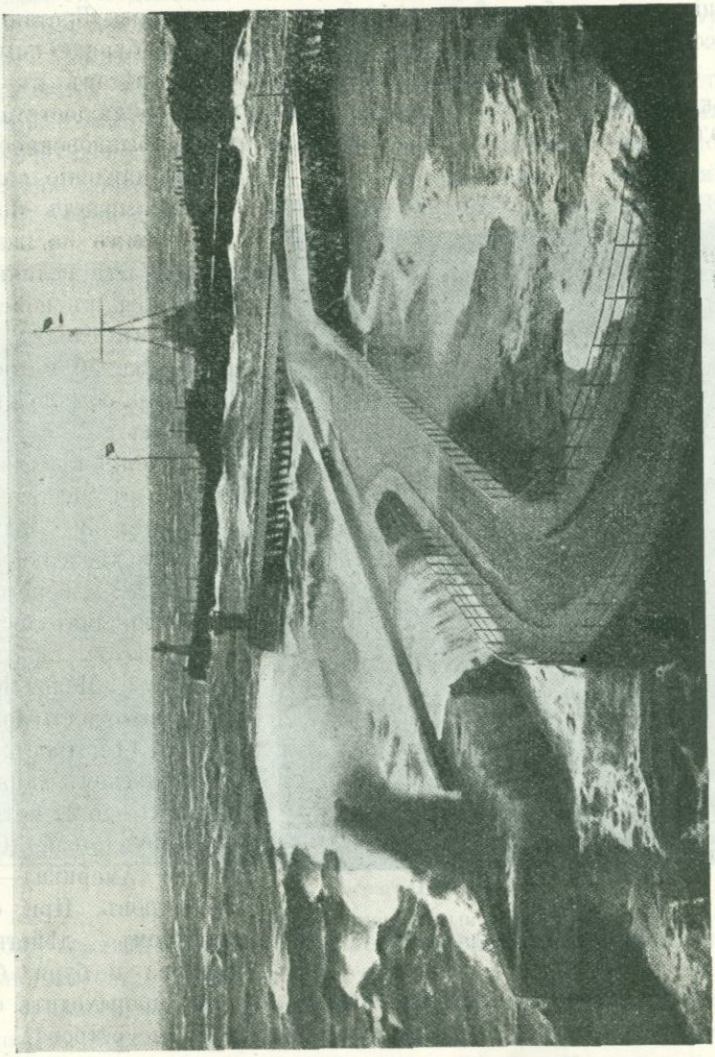


Рис. 15. Буря у Гаврскаго мола.

шенію берега въ значительной степени благопріятствуютъ медленныя поднятія и опусканія материковъ. Въ зависимости отъ періодическихъ поднятій почвы возникаетъ цѣлый рядъ расположенныхъ одна надъ другой береговыхъ линій и террасъ, которыя можно наблюдать съ особенной рельефностью у береговъ Норве-

гіи и Шотландіи. Опусканія же почвы существенно содѣйствуютъ поступательному движенію моря, и поверхность побережья на большомъ протяженіи сглаживается параллельно водной поверхности. Рихтгофенъ назвалъ этотъ процессъ *абразіей* *). Это явленіе совершается въ настоящее время по сѣверо-западному побережью Франціи и съ особенной рельефностью у полуострова Бретани.

Особенно сильно дѣйствіе волнъ на берега въ бурную погоду, когда волны легко подбрасываютъ цѣлыя скалы вѣсомъ въ нѣсколько тоннъ, такъ какъ давленіе воды въ это время достигаетъ до 10.000 килограммъ на квадратный метръ; въ обыкновенное же время давленіе волны не превышаетъ 3.500 килограммъ на квадр. метръ. Эти величины относятся къ поверхностнымъ слоямъ моря; ниже 50 метровъ волненіе обыкновенно не идетъ.

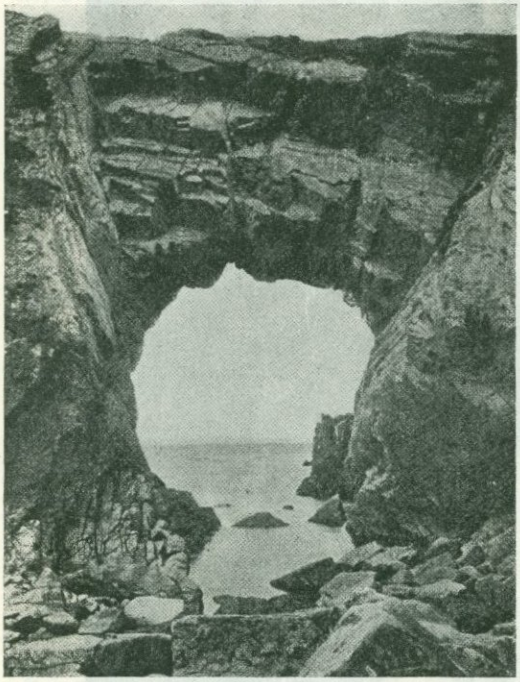


Рис. 16. Естественная арка у мыса Кадоръ (Pointe de Cador. Finistère).

Явленія прилива и отлива въ значительной степени содѣйствуютъ дѣятельности волнъ **). У береговъ Китая приливъ достигаетъ высоты въ 7 метровъ; у С.-Мало (Бретань) высота его доходитъ до 14 метровъ; въ Бристольскомъ каналѣ (Англія)—до 21 метра, а въ Фунди-бай (Сѣверная Америка)—до 24 метровъ. При совмѣстномъ дѣйствіи прилива и бури, бушующей въ одномъ съ нимъ направленіи, могутъ происходить самыя ужасныя наводненія, заливающія иногда цѣлые острова.

*) Отъ глагола abradere—снять, сгладить, сбрить. Остановиться здѣсь болѣе подробно на этомъ весьма сложномъ явленія мы считаемъ невозможнымъ.

**) Приливы обусловливаются притяженіемъ солнца, луны и вращеніемъ земли и, какъ извѣстно, состоятъ въ томъ, что уровень моря повышается въ теченіе шести часовъ и затѣмъ понижается въ теченіе такого же промежутка времени.

Такъ какъ горныя породы никогда не представляютъ одинаковаго состава и плотности на большомъ протяженіи, то результаты поступательнаго движенія моря будутъ неравномѣрны. Въ однихъ пунктахъ берега окажутся болѣе размытыми, въ другихъ уцѣлѣютъ отдѣльныя части горныхъ породъ въ видѣ естественныхъ колоннъ, выступовъ, утесовъ, воротъ, арокъ, мысовъ и полуострововъ. Соединеніе между этимъ послѣднимъ и остальной сушей становится все у́же, и наконецъ они превращаются въ островки, которые волны подтачиваютъ до тѣхъ поръ, пока не смоютъ ихъ окончательно. Океанъ между тѣмъ продолжаетъ свое поступательное движеніе и пользуется устьями рѣкъ и вырытыми имъ же бухтами для того, чтобы наступать и съ боковъ. Въ Бретани

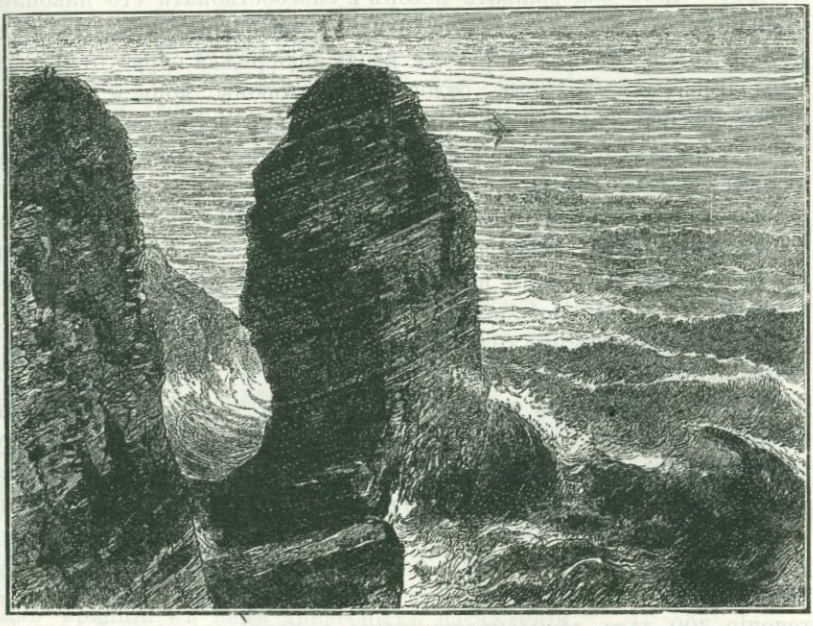


Рис. 17. Берега Гельголанда.

море проникаетъ на 30 километровъ въ глубь страны и на такое же разстояніе доходятъ его суда.

Самымъ рѣзкимъ примѣромъ разрушительной дѣятельности моря можетъ служить островъ *Гельголандъ* въ Нѣмецкомъ морѣ, недалеко отъ впаденія въ него Везера и Эльбы. Пять столѣтій тому назадъ этотъ островъ былъ въ четыре раза больше своей теперешней величины. Такимъ образомъ въ теченіе нѣсколькихъ столѣтій волны успѣли разрушить большую часть территоріи этого острова. По словамъ К. Миллера, *Гельголандъ* еще въ 1072 г. имѣлъ 900 кв. вер. и славился плодородіемъ. Древніе, правда мало

достовѣрные, источники сообщаютъ, что въ VIII столѣтіи Гельголандъ былъ даже въ 15—20 разъ больше, чѣмъ теперь. Въ настоящее же время этотъ островъ представляетъ одинокую скалу, сложенную краснымъ песчаникомъ, и имѣетъ всего версты 2 въ длину и 280 саж. въ ширину.

Указанныя явленія совершаются преимущественно у высокихъ скалистыхъ, крутыхъ береговъ; у низменныхъ же береговъ происходятъ процессы другого рода. Сюда волны наносятъ во время прилива массы песку. Во время отлива песокъ высыхаетъ, и вѣтеръ, дующій съ моря, поднимаетъ на воздухъ песчинки и относитъ ихъ внутрь страны. Какая-нибудь незначительная преграда на пути, рядъ кольевъ, кустарники, небольшая неровность почвы,— все это будетъ задерживать песокъ и способствовать его накопленію, подобно тому, какъ происходитъ образованіе снѣжныхъ заносовъ зимой. Такимъ образомъ вдоль побережья образуется рядъ продолговатыхъ холмовъ, отлогихъ со стороны моря и довольно круто обрывающихся по направленію къ внутренности страны,— это и есть *дюны*. Но онѣ не долго остаются въ такомъ положеніи: вѣтеръ снова подхватываетъ верхніе слои песку и переноситъ ихъ на нѣкоторое разстояніе, пока песокъ снова не упадетъ на землю. Такимъ образомъ совершается медленное передвиженіе дюнъ вглубь страны. Скорость ихъ передвиженія неодинакова въ разныхъ мѣстахъ. По побережью Помераніи онѣ двигаются со скоростью 30 метровъ въ годъ. Во французскихъ ландахъ, у Бискайскаго залива, дюны занимаютъ площадь въ 217 квадратныхъ километровъ. Нѣкоторыя изъ нихъ образовали холмы въ 90 метровъ вышиной. Многія деревни были засыпаны песками. Въ 1480 году деревня Лежъ была погребена подъ дюнами; новая деревня была выстроена въ 4 километрахъ отъ нея, по направленію внутрь страны, но въ 1650 году и ее постигла та же участь. Снова была выстроена новая деревня еще на 3 километра дальше, но уже въ 1800 году и она была настигнута дюнами. Такимъ образомъ въ теченіе 300 лѣтъ дюны продвинулись внутрь страны на 7 километровъ. Почти то же самое сообщаетъ Берендтъ о дюнахъ Куришъ-Нерунга. «Тамъ,—говоритъ онъ,—на узкой косѣ, длиною въ 11 миль, двигается по всему ея протяженію высокая цѣпь дюнъ, нѣкоторыя вершины которыхъ достигаютъ до 70 метровъ. Въ своемъ поступательномъ движеніи дюны безостановочно погребаютъ подъ собою лѣса, деревни, поля. Жители принуждены покидать свои жилища и устраиваться на новыхъ мѣстахъ, но тамъ ихъ снова настигаютъ неумолимыя дюны».

Морскія дюны—весьма обыкновенны и по русскому побережью Балтійскаго моря, особенно по берегу Финскаго залива. Вотъ какъ описываетъ проф. Иностранцевъ дюны г. Сестрорѣцка (недалеко

отъ Петербурга): «Наступающія со стороны моря дюны засыпаютъ какъ самое селеніе, такъ и водяной резервуаръ, здѣсь находящійся и составляющій рабочую силу завода, а равно и сосѣдній лѣсъ. Нѣкоторые изъ домовъ селенія почти засыпаны; въ ближайшемъ лѣсу дюны засыпаютъ деревья, достигающія до 45 метр. высоты. Этотъ случай движенія дюнъ въ Сестрорѣцкѣ любопытенъ еще въ томъ отношеніи, что указываетъ на примѣръ небрежнаго отношенія самого человѣка. Здѣсь нѣкогда были старыя дюны, уже поросшія лѣсомъ; но стали срубать этотъ послѣдній, обнажили прекратившую было свое движеніе песчаную почву, и она снова начала двигаться подъ вліяніемъ вѣтра, причиняя тотъ вредъ, о которомъ сказано выше».

Дюны образуются не только вдоль береговъ моря, но и въ побережьяхъ озеръ, напр. многія мѣста южнаго побережья Ладожскаго озера заняты полосою дюнъ, достигающихъ иногда до 2-хъ километровъ ширины. На пологихъ берегахъ рѣкъ также могутъ образоваться дюны, но онѣ конечно не достигаютъ здѣсь большой величины, такъ какъ во время весеннихъ разливовъ подвергаются значительному размыванію. Дюны извѣстны на многихъ русскихъ рѣкахъ—на Волгѣ, Окѣ, Нѣманѣ и др.

Дюны встрѣчаются и въ песчаныхъ пустыняхъ; такія дюны называются *континентальными*. Въ Сахарѣ попадаются дюны вышиной въ 200 метровъ. На западномъ берегу Африки, вслѣдствіе господства береговыхъ вѣтровъ, дюны передвигаются отъ материка по направленію къ морю, постепенно засыпая его и увеличивая сушу по направленію къ западу.

Въ восточныхъ степяхъ Россіи и центральной Азіи встрѣчаются дюны, имѣющія подковообразную форму,—это такъ называемые *барханы*.

Въ культурныхъ странахъ пытаются посредствомъ искусственныхъ преградъ задержать вторженіе песковъ. Такіе опыты съ большимъ успѣхомъ были произведены на юго-западномъ побережьѣ Франціи въ видѣ древесныхъ насажденій.

Въ близкомъ родствѣ съ дюнами стоятъ такъ называемыя «ripple-marks» — песчаная рябь, образующаяся на морскомъ берегу, когда онъ свободенъ отъ моря или покрытъ мелкой водой. Эта рябь образуется, благодаря ударамъ воды подъ дѣйствіемъ вѣтра; наиболѣе отчетливую форму эта рябь получаетъ на плоскихъ берегахъ; но такая песчаная рябь можетъ образоваться иногда только благодаря дѣйствію одного вѣтра, безъ всякой помощи воды, что мы и наблюдаемъ въ нѣкоторыхъ песчаныхъ пустыняхъ. Наконецъ, такія «ripple-marks» встрѣчаются и въ окаменѣломъ состояніи, въ различныхъ геологическихъ образованіяхъ, напр., въ гипсовыхъ пластахъ окрестностей Парижа.

Такимъ образомъ мы видимъ, что берегъ является наиболѣе измѣняющейся частью суши. Можно утверждать, что положеніе каждаго берега надъ уровнемъ моря въ относительно еще недавнія эпохи бывало и выше и ниже современнаго. Берегъ нельзя представлять въ видѣ линіи; это полоса довольно значительной ширины, лежащая между сушей и моремъ.

«Она включаетъ въ себѣ,—говоритъ Ф. Ратцель,—пространства, заливаемыя водою во время прилива и вновь выступающія при отливахъ, а также устья рѣкъ, гдѣ соленая вода смѣшивается съ прѣсной, и всѣ бухты, въ которыхъ море далеко забирается вглубь суши. На этой же полосѣ мы находимъ крутыя стѣны, на

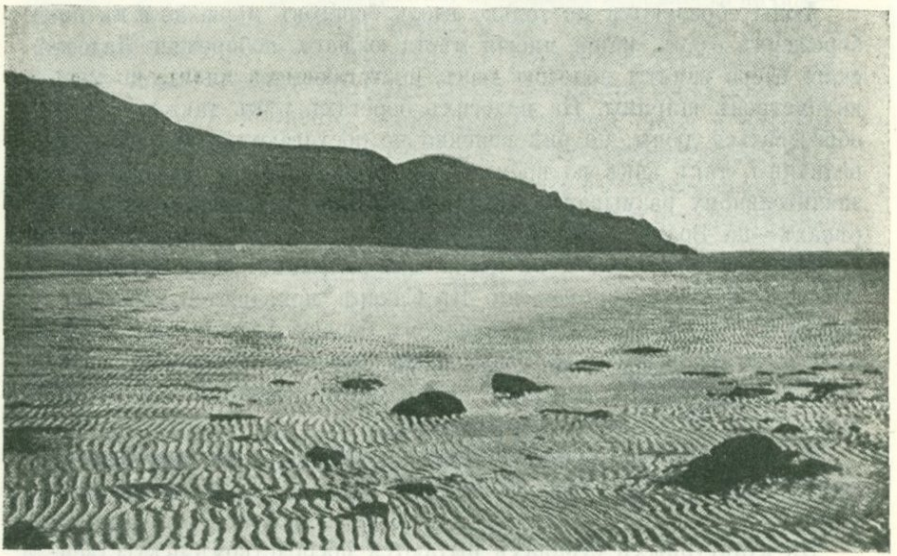


Рис. 18. Такъ называемыя «ripple-marks»—песчаная рябь на морскомъ берегу во время отлива.

которыхъ прежніе болѣе высокіе уровни моря оставили свои слѣды въ видѣ береговыхъ линій; находимъ заливы, отдѣленные песчаными косами отъ моря, къ которому они нѣкогда принадлежали. Прибрежные каменные валы и дюны, насыпанные моремъ, островки и подводные камни, оторванные отъ суши, — все это принадлежитъ теперь къ береговой полосѣ. Сюда же, наконецъ, входятъ и тѣ залитыя водою части суши, которыя нѣкогда входили въ составъ берега, а теперь, составляя собою подводныя продолженія приморскихъ долинъ, сохраняютъ еще явные слѣды нѣкогда бывшей здѣсь суши. Каждый берегъ состоитъ изъ полосы суши, полосы моря и частей, на половину или полностью оторванныхъ

отъ суши и отъ моря, каковы острова, полуострова, бухты и прибрежныя озера, а сверхъ того—изъ отложеній на грани суши и моря,—отложеній, по составу принадлежащихъ къ сушѣ, но по внѣшнему виду походящихъ на море. Эти отложенія плоски, какъ море, подчасъ идутъ такими же параллельными рядами, какъ и надвигающіяся на берегъ волны, и, наконецъ, во многихъ случаяхъ бываютъ прямолинейно обрѣзаны береговыми теченіями, протекающими вдоль нихъ на большомъ протяженіи въ одномъ и томъ же направленіи».

Острова также входятъ въ составъ береговой полосы, ибо кромѣ острововъ, самостоятельно существующихъ около береговъ, есть и такіе, которые тѣсно связаны съ берегомъ, образуя вмѣстѣ съ нимъ *островной берегъ*. Нѣмецкій берегъ Сѣвернаго моря немыслимо представить себѣ безъ острововъ, связанныхъ съ нимъ благодаря мелкости моря. Таково же отношеніе коралловыхъ острововъ къ коралловымъ берегамъ, шхеръ къ шхеровымъ берегамъ и фіордныхъ острововъ къ обилующимъ фіордами берегамъ. Въ тѣхъ и другихъ берегахъ наличность многихъ острововъ и скалъ является существеннымъ и цѣннымъ для нихъ качествомъ. Многіе берега представляютъ собою слившіеся между собою острова.

Находясь между моремъ и сушей, берегъ служитъ границей для того и другого; поэтому море и суша не только входятъ въ составъ берега, но и непрерывно дѣйствуютъ другъ на друга. Большое море иначе дѣйствуетъ на берегъ, а малое—иначе. Разныя моря несутъ на берегъ воздѣйствіе разныхъ своихъ вѣтровъ, своихъ теченій, своей фауны. Особенно различны склоны береговъ того или иного моря въ зависимости отъ глубины прилегающаго къ берегу морского бассейна. Сравненіе береговъ Сѣвернаго моря съ берегами Адріатическаго и Іонійскаго морей обнаруживаетъ въ первомъ распространеніе плоскости суши на счетъ одного изъ новѣйшихъ морей, а во вторыхъ—рѣзкое соприкосновеніе разломанныхъ горныхъ массъ съ большими морскими глубинами. При этомъ родство береговыхъ формъ съ формами поверхности суши не ограничивается узкимъ мѣстомъ непосредственнаго перехода берега въ сушу, а распространяется отъ берега далеко внутрь суши. Прямоугольныя бухты Желтаго моря и глубоко врѣзающіяся бухты Пекина и Мукдэня, Финскій заливъ и составляющія его продолженіе бухты и озера Швеціи и Финляндіи отъ Венера до Онежскаго Озера,—все это показываетъ, въ какой мѣрѣ суша является какъ бы отпечаткомъ очертаній моря.

Въ свою очередь, формы всѣхъ вообще береговъ на земномъ шарѣ даже въ крупныхъ, какъ и въ мелкихъ чертахъ представляютъ много схожаго, потому что вѣдь въ сущности море то же во всѣхъ поясахъ, и только въ полярныхъ моряхъ обильное обра-

зованіе льда нѣсколько видоизмѣняетъ механическое дѣйствіе волны на берегъ.

Отсюда же проистекаетъ необыкновенное сходство совершающихся тамъ явленій въ частностяхъ, какъ и въ цѣломъ. Отсюда и совпаденія между всѣми фіордообразными берегами вообще, между низкимъ берегомъ сѣверо-американскаго Ледовитаго моря у впаденія Атабаски съ берегомъ Гвинейскаго залива у впаденія Нигера, между берегами восточной Гренландіи и Ютландіи.

Нѣтъ ни одного образованія поверхности суши, которое гдѣнибудь не продвинулось бы къ самому морю и такимъ образомъ не вошло бы въ составъ берега. Поэтому возможно различеніе береговъ по заключающимся въ нихъ образованіямъ суши, причемъ можно предвидѣть, что къ многообразнымъ образованіямъ суши здѣсь присоединяются образованія, порождаемыя благодаря воздѣйствію моря на берегъ. Допустимъ, что море проникло до какой-нибудь горной складки. И вотъ если оно легло вдоль складки, тогда получится *продольный берегъ*, а если легло поперекъ нея, то получится *поперечный берегъ*. Первый однообразенъ и бѣденъ гаванями; второй, наоборотъ, отличается обиліемъ полуострововъ и гаваней. Трещины въ сушѣ ведутъ къ ея опусканію и способствуютъ надвиганію на нее моря. Поэтому трещинные берега необыкновенно часты тамъ, гдѣ море омываетъ мѣстность, въ которой произошли такія трещины. Почти все Средиземное море окаймлено такими трещинными берегами. Даже тамъ, гдѣ море лежитъ вдоль горной складки, какъ, наприм., вдоль Апеннинъ на восточной сторонѣ Италіи, берегъ все-таки богатъ трещинами, такъ какъ Іонійское и Адріатическое моря лежатъ въ бассейнахъ, возникшихъ благодаря опусканію суши отъ образовавшихся въ ней трещинъ. Восточный берегъ Америки идетъ вдоль цѣпи Андовъ, но, какъ край величайшей на землѣ площади опусканія, берегъ этотъ также окаймленъ трещинами. Когда суша изрѣзана долинами въ мѣстѣ своего соприкосновенія съ моремъ, то въ долины эти вступаетъ море; при этомъ образуются берега *поперечнодолинные* и *продольно-долинные*. Въ мѣстахъ впаденія рѣкъ послѣднія открываютъ морю доступъ въ эстуарный берегъ (Ästuarküsten), образуя глубокія воронкообразныя бухты, или выдвигаютъ противъ моря свои наносы на дельтовидныхъ берегахъ. Тамъ, гдѣ море приходитъ въ соприкосновеніе съ вулканической мѣстностью, возникаютъ *вулканическіе берега*, характеризующіеся туфовыми лавовыми утесами и кратеровыми бухтами. На мѣстахъ, гдѣ суша противопоставляетъ морю скалы и морены, образуются *скалистые* и *моренные* берега. И среди скалъ, составляющихъ берегъ, гранитныя дѣйствуютъ на его образованіе иначе, чѣмъ мѣловыя; поэтому съ полнымъ правомъ можно различать *гранит-*

*ные, мѣловые* и *песчаниковые берега*. Ледниковые берега, противопоставляющіе морю свои морены, представляютъ твердую защиту для суши, тогда какъ, наоборотъ, *дюнные берега*, противополагающіе морю эолическія или нанесенныя вѣтромъ образованія, особенно подвергнуты дѣйствію волнъ и морского вѣтра.

Въ нѣмецкомъ языкѣ есть слово, часто употребляемое вмѣсто слова «берегъ» и считающееся равнозначащимъ съ нимъ. Это—*штрандъ*, взморье. Но мы не должны его смѣшивать со словомъ «берегъ», а обозначаемъ имъ внѣшній край суши, черезъ который въ мѣстахъ, гдѣ море наиболѣе далеко забралось въ сушу, волна бьетъ, не останавливаясь. Берегъ—понятіе болѣе широкое, но въ то же время болѣе ограниченное по мѣсту. Такъ, говорятъ о берегѣ озера, рѣки, ручья и даже—лужи и источника, подразумѣвая подъ этимъ не болѣе, какъ край естественнаго водоема. Наконецъ, *береговая линія* представляетъ собою математическую линію соприкосновенія суши съ моремъ, такую, какою она мыслится нами и рисуется на картахъ; но, въ дѣйствительности, въ природѣ она никогда не является столь рѣзко очерченной въ томъ видѣ, какъ мы ее рисуемъ и кладемъ въ основу нашихъ вычисленій. Отъ нея мы должны отличать *побережную линію*, составляющую крайній предѣлъ нормальнаго прилива, каковую мы и должны считать границей побережья, ибо берегъ простирается вплоть до того мѣста, до котораго поднимается или заходитъ вода во время прилива.

Тамъ, гдѣ берегъ не изрытъ моремъ, онъ на картахъ является прямой или изогнутой линіей. Изогнутыя линіи гораздо чаще прямыхъ, и даже то, что на общихъ картахъ изображается прямою линіей, на спеціальныхъ картахъ представляетъ всякіе изгибы.

Формы *береговыхъ дугъ* заключены между замкнутой окружностью и прямою, между плоской дугой съ безконечнымъ радіусомъ и короткою частью окружности съ радіусомъ въ нѣсколько метровъ. Дуги съ большимъ радіусомъ встрѣчаются на открытыхъ берегахъ, а съ малыми—на берегахъ, глубоко врѣзавшихся въ сушу и защищенныхъ. Дуги, напр., съ радіусомъ въ 50—60 км. часты на сѣверо-американскихъ берегахъ. Дуги съ радіусомъ меньше 1 км. встрѣчаются въ бухтахъ и лагунахъ. На одномъ и томъ же берегу часто встрѣчаются дуги съ одинаковыми радіусами, причемъ рѣшающая роль принадлежитъ составу почвы, а именно: дуги съ равновеликими радіусами часты преимущественно на плоскихъ берегахъ, состоящихъ изъ мягкаго, мелкозернистаго матеріала. Наконецъ, интересно отмѣтить, что кривизна мелкихъ дугъ, входящихъ въ составъ большихъ, такова же, какъ и кривизна послѣднихъ.

*Береговыя формы продолжаются и въ сушь*. Такъ, непосредственно прилегающая къ фіордному берегу полоса суши обилуетъ

озерами, а отчасти и рѣками. За лагуннымъ берегомъ слѣдуютъ заливы, лагуны или пруды, составляющіе въ сушѣ другой и даже двойной берегъ. Низкіе болотистые берега продолжаются въ сушѣ плодоносной низменностью. Ту же взаимозависимость мы замѣчаемъ на другихъ берегахъ.

Въ характерѣ берега сказывается отношеніе между сушей и моремъ. Берегъ въ такой же мѣрѣ служитъ верхнимъ краемъ для морского бассейна, какъ нижней каймою для суши. И въ вертикальномъ разрѣзѣ суши, продолженномъ подъ водою, линія, образуемая морскимъ дномъ, будетъ продолженіемъ линіи поверхности суши. Поэтому, чѣмъ медленнѣе и постепеннѣе суша поднимается изъ моря и опускается въ море, тѣмъ шире будутъ уже ближайшія возможности для соприкосновенія и взаимодѣйствія между сушей и моремъ. На плоскихъ берегахъ отливъ обнажаетъ пространства шириною въ цѣлыя мили, приливъ снова поглощаетъ ихъ на нѣсколько часовъ, если тому не препятствуютъ плотины. Напротивъ, у идеально-крутого берега тѣ же отношенія между дѣйствіями приливовъ и отливовъ выражаются въ вертикальномъ поднятіи и паденіи воды, столь слабыхъ, что ихъ замѣчаютъ только, если нарочито ихъ наблюдать.

Если берегъ крутъ, то измѣненіе уровня моря мало повліяетъ на видъ прилегающей суши; если же онъ плосокъ, то отношеніе между сушей и моремъ въ короткій срокъ подвергнется на такомъ берегу большимъ измѣненіямъ. Такимъ образомъ, значеніе береговой линіи измѣряется большимъ или меньшимъ разстояніемъ отъ нея до глубины моря. Поднятіе всего на 200 метровъ слило бы сѣверные края всѣхъ континентовъ съ арктическими островами въ одинъ материкъ, который простерся бы до отдаленнѣйшихъ изъ извѣстныхъ до сихъ поръ полярныхъ мѣстностей. Напротивъ, въ южномъ полушаріи такое же поднятіе суши повело бы только къ несущественному измѣненію ея вида и размѣровъ. Древніе острова глубокаго южнаго океана уже въ отдаленнѣйшія эпохи представляли самостоятельныя части суши, тогда какъ въ сѣверныхъ моряхъ ни одинъ большой островъ, по всей видимости, не былъ отдѣленъ ранѣе дилювіальнаго періода.

Приростъ и убываніе суши происходятъ на крутыхъ берегахъ не такъ легко; иначе говоря, они не столь измѣнчивы, какъ плоскіе берега. Въ береговомъ спускѣ почти во всѣ стороны крутомъ сказывается такимъ образомъ высокая степень континентальной самостоятельности. Раздѣленіе Южной Америки отъ Африки является окончательнымъ. Все, что сочиняли въ древніе и новые вѣка объ Атлантидѣ, весьма маловѣроятно, поскольку дѣло именно касается суши между Америкой и Африкой. Географически Атлантиду можно представить себѣ только на одномъ изъ острововъ,

лежащихъ у западнаго берега Африки; пусть это будутъ Канарскіе, Мадейра или Азорскіе острова; или же ее приходится отнести къ Америкѣ, или въ приполярныя страны. На сѣверномъ берегу Африки поднятіе менѣе чѣмъ на 1000 метровъ могло бы связать ее съ Европой въ двухъ мѣстахъ—у Гибралтара и черезъ Сицилію; тогда какъ южный берегъ въ подобномъ случаѣ увеличился бы только на 5° къ югу, причемъ въ него вошла бы Агулхаская мель, а восточный берегъ принялъ бы въ себя Мадагаскаръ и сосѣдніе съ нимъ острова. Поэтому если на степень крутизны или пологости береговыхъ скатовъ мы будемъ смотрѣть какъ на выраженіе того, возможны ли были въ данномъ мѣстѣ на протяженіи исторіи земли соединенія съ другими частями суши, то для южной и средней Африки, за исключеніемъ указанныхъ сейчасъ двухъ мѣстъ, такая возможность была весьма незначительна. Это видно и по самостоятельности растительнаго и животнаго міра этой части свѣта.

Всякая форма берега должна быть прослѣжена до глубины моря и не можетъ быть изображена одною линіею, а только нѣсколькими, которыя почти всегда будутъ концентричны. Берегъ—не только полоса *надъ* моремъ, но и *подъ* нимъ. Поэтому для полнаго его разумѣнія нужно знаніе берегового ската, особенно той верхней его ступени, гдѣ, полого спускаясь до 200 приблизительно метровъ, суша достигаетъ большой глубины моря. Такимъ образомъ, линія одинаковыхъ глубинъ подъ поверхностью моря и линія одинаковыхъ высотъ надъ нею опредѣляютъ расположенную между ними береговую полосу, представляемую береговой линіей. Такимъ образомъ *глубоко-морскимъ берегамъ* мы противополагаемъ *мелко-морскіе*. Первыми вездѣ будутъ старые берега, на которыхъ ни вулканическія силы, ни коралловыя постройки, ни фіорды не принесли ничего чуждаго.

Такъ какъ подъ воздѣйствіемъ волны мѣстныя различія со временемъ все болѣе сглаживаются, то въ старомъ берегу ихъ будетъ меньше, чѣмъ въ новомъ; его линіи будутъ менѣе изломаны; изгибы выразятся въ дуговыхъ линіяхъ болѣе или менѣе крупнаго размаха, и большая часть этихъ дугъ будетъ имѣть плоско-вогнутую форму. Что же касается молодого берега, то тамъ, гдѣ онъ плоскъ, онъ будетъ обнаруживать свѣжіе слѣды борьбы между сушей и моремъ и будетъ обиловать легко измѣняющимися бухтами и выступами. Тамъ же, гдѣ онъ крутъ, онъ будетъ всецѣло зависѣть отъ формъ суши. И сколь многообразны эти формы, столь же различны и многообразны молодые берега, имѣющіе мѣсто тамъ, гдѣ каждое углубленіе представляетъ собою бухту, а каждое возвышеніе—островъ или полуостровъ, и когда ни-

суши, ни у воды не было еще достаточно времени, чтобы сгладить эти различія *).

## ГЛАВА VII.

### Геологическая дѣятельность замерзшей воды. Ледники (глетчеры).

Снѣгъ и ледъ знакомы европейцамъ съ самыхъ древнихъ временъ, такъ какъ во всей Европѣ, не исключая и крайняго юга, температура опускается такъ низко, что выпадаетъ снѣгъ и даже рѣки покрываются ледяною корою. Но раньше снѣгу и льду не придавали геологическаго значенія. И только когда многочисленныя научныя путешествія открыли существованіе снѣговыхъ горъ въ тропической части Америки, сразу установился вѣрный взглядъ на причины распредѣленія снѣга. Уже Педро Мартиръ д'Ангіера (1510) указалъ на зависимость снѣговой линіи отъ географической широты, а Петръ Бугэ (1698—1758) сдѣлалъ впервые попытку установить снѣговую границу, т. е. линію, выше которой снѣгъ не исчезаетъ, и думалъ, что она проходитъ по линіи, выше которой средняя годовая температура не поднимается выше нуля. Знаменитый изслѣдователь Альпъ, де-Соссюръ (1740—1799) во время своихъ многочисленныхъ подъемовъ на горы измѣрялъ высоту мѣстъ, гдѣ лежалъ вѣчный снѣгъ, и пришелъ къ выводу, что Бугэ ошибался и что главную роль здѣсь играютъ свойства поверхности, степень затѣненія и другія условія. Во время своего путешествія въ тропической Америкѣ (1799—1804) Ал. Гумбольдъ впервые обратилъ вниманіе на разнообразіе вліяній, отъ которыхъ зависитъ снѣговая линія. Затѣмъ вопросъ этотъ изучался подробнѣе во всѣхъ частяхъ свѣта, и въ концѣ концовъ пришли къ заключенію, что въ данномъ случаѣ имѣютъ значеніе не только температура и атмосферная влага, но сильное вліяніе оказываютъ и количество осадковъ, положеніе относительно солнечныхъ лучей и воздушныхъ теченій. Наконецъ, въ восьмидесятыхъ годахъ XIX-го вѣка Фридрихъ Ратцель устанавливаетъ наряду съ климатической снѣжной границей (линія, выше которой не исчезаетъ снѣжный покровъ и лѣтомъ) еще и орографическую, т. е. линію, до которой снѣгъ можетъ сохраняться годами при благопріятныхъ условіяхъ, въ ущельяхъ или тѣнистыхъ долинахъ. Въ общемъ, снѣговая линія отъ экватора понижается сперва медленно, затѣмъ значительно быстрѣе при приближеніи къ полярнымъ странамъ. А. Пенкъ даетъ интересныя цифры (въ метрахъ) о высотѣ снѣговой линіи.

*) Характеристика береговъ дана здѣсь по *Ф. Ратцелю* «Земля и жизнь» (Перев. подъ редакц. В. К. Агафонова).

Сѣверное полушаріе.

| Широта. | | |
|---|---|---|
| 0°—10° | между | 4.200—4.700 (Колумбія). |
| 10°—20° | „ | 4.280—4.900 (Мексика). |
| 20°—30° | „ | 3.700 (Бурма), 5.300 (Гималаи). |
| 30°—40° | „ | 2.920 (Тавръ), 5.930 (Каракорумъ). |
| 40°—50° | „ | 1.590 (Сѣв. Америка), 3.810 (Кавказъ). |
| 50°—60° | „ | 1.300 (Зап. Норвегія), 3.230 (Сибирь). |
| 60°—70° | „ | 760 (Аляска), 1.630 (Вост. Норвегія). |

Южное полушаріе.

| | | |
|---|---|---|
| 0°—10° | между | 4.510—5.050 (Эквадоръ). |
| 10°—20° | „ | 4.760—5.920 (Анды). |
| 20°—30° | „ | 4.500—6.000 (Анды). |
| 30°—40° | „ | 1.600—4.480 (Анды). |
| 40°—50° | „ | 300—2.380 (Новая Зеландія). |
| 50°—60° | „ | 550 (Юж. Георгія), 1.220 (Огненная Земля). |

Періодическое выпаденіе снѣга въ болѣе низкихъ мѣстностяхъ или періодическое же замерзаніе рѣкъ имѣютъ очень небольшое геологическое значеніе; развѣ только весеннія наводненія, вызванныя быстрымъ и внезапнымъ таяніемъ снѣга или запрудою рѣки, вслѣдствіе скопившихся въ одномъ мѣстѣ льдинъ, могутъ оказать болѣе значительное геологическое вліяніе. Иначе обстоитъ дѣло въ областяхъ вѣчнаго льда: здѣсь изъ снѣга образуются—*фирнъ* и ледъ глетчеровъ, являющіеся неотъемлемою частью земной коры, какъ бы особенною горною породою, слои которой, благодаря постоянному выпаденію новаго снѣга, нагромождаются другъ на друга и могли бы достигнуть гигантскихъ размѣровъ, если бы природа не обладала средствами передавать излишекъ снѣга теплымъ областямъ, гдѣ онъ таетъ подъ вліяніемъ тепла солнечныхъ лучей и высокой температуры воздуха.

Вычислено, что въ Альпахъ ежегодно выпадаетъ среднимъ числомъ около 5 метровъ снѣга. Осаждаясь и уплотняясь, онъ составляетъ ежегодно слой въ одинъ метръ толщиною; слѣдовательно, только за время христіанскаго лѣтоисчисленія Альпы должны были бы повыситься почти на 1.600 метровъ, если бы не существовало упомянутаго выше стока для излишка снѣга. Во многихъ горахъ уже самый характеръ поверхности, крутые склоны и острые зубцы, не позволяетъ снѣгу долго залеживаться, чему помогаетъ также и свойство самого снѣга болѣе высокихъ областей: чрезвычайно сухой и мелкій снѣгъ этотъ, какъ пыль, вздымается вѣтромъ, цѣлыми облаками крутится въ воздухѣ, переносится черезъ гребни и зубцы, и медленно опускается за-

тѣмъ въ ущелья и пропасти. На болѣе плоскихъ пространствахъ снѣгъ образуетъ дюны, совершенно такъ же, какъ песокъ въ пустыняхъ; по крутымъ склонамъ снѣгъ скатывается внизъ въ видѣ ручейковъ.

Какъ же совершается перемѣщеніе снѣга въ области, лежащія ниже снѣговой линіи, въ области, гдѣ лѣтомъ не бываетъ снѣга? Передвиженіе это происходитъ двумя путями: или въ видѣ лавинъ и обваловъ, или же медленно и безпрерывно—передвиженіемъ ледниковъ или глетчеровъ.

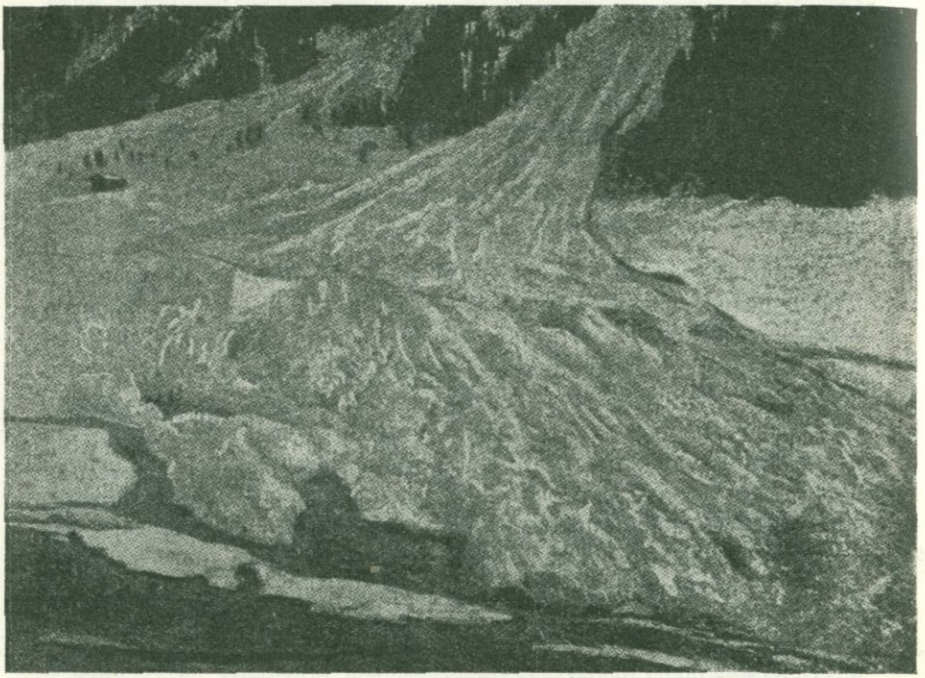


Рис. 19. Большая весенняя лавина въ Энгадинѣ въ ущельѣ Скалетта. (По фотографіи).

Жители крутыхъ, богатыхъ снѣгомъ горъ прекрасно знакомы съ *лавинами*, которыя представляютъ тамъ нормальное періодическое явленіе: обвалы происходятъ ежегодно, обыкновенно въ однихъ и тѣхъ же мѣстахъ; массы снѣга приносятся въ долины, гдѣ онѣ лежатъ цѣлыми недѣлями и даже мѣсяцами, пока не растаютъ. Въ описаніяхъ путешествій уже давно упоминалось о лавинахъ, о геологическомъ же значеніи ихъ задумались серьезно только въ XIX в.; разработкою этого вопроса занялись Шлагинтвейтъ, Коацъ и др. Цюрихскій геологъ Альбертъ Геймъ (1869) далъ намъ много цѣнныхъ наблюденій въ этой области вѣчнаго снѣга.

Главнѣйшіе виды лавинъ въ Альпахъ:

1) Пыльныя лавины, которыя наблюдаются только зимою, въ болѣе же теплыя времена года ограничиваются болѣе высокими областями. Онѣ происходятъ въ томъ случаѣ, когда свѣжій сухой снѣгъ начинаетъ двигаться по наклонной оледенѣлой плоскости, что можетъ быть вызвано самой незначительной причиной; снѣгъ тогда какъ бы оживаетъ, крутится и съ оглушительнымъ шумомъ стремится внизъ. Главная масса снѣга останавливается у подножія склона, но вызванные лавиной порывы вѣтра стремятся далѣе по долинѣ, разрушая по пути деревья и дома.

2) Основныя лавины спускаются при болѣе высокой температурѣ, во время таянія, чаще всего между 10 ч. утра и 3 ч. пополудни, а во время фена и по ночамъ. Эти лавины опускаются почти ежегодно по одному разу и только изрѣдка по два или по три раза, всегда по одному и тому же пути, который легко узнать и лѣтомъ по болѣе мелкой растительности и карликовымъ деревьямъ и кустамъ. Пропитанный водою снѣгъ начинаетъ скользить и всею массою обрушивается внизъ; въ срединѣ лавины возникаетъ обыкновенно круговое движеніе, вслѣдствіе котораго образуются снѣжные шары отъ нѣсколькихъ сантиметровъ до одного или двухъ метровъ въ діаметрѣ. Если лавина останавливается, то всѣ эти шары образуютъ конгломератъ, спаиваясь вмѣстѣ. «Люди, захваченные лавиной, утверждаютъ единогласно, что чувствовали себя какъ бы плывущими по снѣгу, причемъ могли свободно двигать своими членами; передъ остановкою они слышали сильный трескъ и попадали какъ бы въ тиски, такъ что думали, что будутъ раздавлены. Тотчасъ послѣ остановки они оказывались вмерзшими неподвижно въ ледъ. И только послѣ того, какъ окружающій ихъ ледъ обтаетъ подъ вліяніемъ теплоты тѣла, получается возможность свободнаго движенія» (Геймъ).

Остановившаяся лавина имѣетъ часто отъ 5-ти до 20-ти метровъ толщины и нѣсколько сотъ метровъ въ длину и ширину; объемъ ея доходитъ до сотенъ тысячъ куб. метровъ. Такъ какъ подобныя лавины захватываютъ весь снѣгъ до самой земли, то захватываютъ часто и каменныя глыбы, которыми при своемъ паденіи царапаютъ и бороздятъ горные склоны и даже твердыя скалы. Эти каменные осколки остаются въ долинахъ послѣ того, какъ лавина растаетъ и исчезнетъ. Такимъ образомъ лавины являются однимъ изъ геологическихъ способовъ передвиженія. При движеніи основныхъ лавинъ сила вѣтра незначительна, сама же лавина, уклонившись отъ своего обычнаго пути, можетъ надѣлать много бѣдъ. Въ Швейцаріи принимаются мѣры противъ возможности несчастій. Если лавины приносятъ вредъ, то, съ другой стороны, польза отъ нихъ значительно больше: онѣ противодѣй-

ствуютъ ухудшенію климата (опусканію снѣговой линіи и глетчеровъ).

Какъ мы уже говорили, на опредѣленной для данной мѣстности высотѣ атмосферные осадки выпадаютъ только въ формѣ снѣга. Немногіе теплые дни короткаго лѣта не въ силахъ растопить снѣга, накопившагося въ продолженіе остального болѣе холоднаго времени, и такимъ образомъ на горахъ должны были бы образо-



Рис. 20. Поле развалинъ ледяной лавины (По фотографіи).

ваться громадныя скопленія снѣга, если бы онъ не сваливался внизъ въ котловины и ложбины. Но и здѣсь движеніе снѣговыхъ массъ не останавливается: въ силу собственной тяжести онѣ стремятся книзу, и отъ движенія верхнихъ слоевъ нижніе превращаются въ зернистую, плотно слежавшуюся массу—*фирнъ*, а послѣдній, въ свою очередь, превращается въ *глетчерный ледъ*. Этому послѣднему превращенію способствуетъ не только давленіе вышележащихъ фирновыхъ массъ, но и попеременное оттаиваніе и замерзаніе.

Ледниковый ледъ состоитъ изъ крупныхъ зеренъ, похожихъ на кристаллы, примыкающихъ одно къ другому на подобіе суставныхъ поверхностей; онъ гораздо пластичнѣе обыкновеннаго льда, что

тоже является слѣдствіемъ высокаго давленія. Глетчерный ледъ—не хрупкая, не податливая масса, подобно обыкновенному льду; онъ имѣетъ скорѣе тѣстообразную консистенцію. Такой ледникъ медленно двигается книзу, слѣдуя при своемъ движеніи за всѣми изгибами долины и воспроизводя, подобно восковому слѣпку, форму боковыхъ ея склоновъ: ледникъ стекаетъ подобно потоку лавы или воды, но только значительно медленнѣе. Движеніе состоитъ не только въ перемѣщеніи всей массы цѣликомъ, но и въ относительномъ перемѣщеніи между собою отдѣльныхъ частицъ, т. е. походитъ на движеніе воды въ рѣкѣ. Такимъ путемъ снѣговыя массы попадаютъ изъ котловинъ въ долины. Даже среди зимы не вполнѣ прекращается это движеніе, въ которомъ принимаетъ участіе каждый отдѣльный снѣжный кристалликъ. Тамъ, гдѣ долина суживается, происходитъ какъ бы запруживаніе ледниковаго потока; гдѣ она расширяется, тамъ раздвигается и ледникъ. Если уклонъ ледниковаго ложа увеличивается, ледникъ раскалывается на отдѣльные обломки и иглы и падаетъ настоящимъ ледниковымъ водопадомъ, а пройдя уклонъ, снова соединяется въ сплошную массу.

Въ 1564 г. Себастіанъ Мюнстеръ въ своей космографіи впервые упоминаетъ о *глетчерахъ*, какъ о медленно текущихъ ледяныхъ рѣкахъ, перемѣщающихъ излишекъ льда въ глубину долинъ и переносящихъ туда обломки скалъ, падающихъ на глетчеры.

Научной разработкой этого явленія раньше другихъ занялся І. Я. Шейхцеръ (1705). Онъ описалъ подробно посѣщенный имъ глетчеръ и пытался объяснить причину его движенія; онъ предполагалъ, что въ трещины глетчера проникаетъ вода и этимъ заставляетъ двигаться всю массу.

*Глетчерами*, или *ледниками*, называются скопленія льда выше снѣговой линіи, находящіяся въ постоянномъ движеніи внизъ. Форма и величина глетчеровъ зависятъ вполнѣ отъ характера поверхности: на болѣе плоскихъ хребтахъ Скандинавскихъ горъ образуются выпуклыя ледниковыя плато, посылающія отроги въ сосѣднія долины; въ горныхъ странахъ съ острыми вершинами и зубцами встрѣчаются ледники альпійскаго типа, т. е. углубленія, заполненныя фирномъ и ледяными массами. Такіе ледники бываютъ очень невелики по размѣрамъ и залегаютъ на значительной вышинѣ въ креслообразныхъ нишахъ, называемыхъ карами (карглетчеры, по терминологіи Эд. Рихтера) или же лежатъ по склонамъ горъ (горные, боковые глетчеры). Самые большіе ледники лежатъ въ котлообразныхъ углубленіяхъ, изъ которыхъ обыкновенно спускается въ долину ледяной потокъ. Такіе ледяные потоки соединяются иногда по нѣсколько вмѣстѣ и образуютъ сложный глетчеръ. Каждый глетчеръ имѣетъ свой питающій его бассейнъ, а

также и область наиболѣе быстраго таянія. У глетчеровъ 1-го порядка (долинные) первый соотвѣтствуетъ главнымъ образомъ котловинѣ, заполненной фирномъ, а вторая ледяному потоку. Боковые глетчеры чаще всего по размѣру бываютъ до квадр. километра, но иногда достигаютъ и 6 квадр. километровъ. Въ Альпахъ они не спускаются ниже 2.500—2.800 метровъ, т. е. немного ниже снѣговой линіи. Количество осадковъ и низкая лѣтняя температура въ высшей степени содѣйствуютъ образованію ледниковъ, потому что при такихъ условіяхъ таяніе замедляется. Вслѣдствіе повторнаго таянія и замерзанія свѣже выпавшій снѣгъ въ котловинахъ превращается въ зернистый фирнъ и уменьшается въ своемъ объемѣ до $^1/_3$ или $^1/_4$. Снѣгъ, какъ губка, впитываетъ въ себя воду и самъ превращается въ воду, которая и пробирается ниже.

Наступающее вслѣдствіе этого охлажденіе вызываетъ быстрое замерзаніе въ болѣе низкихъ слояхъ. Въ нѣсколькихъ метрахъ отъ поверхности встрѣчается уже фирновой ледъ—пузырчатый, зернистый, бѣлый. Переходъ отъ фирна къ ледниковому льду происходитъ постепенно. Частички фирна кругловаты и лежатъ какъ бы въ ледяномъ цементѣ; частички (зерна) ледниковаго льда многогранны, примыкаютъ непосредственно другъ къ другу, отдѣляясь только капиллярной трещиной; фирнъ содержитъ воздухъ въ очень мелкихъ частицахъ и потому кажется бѣлымъ, въ ледниковомъ же льдѣ воздухъ находится въ видѣ плотныхъ пузырьковъ, и потому ледъ этотъ прозраченъ, безцвѣтенъ, а въ толстыхъ слояхъ прекраснаго голубого цвѣта.

Ледъ глетчеровъ гораздо плотнѣе фирна; по вычисленіямъ Рихтгофена кубическій метръ только что выпавшаго снѣга вѣситъ въ среднемъ около 85 кило, куб. метръ фирна 500—600 кило, а куб. метръ глетчернаго льда 900—960 кило. Чѣмъ старше ледъ, тѣмъ больше ледяныя зерна, и въ нижней части глетчеровъ находили зерна до 10 сантиметровъ въ діаметрѣ. Таяніе въ области самаго ледяного потока происходитъ частью подъ непосредственнымъ вліяніемъ солнечныхъ лучей и ихъ отраженія скалами, частью подъ дѣйствіемъ теплаго воздуха надъ глетчерами, частью вслѣдствіе дождей и росы. По ночамъ и зимою таяніе почти совершенно прекращается. Конечно, на тѣневой сторонѣ оно происходитъ медленнѣе, чѣмъ на солнечной. Во время лѣтнихъ мѣсяцевъ, іюля и августа, таяніе снѣга въ Альпахъ можетъ достигать отъ $1^1/_2$ до 11 сантиметровъ, а годовой слой стаявшаго снѣга считаютъ въ 3—$3^1/_2$ метра.

Если на поверхность ледника упало значительное количество обломковъ скалъ, то этотъ щебень защищаетъ ледъ отъ таянія, вслѣдствіе чего такой защищенный участокъ возвышается надъ

окружающими его частями; съ краевъ обломки скатываются въ болѣе низкія мѣста, и такимъ образомъ слой осколковъ или щебня становится шире и тоньше.

Обломки эти, лежащіе по краямъ ледника, образуютъ цѣлыя цѣпи холмовъ, которые становятся выше по мѣрѣ приближенія къ долинѣ.

Одиночныя каменныя глыбы тоже защищаютъ лежащій подъ ними ледъ отъ таянія, причемъ иногда образуются такъ называемые *ледниковые столы*. Таяніе происходитъ быстрѣе на солнечной сторонѣ, и потому столъ наклоняется въ сторону юга навстрѣчу солнцу (обстоятельство это даетъ альпинистамъ возможность ріентироваться); въ концѣ концовъ столъ обваливается, и образованіе его начинается снова.



Рис. 21. Ледниковый столъ.

Темныя мелкія постороннія тѣла, какъ песокъ, камушки, листья, согрѣваются очень сильно подъ солнечными лучами и втаиваютъ въ ледъ вертикально; такимъ образомъ, они вызываютъ таяніе льда въ противоположность крупнымъ обломкамъ, которые его задерживаютъ.

На поверхности нѣкоторыхъ ледниковъ, напр., на знаменитомъ «Mer de Glace», періодически падающая на нихъ пыль и грязь образуетъ правильныя поперечныя *полосы грязи;* эти полосы при своемъ образованіи имѣютъ почти прямое направленіе, перпендикулярное къ линіи движенія ледника, но, по мѣрѣ того какъ ледникъ движется, онѣ искривляются, выгибаясь въ срединѣ, такъ какъ средняя часть ледниковаго потока движется быстрѣе боковыхъ. На «Mer de Glace» эти поперечныя полосы грязи отдѣлены

другъ отъ друга въ среднемъ на 110 метровъ, что и опредѣляетъ величину годового перемѣщенія этого ледника.

Таящая вода образуетъ маленькіе ручейки, пробивающіе самостоятельно себѣ дорогу и, благодаря незначительному тренію, текущіе очень быстро; встрѣчаются иногда крутыя извилины, причемъ выпуклый берегъ оказывается сильно подрытымъ. Въ Альпахъ бываютъ ручьи отъ 2—3 метровъ ширины и $^1/_2$ метра глубины, а русло ихъ достигаетъ до 10 метровъ ширины и глубины. Въ Гренландіи же мы находимъ даже настоящіе потоки въ глубоко прорытыхъ долинахъ. Если на пути ручья встрѣчается трещина, то вода сперва заполняетъ ее и затѣмъ продолжаетъ свой путь; позднѣе вода ищетъ стока внизъ и прорываетъ вертикальное углубленіе,—получается *ледниковая мельница*.

Если такое углубленіе достигаетъ твердой, скалистой почвы, то образуются гигантскіе котлы, прекрасные образчики которыхъ мы видимъ около Люцерна въ Глетчергартенѣ. Ледниковыя мельницы бываютъ до 50 и даже до 200 метровъ въ глубину; опускаясь вертикально въ верхней части, въ нижней онѣ зачастую закручиваются спиралью. Большая часть растаявшей воды течетъ подъ глетчеромъ, и на концѣ глетчера вытекаетъ ручьемъ изъ воротъ глетчера при температурѣ 0,2—1,5° Цельсія; лѣтомъ вода въ такомъ ручьѣ мутная отъ ила, который получается отъ тренія заключенныхъ во льдѣ камней по твердому грунту.

Движеніе глетчеровъ очень сложно: съ одной стороны глетчеръ какъ цѣлое скользитъ внизъ, съ другой—въ немъ измѣняется взаимное положеніе отдѣльныхъ частицъ, глетчеръ течетъ какъ густое тѣло. Послѣ этого понятно, что у глетчера, какъ и у рѣки, скорость теченія больше къ серединѣ, чѣмъ по краямъ, что легко провѣрить, положивъ на глетчеръ поперекъ его рядъ камней по прямой линіи и наблюдая за ними нѣкоторое время. Также и скорость движенія нижнихъ слоевъ меньше, чѣмъ верхнихъ; сильный уклонъ и большое количество льда ускоряютъ движеніе.

Скорость движенія посрединѣ глетчера выражается слѣдующими числами:

| | |
|---|---|
| Въ нижнемъ Аарглетчерѣ въ день . . | 0,14—0,21 метра |
| Mer de glace . . . . . | 0,22—0,69 „ |
| Въ Пастерцѣ въ Тиролѣ . . . . . | 0,06—0,43 „ |
| Въ Боюмглетчерѣ (въ Норвегіи) . . . | 0,10—0,52 „ |
| Въ одномъ изъ глетчеровъ Кумоангималай | 2,00—3,7 „ |
| Въ глетчерѣ на полуостровѣ Нугсуакъ въ Гренландіи подъ 70° 30′ . . . . | 0,076—0,3 „ |
| Въ Торсакатанглетчерѣ (Гренландія) . . | 6,15 „ |
| Въ Якобсгавнглетчерѣ . . . . . | 15—22,5 „ |

Средняя скорость средней линіи глетчера для Швеціи и Норвегіи будетъ около 40—100 метровъ въ годъ, что соотвѣтствуетъ скорости движенія кончика маленькой стрѣлки карманныхъ часовъ.

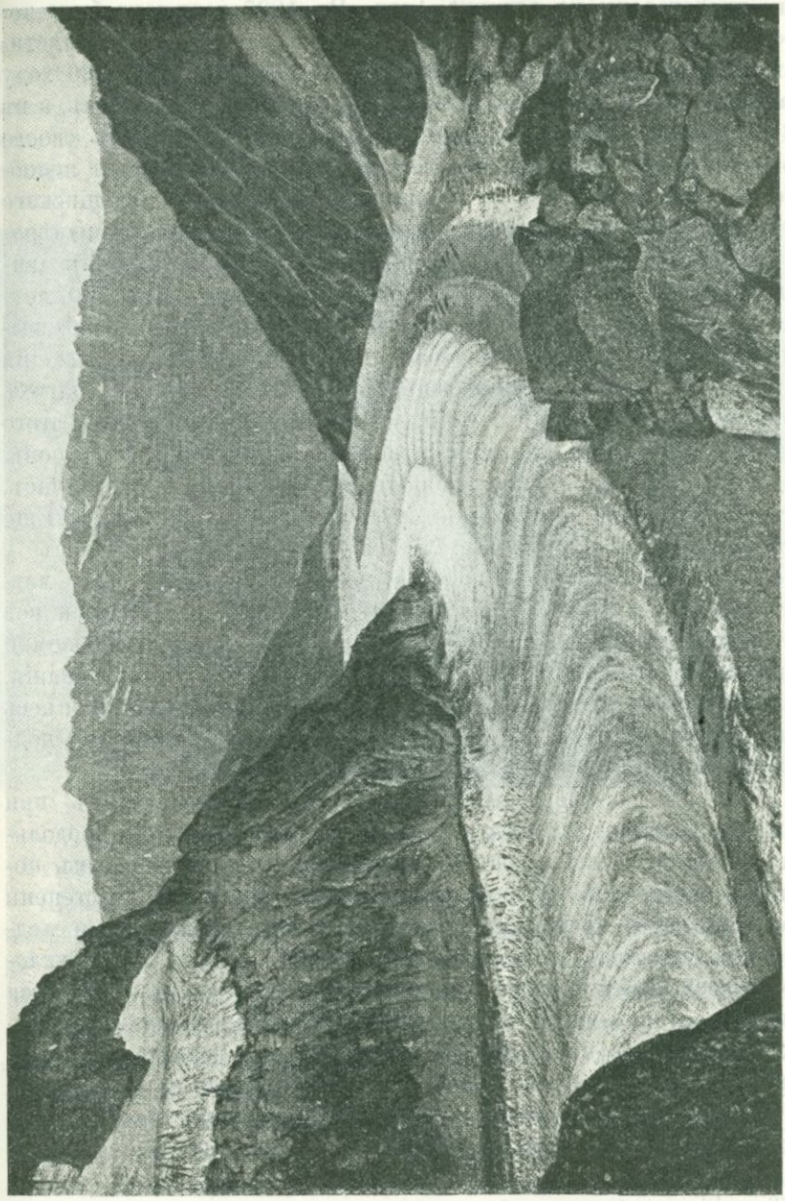


Рис. 22. Полосы грязи на ледникѣ «Mer de Glace».

Быстрота движенія боковъ глетчера меньше и едва достигаетъ 0,04 метра въ день.

Первыя точныя измѣренія надъ скоростью движенія глетчеровъ были произведены на ледникѣ Ааръ. Въ 1827 году тамъ была построена хижина, а черезъ три года оказалось, что она перемѣстилась по направленію къ долинѣ на 100 метровъ. Въ 1836 году Агассисъ нашелъ ее перемѣстившейся книзу на 714 метровъ, а въ 1840 году она оказалась удаленной на 1.428 метровъ отъ своего первоначальнаго мѣстоположенія. Самыя точныя измѣренія подобнаго рода производились по иниціативѣ швейцарскаго альпійскаго клуба на Ронскомъ глетчерѣ, начиная съ 1874 года. Эти измѣренія дали возможность вывести среднюю ежегодную скорость движенія глетчера, которая опредѣлена приблизительно въ 100 метровъ; ежегодная скорость въ 170 метровъ считается уже чрезвычайно большой. Весьма своеобразными представляются движенія ледника въ Этцталь, возникающія періодически, послѣ долгихъ перерывовъ. Такъ напр., 1-го іюня 1845 года ледяныя массы этого глетчера пришли въ движеніе и перемѣстились на 12 метровъ, слѣдовательно двигались со скоростью одного сантиметра въ часъ, такъ что движеніе можно было замѣтить простымъ глазомъ. Еще быстрѣе двигаются отдѣльные языки нѣкоторыхъ глетчеровъ у береговъ Гренландіи, гдѣ скорость движенія доходитъ до 20 метровъ въ день. Вмѣстѣ съ глетчеромъ перемѣщаются также и всѣ постороннія тѣла, попавшія на него, въ особенности же обломки горныхъ породъ, отдѣлившіеся отъ горъ вслѣдствіе вывѣтриванія. Нерѣдко огромнѣйшіе горные обвалы падаютъ на глетчеръ, и весь этотъ матеріалъ медленно спускается до конца ледника, не подвергаясь ни сортировкѣ, ни окатыванію.

Благодаря разнообразнымъ натяженіямъ, возникающимъ при движеніи ледника, въ немъ образуются сложныя системы продольныхъ и поперечныхъ трещинъ, дѣлающихъ весьма опаснымъ посѣщеніе глетчеровъ. Ледниковыя трещины въ такой же степени обусловливаются профилемъ ледниковаго ложа и свойствами ледниковыхъ береговъ, какъ измѣненіе уровня текущихъ водъ—уклономъ и свойствами рѣчного русла. Трещины въ ледникѣ образуются всегда на одномъ мѣстѣ, подвигаются впередъ и снова замыкаются, между тѣмъ какъ на мѣстѣ ихъ происхожденія возникаютъ новыя трещины. Въ томъ пунктѣ Mer de Glace (ледникъ на Монбланѣ), гдѣ Соссюръ впервые открылъ лучеобразно идущія трещины, ихъ можно видѣть и въ настоящее время; за этимъ мѣстомъ онѣ снова смыкаются.

Трещины, образовавшіяся въ ледникѣ перпендикулярно линіи движенія, лежатъ довольно неправильно въ котловинахъ съ фирномъ, но гораздо правильнѣе на глетчерахъ; образованіе ихъ

сопровождается короткимъ трескомъ или болѣе длинными низкими раскатами; сначала замѣчаютъ только очень тонкую линію, которая то медленно, то скачками становится шире, и чрезъ нѣсколько дней получается зіяющая трещина. Трещина эта все расширяется, края ея закругляются; глубина доходитъ до 5—20, а изрѣдка и до 30—50 метровъ, ширина большею частью отъ 1—20 метровъ. Чѣмъ больше самъ глетчеръ, тѣмъ правильнѣе трещины; чѣмъ тоньше, тѣмъ неправильнѣе, потому что въ такомъ случаѣ на него оказываютъ вліяніе неровности почвы.



Рис. 23. Переходъ черезъ трещину при подъемѣ на Монбланъ.

Краевыя трещины бываютъ почти у всѣхъ глетчеровъ; онѣ направляются отъ края къ серединѣ наискось вверхъ и происходятъ отъ напряженія, которое вызывается болѣе быстрымъ теченіемъ посерединѣ глетчера. Каждая боковая трещина двигается вмѣстѣ съ поступательнымъ движеніемъ глетчера и медленно закрывается. Поперечныя трещины появляются тамъ, гдѣ глетчеръ спускается по уступу.

Глетчеръ сгибается въ гигантскія вертикальныя складки, образуетъ, такимъ образомъ, гигантскія лѣстницы или плиты; онѣ срываются, обваливаются и образуютъ оригинальныя башни и стѣны, которыя, обтаивая, принимаютъ видъ красивыхъ развалинъ, которые французы называютъ *серакъ* (séracs).

Въ углубленіяхъ скапливается выпавшій зимою снѣгъ, пыль

и земля, и при дальнѣйшемъ движеніи глетчера грязь эта выступаетъ полосами на льду. Продольныя трещины возникаютъ тамъ, гдѣ глетчеръ изъ узкаго пространства попадаетъ въ болѣе широкое и при этомъ расплывается.

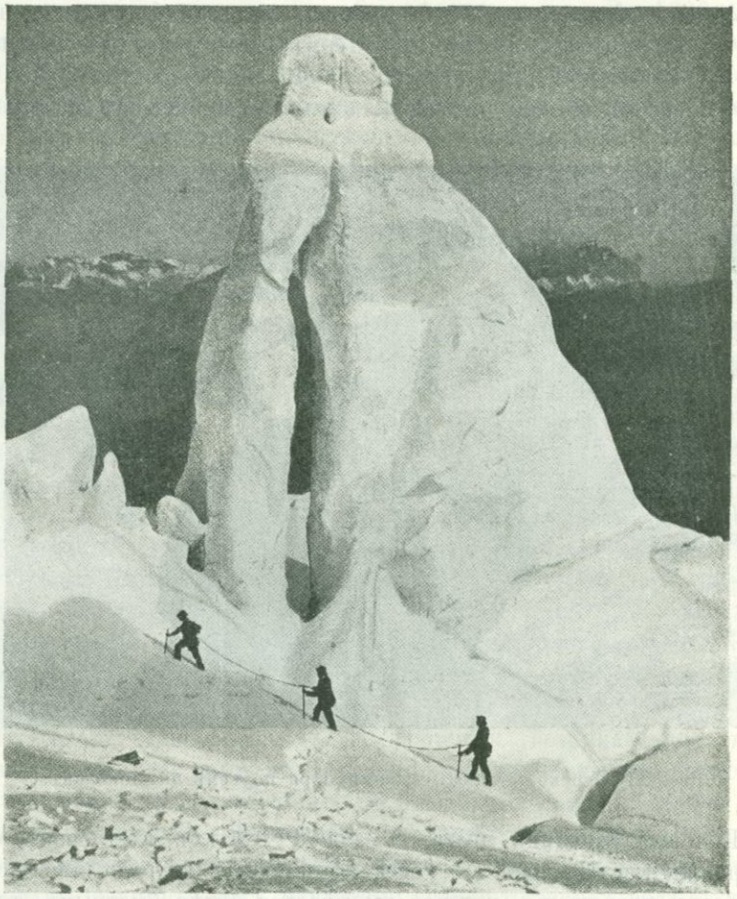


Рис. 24. «Серакъ» у Жонксіона (Jonction) при восхожденіи на Монблапъ.

Мы уже упоминали раньше, что продукты вывѣтриванія горныхъ породъ переносятся въ долины вслѣдствіе вымыванія или просто вслѣдствіе обваловъ и сыпей; обломки эти скапливаются тамъ значительными грудами.

Ничего подобнаго не бываетъ, когда каменные обломки падаютъ на глетчеръ, который, какъ мы знаемъ, находится въ постоянномъ поступательномъ движеніи; упавшіе на него камни успѣютъ спуститься далеко внизъ, пока падутъ новые. По обѣимъ

краямъ глетчера образуются болѣе или менѣе широкія гряды щебня, такъ называемыя *боковыя морены*. Если два глетчера сливаются вмѣстѣ, то ихъ боковыя морены соединяются въ одну—*срединную морену*, которая и сохраняется до самаго конца глетчера. Сложные глетчеры имѣютъ иногда по нѣсколько параллельно идущихъ среднихъ моренъ. Поверхностныя морены состоятъ изъ большихъ и мелкихъ угловатыхъ кусковъ различныхъ каменныхъ породъ, песку и земли, лежащихъ въ перемежку, безъ малѣйшаго намека на слоистость.

Иногда камни изъ боковыхъ моренъ скатываются на твердую землю и остаются тамъ; нѣкоторые обломки, обрушиваясь въ долины, падаютъ не на самый ледникъ, а только задерживаются его крутыми краями,—такъ образуются *береговыя морены*.

Боковыя и среднія морены нерѣдко возвышаются на 20, 30 и даже на 50 метровъ надъ уровнемъ ледяной поверхности, несмотря на то, что высота обломковъ горныхъ породъ, составляющихъ эти морены, рѣдко превышаетъ одинъ метръ. Это объясняется тѣмъ обстоятельствомъ, что свободная поверхность глетчера легче подвергается оттаиванію, чѣмъ ледъ подъ моренами, такъ что подъ ними остаются высокіе ледяные валы.

Въ концѣ глетчера матеріалъ срединныхъ моренъ обрушивается и образуетъ дугообразный валъ, пересѣкающій поперекъ долину и достигающій нерѣдко 100 метровъ и больше. Это и есть такъ называемыя *конечныя морены*. Строеніе этихъ моренъ до того типично, что обращаетъ на себя вниманіе при первомъ взглядѣ. Особенно бросается въ глаза отсутствіе какой бы то ни было слоистости и сортировки обломковъ: крупный и мелкій матеріалъ, илъ, песокъ, мелкіе обломки, остроконечныя глыбы лежатъ въ перемежку. Только въ видѣ исключенія встрѣчаются небольшіе участки, представляющіе слоистость; они образовались благодаря тому, что между льдомъ и мореной накопляется вода, въ которой осѣдаютъ песокъ и гравій. Если глетчеръ отступаетъ назадъ и въ теченіе долгаго времени сохраняетъ это положеніе и форму, то позади старой конечной морены образуется новая, и такимъ образомъ нерѣдко получается цѣлая система такихъ моренъ, расположенныхъ одна позади другой, какъ это можно наблюдать напр. на Ронскомъ глетчерѣ. Если же отступленіе ледника происходитъ быстро и ненадолго, то новая конечная морена не успѣваетъ образоваться, и долина довольно равномѣрно покрывается щебнемъ и обломками горныхъ породъ. Такъ напр. нынѣшніе ледники не имѣютъ конечныхъ моренъ, а лишь плоскія «мусорныя поля». Если глетчеръ имѣетъ значительное поступательное движеніе, то онъ нерѣдко поднимаетъ рыхлый матеріалъ и подвигаетъ его передъ собой, увеличивая такимъ образомъ конечную морену, кото-

рая въ концѣ концовъ уступаетъ сильному напору и разсыпается. Въ разбрасываніи ледниковаго матеріала принимаютъ участіе и ледниковые ручьи, которые обыкновенно вытекаютъ изъ такъ называемыхъ *ледниковыхъ воротъ* (сводчатое углубленіе въ концѣ глетчера) и прорываютъ конечную морену. Размѣры ледни-

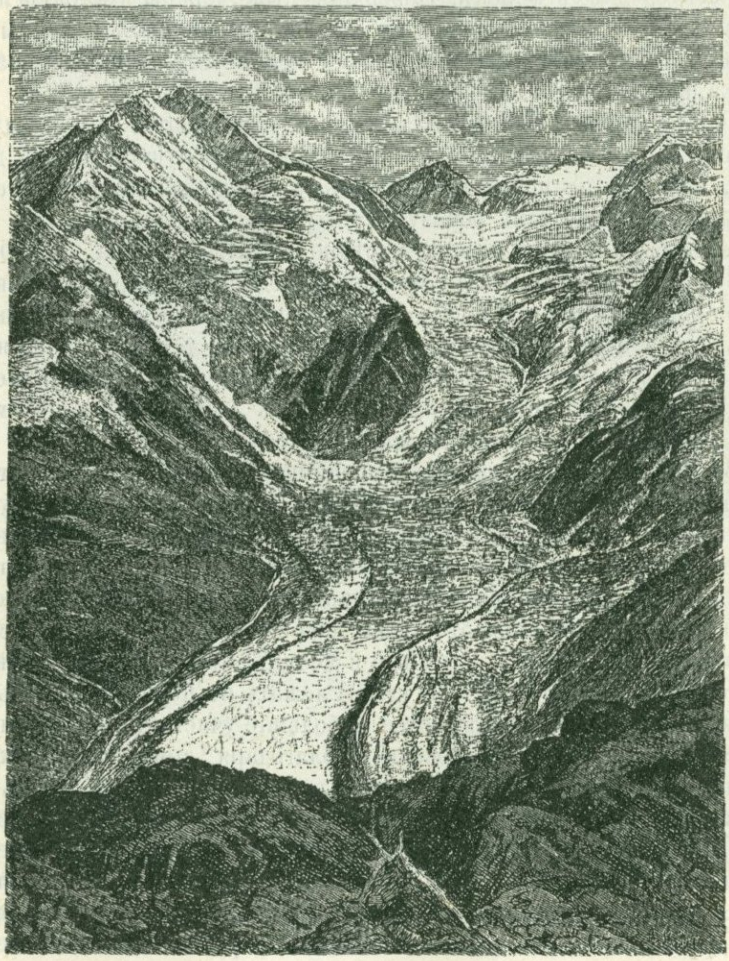


Рис. 25. Срединныя морены ледника.

ковaго ручья находятся въ зависимости отъ силы оттаиванія, которое во время лѣта можетъ принимать огромные размѣры.

Камни, падающіе на фирновыя поля, покрываются снѣгомъ и, спускаясь внизъ вмѣстѣ съ ледникомъ, образуютъ *внутреннія морены;* когда же покрывающій ихъ ледъ стаиваетъ, то обломки

эти оказываются на поверхности ледника въ видѣ незначительныхъ срединныхъ моренъ или же увеличиваютъ собою уже существующія морены.

Часть матеріала поверхностныхъ моренъ попадаетъ въ трещины глетчера и переносится далѣе уже по дну ледника; по этому послѣднему пути передвигается также и бывшій здѣсь раньше матеріалъ, или же образовавшійся отъ вывѣтриванія горныхъ породъ, по которымъ скользитъ глетчеръ. Такъ возникаютъ *нижнія морены*. Онѣ состоятъ обыкновенно изъ тонкаго мокраго слоя ила и песка, лежащихъ между твердой каменной земной поверхностью и ледянымъ слоемъ, затѣмъ здѣсь же мы встрѣчаемъ и каменные обломки и цѣлыя глыбы, попавшіе въ глетчеры. Освободившіеся отъ льда камни оказываются всегда покрытыми пескомъ и иломъ. Подъ глетчеромъ, посреди русла, преимущественно въ углубленіяхъ его, встрѣчается густой слой песку или ила, съ заключенными въ немъ сильно поцарапанными кусками глины и мергеля.



Рис. 26. «Бараній лобъ».

Хотя глетчеры и оказываютъ сильное давленіе на поверхность земли, по которой идутъ, но сами ледяныя массы не захватываютъ ни камней, ни земли. Напротивъ, глетчеръ дѣйствуетъ какъ громадный полировальный аппаратъ, причемъ полировальнымъ порошкомъ служитъ образующійся здѣсь же илъ.

Камни и скалы обтачиваются поразительно гладко, но на нихъ затѣмъ получаются новыя царапины. Твердыя породы, какъ гнейсъ, гранитъ, кварцитъ, полируются лучше, чѣмъ мягкія (известнякъ, доломитъ и др.), полировка преобладаетъ тамъ, гдѣ морена состоитъ только изъ ила, а царапины встрѣчаются тамъ, гдѣ много каменныхъ обломковъ; на крупнозернистыхъ породахъ известняка или конгломератѣ получаются грубо изборожденныя поверхности. Особенно сильное вліяніе оказываетъ глетчеръ на горныя породы, выступающія изъ русла глетчера: онъ обтачиваетъ ихъ въ продолговатые бугры, такъ называемые «*бараньи лбы*», по направленію къ долинѣ, причемъ другая сторона ихъ сохраняетъ уловатыя формы, носящія слѣды вывѣтриванія—примѣта, по которой можно узнать направленіе бывшаго нѣкогда ледника, даже спустя тысячелѣтія. Такіе бугры служатъ несомнѣннымъ признакомъ бывшаго здѣсь ледника.

Дѣятельность глетчера носитъ размывающій характеръ; на степень этой дѣятельности указываетъ количество ила. Во время самой интенсивной размывающей ледниковой дѣятельности (іюль, августъ) Ааръ при своемъ выходѣ изъ глетчера несетъ до 142 граммовъ ила на кубич. метръ воды, слѣдовательно за сутки онъ принесетъ до 163.000 килограммовъ (=60 куб. метровъ) ила. За годъ Ааръ вынесетъ около 6.000 куб. метровъ горныхъ породъ въ глетчерной водѣ. Въ ледниковой Гренландіи количество твердыхъ частицъ значительно выше; такъ, 10-го іюля 1875 г. Гелландъ высчиталъ, что на каждый кубическій метръ воды ледника Алаторлека приходится до 2.374 граммъ твердыхъ частей; слѣдуетъ еще замѣтить, что въ альпійскихъ глетчерахъ частицы эти могутъ происходить и отъ разрушенія поверхностныхъ моренъ, между тѣмъ какъ въ ледникахъ Гренландіи поверхностныя морены встрѣчаются только вблизи такъ называемыхъ «Нунатаки». Въ общемъ количество вымываемыхъ частицъ увеличивается съ величиною ледника.

Поверхностныя морены и часть нижнихъ скопляются впереди глетчера и по сторонамъ его, и во время болѣе продолжительной остановки его образуютъ значительныя отложенія, которыя послѣ исчезновенія глетчера остаются на мѣстѣ въ видѣ длинныхъ стѣнъ (передовыя или конечныя и береговыя морены). Матеріалъ моренъ (илъ, песокъ и гравій), переносимый ледниковыми потоками, образуетъ также замѣтныя отложенія. Даже на днѣ ручьевъ, текущихъ подъ глетчерами, получаются слои гравія.

Отложенія эти бываютъ иногда настолько значительны, что, послѣ исчезновенія глетчера, остаются въ видѣ порядочныхъ холмовъ.

Задача лавинъ и глетчеровъ заключается также и въ томъ, чтобы перенести массы снѣга изъ области ихъ накопленія въ болѣе теплыя, гдѣ массы эти должны растаять. Въ тепломъ и умѣренномъ поясахъ таяніе это происходитъ въ долинахъ на различныхъ высотахъ надъ уровнемъ моря, въ холодныхъ же странахъ температура долинъ недостаточна, чтобы растопить излишекъ снѣга, и здѣсь имѣется иной способъ доставить снѣговыя массы въ болѣе теплыя области; здѣсь на помощь выступаетъ море; морскія теченія переносятъ громадныя глыбы (150—300 метровъ толщины) изъ полярныхъ странъ въ теплыя.

Случается, что отъ ледника, спускающагося въ море, отрываются значительные куски его; происходитъ это или отъ подтаванія ледника вслѣдствіе прибоя волнъ во время прилива, или же ледяныя массы отрываются вслѣдствіе своей собственной тяжести, или же вслѣдствіе поперечной трещины. Отрываясь и погружаясь въ воду, такая *ледяная гора (айсбергъ)* развиваетъ вокругъ себя

сильное волненіе, опасное даже для кораблей. Иногда она долго переворачивается въ водѣ, пока не придетъ въ равновѣсіе; изъ воды выступаетъ не болѣе $^1/_4$ или $^1/_7$ ея объема, такъ что, судя по этому, толщина льдины, выступающей изъ воды на 10—70 метровъ, достигаетъ 40—400 метровъ. Объемъ такихъ глыбъ доходитъ до 20—30 милліоновъ куб. метровъ. Горы эти обтаиваютъ и принимаютъ самыя фантастическія формы; равновѣсіе ихъ часто нарушается, и онѣ обрушиваются въ воду. Ледяныя горы состоятъ то изъ одного чистаго льда, то содержатъ остатки моренъ; особенно большое количество каменныхъ обломковъ переносится ледяными горами изъ Гренландіи, Шпицбергена и нѣкоторыхъ другихъ мѣстъ; фактъ этотъ послужилъ Лайэлю основаніемъ для развитія его «переносной» теоріи, по которой камни, щебень, глина и песокъ «ледниковыхъ образованій» были принесены плаваю-

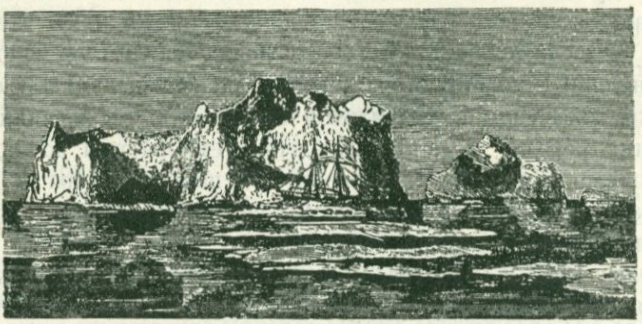


Рис. 27. Ледяная гора (айсбергъ).

щими ледяными горами. Одинъ только глетчеръ Якобсхавнъ (до $4^1/_2$ километровъ ширины и около 300 метровъ толщины) доставляетъ ежегодно до 3.600 милліоновъ куб. метровъ льда въ формѣ ледяныхъ горъ, а глетчеръ Торсукатакъ до 1.900 мил. куб. метровъ.

Если ледяныя горы пристаютъ къ какому-нибудь одному опредѣленному мѣсту, то здѣсь могутъ образоваться морены на днѣ моря. Вейнрехтъ и Пейеръ утверждаютъ, что мели, ньюфаундлендскія напримѣръ, а также и находящіяся на югѣ Шпицбергена, обязаны своимъ происхожденіемъ, хотя бы и отчасти, каменнымъ осколкамъ, приносимымъ ледяными горами. Такимъ образомъ, глетчеры, съ помощью морскихъ теченій, могутъ оказывать значительное геологическое вліяніе даже въ отдаленныхъ отъ себя мѣстностяхъ.

Здѣсь небезъинтересно привести нѣкоторыя историческія данныя, касающіяся вопроса объ изученіи ледниковъ.

Въ 1821 году инженеръ Венетцъ обратилъ вниманіе на то, что кромѣ ледниковыхъ моренъ встрѣчаются аналогичныя образованія, лежащія далеко отъ глетчеровъ, что указываетъ на большее, сравнительно съ настоящимъ временемъ, распространеніе глетчеровъ. Въ 1834 году Шарпантье подтвердилъ этотъ взглядъ и указалъ, вмѣстѣ съ тѣмъ, на многочисленные слѣды ледниковъ на скалахъ въ Валлисѣ. Агассисъ (1807—73) принялся съ жаромъ за изученіе вопроса о прежнемъ распространеніи ледниковъ, о «ледниковомъ періодѣ», и въ концѣ 30-хъ годовъ въ компаніи со своими друзьями изслѣдовалъ глетчеры Монблана и Монроза, Валлиса и Бернскаго Оберланда, и изслѣдованія эти издалъ въ 1840 году. Относительно теоріи движенія ледниковъ Агассисъ стоялъ еще на точкѣ зрѣнія Шейхцера, но въ общемъ высказалъ массу основательныхъ наблюденій надъ жизнью ледниковъ.

Между 1840 и 1845 годами Агассисъ вмѣстѣ съ нѣсколькими изъ своихъ друзей занялся ближайшимъ изученіемъ глетчеровъ и ихъ передвиженія, для чего выстроилъ хижину на средней моренѣ нижняго ледника Аара. Были произведены первыя систематическія измѣренія передвиженія глетчеровъ въ различныя времена дня и года, первыя наблюденія температуры во льду, первыя точныя измѣренія глетчеровъ. Съ помощью бура и другими способами они старались ознакомиться со строеніемъ льда и съ циркуляціей воды внутри ледника.

Между 1842 и 1844 годами шотландскій физикъ Джемсъ Форбсъ изучалъ движеніе глетчеровъ и нашелъ, что движеніе это быстрѣе въ серединѣ, чѣмъ по краямъ, и что ледникъ представляетъ изъ себя густую текучую массу.

Отто Торель въ 1872 году утверждалъ, что наносныя отложенія Швеціи ледниковаго происхожденія, а въ 1875 г. онъ говорилъ то же самое и объ отложеніяхъ Сѣв. Германіи; взглядъ этотъ поддерживался и другими учеными (Креднеръ, Пенкъ и др.) и поддерживался съ такимъ успѣхомъ, что сдѣлался вскорѣ господствующимъ.

Послѣ того, какъ Амундъ Гелландъ (1875) указалъ на большую скорость движенія льда въ Гренландіи даже при незначительномъ уклонѣ, Норденшильдъ (1883) проникъ далеко вглубь Гренландіи, въ тамошніе льды, Фритіофъ Нансенъ въ 1888 году прошелъ черезъ всю страну, а Эрихъ Дригальскій собралъ массу наблюденій (1891—1893) о мѣстностяхъ, покрытыхъ вѣчнымъ льдомъ, ученые пришли къ заключенію, что громадныя пространства въ Европѣ, Азіи и Сѣверной Америкѣ и даже небольшія области въ южномъ полушаріи были покрыты сплошнымъ, толстымъ слоемъ льда, чѣмъ объясняется также и присутствіе въ этихъ мѣстностяхъ наносныхъ каменныхъ глыбъ и валуновъ.

Шарпантье первый указалъ на то, что глетчеры обтачиваютъ и царапаютъ лежащіе на ихъ пути каменные утесы и скалы; но онъ не придавалъ большого значенія этой эродирующей дѣятельности. Агассисъ увѣрялъ, что альпійскія озера застрахованы отъ переполненія, благодаря большому количеству глетчеровъ. Габріель Мортилье (1859) и Рамзай (1862), наоборотъ, считали многочисленныя озера и норвежскіе фіорды слѣдствіемъ эрозіонной дѣятельности глетчеровъ, а знаменитый англійскій физикъ Тиндаль думалъ даже (1862), что долины въ Альпахъ образовались благодаря ледникамъ. Между учеными поднялся споръ по этому вопросу, не рѣшенный еще и до сихъ поръ. Финстервальдеръ и Блюмке указывали недавно на то, что каменныя породы подъ ледниками должны становиться рыхлыми.

Какъ не рѣшенъ еще вопросъ о количествѣ ледниковой эрозіи, такъ же мы не имѣемъ еще вполнѣ вѣрнаго представленія о движеніи глетчеровъ.

Эли де-Бомонъ (1842) и Гуги (1843), а позднѣе (1882) и Форель думали, что двигательной силой служитъ разбуханіе ледяныхъ частицъ подъ дѣйствіемъ проникающей въ ледъ воды. Но послѣ того, какъ Карно и Джемсъ Томсонъ (1849) указали на то, что ледъ при сильномъ давленіи даже при температурѣ ниже 0° можетъ течь, а Фарадей нашелъ, что пропитанныя водою льдины снова смерзаются подъ вліяніемъ давленія, то Тиндаль (1847) и Гельмгольцъ (1865), на основаніи указанныхъ наблюденій, сдѣлали выводъ, съ одной стороны—о хрупкости, а съ другой — о пластичности льда; когда же Матеусъ (1866), Пфафъ (1875), Стинструфъ (1882) доказали опытами, что ледъ подъ вліяніемъ давленія проявляетъ нѣкоторую степень пластичности, то большинство склонилось на сторону теоріи Рендю и Форбса, которые въ движеніи ледниковъ видятъ теченіе. Но такъ какъ, съ другой стороны, глетчеры проявляютъ свойства твердыхъ тѣлъ, обтачивая и отшлифовывая каменныя породы, по которымъ они двигаются, то Геймъ (1885) утверждалъ, что ледники не только текутъ, но и скользятъ, и что это соединенное движеніе и вызываетъ описанныя выше сложныя явленія *).

## Современные ледники, находящіеся въ предѣлахъ русскаго государства.

*Кавказскій хребетъ* простирается отъ Чернаго моря до Каспійскаго на протяженіи 1420 в. Самая высокая часть лежитъ между Эльбрусомъ и Казбекомъ, гдѣ нѣтъ ни одного перевала ниже 3.000 метр. Часть Кавказа, лежащая отъ Суромскаго или Грузино-Имеритинскаго хребта, составляющаго водораздѣлъ между

*) Глава о ледникахъ составлена по соч. проф. Зиппера «Земная кора». Перев. подъ ред. В. К. Агафонова. См. «Міръ Божій» 1903 г.

бассейнами Куры и Ріона, отличается обиліемъ влаги и растительностью, какой нѣтъ нигдѣ въ Европѣ. Чайное дерево и бамбукъ растутъ здѣсь, какъ въ среднемъ Китаѣ, безъ искусственнаго орошенія. Въ Кутаисѣ, напр., выпадаетъ 179 сант. дождя, въ Сочи—206 сант., въ Поти и Редутъ-Кале 164 с. и т. д. По другую же сторону Суромскаго хребта мы находимъ совершенно иное, и въ Тифлисѣ, напр., выпадаетъ 49 сант. влаги, въ Баку—24 с., въ Александрополѣ 43 с. и т. Вся кавказская цѣпь тянется съ сѣверо-запада на юго-востокъ, поэтому южный склонъ ея будетъ, строго говоря, юго-западнымъ. Западная часть южнаго склона лежитъ на пути юго-западныхъ вѣтровъ, приносящихъ влагу для всей Европы, и такъ какъ прежде всего они встрѣчаютъ этотъ склонъ, то на немъ и оставляютъ большую часть влаги. Благодаря всему этому, снѣговая линія въ западной части южнаго склона (до верховьевъ Ріона) лежитъ на высотѣ 9.600 фут.; въ центральной же части до Барбало—на высотѣ 10.000 ф., въ восточной (до Шахъ-дага)—12.200 ф. На сѣверномъ склонѣ снѣговая линія подымается въ среднемъ на 400 м. (1.300 ф.) выше, чѣмъ на южномъ. Въ Оттекѣ (въ 40 в. отъ Чернаго моря) она лежитъ выше 9.000 ф., а на южномъ спускается до 8.899 ф. Въ Маломъ Кавказѣ, на Араратѣ, снѣговая линія подымается въ среднемъ до 12.466 ф. По приблизительнымъ разсчетамъ, общее число казказскихъ ледниковъ 1-го порядка достигаетъ 250, второго разряда не менѣе 1.000. Такимъ образомъ, по общему числу ледниковъ Кавказъ равенъ Альпамъ, гдѣ по Гейму 246 ледниковъ 1-го порядка и 906—2-го; по количеству же перворазрядныхъ ледниковъ онъ уступаетъ только Гималаямъ и Каракоруму. Центральная часть между Эльбрусомъ и Казбекомъ по обилію и величинѣ ледниковъ даже превосходитъ центральныя Альпы; здѣсь же сосредоточиваются и главнѣйшіе глетчеры всего Кавказа, причемъ на сѣверномъ склонѣ ледниковъ гораздо больше, чѣмъ на южномъ.

*Эльбрусъ*—потухшій вулканъ—покрытъ теперь вѣчнымъ снѣгомъ и льдомъ. Эльбрусъ имѣетъ форму огромнаго правильнаго и широкаго конуса, сложеннаго изъ гранитовъ, гнейсовъ и кристаллическихъ сланцевъ. Громадная масса гранитовъ, обширные потоки лавы покрываютъ эти породы сверху. Между 2-мя вершинами Эльбруса находятся остатки древняго кратера, но, кромѣ того, на склонахъ горы замѣтно еще много второстепенныхъ конусовъ изверженія, изливавшихъ лаву въ болѣе позднія времена. Полагаютъ, широкая, въ видѣ шатра, форма Эльбруса благопріятствуетъ огромному накопленію снѣговъ на его вершинѣ и склонахъ; такой массы снѣга не встрѣчается ни на одной изъ горъ Кавказа. По новѣйшимъ съемкамъ, поверхность снѣговъ Эльбруса равна 200—210 кв. килом. Всего на Эльбрусѣ 15 ледниковъ 1-го разряда

и 62—2-го. Самый большой изъ эльбрусскихъ ледниковъ—*Ирикъ*—спускается съ восточнаго склона въ долину Баксана и достигаетъ 8 килом. въ длину. По южному же склону ползетъ ледникъ—*Азау*—длиною въ 6½ килом. Лѣтъ 15 назадъ *Азау* состоялъ изъ 4-хъ рукавовъ; въ настоящее время 3 изъ нихъ не доходятъ до главнаго потока и превратились въ самостоятельные глетчеры.—На западномъ склонѣ находится труднодостижимый ледникъ *Кугуртлю (Кюкуртлы)*, длиной въ 5,1 килом. Верхняя часть этого ледника окружена высокими остроконечными разорванными столами, — вѣроятно краями древняго кратера Эльбруса. Въ конечной моренѣ его попадаются куски сѣры (до 2-хъ пудовъ), перемѣшанной съ бѣлымъ кварцомъ, кусочками трахита и нѣкотор. др. минераловъ и горныхъ породъ. Безъ сомнѣнія, эта сѣра отлагалась на стѣнкахъ кратера Эльбруса, когда вулканическая дѣятельность его не прекратилась еще совершенно; присутствіе сѣры въ моренахъ и дало названіе этому леднику (кугуртъ—сѣра).

Величайшіе глетчеры Кавказа *Бизинги* и *Дыхъ-су* находятся въ сванетскихъ Альпахъ и принадлежатъ бассейну рѣки Терека.

*Бизинги* или *Улу-тау-Чиранъ*—самый большой изъ всѣхъ ледниковъ Кавказа. По длинѣ своей (не считая снѣжныхъ полей=17 верст.) онъ не уступаетъ Алечскому леднику—величайшему изъ глетчеровъ Альпъ, по величинѣ же поверхности стоитъ наряду съ Гарнеромъ, Нижнеаарскимъ ледникомъ и «Ледянымъ моремъ» Швейцаріи; только въ нижней части онъ узокъ (250 саж.), выше же ширина его доходитъ до версты. Начинается *Бизинги* 2-мя вѣтвями, которыя, соединяясь вмѣстѣ, даютъ полосу льда въ 10 вер. длин. и болѣе 400 саж. ширины. По срединѣ глубокія трещины пересѣкаютъ ледникъ по всѣмъ направленіямъ, такъ что эта часть ледника превращается въ безчисленное множество ледяныхъ столбовъ и пирамидъ, пробраться черезъ которые нѣтъ никакой возможности; наблюдаются здѣсь и глубокіе колодцы и безчисленные водопады, ручьи, мельницы и ледниковые столы, иногда громадныхъ размѣровъ, и красивые песчаные бугры. Въ иныхъ мѣстахъ вздымаются на 10, 20 саженъ въ высоту ледяные конусы и пирамиды, покрытые тонкимъ слоемъ сѣраго щебня. Мѣсто, гдѣ лежитъ ледникъ Бизинги, представляетъ, по словамъ Н. Дингика, глубочайшее ущелье, окруженное почти со всѣхъ сторонъ гигантскими горами, изъ которыхъ четыре поднимаются выше Казбека. По красотѣ и грозному величію, говоритъ онъ, на Кавказѣ нѣтъ ущелья, подобнаго этому. Грове и его спутники, исходившіе вдоль и поперекъ всю Швейцарію, утверждаютъ, что имъ не приходилось видѣть въ Альпахъ ничего, что могло бы сравниться съ этимъ мѣстомъ.

Рядомъ съ Бизинги, по другую сторону Дыхъ-Тау, лежитъ громадный ледникъ *Дыхъ-Су*, спускающійся нѣсколькими рукавами



Рис. 28. Цейсскій ледникъ (средняя терраса).

съ пиковъ Шхарскаго массива и имѣющій въ длину около 10 вер. Онъ трудно доступенъ и имѣетъ суровый и дикій видъ, далеко уступая по красотѣ леднику Бизинги. На сѣверномъ склонѣ Дигорскихъ Альпъ *) извѣстно до 30 большихъ ледниковъ, изъ нихъ наиболѣе извѣстны—*Агштанъ*, *Штулу*, *Карагомъ* и *Цейсскій ледникъ*.

Цейсскій ледникъ состоитъ изъ двухъ ледяныхъ рѣкъ; одна изъ нихъ спускается съ Алай-Хоха и Чанчахи, другая—съ восточной Чанчахи и Мамисонъ-Хоха. На высотѣ 2.500 метровъ стѣны долины, по которой движется этотъ ледникъ, сближаются, и въ узкомъ ущельи образуется какъ бы ледяной порогъ—цѣлый хаосъ трещинъ, зубцовъ и пирамидъ. Выше этого порога снова появляется ровная часть ледника, затѣмъ опять ущелье и ледопадъ и, наконецъ, третья терраса съ относительно ровной ледяной поверхностью. Еще выше идутъ фирновыя поля, надъ которыми возвышаются дикія скалы, покрытыя льдомъ; все это вѣнчается раздвоеннымъ пикомъ Адай-Хоха.

Въ осетинскихъ Альпахъ мы остановимся на ледникахъ Казбека. Казбекъ, какъ и Эльбрусъ, тоже потухшій вулканъ, но основаніе его меньше, чѣмъ у послѣдняго, склоны круче,—а потому и поверхность вѣчныхъ снѣговъ и льдовъ гораздо меньше,—по Абиху, всего $^1/_8$ снѣжно-ледяной поверхности Эльбруса. На Казбекѣ извѣстно 9 болѣе или менѣе значительныхъ ледниковъ, изъ нихъ наибольшей славой, благодаря своимъ обваламъ, пользуется *Девдоракскій ледникъ*.

Этотъ ледникъ спускается съ сѣвернаго склона Казбека къ сѣверо-востоку; онъ питается изъ обширнаго снѣжнаго поля, расположеннаго на высотѣ 3.600—3.900 метровъ и выходитъ отсюда тремя рукавами, отдѣленными другъ отъ друга грядами скалъ; ниже къ этимъ тремъ присоединяются еще 4 вѣтви, берущія начало на правомъ склонѣ Девдоракскаго ущелья; въ наиболѣе широкомъ мѣстѣ ледникъ имѣетъ 2.500 метровъ; длина его вмѣстѣ съ фирномъ 5,7 километровъ, а безъ фирна — 3,4 километра. На высотѣ 2.300 метровъ, почти уже у истоковъ ледника, дорогу ему преграждаютъ скалы и ложе его превращается въ узкое ущелье отъ 350 до 30 метровъ шириною. Уклонъ Девдоракскаго ледника страшно крутъ и на пространствѣ послѣднихъ 2-хъ верстъ имѣетъ паденіе въ 800 фут. на 1 версту, т. е. почти $25^0$, въ верхнихъ же частяхъ паденіе еще круче и достигаетъ иногда $50^0$ и даже больше. Оканчивается Девдоракскій ледникъ узкимъ и крутымъ языкомъ, въ 5 верстахъ отъ Военно-Грузинской дороги. Въ средней и верхней части этого ледника имѣется безчисленное

*) Дигорскими, сванетскими и осетинскими Альпами нѣкоторые ученые называютъ центральный Кавказъ между Эльбрусомъ и Казбекомъ.



Рис. 29. Девдоракскій ледникъ.

множество пропастей, ямъ и ледопадовъ; здѣсь онъ почти недоступенъ. Вся нижняя его поверхность скрыта подъ грудами камней и щебня, которые постоянно низвергаются внизъ; вообще же большая часть Девдоракскаго ледника покрыта ледниковою грязью, что, конечно, дѣлаетъ его мало привлекательнымъ. Девдоракскій ледникъ періодически производитъ завалы Военно-Грузинской дороги, наиболѣе сильные изъ нихъ были въ 1776, 1785, 1808, 1817 и 1832 гг. Эти періодическіе завалы были предметомъ многочисленныхъ изслѣдованій, и въ настоящее время большинство ученыхъ склоняется къ тому мнѣнію, что причина явленія лежитъ въ періодическомъ же увеличеніи массы льда этого глетчера. Узкое ущелье задерживаетъ нѣкоторое время напоръ этого льда, но, наконецъ, не выдерживаетъ, и въ долину прорываются громадныя массы льда, грязи и камней; озеро, которое образуется сзади части ледника, запертой ущельемъ, превращается въ бурный потокъ, низвергающійся въ Терекъ и въ долину Кабакки.

Наибольшимъ (5,8 километр. въ длину) изъ ледниковъ Казбека считается *ледникъ Маліева* (Ссанибанъ, Тменакау). Онъ находится въ 45 верстахъ отъ Владикавказа въ южной части бассейна Терека.

Въ Маломъ Кавказѣ ледники находятся на древнихъ вулканахъ Алагезѣ и Араратѣ. Подобно альпійскимъ глетчерамъ Швейцаріи, и ледники Кавказа періодически то наступаютъ, то убываютъ. Такъ, въ 1849 г., по наблюденіямъ Абиха, замѣчалось усиленное ихъ наступаніе, а въ 1860 г. тотъ же ученый отмѣтилъ обратный процессъ, т. е. уменьшеніе длины ледниковъ.

Многочисленные изслѣдователи согласно утверждаютъ, что въ настоящее время кавказскіе ледники находятся въ періодѣ отступанія.

Весьма вѣроятно, что эти періоды увеличенія и уменьшенія ледниковъ Кавказа совпадаютъ съ такими же періодами въ жизни глетчеровъ Альпъ.

Въ *настоящее* время и на *Алтайскихъ горахъ*, и на *Тянь-Шанѣ* имѣются ледники, но они еще мало изучены. Съ Бѣлухи—вершины Алтая—спускаются два ледника—*берельскій* и *катунскій*. Берельскій ледникъ, представленный на прилагаемомъ рисункѣ (31-мъ), образуетъ два рукава; на первомъ изъ нихъ имѣются двѣ срединныхъ и двѣ боковыхъ морены; почти на половину своего теченія по долинѣ этотъ ледникъ покрытъ камнями, трещинами и полосами грязи.

*Тянь-Шань* очень богатъ ледниками. Открыты они только въ 1856 г. Семеновымъ. Громадные ледники спускаются съ восточной части Тянь-Шаня, на границѣ съ кашгарскими провинціями Китая; здѣсь рѣка Сары-Джасъ образуется изъ отдѣльныхъ потоковъ, выбѣгающихъ изъ-подъ ледниковъ Тянь-Шаня; въ этой

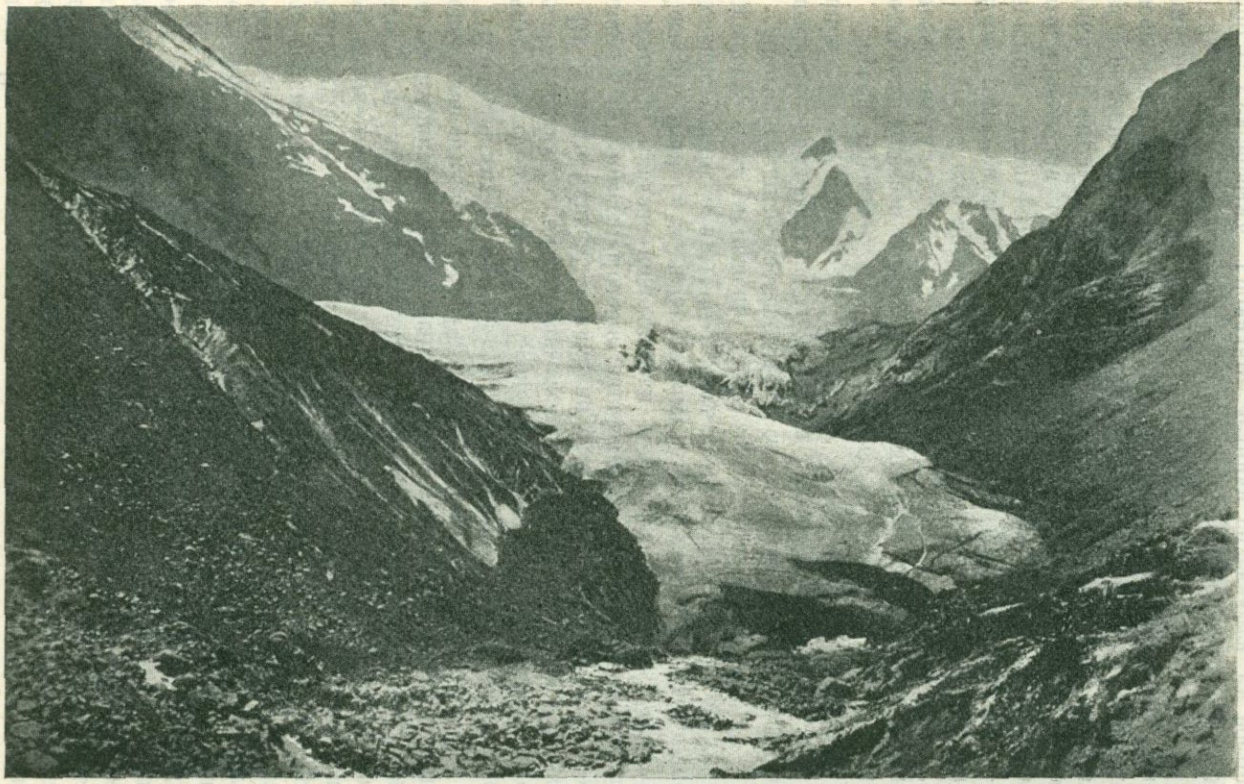


Рис. 30. Ледникъ Маліева.

мѣстности (см. рис. 32-й) можно насчитать до 5 отдѣльныхъ глетчеровъ, часть изъ нихъ направляется на сѣверо-востокъ, часть—прямо на сѣверъ.



Рис. 31. Бѣрельскій ледникъ.

Самымъ замѣчательнымъ ледникомъ Тянь-Шаня является *Заревшанскій*, лежащій въ долинѣ, образованной Гиссарскимъ и Туркестанскимъ хребтомъ. Ледникъ этотъ имѣетъ около 30 верстъ въ длину и состоитъ изъ главной вѣтви и многихъ боковыхъ; поэтому число моренъ достигаетъ здѣсь до 30; ширина Заревшанскаго ледника всего $1^1/_2$ версты, и немудрено, что эти 30 моренъ расположились безъ всякой правильности, а перепутались другъ съ другомъ и покрыли всю поверхность ледника, нагромоздивъ на ней цѣлыя горы обломковъ и грязи. Ледникъ этотъ оканчивается на высотѣ 9.000 футъ.

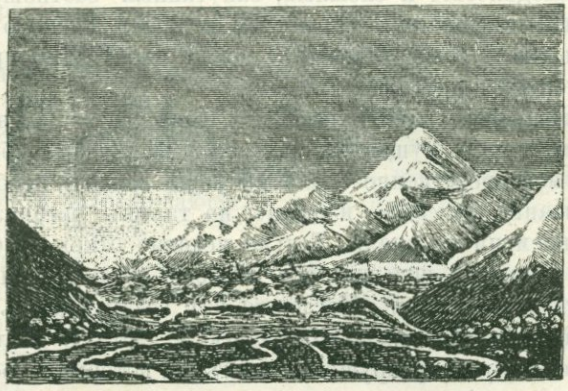


Рис. 32. Ледяное море истоковъ р. Сары-Джасъ, Тянь-Шань.

На Камчаткѣ, гдѣ снѣговая линія лежитъ на высотѣ 1.600 метровъ, все же настоящихъ ледниковъ не извѣстно; вѣроятно, образованію ихъ препятствуетъ коническая форма камчатскихъ сопокъ и ихъ изолированное положеніе *).

*) Для описанія ледниковъ Россіи мы пользовались, главнымъ образомъ, очеркомъ, приложеннымъ къ русскому переводу сочиненія Неймайра «Исторія земли».

# ГЛАВА VIII.

## Дѣятельность организмовъ.

Микроорганизмы, лишайники и даже высшія растенія обладаютъ способностью разрушать горныя породы.—Разложеніе растеній и химическое вліяніе продуктовъ разложенія.—Животныя, разрушающія горныя породы.—Дождевые черви и ихъ вліяніе на почву. — Діатомовыя.—Кораллы.—Губки.—Устрицы.—Корненожки.—Морскіе осадки.

Растенія, благодаря своей способности приготовлять при помощи хлорофила изъ неорганическихъ соединеній сложныя органическія соединенія, составляющія пищу животныхъ (сахаръ, крахмалъ, жиры, бѣлковыя тѣла и т. д.), являются необходимымъ условіемъ существованія царства животныхъ. Безъ растеній не могло бы быть и животныхъ. Извѣстно также, какое огромное вліяніе оказываютъ растенія на свойства атмосферы, на климатъ, на орошеніе страны. Съ другой стороны и нѣкоторыя условія существованія растеній находятся въ зависимости отъ животныхъ,—укажемъ для примѣра на оплодотвореніе цвѣтовъ при посредствѣ насѣкомыхъ. Вообще можно утверждать, что между животными и растеніями существуетъ тѣсное взаимодѣйствіе и сложныя, запутанныя соотношенія. По отношенію къ земной корѣ организмы играютъ двоякую роль—и разрушительную, и созидательную. Геологу необходимо принимать во вниманіе и ту, и другую.

На обнаженныхъ скалахъ высокихъ горъ, казалось, не могли бы появиться живыя существа; для этого нужно было бы, чтобъ они сумѣли непосредственно изъ атмосферы извлечь необходимыя для ихъ питанія *углеродъ* и *азотъ*; но такихъ организмовъ до послѣдняго времени не знали. Только недавно открыли бактерій, которыя въ состояніи пользоваться азотомъ воздуха и извлекать углеродъ изъ углекислоты. Поглощая изъ воздуха азотъ и углеродъ, эти бактеріи выдѣляютъ азотистую и азотную кислоты, которыя и способствуютъ разрушенію скалъ, на которыхъ поселились эти микроскопическія существа; появляются цѣлыя «гнилыя горы», напр. вершина Фаульгорнъ въ Бернскихъ Альпахъ, сплошь сложенная изъ чернаго слоистаго известняка, разсыпающагося на небольшіе обломки. При изслѣдованіи этотъ известнякъ оказывается буквально покрытымъ этими бактеріями.

Лишайники необыкновенно часто встрѣчаются на скалахъ, старыхъ стѣнахъ, стволахъ деревьевъ, въ видѣ сѣрыхъ, желтыхъ или коричневыхъ пятенъ и наростовъ. Это піонеры растительности. Они способны утвердиться въ самыхъ твердыхъ каменныхъ породахъ. Нѣтъ той скалы, которая была бы для нихъ слишкомъ

отвѣсна, нѣтъ того климата, который былъ бы для нихъ слишкомъ холоденъ. Они одинаково растутъ и подъ льдомъ и снѣгомъ, и подъ палящими лучами солнца. Жгучее солнце высушило крошечное растеньице и превратило его въ черную безжизненную кору. Но первая дождевая капля — и оно ожило и снова принялось разъѣдать скупую скалу, жадно извлекая изъ нея скудную пищу.

Когда лишайники прекращаютъ свое существованіе, они, какъ всѣ организмы, начинаютъ разлагаться. Продуктами этого разложенія являются нѣкоторыя органическія соединенія, отлагающіяся въ почвѣ и придающія ей болѣе или менѣе темный цвѣтъ; вещества эти носятъ названіе *гумуса*. На приготовленной такимъ образомъ почвѣ могутъ произрастать уже нѣсколько болѣе прихотливыя растенія: мхи, папоротники, камнеломки, низкорослыя ивы, альпійскія розы и всевозможныя горныя растенія. Они раскидываются своими корнями по всѣмъ углубленіямъ и щелямъ, заставляя ихъ раздаваться какъ бы подъ напоромъ клиньевъ. Благодаря такой разрушительной дѣятельности этихъ растеній, отъ скалъ откалываются безчисленные обломки. Кромѣ того, корни растеній выдѣляютъ изъ себя различныя кислоты, которыя оказываютъ на горныя породы химически разрушающее дѣйствіе. Всѣ эти процессы разрушенія подготовляютъ удобную почву вліянію атмосферныхъ дѣятелей: воздуха, воды, температурныхъ колебаній. Сильный дождь, горный обвалъ или лавина увлекаютъ образовавшуюся растительную землю въ долины, и на нихъ выростаютъ сосны, дубъ, кленъ и разныя культурныя деревья. Тамъ же, гдѣ на горахъ сохранился слой почвы, онъ густо заростаетъ растеніями, отчасти задерживающими дальнѣйшее разрушеніе подлежащихъ горныхъ породъ.

Главными продуктами процессовъ разложенія, совершающихся въ умершихъ растеніяхъ, считаются вода и угольная кислота. Вода поглощаетъ послѣднюю, направляется вглубь горъ, гдѣ и служитъ источникомъ обширныхъ разрушеній и превращеній горныхъ породъ.

Если разложеніе растеній происходитъ безъ доступа внѣшняго воздуха, слѣдовательно безъ кислорода, то оно совершается нѣсколько иначе. Въ такихъ случаяхъ, кромѣ обычныхъ продуктовъ разложенія, образуются: свѣтильный газъ, минеральное масло и нѣкоторыя другія вещества, вмѣстѣ съ тѣмъ часть растительнаго матеріала остается въ видѣ угля. Этимъ процессамъ разложенія обязаны своимъ существованіемъ торфъ, каменный уголь, бурый уголь и графитъ. При этомъ изъ близлежащихъ металлическихъ соединеній извлекается кислородъ, и они «возстановляются», какъ говорятъ химики, напр. желѣзный купоросъ (соединеніе желѣза

съ сѣрной кислотой) превращается въ желѣзный колчеданъ, мѣдный купоросъ (соединеніе мѣди съ сѣрной кислотой)—въ мѣдный блескъ или даже въ чистую мѣдь, серебряная руда превращается въ чистое серебро. Креднеръ имѣлъ случай наблюдать въ копяхъ Сѣверной Америки превращеніе мѣдной руды въ чистую мѣдь, совершившееся въ теченіе нѣсколькихъ лѣтъ подъ вліяніемъ тлѣнія деревянныхъ столбовъ. Такимъ образомъ разлагающіеся органическіе остатки играютъ очень важную роль въ образованіи залежей руды.

Изъ животныхъ, обнаруживающихъ разрушительное вліяніе на горныя породы, слѣдуетъ упомянуть о нѣкоторыхъ ракахъ, морскихъ ежахъ, морскихъ червяхъ, но самую главную роль въ этомъ отношеніи играетъ обыкновенный дождевой червякъ. Это маленькое животное значительно содѣйствуетъ образованію плодородной пахатной земли. Уже одно то обстоятельство, что дождевые червяки, прокладывая въ землѣ свои ходы, сильно разрыхляютъ ее, значительно облегчаетъ доступъ воздуха и воды, а, слѣдовательно, косвеннымъ путемъ благопріятствуетъ разложенію поверхностныхъ слоевъ. Большія количества растительныхъ остатковъ, въ особенности листьевъ, которые черви втаскиваютъ въ эти ходы, разлагаются въ землѣ и содѣйствуютъ указанному выше процессу, благодаря развитію углекислоты, щавелевой, муравьиной и другихъ кислотъ. Но этого мало—земляные черви проглатываютъ землю; въ ихъ желудкѣ она подвергается какъ механическому измельченію, такъ и химическому разложенію, и въ концѣ концовъ выбрасывается ими, какъ экскременты, на поверхность земли, въ видѣ кругловатыхъ комковъ. Дождь размываетъ ихъ и болѣе или менѣе равномѣрно распредѣляетъ по поверхности земли. По мѣрѣ того какъ изъ глубже лежащихъ слоевъ выводится матеріалъ, прежняя поверхность почвы опускается. На лугахъ часто можно видѣть камни, постепенно углубляющіеся въ землю и въ концѣ концовъ совсѣмъ исчезающіе съ поверхности. Такимъ образомъ дождевые черви являются дѣятельными работниками, вспахивающими землю, и одинъ изъ самыхъ распространенныхъ видовъ ихъ, по справедливости, получилъ названіе «земледѣльца» (agricola).

Къ этимъ поразительнымъ результатамъ пришелъ Дарвинъ, который въ продолженіе многихъ лѣтъ занимался изученіемъ дѣятельности дождевыхъ червей. Послѣ того изслѣдованія эти были повторены различными наблюдателями, и всѣ они подтвердили заключенія Дарвина.

Изученіе природы непрерывно убѣждаетъ насъ въ томъ, что исходной точкой самыхъ крупныхъ и удивительныхъ явленій часто служатъ, повидимому, ничтожные факты.

Мы уже упоминали, что образованіе угля происходитъ въ тѣхъ

случаяхъ, когда большія количества растеній разлагаются безъ доступа воздуха. Такъ какъ уголь, встрѣчающійся въ видѣ торфа, бураго каменнаго угля, антрацита и графита, составляетъ довольно значительную часть земной коры, то значитъ и растенія должны быть отнесены къ строителямъ горныхъ породъ.

Выше уже было вкратцѣ упомянуто о той роли, которую играютъ органическія вещества въ осажденіи нѣкоторыхъ рудъ и металловъ. Въ тѣхъ богатыхъ известью водахъ, гдѣ развивается значительная растительность, углекислота воды жадно поглощается нитчатками (водорослями), лучицами, водянымъ мхомъ, жалгой, вслѣдствіе чего происходитъ осажденіе извести, мѣстами очень значительное.

Здѣсь нельзя не упомянуть также о *діатомовыхъ*. Это водоросли съ кремневыми отложеніями такой ничтожной величины, что въ одномъ наперсткѣ можетъ умѣститься нѣсколько тысячъ милліоновъ ихъ. По вычисленіямъ Эренберга, на одинъ кубическій дюймъ приходится отъ 40.000 до 50.000 милліоновъ этихъ растеній. Размноженіе ихъ совершается съ неимовѣрной быстротой. Тотъ же Эренбергъ вычислилъ, что одна діатомовая водоросль черезъ четыре дня оставляетъ послѣ себя потомство въ 140 билліоновъ индивидуумовъ. Въ Нѣмецкомъ морѣ онѣ растутъ въ такомъ большомъ количествѣ, что изъ Висмарской гавани ежегодно приходится извлекать 17.500 кубическихъ футовъ этихъ растеній для того, чтобы предохранить гавань отъ занесенія иломъ. Въ нѣкоторыхъ торфяныхъ болотахъ діатомовыя водоросли размножаются съ такой поразительной быстротой, что мохъ, выстилающій поверхность болота, вспучивается и даетъ трещины, сквозь которыя выдается наружу бѣлая масса кремнезема, сплошь состоящая изъ этихъ водорослей. Онѣ играли немаловажную роль въ построеніи сѣверо-германской низменности—Берлинъ напр. расположенъ на кремнистыхъ пластахъ, сложенныхъ діатомовыми водорослями. Въ нѣкоторыхъ штатахъ Сѣверной Америки встрѣчаются пласты діатомовой земли толщиною въ нѣсколько сотъ метровъ.

Вообще, значительная роль въ построеніи горныхъ породъ принадлежитъ животнымъ крайне мелкимъ, подчасъ даже микроскопическимъ; благодаря совокупнымъ усиліямъ ихъ произошли гигантскія естественныя сооруженія. Укажемъ на *кораллы*, которые воздвигаютъ известковыя постройки, поднимающіяся со дна моря до самой поверхности его. Эти крошечные организмы живутъ колоніями или стволами, состоящими изъ громаднаго количества недѣлимыхъ; эти колоніи и образуютъ такъ называемые коралловые рифы. Стволы, образуемые однимъ изъ многочисленныхъ видовъ кораловъ—*меандринами*, имѣютъ иногда въ поперечникѣ до 20 футовъ, стволы *поритовъ* достигаютъ до 30 футовъ тол-

щины и до 20 футовъ вышины. Въ соединеніи съ нѣкоторыми известковыми водорослями кораллы образуютъ сплошныя скалы и рифы, окаймляющіе берега на протяженіи многихъ сотъ миль въ видѣ крутыхъ, низкихъ или широкихъ стѣнъ. Коралловыя постройки въ теченіе короткаго времени претерпѣваютъ такія превращенія въ силу геологической дѣятельности воды и животныхъ, разрушительно вліяющихъ на горныя породы, что при изслѣдованіи съ трудомъ только можно открыть ихъ органическое происхожденіе; нѣкоторыя изъ нихъ напоминаютъ мраморъ и составляютъ превосходный строительный матеріалъ. Коралловые рифы очень опасны для судовъ, и моряки тщательно избѣгаютъ ихъ; располагаясь вблизи береговъ, рифы эти лишаютъ суда возможности пристать къ сушѣ. Коралловые рифы растутъ всего быстрѣе стороной, обращенной къ морю, потому что морскія волны приносятъ имъ въ изобиліи запасъ питательнаго матеріала; но зато съ этой же стороны они всего сильнѣе и подвергаются разъѣдающему дѣйствію прибоя. Во время бури обламываются выдающіеся отростки, падаютъ на поверхность рифовъ и подвергаются вмѣстѣ съ обломками раковинъ и другихъ твердыхъ образованій дѣйствію волнъ, которыя размалываютъ и растираютъ ихъ въ песокъ. Этотъ коралловый песокъ частью заполняетъ промежутки между отдѣльными стволами и развѣтвленіями ихъ, частью же во время отлива сметается въ небольшія возвышенія, напоминающія дюны, которыя, въ концѣ концовъ, при помощи растворенной извести спаиваются въ компактную массу.

Такимъ образомъ, получается нѣчто въ родѣ маленькаго островка. Море выбрасываетъ на его поверхность остатки растеній и животныхъ, которые, разлагаясь, даютъ превосходное удобреніе. На приготовленной такимъ образомъ почвѣ начинаютъ произрастать сѣмена, случайно выброшенныя моремъ, и среди океана появляется цвѣтущій оазисъ. Относительно тѣхъ коралловыхъ сооруженій, которыя выдаются высоко надъ уровнемъ моря, приходится сдѣлать предположеніе, что море отступило отъ береговъ или что суша поднялась. Многія коралловыя постройки тянутся на 2.000 или даже 3.000 футовъ ниже уровня моря; но такъ какъ извѣстно, что строящіе кораллы могутъ жить только на глубинѣ 100—150 футовъ, то во всѣхъ подобныхъ случаяхъ приходится допустить, что морское дно понизилось. Въ пользу этого предположенія говоритъ также существованіе удивительныхъ коралловыхъ острововъ или *атолловъ*, происхожденіе которыхъ впервые удовлетворительно объяснилъ Дарвинъ и американскій геологъ Дана.

Въ Индійскомъ океанѣ и въ жаркихъ широтахъ Тихаго океана встрѣчаются многочисленные атоллы. Каждый такой атоллъ состоитъ изъ узкаго кольцеобразнаго возвышенія, нѣсколько выдаю-

щагося надъ поверхностью моря и густо поросшаго роскошной тропической растительностью; кольцо это окружаетъ на подобіе вала находящійся въ центрѣ водный бассейнъ—лагуну, протяженіемъ до 70—80 километровъ. Происхожденіе атолла объясняется такимъ образомъ: первоначально это былъ обыкновенный островъ, окруженный со всѣхъ сторонъ такъ называемыми береговыми или окаймляющими рифами; въ то время, какъ островъ, вслѣдствіе пониженія морского дна, началъ опускаться въ море, кораллы продолжали строить верхнія части своего сооруженія; наконецъ весь островъ исчезъ подъ водой, а надъ поверхностью моря осталось одно лишь коралловое кольцо, которое хотя и понижалось вмѣстѣ съ островомъ, но безостановочно продолжало расти въ

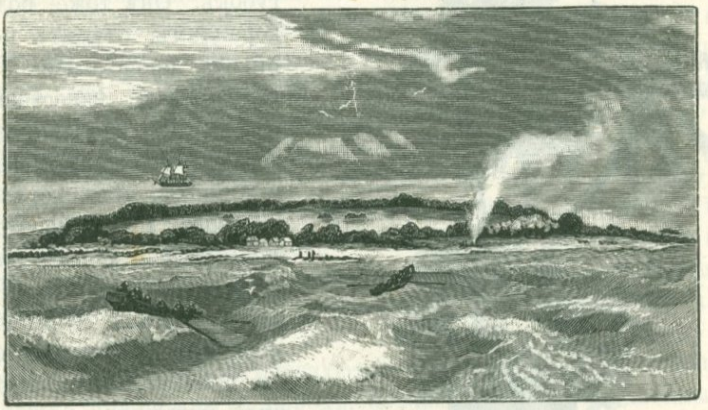


Рис. 33. Типичный атоллъ (по Дана).

вышину, благодаря дѣятельности своихъ микроскопическихъ работниковъ.

Тысячи жителей населяютъ безчисленные коралловые острова Тихаго и Индійскаго океана, и существованіе ихъ на этихъ узкихъ клочкахъ известняка поддерживается только благодаря неустанной дѣятельности коралловъ и нуллипоръ, потому что безъ защиты этихъ крохотныхъ организмовъ бушующій океанъ въ теченіе нѣсколькихъ лѣтъ разрушилъ бы коралловыя постройки. Нѣкоторые коралловые острова съ теченіемъ времени дѣйствительно и уничтожаются разрушительной дѣятельностью моря. Рисунокъ на слѣдующей страницѣ представляетъ остатки коралловаго острова, разрушеннаго моремъ и напоминающаго цвѣточный горшокъ.

Величина и очертанія атолловъ очень разнообразны: одни имѣютъ круглую, другіе эллиптическую или же совершенно неправильную форму; одни представляютъ въ поперечникѣ всего нѣсколько англійскихъ миль, другіе достигаютъ 30, 60 и даже

80 англійскихъ миль въ діаметрѣ. Но, несмотря на такіе обширные размѣры, ширина собственно рифа, отдѣляющаго лагуну отъ открытаго моря, очень мала: въ большинствѣ случаевъ онъ имѣетъ въ поперечникѣ $^1/_4$ англ. мили и лишь въ исключительныхъ случаяхъ больше полумили.

Въ близкомъ родствѣ съ кораллами находятся *губки*, тоже обитающія въ морѣ и тоже считавшіяся долгое время растеніями. Большинство изъ нихъ выдѣляютъ изъ себя твердый остовъ, состоящій то изъ роговыхъ нитей, какъ въ обыкновенной губкѣ, то изъ кремнезема, то изъ известковыхъ соединеній. Для геолога преобладающее значеніе имѣютъ только послѣдніе виды губокъ. Онѣ тоже, подобно кораллам, служатъ источникомъ происхожденія значительныхъ известковыхъ отложеній, но живутъ на гораздо большихъ морскихъ глубинахъ, чѣмъ кораллы.



Рис. 34. Остатокъ коралловаго острова, разрушеннаго моремъ.

Сюда же относятся и *морскіе ежи*, *морскія звѣзды* и *морскія лиліи*. Послѣ смерти этихъ обитателей моря ихъ известковые остовы отлагаются на днѣ въ видѣ мощныхъ пластовъ.

Къ числу строителей слѣдуетъ отнести также животныхъ, снабженныхъ раковинами, напр. *устрицъ* и другіе родственные имъ организмы; они чрезвычайно распространены въ природѣ и размноженіе ихъ совершается съ неимовѣрной быстротой. Устрица откладываетъ заразъ до двухъ милліоновъ яицъ. У береговъ многихъ морей устрицы водятся въ такомъ большомъ количествѣ, что онѣ покрываютъ цѣлыя скалы, образуя *банки*. Выбрасываемыя на берегъ раковины устрицъ перетираются прибоемъ въ тонкій известковый песокъ и такимъ образомъ получается впослѣдствіи такъ называемый раковистый песчаникъ.

Но всего поразительнѣе созидающая дѣятельность существъ, еще гораздо меньшихъ по размѣрамъ, чѣмъ кораллы и устрицы. Подобно тому, какъ въ царствѣ растительномъ крошечныя діатомовыя водоросли образуютъ мощные пласты, заполняя собою бо-

лота, заливы и покрывая на огромномъ протяженіи дно многихъ морей, точно такъ же и въ царствѣ животныхъ ту же роль играютъ такъ называемыя *корненожки* (Rhizopoda; главнымъ образомъ отрядъ Foraminifera), относящіяся къ простѣйшимъ животнымъ. Онѣ большей частью снабжены известковой скорлупой, продырявленной многочисленными отверстіями, благодаря которымъ эти животныя получили свое имя *фораминиферы* (отъ латинскаго слова foramen—дыра и ferre—нести). Сквозь эти отверстія корненожки просовываютъ лучеобразные отростки студенистаго вещества, составляющаго ихъ тѣло. Корненожки водятся въ морѣ въ невѣроятномъ количествѣ. Максъ Шульце говоритъ, что въ заливѣ Гаэто (близъ Неаполя) онѣ составляютъ почти половину состава прибрежнаго песка. Въ одной унціи песку онъ считаетъ до $1^1/_2$ милліона этихъ животныхъ. Въ открытомъ океанѣ, на глубинахъ въ 3.000—4.000 метровъ и еще глубже, корненожки выстилаютъ дно на протяженіи многихъ сотъ миль сѣровато-бѣлымъ слоемъ ила, который получилъ названіе *глобигеринового ила*, благодаря преобладанію въ немъ вида корненожекъ, извѣстнаго подъ именемъ глобигеринъ. Несмотря на свою ничтожную величину, онѣ образуютъ мощныя отложенія. Эти корненожки проявляли свою дѣятельность еще въ глубокой древности: онѣ своими остовами построили мѣловыя скалы Англіи и Франціи, «грубый известнякъ» окрестностей Парижа и нуммулитовый известнякъ Альпъ.

---

*Осадки въ моряхъ* образуются отчасти благодаря размыванію горныхъ прибрежныхъ породъ, а также и болѣе отдаленныхъ породъ рѣками, втекающими въ моря; осадки могутъ быть и вулканическаго происхожденія, и, наконецъ, они образуются изъ остатковъ какъ низшихъ, такъ и высшихъ морскихъ животныхъ. Выше мы уже видѣли, какъ значительно разрушеніе береговъ морскими волнами. Но кромѣ силы морскихъ волнъ еще многія другія условія увеличиваютъ разрушительное дѣйствіе морей и океановъ и способствуютъ образованію въ нихъ осадковъ. Такъ, соли, растворенныя въ морской водѣ, а также кислородъ, углекислота разъѣдаютъ горныя массы; камнеточцы, сверлящіе черви, морскіе ежи и губки разрыхляютъ породу; то же самое дѣлаютъ и вѣтвистые корни водорослей,—всѣ они облегчаютъ волнамъ ихъ работу. Ко всему этому нужно присоединить дѣятельность снѣга и льда. Снѣгъ нерѣдко при паденіи съ горъ въ море увлекаетъ съ собой и части породы; но несравненно значительнѣе является роль льда, образующагося изъ воды, наполняющей трещины; при переходѣ своемъ въ ледъ вода расширяется, раздробляя породу на отдѣльные обломки.

Рѣками также приносится въ океаны и моря громадное количество осадочнаго матеріала. Осадочный матеріалъ приносится

рѣками тремя способами,—передвиженіемъ его по дну, увлеченіемъ въ механически взвѣшенномъ состояніи и, наконецъ, растворенiемъ его. Замѣчено, что въ сырые годы рѣки приносятъ больше осадковъ, чѣмъ въ сухіе. Такъ, Дунай въ сырые 1870 и 1871 гг. перенесъ въ 9—13 разъ больше ила, чѣмъ въ сухіе 1863 и 1865 гг. Немалая роль принадлежитъ также и грунтовому льду, образующемуся на днѣ рѣкъ; онъ облекаетъ обломки твердыхъ породъ, лежащихъ тамъ, и, поднимаясь весной вверхъ, увлекаетъ ихъ въ моря.

Всѣ осадки морей подраздѣляются обыкновенно на *прибрежные* и *пелагическіе*. Прибрежные осадки обязаны своимъ происхожденіемъ горнымъ породамъ береговъ и простираются вокругъ материка на 60—300 и болѣе миль; ихъ раздѣляютъ на 2 зоны. Ближайшая отъ берега, — *песчаная*, состоитъ изъ валуновъ, галечника, песка, — образовавшихся изъ сосѣдней береговой породы; вторая, болѣе глубокая зона — *илистая*. Но илъ, въ свою очередь, подраздѣляютъ на 3 группы: 1) континентальный илъ (синеватый, зеленоватый или красный), 2) илъ, состоящій изъ вулканическихъ продуктовъ, окаймляющихъ вулканическіе острова, и 3) коралловый илъ, образующійся у коралловыхъ острововъ.

Илистая зона простирается отъ прибрежнаго пояса до глубины 4.000 метр. Илъ состоитъ почти исключительно (кромѣ коралловаго) изъ известковаго скелета корненожекъ, главнымъ образомъ рода глоберинъ, затѣмъ родовъ Orbulina и Pulvinulina, а также изъ остатковъ скелета известковыхъ, кремневыхъ губокъ и пр. Свѣжій илъ является въ видѣ липкой массы желтоватаго или сѣроватаго цвѣта, при высыханіи онъ бѣлѣетъ и получаетъ видъ мѣла.

*Пелагическіе* осадки, осадки глубокаго моря, не находятся въ зависимости отъ береговыхъ горныхъ породъ. Осадки эти ужъ не содержатъ скелета корненожекъ; объясняется это, можетъ быть, тѣмъ, что на большихъ глубинахъ вода содержитъ много углекислоты и находится подъ большимъ давленіемъ, вслѣдствіе чего скорлупки корненожекъ должны растворяться. Это предположеніе находитъ нѣкоторое подтвержденіе въ томъ, что между бѣлымъ иломъ и красной глиной, составляющей пелагическіе осадки глубокаго моря, лежитъ переходный слой, образованный изъ красной глины и скорлупокъ, какъ бы разъѣденныхъ кислотой.

Главной составной частью глубоководной *красной глины* являются вулканическіе продукты; микроскопомъ открыто присутствіе здѣсь вулканическаго пепла и частицъ пемзы, которые, какъ извѣстно, послѣ изверженій покрываютъ собою огромныя пространства морской поверхности. Вулканическій матеріалъ доставляется также подводными изверженіями. Кромѣ того, въ этой глинѣ найдены мелкіе магнитные шарики, содержащіе шреберзитъ,—минералъ, который встрѣчается только въ метеоритахъ. Красный цвѣтъ

глины зависитъ отъ окисловъ желѣза и марганца. Кромѣ этихъ элементовъ, въ ней находятся еще: глиноземъ, кремнеземъ, кобальтъ, никель, мѣдь. Изъ частей животныхъ въ красной глинѣ встрѣчаются зубы акулъ (скелетъ акулъ — хрящевой), различныя кости и, главнымъ образомъ, какъ наиболѣе твердыя — слуховыя косточки кита. Но гораздо болѣе всѣхъ этихъ остатковъ въ красной глинѣ распространены остатки *радіолярій* съ кремнистымъ скелетомъ. Въ тропическихъ частяхъ Индійскаго и Тихаго океановъ образуется *радіоляровый илъ*, который также содержитъ зубы акулъ и марганцовыя конкреціи, но залегаетъ на еще болѣе значительныхъ глубинахъ, чѣмъ красная глина.

## ГЛАВА IX.

### Вулканическія явленія.

Вулканы.—Старыя воззрѣнія на вулканы.—Число, форма вулкановъ и ихъ размѣры.—Дѣятельность вулкановъ: выдѣленіе паровъ, газовъ.—Бомбы, рапилли, песокъ и зола.—Кратеровыя озера.—Состояніе покоя и дѣятельности.—Лава.

Огнедышащія горы во всѣ времена дѣйствовали на воображеніе людей. Въ исторіи геологіи онѣ въ теченіе долгаго времени играли первенствующую роль. Измѣненіе земной поверхности почти исключительно приписывали дѣятельности вулканическихъ силъ, между тѣмъ какъ скрытая дѣятельность воды, организмовъ и другихъ могущественныхъ факторовъ или вовсе не принималась въ разсчетъ, или оцѣнивалась очень низко.

Древніе греки смотрѣли на Этну,—вулканъ на островѣ Сициліи,—какъ на кузницу Гефеста или Вулкана, бога огня и кузнечнаго искусства. На Этнѣ этотъ богъ, съ помощью своихъ пособниковъ-циклоповъ, изготовлялъ доспѣхи для боговъ и богинь и громовыя стрѣлы для Юпитера. Въ первые вѣка нашей эры вулканы считали вытяжными трубами, черезъ которыя изъ ада, находившагося внутри земли, поднимались дымъ и пламя.

Въ позднѣйшія времена было распространено предположеніе, что ядро земли находится въ расплавленно-жидкомъ или даже газообразномъ состояніи и окружено тонкой оболочкой отвердѣвшей коры. Въ силу этого земная кора должна была бы разлетѣться въ дребезги отъ внутреннихъ взрывовъ, если бы по поверхности земли не были разбросаны огнедышащія горы, назначеніе которыхъ — играть роль предохранительныхъ клапановъ. При всей кажущейся цѣлесообразности подобнаго устройства представляется страннымъ, почему эти предохранительные клапаны дѣйствуютъ такъ неправильно, и вслѣдствіе наступающихъ задержекъ ихъ функцій происходятъ землетрясенія?

Число вулкановъ и вулканическихъ областей, извѣстныхъ по настоящее время, достигаетъ нѣсколькихъ тысячъ. Около 300 вулкановъ находятся въ дѣятельномъ состояніи теперь и почти столько же вулкановъ проявляли свою дѣятельность въ историческія времена. Вулканы, на которыхъ никогда и никѣмъ не наблюдалось изверженій, называются «потухшими». На землѣ постоянно происходитъ образованіе новыхъ вулкановъ, между тѣмъ какъ старые прекращаютъ свою дѣятельность, размываются водой и понемногу сносятся съ поверхности земли. Вулканъ Монте-Нуово, неподалеку отъ Неаполя, образовался въ 1538 году; вулканъ Іорулло, въ Мексикѣ, вышиною болѣе 4.000 футовъ,—въ 1759 году; вулканъ Фердинандеа, между Сициліей и африканскимъ берегомъ, поднялся надъ поверхностью моря въ 1831 году; Георгіосъ въ греческомъ архипелагѣ Санторинъ появился въ началѣ 1866 года. Вулканическій островъ Фердинандеа просуществовалъ всего нѣсколько мѣсяцевъ, а затѣмъ былъ безслѣдно разрушенъ волнами. Нерѣдко на дѣйствующемъ вулканѣ или вокругъ него образуется большое количество новыхъ конусовъ. Многіе вулканы, считавшіеся давно потухшими, вдругъ совершенно неожиданно проявляютъ свою дѣятельность въ видѣ опустошительныхъ изверженій; многіе вулканы, переставшіе уже извергать раскаленные камни и расплавленную лаву, все еще продолжаютъ выдѣлять кипящую воду, пары и газы, такъ что представляется спорнымъ, къ какимъ вулканамъ слѣдуетъ причислить ихъ: къ дѣйствующимъ или потухшимъ. О многихъ вулканическихъ изверженіяхъ мы имѣемъ лишь скудныя или сомнительныя свѣдѣнія.

Вулканъ почти всегда имѣетъ форму усѣченнаго конуса то болѣе крутого, то болѣе покатаго, смотря по горнымъ породамъ, входящимъ въ его составъ. Большинство вулкановъ сложено чередующимися слоями, падающими отъ центра вулкана къ окраинамъ подъ нѣкоторымъ угломъ къ горизонту: уголъ паденія этихъ слоевъ то равенъ углу склона самаго конуса, то меньше. Слоистость вулканическихъ конусовъ зависитъ отъ того, что при различныхъ изверженіяхъ даже одного и того же вулкана появляются относительно различные продукты, какъ по отношенію къ составу, такъ и по отношенію къ плотности.

Это идеальное строеніе вулкана.

Однако ошибочно было бы думать, что всѣ вулканы похожи одинъ на другой; наоборотъ—въ характерѣ и очертаніяхъ ихъ существуетъ крайнее разнообразіе и часто одинъ и тотъ же вулканъ въ теченіе короткаго времени совершенно мѣняетъ свою форму. Такъ напр. Везувій, срисованный съ одного и того же пункта, въ различные моменты своего историческаго періода существованія даетъ совершенно различныя картины.

Отъ вершины вулкана до самаго основанія его проходитъ вертикальный каналъ, жерло, находящееся въ соединеніи съ внутренней полостью. Вершина вулкана имѣетъ форму воронки или чашки, благодаря чему весь вулканъ пріобрѣтаетъ видъ конусообразной шляпы съ вдавленной верхушкой. Это воронкообразное расширеніе канала называется *кратеромъ*. Внутреннія стѣнки кратера почти всегда отвѣсны. Мѣсто перехода жерла въ кратеръ носитъ названіе «бокка» (отъ итальянскаго слова la bocca—ротъ). Нерѣдко на одномъ вулканѣ можно наблюдать нѣсколько такихъ bocca, и вокругъ каждой изъ нихъ продукты изверженія образуютъ по конусу. Вершина вулкана нерѣдко проваливается, и тогда

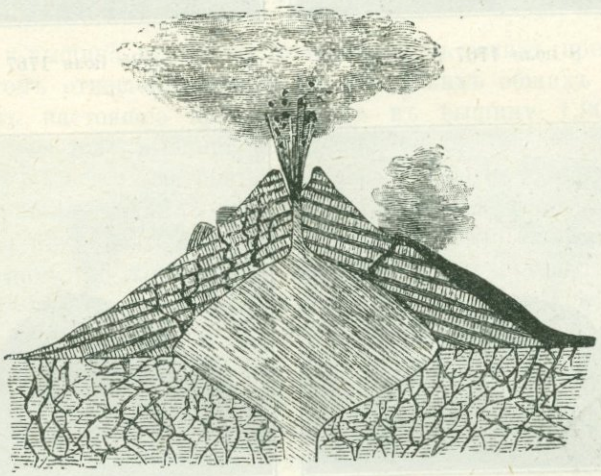
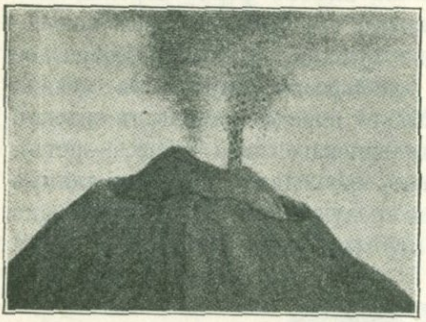


Рис. 35. Идеальное строеніе вулкана (по Фуксу).

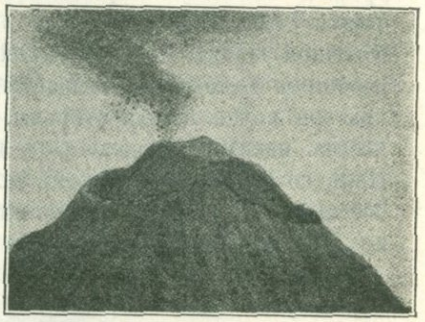
вмѣсто нея остается кольцевидный валъ съ круто обрывающимися кнутри стѣнками. Въ образовавшемся такимъ образомъ огромномъ кратерѣ можетъ съ теченіемъ времени сформироваться новая вершина. Такому именно явленію обязана своимъ происхожденіемъ оригинальная форма Везувія. Въ періодъ вулканической дѣятельности верхушка вулканическаго конуса измѣняетъ иногда форму въ теченіе нѣсколькихъ дней. Такъ, на прилагаемомъ рисункѣ представлены измѣненія формы верхушки конуса Везувія въ разные моменты изверженія 1767 года. Рисунки эти взяты изъ «Campi Phlegraei» Гамильтона (1776 г.).

Въ трещинахъ горы, образующихся вслѣдствіе огромнаго внутренняго давленія и сильнѣйшихъ сотрясеній, продукты изверженія образуютъ новые кратеры, извѣстные подъ именемъ паразитныхъ. Въ одной Этнѣ такихъ кратеровъ насчитывается до двухсотъ.

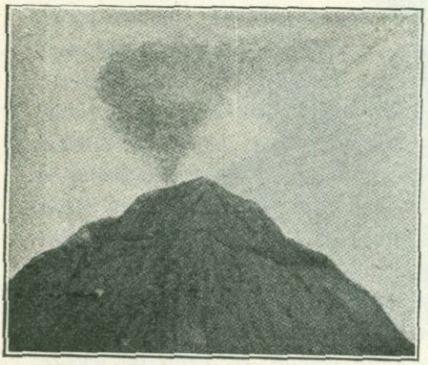
Рис. 36. Измѣненія верхушки Везувія, происшедшія въ 1767 г. По «Campi Phlegraei» Гамильтона 1776 г.



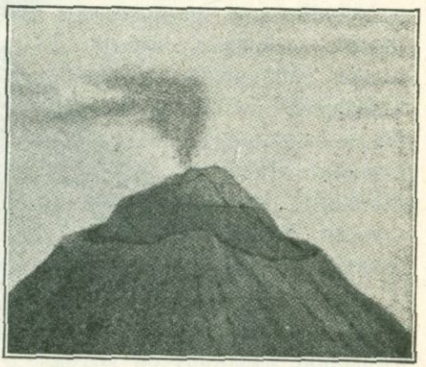
8 іюля 1767 г.



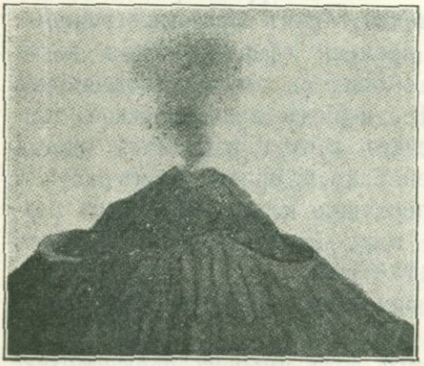
25 іюля 1767 г.



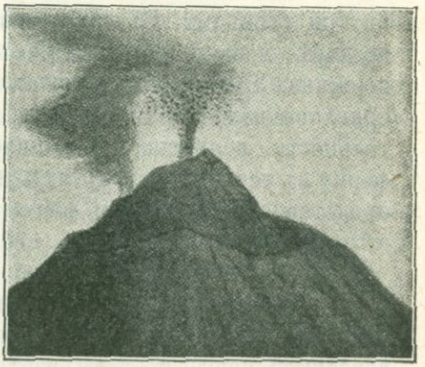
6 августа 1767 г.



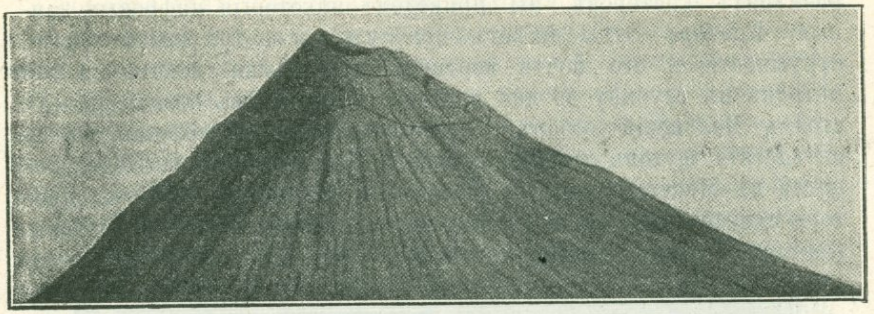
17 августа 1767 г.



3 сентября 1767 г.



18 октября 1767 г.



29 октября 1767 г.

Величина и вышина вулкановъ колеблются въ такихъ предѣлахъ, что въ этомъ отношеніи нельзя дать никакихъ общихъ цифръ. Везувій въ настоящее время имѣетъ въ вышину 1.300 метровъ; въ 1749 году вышина его составляла 1.160 метровъ, въ 1822 году — 1.269 метровъ. Вскорѣ послѣ того произошелъ обвалъ вершины, затѣмъ она снова стала подыматься до тѣхъ поръ, пока въ 1855 году снова не послѣдовало пониженіе ея на 60 метровъ; то же явленіе повторялось во время извержения 1872 года. Въ теченіе послѣднихъ 50 лѣтъ вышина Везувія возросла на 150 метровъ. Вулканъ Монте-Нуово на Флегрейскихъ поляхъ появился въ 1538 году въ теченіе двухъ дней и теперь имѣетъ въ вышину всего 139 метровъ, а островъ Фердинандеа, уже исчезнувшій, никогда не превышалъ 72 метровъ. Въ нѣкоторыхъ мѣстахъ наблюдались подводныя вулканическія извержения, хотя, судя по изслѣдованіямъ глубоководныхъ морей, они едва ли встрѣчаются такъ часто, какъ это принимаютъ нѣкоторые естествоиспытатели.

Въ противоположность только-что названнымъ вулканамъ, есть много такихъ, размѣры которыхъ дѣйствительно громадны. Такъ напр., подошва Этны (на островѣ Сициліи) имѣетъ въ окружности 130 километровъ, а вершина ея возвышается на 3.300 метровъ надъ уровнемъ моря. Большой Араратъ въ Арменіи достигаетъ 5.600 метровъ, Демавендъ въ Персіи—6.500 метровъ, а Аконкагуа въ Южной Америкѣ—почти 7.000 метровъ. Слѣдуетъ замѣтить однако, что эти вулканы поднялись на такую высоту не изъ моря или изъ глубокихъ долинъ, а съ высокихъ горъ. Если же подразумѣвать подъ вулканомъ только скопленіе продуктовъ извержений, то Ключевская сопка на полуостровѣ Камчаткѣ окажется самой высокой чисто вулканической горой, поднимающейся прямо съ морского берега выше уровня моря на 4.886 метровъ. Чтобы дать читателю также приблизительное представленіе о

размѣрахъ кратеровъ, мы приведемъ нѣкоторыя цифровыя данныя. Кратеръ Этны имѣетъ приблизительно три километра въ окружности и его почти вертикальныя стѣнки тянутся на 200 метровъ въ глубину до дна кратера. Если бы въ этомъ кратерѣ стоялъ Кельнскій соборъ, то верхушка его не доходила бы на пятьдесятъ футовъ до края кратера. Кратеръ вулкана Попокатепетль въ Мексикѣ имѣетъ въ поперечникѣ 1.700 метровъ, кратеръ вулкана Килауеа на Сандвичевыхъ островахъ—4.700 метровъ. Кратеръ вулкана Пальма (Канарскіе острова), къ сѣверо-западу

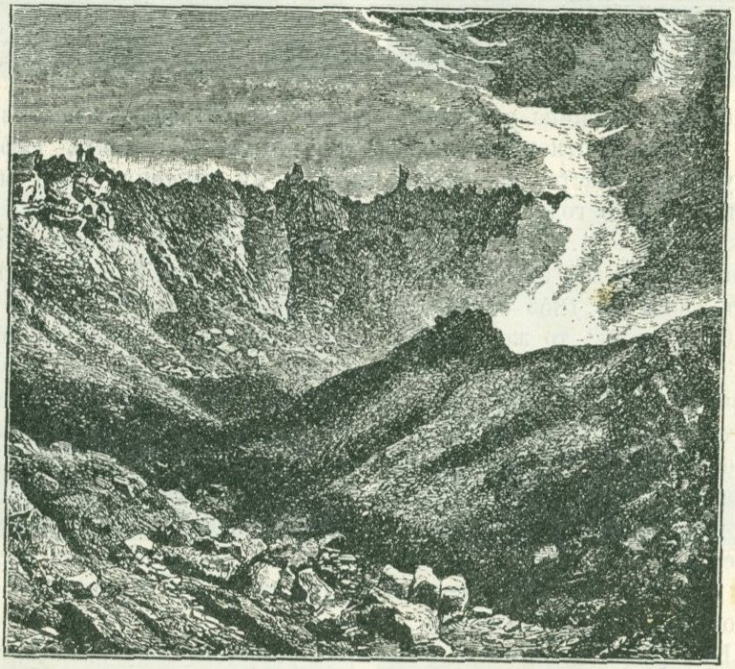


Рис. 37. Внутренность кратера Везувія въ 1882 г.

отъ Африки, имѣетъ въ поперечникѣ около полутора географическихъ миль и замыкается высокими, почти отвѣсными стѣнами въ 1.200—1.600 метровъ высоты.

На вулканахъ, находящихся на островахъ, нерѣдко можно наблюдать, что море, прорвавши кольцеобразный валъ, окаймляющій кратеръ, проникаетъ внутрь его; прекраснымъ примѣромъ этого явленія можетъ служить островъ Барренъ въ Бенгальскомъ заливѣ, а также и островъ Санторинъ въ Средиземномъ морѣ. Гавань на островѣ Перимъ въ Красномъ морѣ тоже не что иное, какъ старый кратеръ.

Обычная дѣятельность вулкана состоитъ въ томъ, что изъ открытаго жерла и изъ безчисленныхъ трещинъ и отверстій поднимается расплавленная, огненножидкая масса, носящая названіе *лавы*, и большія количества газовъ и паровъ. На самой вершинѣ вулкана гигантскимъ столбомъ вырываются пары. Постоянно поднимающіеся пузыри газовъ дѣлаютъ жидкую лаву похожей на кипящую воду,—она то бьетъ высоко вверхъ фонтаномъ, увлекая съ собой части застывшей или полузастывшей лавы—такъ называемые «шлаки», то течетъ спокойнымъ ручейкомъ изъ боковыхъ трещинъ кратера. Если пары развиваютъ значительную силу, то они поднимаютъ съ собою на воздухъ огромныя количества лавы, шлаковъ, отдѣльныхъ минераловъ и пр. Всѣ эти массы большей частью падаютъ снова въ кратеръ или же на края его, которые вслѣдствіе этого становятся выше послѣ каждаго изверженія.

Большіе куски застывшей лавы, падающіе изъ воздуха обратно на кратеръ, носятъ названіе *бомбъ*, меньшіе куски—*лапилли или рапилли*, еще болѣе мелкій матеріалъ называется *пескомъ* или *золой*. Слово «зола» обозначаетъ въ данномъ случаѣ не сухой остатокъ сгорѣвшаго дерева или угля, а чрезвычайно мелко раздробленную лаву, застывшую въ воздухѣ въ видѣ мельчайшихъ частицъ и имѣющую совершенно такой же химическій составъ, какъ и бомбы и рапилли. Въ числѣ газообразныхъ продуктовъ, выдѣляющихся изъ кратера и изъ застывшей лавы, слѣдуетъ отмѣтить сѣроводородъ, сѣрнистую, сѣрную, соляную и борную кислоты, но главнымъ образомъ угольную кислоту и громадное количество водяныхъ паровъ.

Очень немногіе вулканы находятся въ постоянно дѣятельномъ состояніи въ теченіе большихъ періодовъ времени—тысячелѣтій или хотя бы нѣсколькихъ столѣтій подъ-рядъ. По большей части вулканическая дѣятельность прерывается продолжительными періодами относительнаго покоя. Лава въ жерлѣ застываетъ и закупориваетъ собою отверстіе его. Гора покрывается растительностью, даже кратеръ нерѣдко заростаетъ деревьями, если только онъ не находится въ поясѣ вѣчныхъ снѣговъ; въ другихъ случаяхъ кратеръ наполняется водой и превращается въ озеро; подобное явленіе можно наблюдать въ Италіи, на Суматрѣ, Явѣ и во многихъ другихъ мѣстахъ. Для примѣра укажемъ на озера Альбано и Неми вблизи Рима,—на озера, находящіяся на Флегрейскихъ поляхъ, вблизи Неаполя. Въ Германіи тоже можно встрѣтить не мало водныхъ бассейновъ вулканическаго происхожденія, напр. такъ называемыя *маары* въ Рейнской Пруссіи. Эти маары, въ сущности, состоятъ только изъ кратера, т. е. изъ круглаго углубленія, окаймленнаго развѣ только небольшимъ количествомъ шлаковъ. Ясно, что здѣсь дѣло не дошло даже до образованія горъ, потому

что кратеръ послѣ короткой вулканической дѣятельности перешелъ въ состояніе покоя. Это можетъ служить уже нѣкоторымъ указаніемъ на то, какимъ образомъ возникли вулканическія горы.

Древніе римляне въ теченіе цѣлыхъ столѣтій даже не подозрѣвали, что Везувій—огнедышащая гора. Существуетъ однако разсказъ, что одинъ ученый, изслѣдовавшій горныя породы, высказалъ предположеніе подобнаго рода. Въ 63 году по Р. Х. произошло первое сильное землетрясеніе, но только въ 79 году по Р. Х. случилось то ужасное изверженіе Везувія, которое разрушило до основанія и похоронило подъ потоками лавы и грязи многочисленныя деревни и города: Геркуланъ, Помпею и Стабію.

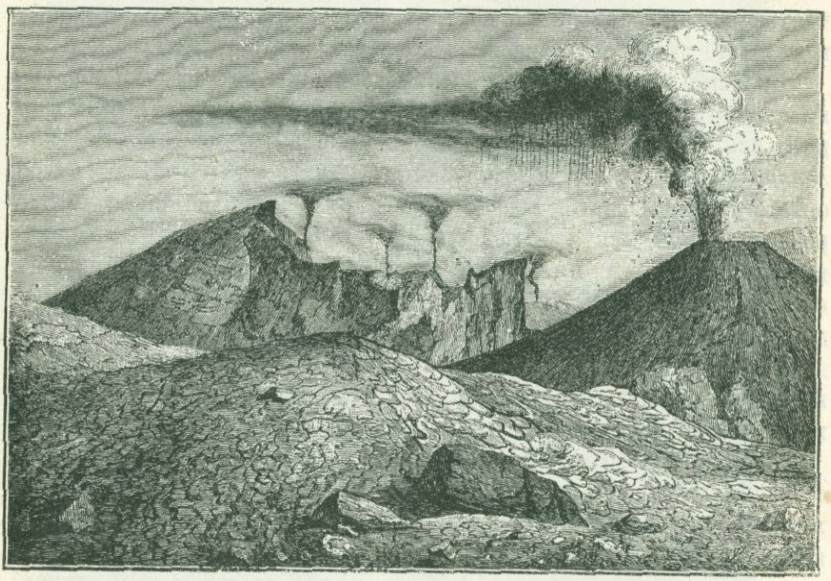


Рис. 38. Кратеръ Этны въ 1838 г.

Катастрофѣ, происшедшей въ 1631 году, тоже предшествовали цѣлыя столѣтія покоя. Вся гора густо поросла растеніями, «даже въ кратерѣ поднимался цѣлый лѣсъ старыхъ деревьевъ, буковъ, дубовъ и ясеней».

Въ противоположность Везувію, Этна съ незапамятныхъ временъ находится въ дѣятельномъ состояніи, правда, не безпрерывно, но лишь съ небольшими промежутками. Этна самый большой вулканъ въ Европѣ; вышина его, какъ было уже упомянуто, достигаетъ 3.400 метровъ. Вулканъ имѣетъ у своей подошвы 87 англійскихъ миль въ окружности и является въ видѣ усѣченнаго конуса. Форма кратера подвержена постояннымъ измѣненіямъ.

На прилагаемомъ рисункѣ представленъ кратеръ Этны въ томъ видѣ, какой онъ имѣлъ въ 1838 году. Этна существенно отличается отъ Везувія тѣмъ, что изъ главнаго кратера ея, находящагося на вершинѣ горы, извергаются пары, бомбы, пепелъ, но очень рѣдко лава. Поднимаясь извнутри вулкана, лава оказываетъ такое сильное боковое давленіе, что въ склонахъ горы являются трещины, сквозь которыя лава вытекаетъ наружу, не успѣвши достигнуть вершины горы, образуя часто новые «паразитные» кратеры. Этна находится въ дѣятельномъ состояніи, повидимому, съ незапамятныхъ временъ и приблизительно черезъ каждыя 10 лѣтъ происходятъ сильныя изверженія, прерываемыя періодами относительнаго покоя. Самое опустошительное изъ извѣстныхъ намъ изверженій произошло въ 1669 году; оно продолжалось $3^1/_2$ мѣсяца. Во время этого изверженія обвалилась вершина Этны и на одномъ изъ склоновъ ея образовалась огромная трещина, длиною въ 18 килом.; черезъ нижній край ея лава выливалась наружу и образовала побочный кратеръ—Монте Росси. Потокъ лавы разлился на пространствѣ 50 квадратныхъ километровъ, уничтоживъ на своемъ пути двѣнадцать городовъ и деревень и половину города Катаніи.

Въ отношеніи вулканической дѣятельности почти единственнымъ въ своемъ родѣ можетъ считаться вулканъ Стромболи, находящійся на одномъ изъ Липарскихъ острововъ, къ сѣверу отъ Сициліи. Вотъ что говоритъ о немъ Неймайръ: «До насъ дошли свѣдѣнія изъ временъ глубокой древности, показывающія, что вулканъ не мѣнялъ своего характера въ теченіе, можетъ быть, 3.000 лѣтъ; онъ находится въ безпрерывной періодической дѣятельности, безъ остановокъ, но и безъ пароксизмовъ. Гора эта имѣетъ въ вышину около 900 метровъ, главный кратеръ образуетъ въ восточномъ направленіи небольшую выемку; у основанія его, на глубинѣ 300 футовъ ниже краевъ, помѣщаются двѣ «бокка», въ одной изъ которыхъ виднѣется жидкая лава. Она находится въ состояніи почти бѣлаго каленія и уровень ея поперемѣнно то повышается, то понижается черезъ каждыя 10 минутъ. Когда она при своемъ поднятіи достигаетъ до края отверстія, то изъ него вырываются густыя газообразныя массы, увлекающія съ собою и подбрасывающія высоко на воздухъ раскаленные куски лавы и разорванные шлаки. Большинство изъ нихъ снова падаетъ въ кратеръ, такъ что можно безопасно стоять у края его и любоваться игрой вулканическихъ силъ. Въ высшей степени замѣчательно, что въ такомъ вулканическомъ очагѣ въ теченіе тысячелѣтій можетъ поддерживаться состояніе равновѣсія, выражающееся постоянными ритмическими изверженіями».

Въ вулканахъ, дѣятельность которыхъ проявляется съ значи-

тельными перерывами, изверженія происходятъ съ тѣмъ бо́льшей силой, чѣмъ дольше продолжался предшествовавшій періодъ покоя. Поднимающіяся кверху массы должны прежде всего проложить себѣ путь черезъ закупоренное жерло, пары развиваютъ огромнѣйшее напряженіе, и внезапно можетъ наступить одна изъ тѣхъ катастрофъ, которыя причиняютъ часто въ короткое время неисчислимыя бѣдствія, превращаютъ деревни и города въ груды развалинъ и поглощаютъ огромное число человѣческихъ жертвъ. Германъ Креднеръ въ своемъ превосходномъ сочиненіи «Основы геологіи» слѣдующимъ образомъ описываетъ вулканическое изверженіе. «Сначала слабыя, но постепенно все усиливающіяся содроганія почвы, глухіе подземные раскаты, внезапное высыханіе сосѣднихъ колодцевъ, изсяканіе источниковъ, таяніе снѣговъ, покрывающихъ вершины нѣкоторыхъ вулкановъ,—таковы предвѣстники вулканическаго изверженія. Сотрясенія почвы переходятъ въ сильнѣйшія колебанія, громовые раскаты—въ невѣроятный грохотъ и гулъ, дно кратера съ трескомъ разлетается во всѣ стороны, обломки его и куски раскаленной лавы подбрасываются высоко на воздухъ, въ одно мгновеніе изъ вулкана поднимается къ небу черный столбъ дыма, расширяющійся кверху (пинія), и отражающіяся въ немъ раскаленныя массы лавы придаютъ ему среди ночной темноты видъ пылающаго, огненнаго столба. Пинія *) состоитъ изъ газовъ, водяныхъ паровъ и мельчайшихъ частицъ вулканической пыли; она обязана своимъ происхожденіемъ газамъ и парамъ, вылетающимъ изъ вулкана подъ чрезвычайно высокимъ давленіемъ; она сопровождается темнымъ столбомъ изъ пепла, шлаковъ и бомбъ, и можно видѣть, какъ болѣе тяжелые куски, описавши въ воздухѣ параболическую кривую, падаютъ обратно на склоны кратера. Отъ времени до времени по краямъ столба вспыхиваютъ молніи. Вслѣдствіе чрезвычайно сильныхъ и быстро слѣдующихъ другъ за другомъ изверженій газовъ и паровъ, огненножидкія массы лавы раздробляются на безчисленныя мелкія капли, застывающія на воздухѣ, подобно снѣжнымъ кристалламъ, въ каменную пыль, вулканическій песокъ и пепелъ. Они разносятся по воздуху на многія тысячи метровъ, скопляются въ видѣ облаковъ, которыя уносятся вѣтромъ на далекія пространства, и наконецъ выпадаютъ на землю въ видѣ пепельнаго дождя. Пепелъ, изверженный Везувіемъ въ 512 году, выпалъ въ Константинополѣ и Триполисѣ; пепелъ изъ Этны нерѣдко относится воздушными

*) Пинія—хвойное дерево, растущее въ странахъ, прилегающихъ къ Средиземному морю, а слѣдовательно и въ Италіи. Вершина этого дерева имѣетъ форму зонтика. Плиній Младшій, наблюдавшій изверженіе Везувія въ 63 г. по Р. Х., сравнилъ столбъ дыма, стоявшій надъ вулканомъ, съ пиніей.

теченіями въ Африку; во время изверженія Аскія въ Исландіи, происшедшаго въ концѣ марта 1875 года, вулканическій пепелъ достигъ береговъ Норвегіи и даже окрестностей Стокгольма, т. е. былъ перенесенъ на 257 географическихъ миль.

Водяные пары, выдѣляющіеся изъ вулкановъ въ невѣроятныхъ количествахъ, поднимаясь въ болѣе высокіе и холодные слои атмосферы, сгущаются, скопляются въ видѣ облаковъ и изливаются про-

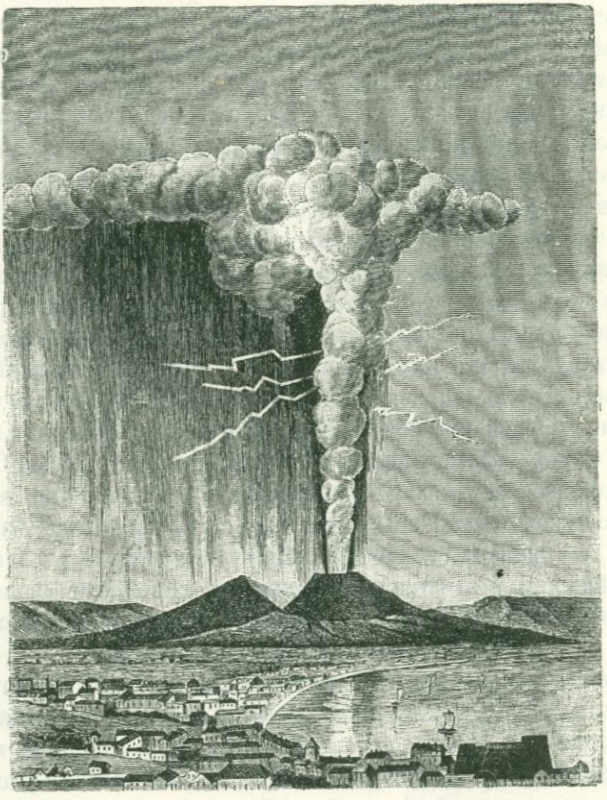


Рис. 39. Пиніевый столбъ при изверженіи Везувія въ 1822 г.

ливнымъ дождемъ, сопровождаемымъ громомъ и молніей, на вулканъ, гдѣ они превращаютъ лаву и пепелъ въ мутные потоки грязи, стекающіе по склонамъ въ долины. Къ этимъ потокамъ нерѣдко присоединяется вода изъ кратеровыхъ озеръ, изъ подземныхъ бассейновъ, а также происшедшая вслѣдствіе таянія снѣга на вершинахъ вулкановъ». Отсюда становится понятнымъ, что во время вулканическихъ изверженій наибольшія опустошенія нерѣдко производятся водой. Здѣсь соединяется разрушительное

дѣйствіе двухъ стихій—огня и воды. Въ сущности, настоящее пламя не играетъ почти никакой роли въ вулканическихъ изверженіяхъ, и только въ немногихъ случаяхъ было доказано появленіе настоящаго огня, что, впрочемъ, вполнѣ объяснимо, такъ какъ въ числѣ продуктовъ изверженія находятся легко воспламеняемые газы—водородъ и сѣроводородъ. Огромный огненный столбъ, поднимающійся изъ кратера и образующій какъ бы стволъ, несущій на себѣ темное облако, кажется такимъ только вслѣдствіе отблеска раскаленной до-бѣла лавы въ кратерѣ. Поэтому выраженіе «огнедышащія горы», въ сущности, неправильно, потому что онѣ извергаютъ собственно не пламя, а скорѣе воду.

Разныя изверженія даютъ и разные продукты; вулканы то выбрасываютъ песокъ и пепелъ, то большіе камни, бомбы и рапилли, то грязь, превращающуюся впослѣдствіи въ туфъ, то потоки расплавленной лавы, то наконецъ все вмѣстѣ.

*Лавой* называется расплавленная масса, вытекающая изъ кратера или изъ боковыхъ трещинъ вулкана. Эти трещины образуются вслѣдствіе огромнаго давленія, господствующаго внутри вулкана; онѣ открываютъ выходъ лавѣ въ мѣстѣ, находящемся часто значительно ниже вершины горы. Вотъ что сообщаетъ Леопольдъ Бухъ объ изверженіи Везувія въ 1794 году. «Везувій треснулъ у основанія конуса, и жители Неаполя видѣли съ крышъ своихъ домовъ, какъ лава фонтаномъ вырывалась изъ трещины, описывая въ воздухѣ параболическія кривыя. Въ то же время слышался глухой гулъ, напоминавшій шумъ водопада, низвергающагося въ пропасть... Никогда еще лава не извергалась съ такимъ бѣшенствомъ. Въ вулканѣ ежеминутно образовывались новыя трещины, изъ которыхъ съ шумомъ вырывались новые потоки лавы».

Огненно-жидкая лава состоитъ изъ слѣдующихъ частей: кремнезема, глинозема, соединеній желѣза, извести, магнезіи, калія и натрія, т. е. изъ самыхъ распространенныхъ въ природѣ веществъ. Отношеніе между отдѣльными составными частями подвержено значительнымъ колебаніямъ, но первое мѣсто между ними всегда занимаетъ кремнеземъ, которому вообще принадлежитъ первенствующая роль въ образованіи горныхъ породъ. Такой же составъ имѣютъ граниты, содержаніе въ которыхъ кремнезема составляетъ 70%, и сіениты, содержащіе отъ 58—60% кремнезема. Такъ называемыя базальтовыя лавы заключаютъ въ себѣ 30—40%, а трахито-липаритовыя—70—80% кремнезема. Застывшая лава не образуетъ однородной массы, подобно, напримѣръ, охлажденному расплавленному желѣзу, а постоянно содержитъ въ себѣ огромное количество самыхъ разнообразныхъ матеріаловъ, которые образуются еще въ кратерѣ.

Лава въ моментъ своего выдѣленія изъ кратера имѣетъ температуру отъ 700° до 1.500° по Ц., но остываніе ея поверхностныхъ слоевъ совершается съ чрезвычайной быстротой; образуется твердая кора, по которой можно ступать совершенно безопасно, несмотря на то, что подъ ней, на сравнительно небольшой глубинѣ, огненно-жидкое состояніе лавы поддерживается въ теченіе цѣлыхъ мѣсяцевъ и даже лѣтъ. Если, напримѣръ, опустить въ трещину, образовавшуюся въ корѣ лавы, деревянную палочку, то она немедленно загорится. Въ общемъ, консистенція лавы—полужидкая, тягучая, похожая на сиропъ; но изрѣдка попадается и лава совершенно жидкая, почти напоминающая воду. Консистенціей лавы обусловливается, между прочимъ, скоростью движенія лавоваго потока. Нѣкоторые потоки движутся до того медленно, что смѣло можно идти впереди ихъ, не боясь быть застигнутымъ лавой, нѣкоторые проходятъ въ часъ по нѣсколько футовъ, зато другіе съ быстротой молніи спускаются съ горъ. Само собою понятно, что на скорость движенія лавоваго потока вліяетъ также и наклонъ мѣстности, по которой онъ течетъ. Размѣры лавовыхъ потоковъ очень разнообразны. Вышеупомянутый лавовый потокъ Этны простирался въ ширину на протяженіи болѣе полумили и, пройдя до Катаніи пространство въ $1^1/_2$ мили, достигъ моря въ видѣ вала вышиной въ 12 метровъ. Лавовый потокъ вулкана Скапторъ Іокюль, въ Исландіи, разрушилъ въ 1783 году 20 деревень и былъ причиной гибели болѣе 9.000 жителей, несмотря на крайне рѣдкое населеніе этого острова. Въ той же Исландіи извѣстны лавовые потоки длиной въ 8—11 нѣмецкихъ миль, шириной въ 2—3 мили и толщиной въ 30—40, а мѣстами даже до 230 метровъ; кромѣ того, тамъ наблюдалось лавовое поле протяженіемъ въ 100 квадратныхъ миль.

Внутреннее строеніе застывшихъ лавовыхъ потоковъ не повсюду одинаково. Наружные слои обыкновенно представляютъ пузырчатое строеніе, внутренніе—кристаллическое, зернистое, съ нерѣдко встрѣчающимися цилиндрическими, пластинчатыми или шарообразными вкрапленіями. Нѣкоторые потоки имѣютъ стекловатое строеніе; это такъ называемые *обсидіаны*, черные или коричневые, съ раковистымъ изломомъ, съ прозрачными и острыми краями излома. Встрѣчается въ лавовыхъ потокахъ и *пемза*, обыкновенно желтоватой или сѣрой окраски; это вулканическое стекло, чрезвычайно пористое, вслѣдствіе огромнаго количества выдѣлившихся изъ него газовъ, и настолько легкое, что, будучи положено въ воду, не тонетъ до тѣхъ поръ, пока вода не вытѣснитъ весь воздухъ изъ поръ. Базальтъ, трахитъ, порфиры и сіениты, а также и многіе граниты суть не что иное, какъ древнія лавы; базальтовые, трахитовые, фонолитовые конусы въ Баденѣ, Богеміи и

многихъ другихъ мѣстахъ—все это остатки старыхъ вулкановъ, размытыхъ водой и потому уже не имѣющихъ ни кратера, ни конуса. Такому же размыванію лавы обязаны своимъ происхожденіемъ и базальтовые столбы острова св. Елены, изображенные на прилагаемомъ рисункѣ.

Островъ св. Елены, повидимому, нѣкогда былъ центромъ изверженій; отъ него отходятъ двѣ линіи трещинъ, вдоль которыхъ расположены вулканы: на первой линіи, имѣющей сѣверо-восточ-

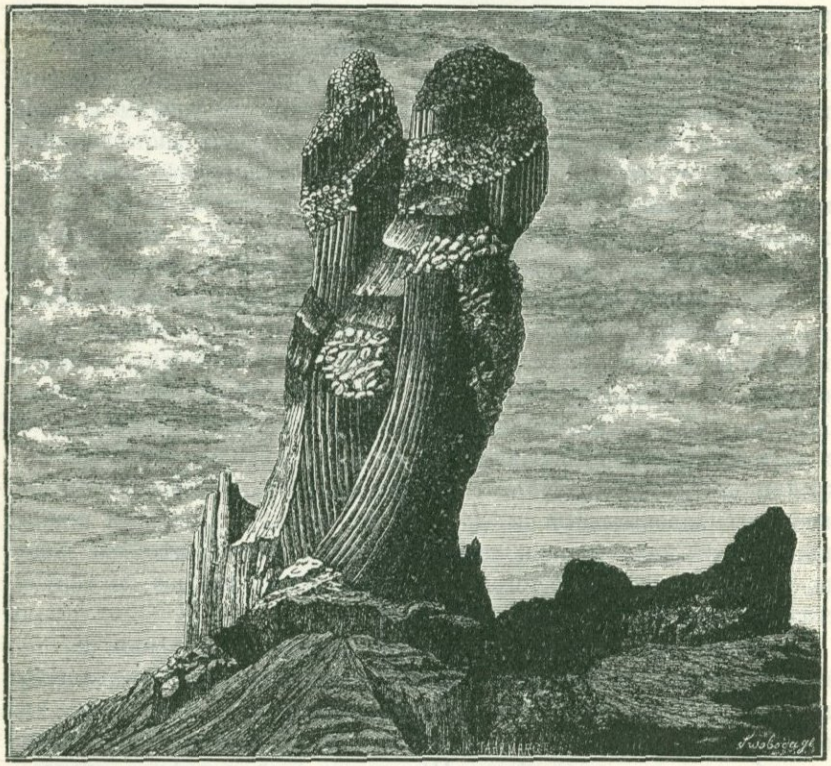


Рис. 40. Базальтовый столбъ на островѣ св. Елены.

ное направленіе, находятся острова Фернандо-По, С. Томме, Аннобонъ и вулканическая область Камеруна въ Гвинейскомъ заливѣ, въ которой находится нѣсколько конусовъ.

Какъ мы уже говорили выше, вулканы, извергающіе обыкновенно расплавленныя массы, иногда выбрасываютъ на поверхность и цѣлые потоки *грязи*. Послѣдніе являются или слѣдствіемъ тѣхъ проливныхъ дождей, которые часто сопровождаютъ изверженія вулкановъ, или слѣдствіемъ таянія громадныхъ массъ снѣга, по-

крывающихъ высокія вершины вулкановъ, или, наконецъ, причина этихъ потоковъ грязи заключается въ томъ, что кратеры долго отдыхающихъ вулкановъ наполняются постепенно водою и превращаются въ большія озера, которыя при новомъ изверженіи и образуютъ гигантскіе потоки грязи.

Вотъ какъ описано изверженіе Арарата 20-го іюня 1840 г. въ «Физической Геологіи» проф. Мушкетова (т. I).

«Особенно интересно изверженіе Арарата 20-го іюня 1840 г. Араратъ состоитъ изъ двухъ горъ: Большого Арарата (высотою 5.211 м.) и Малаго Арарата (высотою 3.958 м.), раздѣленныхъ сѣдловиной. Вѣчный снѣгъ и ледники находятся только на Б. Араратѣ. Во время сильнаго землетрясенія, на склонѣ Б. Арарата, немного выше деревни Архури или Аргюре, образовалась громадная трещина, изъ которой съ чудовищной силой стали выбрасы-



Рис. 41. Потокъ камней и грязи, изверженныхъ Араратомъ въ 1840 г.

ваться пары, газы и камни различной величины, достигавшіе равнины у подошвы вулкана. Громадныя черныя облака облекли вершину горы, въ окрестностяхъ распространился сѣрный запахъ. Хотя изверженіе продолжалось не болѣе часа, тѣмъ не менѣе деревня Аргюре и знаменитый монастырь св. Іакова со всѣми жителями погибли подъ потоками грязи и камней, величина которыхъ доходила до нѣсколькихъ метровъ въ діаметрѣ. Вскорѣ послѣ изверженія кратеръ Арарата, представлявшій громадное ущелье, наполнился водой, которая прорвалась чрезъ края кратера и образовала стремительные потоки липкой грязи, несшей обломки скалъ, деревья и трупы людей; эта грязь достигла русла Карасу, запрудила его и измѣнила теченіе рѣки. На прилагаемомъ рисункѣ, заимствованномъ у Абиха, показаны громадныя глыбы, выброшенныя съ Арарата».

## ГЛАВА X.

*(Продолженіе).*

Гибель Геркуланума и Помпеи (по Плинію).—Внезапное образованіе вулканическихъ острововъ.—Изверженіе Кракатау въ 1883 году.—Происхожденіе вулкановъ.—Гейзеры.

Мы считаемъ полезнымъ присоединить къ данному выше очерку вулканическихъ явленій описаніе нѣкоторыхъ наиболѣе выдающихся вулканическихъ изверженій, и прежде всего приведемъ здѣсь дословно описаніе извержения Везувія, засыпавшее Геркуланумъ и Помпею, описаніе, сдѣланное Плиніемъ Младшимъ въ письмѣ къ великому римскому историку Тациту. Этотъ документъ важенъ, такъ какъ написанъ подъ свѣжимъ впечатлѣніемъ катастрофы и является единственнымъ, дошедшимъ до насъ (IV книга, 16-е письмо).

«Ты желаешь, чтобы я описалъ тебѣ смерть моего дяди, съ тѣмъ, чтобы ты могъ вѣрнѣе передать потомкамъ его обликъ. Онъ былъ въ Мизенумѣ начальникомъ императорскаго флота. 24-го августа около часа пополудни мать моя заявила ему, что показалось облако необыкновеннаго вида и величины. Онъ потребовалъ обувь и поднялся на холмъ, откуда лучше всего можно было наблюдать картину. Издали нельзя было распознать, изъ какой горы исходило облако, и только позднѣе стало извѣстно, что это былъ Везувій. Облако поднималось подобно дереву, именно пиніи: оно имѣло очень высокій стволъ и распростиралось оттуда въ видѣ многочисленныхъ вѣтвей». Плиній сравниваетъ здѣсь въ первый разъ вулканическое облако съ пиніей. «Я полагаю, что оно было поднято вверхъ сильной струею воздуха, и когда послѣдняя сдѣлалась слабѣе и оставила его, или когда его тяжесть получила перевѣсъ, оно медленно распространилось во всѣ стороны: въ нѣкоторыхъ мѣстахъ оно было бѣлымъ, въ другихъ же грязнымъ и пятнистымъ, смотря по тому, увлекало ли оно съ собой въ высоту землю или пепелъ. Ученый мужъ имѣлъ намѣреніе ближе познакомиться съ происшествіемъ. Онъ приказалъ поэтому приготовить быстроходное судно. Мнѣ онъ предоставилъ на мою волю, сопровождать его или оставаться. Я отвѣчалъ, что лучше желалъ бы заниматься, тѣмъ болѣе, что онъ самъ мнѣ поручилъ кое-что для письменныхъ занятій. Онъ былъ готовъ уже выйти изъ дома, какъ получилъ письмо. Цезій Бассъ и остальные жители Ретины, которая была расположена у подножія горы и изъ которой можно было бѣжать только къ морю, просили его о спасеніи, устрашенные опасностью. Онъ измѣнилъ такимъ образомъ свое рѣшеніе и принялся съ величайшимъ мужествомъ за дѣло, которое онъ

началъ было только изъ жажды знанія. Онъ приказалъ спустить въ море четырехвесельное судно и отправился на помощь не только жителямъ Ретины, но и многимъ другимъ, такъ какъ берегъ, вслѣдствіе своего прекраснаго положенія, былъ густо населенъ. Онъ спѣшилъ туда, откуда другіе бѣжали, и прямымъ курсомъ направилъ судно въ самую опасность, столь далекій отъ страха, что диктовалъ для записи всѣ движенія, всѣ формы предстоявшаго его взорамъ страшнаго явленія и зарисовывалъ его на бумагу.

Чѣмъ болѣе приближалось судно, тѣмъ горячѣе и плотнѣе становился падающій пепелъ; уже стали падать пемза и черные камни, обожженные и треснувшіе отъ огня; вотъ уже и море сдѣлалось мелкимъ и берега труднодоступными вслѣдствіе извергнутой массы. Онъ помедлилъ немного, какъ будто намѣревался возвратиться, но скоро послѣ этого сказалъ лоцману, который совѣтовалъ ему это: «Храбраго поддерживаетъ счастье. Правь къ Помпоніанусу!» Послѣдній находился въ Стабіи, отдѣленный морскою бухтой, такъ какъ здѣсь море внѣдряется въ сушу, окаймленное медленно зукругляющимся полукругомъ берега. Помпоніанусъ при видѣ опасности, которая, правда, еще не была непосредственною, сложилъ все свое имущество на корабли и рѣшился бѣжать, какъ только появится благопріятный вѣтеръ. Послѣ того какъ мой дядя, благодаря попутному вѣтру, прибылъ туда, онъ обнялъ напуганнаго, утѣшилъ и уговорилъ его. Желая смягчить его ужасъ своей беззаботностью, онъ принялъ ванну, сѣлъ потомъ за столъ и началъ кушать въ веселомъ настроеніи духа, или, что одинаково указываетъ на величіе души, старался быть веселымъ. Между тѣмъ, во многихъ мѣстахъ изъ Везувія выбрасывались огромные огненные языки, высоко поднималось пламя, и блескъ и сіяніе его еще рѣзче выдавались во мракѣ ночи. Чтобы ослабить страхъ окружающихъ, мой дядя заявилъ, что это происходитъ отъ горящихъ домовъ и помѣстій, которые покинули въ страхѣ жители. Послѣ этого онъ легъ и крѣпко заснулъ. Но дворъ, откуда можно было попасть въ комнату, такъ сильно наполнился пепломъ и пемзой, что при дальнѣйшемъ пребываніи въ спальнѣ выходъ изъ нея былъ бы совершенно прегражденъ. Поэтому его разбудили и онъ отправился къ Помпоніанусу и прочимъ, которые бодрствовали. Составленъ былъ общій совѣтъ, чтобы рѣшить, остаться ли въ домѣ или выйти подъ открытое небо, такъ какъ домъ отъ частыхъ и страшныхъ толчковъ колебался и, казалось, разошелся по всѣмъ швамъ и связямъ, то наклонялся онъ въ одну, то въ другую сторону и затѣмъ снова возвращался въ свое прежнее положеніе. Подъ открытымъ небомъ боялись паденія кусковъ пемзы, хотя они были легки и выжжены. Послѣ обсужденія опасности выбрали, однако, послѣднее, такъ какъ однихъ побѣдили разумные

доводы моего дяди, другихъ страхъ. Для защиты отъ падающихъ камней положили на головы подушки и привязали ихъ платками. Въ другихъ мѣстахъ наступилъ уже день, здѣсь же царила ночь, еще болѣе мрачная и тяжелая, чѣмъ прежнія ночи. Множество факеловъ и различныхъ свѣтильниковъ едва смягчали этотъ мракъ. Рѣшено было идти къ берегу и удостовѣриться, все ли еще опасно море; оно было ужасно и угрожало опасностью. Здѣсь мой дядя легъ на разостланный для него плащъ, потребовалъ еще разъ холодной воды и выпилъ. Но пламя и запахъ сѣры, которые имъ угрожали, обратили нѣкоторыхъ въ бѣгство и заставили его подняться. Онъ всталъ, опираясь на двухъ слугъ, но тотчасъ же опять опустился на землю. Я подозрѣваю, что густыя испаренія захватили ему дыханіе и закрыли дыхательное горло, которое было у него отъ природы слабо, узко и часто подвергалось воспаленіямъ. Когда, наконецъ, на третій день, сдѣлалось снова свѣтло, его трупъ былъ найденъ совершенно нетронутымъ, также и его одежда; онъ походилъ скорѣе на спящаго, чѣмъ на мертваго».

Хотя Плиній Младшій въ своемъ письмѣ описываетъ только мимоходомъ самое изверженіе, однако, его описаніе пиніева облака, пепельнаго дождя, къ которому позднѣе примѣшались куски пемзы, землетрясенія, абсолютной тьмы и все выше и выше наслаивающихся продуктовъ изверженія, даютъ намъ ясную картину величественныхъ вулканическихъ явленій. Во всякомъ случаѣ, это наилучшее описаніе вулканическаго изверженія, дошедшее къ намъ изъ глубокой древности; имъ открывается изученіе дѣятельности вулкановъ, которое привело древнихъ ученыхъ къ нѣкоторымъ опредѣленнымъ выводамъ.

Но уже задолго раньше греки имѣли случай познакомиться съ совершенно инымъ родомъ вулканической дѣятельности, обнаружившейся въ появленіи вулканическаго острова въ Эгейскомъ морѣ въ 198 г. до Р. Х. Страбонъ слѣдующимъ образомъ извѣщаетъ объ этомъ событіи: «Посрединѣ между Терой и Теразіей въ теченіе четырехъ дней вырывалось изъ моря пламя, такъ что все море пылало и горѣло и постепенно изъ него, словно какими-то орудіями, былъ поднятъ островъ, который состоялъ изъ раскаленной массы и имѣлъ въ окружности 12 стадій (2,13 кил.). Послѣ этого событія въ первый разъ отважились только родосцы, господствовавшіе тогда на морѣ, пристать туда и посвятить храмъ Посейдону Асфалійскому». Сенека въ своихъ «Размышленіяхъ о природѣ» (II, 26) описываетъ то же событіе въ слѣдующихъ словахъ: «Во времена нашихъ предковъ, когда въ Эгейскомъ морѣ появился островъ, по свѣдѣніямъ Позидоніуса, море сначала долго пѣнилось и изъ глубины его поднимался дымъ. Потомъ показался огонь, но не постоянный, а вспыхивавшій чрезъ нѣкоторые про-

межутки времени, подобно молніи, какъ только жаръ внизу становился больше, чѣмъ жаръ лежащей выше его массы. Послѣ этого были извергнуты скалы, частью совершенно нетронутые глыбы камней, которыя были выброшены воздушною струей раньше, чѣмъ онѣ успѣли измѣниться, иногда съ пустотами внутри и легкія, какъ пемза; наконецъ, появилась вершина новой горы. Потомъ она стала увеличиваться и выросла до величины острова». Позднѣе Сенека прибавляетъ къ этому: «По извѣщенію Асклепіодотуса, глубина, изъ которой выходилъ огонь, достигала 200 шаговъ». Если эти оба описанія, которыя, очевидно, исходятъ изъ одного и того же источника, не являются столь же подробными и наглядными, какъ описаніе Плинія Младшаго изверженія Везу-

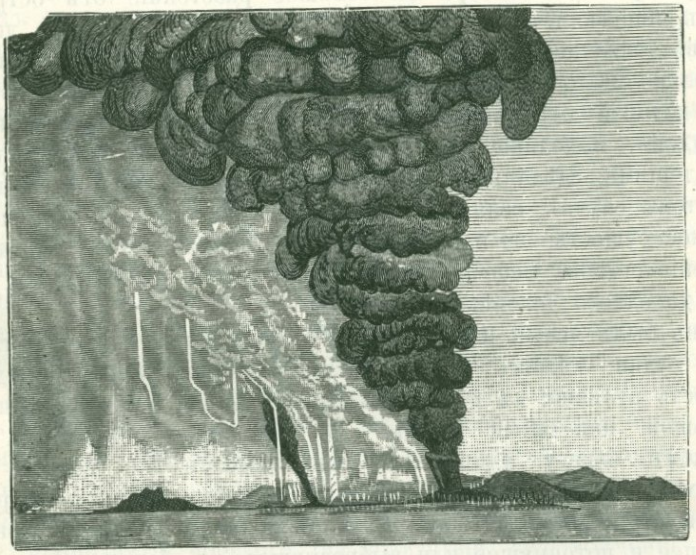


Рис. 42. Образованіе вулкана Георгія въ Эгейскомъ морѣ. Февраль 1866 г.

вія въ 79 г. до Р. Х., то все же они ясно указываютъ на отсутствіе сильныхъ пепельныхъ ливней, наблюдавшихся при изверженіи Везувія, и позволяютъ предположить, что главное здѣсь было бьющая ключомъ лава, какъ наблюдалось на томъ же мѣстѣ Эгейскаго моря въ 1866 г. при образованіи вулкана Георгія на Нэа-Каймени.

Остановимся теперь на одной изъ самыхъ грандіозныхъ катастрофъ этого рода, имѣвшей мѣсто въ сравнительно недавнее время, въ 1883 году, на Кракатоа, вулканическомъ островѣ, неподалеку отъ Явы. Заимствуемъ наше описаніе изъ сочиненія Неймайра «Erdgeschichte».

Между Явой и Суматрой находятся нѣсколько вулканическихъ острововъ, относительно которыхъ до послѣдняго времени извѣстно было лишь то, что всѣ они расположены на общей трещинѣ и что на одномъ изъ нихъ, Кракатоа, произошло изверженіе въ 1680 году. Въ маѣ 1883 года вулканъ внезапно снова пришелъ въ дѣятельное состояніе, завершившееся ужаснѣйшей катастрофой. Такъ какъ островъ Кракатоа необитаемъ и лишь изрѣдка посѣщается рыбаками, то мы и не имѣемъ никакихъ свѣдѣній о началѣ изверженія и о предвѣстникахъ его. 20-го мая съ нѣмецкаго военнаго корабля «Елисавета» видно было огромное облако, въ видѣ пиніи, поднимавшееся изъ кратера Кракатоа и достигавшее 11.000 метровъ въ вышину, и одновременно съ этимъ на палубу корабля, несмотря на большое разстояніе отъ острова, падалъ пепелъ. Очевидно, вулканъ дѣйствовалъ довольно долго. На Явѣ также ощущались подземные толчки и выпадалъ пепелъ. Но только 26-го августа разразилась главная катастрофа, свѣдѣнія о которой ограничиваются лишь извѣстіями, привезенными съ судовъ, находившихся неподалеку отъ мѣста изверженія, и наблюденіями, сдѣланными по берегамъ Явы и Суматры. Но даже и въ томъ случаѣ, если бы островъ былъ обитаемъ, ни одно человѣческое существо не пережило бы катастрофы, потому что даже населеніе острова Себезія, въ 20 километрахъ отъ Кракатоа, погибло до одного человѣка.

День былъ ясный и тихій; въ $2^1/_2$ часа пополудни съ англійскаго судна «Джонъ Буль» была замѣчена усиленная дѣятельность вулкана; къ вечеру въ Лампонгѣ, на Суматрѣ, выпалъ небольшой пепельный дождь. Въ нѣкоторыхъ пунктахъ на японскомъ берегу удивлялись, что сейчасъ же вслѣдъ за заходомъ солнца наступила полная темнота. Нѣсколько разъ слышны были раскаты грома, на морѣ поднялось волненіе, опрокинувшее и потопившее или выбросившее на берегъ нѣсколько лодокъ; кое-гдѣ были затоплены деревни, залиты берега. Гораздо сильнѣе сказалось вліяніе изверженія къ югу отъ Кракатоа, должно быть, благодаря господствовавшему направленію вѣтра. Густой пепельный дождь сыпался на суда въ перемежку съ большими раскаленными обломками камней; продукты изверженія падали въ такомъ большомъ количествѣ, что къ двумъ часамъ ночи они покрывали палубу судна «Berbice» слоемъ, толщиной въ одинъ метръ. Непроницаемый мракъ окутывалъ всю окрестность, съ вулкана доносились ужаснѣйшіе громовые раскаты, молніи ежеминутно вспыхивали среди темноты. Къ утру 27-го августа мракъ нѣсколько разсѣялся; но вскорѣ снова все погрузилось въ непроницаемую темноту, продолжавшуюся 18 часовъ кряду. Приблизительно въ 10 часовъ утра катастрофа дошла до своего апогея.

Море внезапно забурлило и поднялось; огромнѣйшія волны, въ 30 метровъ высотой, одна за другой обрушились на берегъ. Когда вода сбѣжала, все было смыто и разрушено: города, деревни, лѣса, желѣзнодорожная насыпь, шедшая вдоль берега Явы,—все исчезло. Города Анжеръ, Бантамъ, Меракъ и цѣлый рядъ другихъ оказались уничтоженными; въ нѣкоторыхъ мѣстахъ, напр. на островѣ Себезіи и Серами погибло все населеніе. Оставшіеся въ живыхъ, конечно, были исключительно поглощены мыслью о спасеніи. Мракъ попрежнему окутывалъ все кругомъ; пепельный дождь, взрывы, буря, гроза все продолжались. Только 28-го августа, утромъ, начало свѣтлѣть. Изверженіе еще не прекратилось, но значительно ослабѣло. Близъ лежащіе берега Явы и Суматры такъ измѣнили свои очертанія, что отдѣльные пункты можно было узнать только по ихъ относительному положенію, но не по внѣшнему виду. Тропическая растительность исчезла, повсюду виднѣлась обнаженная почва, покрытая тиной, заваленная продуктами изверженія и вырванными съ корнемъ деревьями, развалинами зданій, трупами людей и животныхъ. Число жертвъ, погибшихъ во время этой катастрофы, по официальнымъ свѣдѣніямъ, насчитывается въ 40.000.

Но что же собственно произошло съ самымъ островомъ Кракатоа во время катастрофы? 26-го августа это былъ островъ протяженіемъ въ $33^1/_2$ квадратныхъ километра, съ большимъ вулканическимъ конусомъ въ 822 метра вышины и двумя небольшими кратерами; изъ одного изъ этихъ кратеровъ и произошло изверженіе. 28-го августа большая часть острова оказалась исчезнувшей: вмѣсто $33^1/_2$ протяженіе его составляло всего $10^1/_2$ квадратныхъ километровъ. Гдѣ прежде была суша, теперь было море глубиной 200—300 метровъ. Въ данномъ случаѣ не могло быть глубокаго провала, потому что море углубилось только въ области бывшаго кратера, а вокругъ всего острова произошло, наоборотъ, приподнятіе морского дна вслѣдствіе загроможденія обрушившагося въ море вулканическаго матеріала. Очевидно, здѣсь передъ нами лишь послѣдствія вулканическаго взрыва, благодаря которому исчезнувшая часть острова или непосредственно взлетѣла на воздухъ, или же, подрытая вслѣдствіе изверженія огромнаго количества матеріала, провалилась и обломки ея были подброшены на воздухъ напоромъ океанической волны. По всѣмъ вѣроятіямъ, волна, обрушившаяся на берега и разрушившая ихъ, была результатомъ этой катастрофы. Повсюду въ области Индійскаго океана море вышло изъ береговъ, волненіе распространилось и на Тихій океанъ, по направленію къ востоку, и дошло до Атлантическаго океана; такимъ образомъ всѣ океаны всколыхнулись и вышли изъ береговъ. Не только море, но и вся атмосфера пришла въ сильнѣйшее колебаніе. Близъ Кракатоа разразились ужас-

нѣйшіе орканы; главный взрывъ вызвалъ воздушную волну, которая обошла весь земной шаръ. Подземные раскаты были слышны на Цейлонѣ, въ Кохинхинѣ, на Филиппинскихъ островахъ и въ юго-западной Австраліи. Звуковыя явленія, значитъ, распространились на протяженіе въ 3.400 километровъ, т. е. на пятнадцатую часть поверхности земного шара. Если мы представимъ себѣ центръ изверженія въ Вѣнѣ, то подземные раскаты были бы слышны во всей Европѣ, въ восточной Гренландіи, на югѣ Шпицбергена, въ южной части Новой Земли, по всему Уральскому хребту, по восточному берегу Аральскаго озера, на юго-востокѣ Каспійскаго моря, у впаденія Евфрата въ Персидскій заливъ, въ сѣверной трети Краснаго моря, въ большей части Сахары и на островѣ Мадейрѣ.

Продукты изверженія Кракатоа состояли преимущественно изъ пемзы и тончайшаго пепла. Количество ихъ неимовѣрно велико: они образовали вокругъ вулкана на протяженіи 12 километровъ слой, толщиной въ 20—40 метровъ. До изверженія глубина моря къ сѣверу отъ Кракатоа, между нимъ и островомъ Себези, составляла приблизительно 36 метровъ; теперь оно такъ завалено продуктами изверженія, что не пропускаетъ уже большихъ судовъ. Огромныя массы пемзы плавали на поверхности моря, образуя настоящіе плавучіе острова, выдававшіеся на нѣсколько метровъ надъ уровнемъ воды. Голландскій военный корабль, имѣвшій запасъ провіанта всего на шесть дней, очутившись среди этихъ пемзовыхъ острововъ, въ теченіе нѣсколькихъ дней не могъ выбраться изъ нихъ, и экипажу грозила опасность умереть голодной смертью. Вулканическій пепелъ былъ унесенъ воздушными теченіями на протяженіе 750.000 квадратныхъ километровъ.

Когда Фербикъ въ октябрѣ 1883 года посѣтилъ опустошенную мѣстность, онъ нашелъ совершенно измѣненнымъ не только островъ Кракатоа, но даже топографію всего окружающаго архипелага. Образовались два новыхъ острова, одинъ въ три, другой въ 4 квадр. километра, и отъ нихъ исходилъ еще паръ вслѣдствіе теплоты образующихъ ихъ продуктовъ вулканическаго изверженія. Нынѣ эти острова уже исчезли, море вскорѣ снова ихъ поглотило. Сосѣдніе острова Лэнгъ-Эйлендъ и Ферлатенъ-Эйлендъ увеличили свою площадь, благодаря паденію изверженнаго матеріала; маленькій островъ Полоша-Гёдше (Poolocha-Hoedje) совершенно исчезъ. Отъ самаго острова Кракатоа, который предъ изверженіемъ занималъ площадь въ 33′/2 квадр. километра, отвалилась большая его сѣверная часть и была поглощена моремъ; глубина послѣдняго пала до 200—300 метровъ. Островъ уменьшился до 10¹/₂ квадр. километр., но потомъ, вслѣдствіе новообразованій, снова увеличился на 5 квадр. килом. Масса изверженнаго матеріала была

такъ огромна, что на 12 километровъ вокругъ вулкана насыпаны были пласты отъ 20 до 40 метровъ толщиною, и, такимъ образомъ, море стало въ этихъ мѣстахъ недоступнымъ для большихъ кораблей. Куда дѣвалась исчезнувшая часть острова, этого съ достовѣрностью сказать невозможно. Фербикъ полагаетъ, что она погрузилась въ глубину. Поразительно, что въ продолженіе всего даже самаго сильнаго изверженія не наблюдалось замѣтнаго землетрясенія. Только 18-го сентября, стало быть, уже послѣ изверженія, послѣдовалъ мощный подземный толчокъ на южномъ берегу Бантама на Явѣ. Взрывъ 27-го августа далъ себя почувствовать на всемъ земномъ шарѣ: сильное волненіе моря, конечно, быстро уменьшавшееся съ удаленіемъ отъ центра изверженія, было, однако, замѣтно во всѣхъ океанахъ, воздушная волна распространилась по всей земной поверхности, частички пепла были унесены въ самыя отдаленнѣйшія страны и произвели въ ноябрѣ 1883 года въ Европѣ великолѣпныя сумеречныя явленія.

---

До самаго послѣдняго времени относительно происхожденія вулкановъ господствовали самыя невѣрныя воззрѣнія. Леопольдъ Бухъ и Александръ Гумбольдтъ держались того мнѣнія, что земная кора мѣстами вспучивается подъ давленіемъ газовъ и раскаленныхъ массъ, поднимающихся извнутри земли. По этому воззрѣнію вулканы (и вообще всѣ горы) представляли собою не что иное, какъ гигантскіе пузыри—вздувшіяся части земной коры. При лопаніи такого пузыря являлся кратеръ, такъ называемый «кратеръ поднятія»; въ этомъ кратерѣ, вслѣдствіе накопленія продуктовъ изверженія, могъ образоваться «конусъ изверженія». Напримѣръ, существовавшій прежде въ видѣ замкнутаго кольца наружный валъ Везувія, отъ котораго теперь остался лишь обломокъ—Монте Сомма, принимался за кратеръ поднятія. Естественно, что при такомъ вспучиваніи земной коры въ ней должны происходить трещины и расщелины; дѣйствительно, склоны большинства вулкановъ представляются изборожденными глубокими трещинами. Въ пользу теоріи поднятій говорили, повидимому, наблюденія очевидцевъ. Въ этомъ отношеніи большую роль играли Монте-Нуово возлѣ Неаполя, возникшій въ 1538 году, и Іорулло въ Мексикѣ, появившійся среди покрытой растительностью равнины въ 1759 году. Въ обоихъ случаяхъ очевидцы описывали какія-то пузыреобразныя вздутія земной коры. Но послѣдующія изслѣдованія обнаружили ошибочность этихъ наблюденій. Вулканическій конусъ, а также кратеръ поднятія состоятъ исключительно изъ насыпаннаго вулканическаго матеріала: изъ лавы, шлаковъ, бомбъ, рапилли, песку и пепла, причемъ они нерѣдко

оказываются спаянными въ рыхлую массу—вулканическій туфъ. Если бы имѣли мѣсто вспучиванія земной коры, то всѣ эти продукты должны были бы состоять изъ тѣхъ же горныхъ породъ, какъ и окружающая ихъ почва, т. е. изъ известняка, песчаника, мергеля и т. д., чего однако вовсе не наблюдается, за исключеніемъ нѣкоторыхъ, еще не изученныхъ достаточно случаевъ. Матеріала, выбрасываемаго наружу во время изверженій, совершенно достаточно для образованія даже самыхъ большихъ горъ. Что же касается до многочисленныхъ овраговъ по склонамъ вулкановъ, то происхожденіе ихъ теперь достаточно выяснено—это долины,



Рис. 43. Вулканъ Попокатепетль въ Мексикѣ.

образовавшіяся вслѣдствіе размыванія горныхъ породъ текущей водой. Они начинаются обыкновенно нѣсколько ниже вершины и постепенно расширяются книзу; если бы это были трещины земной коры, то онѣ представляли бы какъ разъ обратное явленіе. Въ древнихъ размытыхъ вулканахъ, за исключеніемъ нѣкоторыхъ сомнительныхъ случаевъ, никогда не наблюдалось въ большихъ размѣрахъ поднятія почвенныхъ слоевъ, иногда скорѣе даже можно замѣтить незначительное опусканіе ихъ вокругъ кратера. Вулканической теоріей поднятій долгое время старались объяснить вообще образованіе горъ, но это совершенно неправильно. Цѣлый

рядъ выдающихся геологовъ—мы назовемъ здѣсь Дана, Фавра, Неймайра, Зюсса, Гейма—придерживается того взгляда, что большіе горные хребты, напр. Юра и Альпы, обязаны своимъ происхожденіемъ не вертикально дѣйствующей силѣ, а горизонтальному, боковому сдвиганію горныхъ породъ. Этимъ самымъ объясняется, напримѣръ, то явленіе, что горныя системы представляютъ ассиметричное строеніе. Этимъ же объясняются и горизонтальныя горныя складки, напримѣръ, исполинская Гларнская двойная складка отъ передняго Рейна до Валлензе. Горизонтальная складчатость объясняется постепеннымъ охлажденіемъ и сжиманіемъ земного ядра, вслѣдствіе чего земная кора оказывается слишкомъ широкой и съеживается въ складки, какъ шелуха сморщеннаго яблока. Упомянемъ здѣсь также и о томъ, что нѣкоторыя горы не представляютъ никакихъ слѣдовъ вулканическихъ продуктовъ, какъ напр., Швейцарская Юра, Баварскія Альпы, Тевтобургскій лѣсъ, Везерскія горы; относительно же другихъ горъ, содержащихъ вулканическіе продукты, легко доказать, что эти породы вовсе не были дѣятельны при поднятіи горъ, а образовались или до или послѣ поднятія, причемъ въ послѣднемъ случаѣ онѣ принимали пассивное участіе въ образованіи складокъ. Примѣромъ такихъ горъ могутъ служить Альпы, Карпаты, Шварцвальдъ и др. Повторяемъ еще разъ: вулканы образовались не вслѣдствіе вспучиванія земной коры, а вслѣдствіе нагроможденія собственныхъ продуктовъ изверженія. Что же касается *причины* происхожденія вулкановъ, то дать отвѣтъ на этотъ вопросъ гораздо труднѣе, чѣмъ на вопросъ о способѣ ихъ происхожденія. Число гипотезъ, предложенныхъ для рѣшенія этого вопроса, чрезвычайно велико; перечислять ихъ всѣ было бы слишкомъ долго. Скажемъ только, что предполагали (а отчасти и предполагаютъ до сихъ поръ), что подъ земной корой происходитъ какъ бы ожесточенная борьба между высокой температурой и проникнувшей туда водой. Внезапное развитіе паровъ должно вызвать взрывы, подобные взрывамъ въ перегрѣтомъ водяномъ котлѣ. Такимъ образомъ якобы объясняются какъ вулканическія изверженія, существованіе которыхъ предполагаетъ расплавленное огненно-жидкое состояніе внутренности земли, такъ и землетрясенія. Далѣе, достаточно взглянуть на географическую карту, чтобы убѣдиться, что почти всѣ дѣятельные и недавно образовавшіеся вулканы расположены на морскомъ берегу и даже прямо среди моря *). Это обстоятельство, а равно и тотъ фактъ, что водяные

*) Укажемъ на вулканы и вулканическіе острова Средиземнаго моря и Атлантическаго океана (Исландія, Азорскіе, Канарскіе острова, островъ св. Елены и мн. др.) и на рядъ вулкановъ, расположенныхъ въ Великомъ и отчасти Индійскомъ океанѣ.

пары играютъ существенную роль въ вулканической дѣятельности, повидимому, блестящимъ образомъ подтверждали вышеупомянутую теорію. Кромѣ того, извѣстно, что температура земли постепенно повышается съ приближеніемъ къ центру земли; предполагаютъ, что на каждые 30 метровъ повышеніе температуры составляетъ одинъ градусъ по Ц. Но въ такомъ случаѣ уже на глубинѣ 8 миль температура внутреннихъ слоевъ земли должна равняться 2.000° Цельсія. При такой температурѣ большинство горныхъ породъ должно перейти въ расплавленное состояніе; поэтому нашу планету представляли себѣ въ видѣ расплавленнаго огненно-жидкаго шара, окруженнаго тонкой, легко разрывающейся оболочкой. Но при ближайшемъ разсмотрѣніи, такой взглядъ на дѣло представилъ много затрудненій. Кора въ восемь миль толщиной должна считаться несоразмѣрно тонкой по сравненію съ земнымъ шаромъ. Пришлось сдѣлать допущеніе, что земная кора вдвое или втрое толще. Однако и это оказалось недостаточнымъ для устраненія всѣхъ затрудненій: тщательныя наблюденія и вычисленія показали, что земля относится къ притяженію ея солнцемъ и луной не какъ жидкое, а скорѣе твердое тѣло, и что во всякомъ случаѣ толщину земной коры слѣдуетъ считать равной, по крайней мѣрѣ, 200 милямъ. Эти довольно правдоподобные результаты находились однако въ прямомъ противорѣчіи съ допущеніемъ о чрезвычайно высокой температурѣ и вытекающемъ отсюда огненно-жидкомъ состояніи горныхъ породъ на глубинѣ 9, 10 и даже 20 миль подъ поверхностью земли. Казалось невѣроятнымъ, чтобы на глубинѣ 200 и болѣе миль тѣла могли пребывать въ твердомъ состояніи. Но, не говоря о томъ, что мы не знаемъ ничего достовѣрнаго о температурѣ глубокихъ слоевъ земли (наблюденія, сдѣланныя въ буровыхъ скважинахъ, на глубинѣ нѣсколькихъ тысячъ футовъ, недостаточны для какихъ-нибудь заключеній въ этомъ направленіи), необходимо принять во вниманіе то громадное давленіе, подъ которымъ находятся тѣла внутри земли. На глубинѣ 9 миль напр. господствуетъ давленіе въ 19.000 атмосферъ *). т. е. въ 19.000 килограммъ на каждый квадратный сантиметръ. Такъ какъ точка плавленія тѣлъ повышается съ увеличеніемъ давленія, то понятно, что громадное давленіе, подъ которымъ находятся тѣла внутри земли, создаетъ совершенно другія условія, при которыхъ тѣла могутъ остаться въ твердомъ состояніи, несмотря на высокую температуру, значительно превышающую ихъ точку плавленія. Мы знаемъ, что

*) Подъ именемъ «одной атмосферы» подразумѣваютъ давленіе воздуха на предметы, находящіеся на поверхности земли. Оно измѣряется при помощи барометра и на уровнѣ моря равняется 1 килограмму на квадратный сантиметръ.

различныя вещества, напримѣръ парафинъ, находясь подъ высокимъ давленіемъ, легче затвердѣваютъ, чѣмъ при обыкновенныхъ условіяхъ; при пониженіи же давленія подобныя вещества снова переходятъ въ жидкое состояніе. Къ сожалѣнію, мы располагаемъ крайне ограниченнымъ опытомъ въ этомъ направленіи. Если и допустить существованіе огненно-жидкаго ядра, то надо думать, что оно начинается лишь на глубинѣ 200—250 миль; но, въ такомъ случаѣ, совершенно невѣроятно, чтобы жидкія массы могли подняться изъ такой глубины до поверхности земли, не переходя при этомъ въ твердое состояніе. Слѣдовательно, остается допустить, что вулканическій очагъ помѣщается въ самой твердой корѣ. Но какъ же объяснить въ такомъ случаѣ вторичный переходъ въ жидкое состояніе уже затвердѣвшихъ массъ? Рейеръ, Чермакъ и др. слѣдующимъ образомъ разрѣшаютъ этотъ вопросъ. Извѣстно, что расплавленные металлы, лава и др. поглощаютъ большія количества газовъ и снова выдѣляютъ ихъ при переходѣ въ твердое состояніе. То же самое явленіе, вѣроятно, имѣло мѣсто и на нашей планетѣ, когда она представляла собою еще жидкій шаръ. При наступившемъ затѣмъ охлажденіи внутреннихъ частей выдѣленія газовъ не произошло вслѣдствіе громаднаго давленія, подъ которымъ онѣ находились. Но если, благодаря какой-нибудь трещинѣ, идущей въ глубинѣ, давленіе въ этомъ мѣстѣ уменьшается, то массы снова приходятъ въ жидкое состояніе и вмѣстѣ съ тѣмъ выдѣляютъ изъ себя газы и пары. Тогда жидкій матеріалъ подымается кверху частью подъ давленіемъ земной коры, частью подъ давленіемъ паровъ. Вѣроятно, вода, проникающая внутрь съ поверхности земли, тоже играетъ въ данномъ случаѣ существенную роль и вызываетъ сильнѣйшіе взрывы. Принадлежитъ ли при этомъ первенствующая роль именно морской водѣ—еще оспаривается многими геологами на томъ основаніи, что составъ вулканическихъ паровъ совершенно не соотвѣтствуетъ составнымъ частямъ морской воды. Достовѣрно только одно: вулканы расположены надъ трещинами; они существуютъ главнымъ образомъ тамъ, гдѣ произошло пониженіе суши, какъ это имѣетъ мѣсто у южной подошвы Альпъ и Карпатовъ, у Тирренскаго, Эгейскаго, Японскаго морей. Опустившіяся части суши обыкновенно заливаются моремъ въ силу того, что вода занимаетъ всегда самыя низкія мѣста, и такимъ образомъ оказывается, что вулканы находятся вблизи морей. Главная причина заключается здѣсь не въ морской водѣ, а *въ образованіи трещинъ и разрывовъ въ земной корѣ* *) и въ переходѣ въ жид-

*) Образованіе трещинъ въ земной корѣ, какъ будетъ еще выяснено впослѣдствіи, обусловлено постепеннымъ охлажденіемъ и сжатіемъ земли.

кое состояніе отвердѣвшихъ частей и выталкиваніи ихъ на поверхность земли. Дѣйствіе воды, проникнувшей вглубь, играетъ уже второстепенную роль. Близость къ морю многихъ вулкановъ только кажущаяся. «Вулканы Котопакса, Антизана и др., говоритъ Неймайръ, отстоятъ отъ моря на 30 миль и отдѣлены отъ него горнымъ хребтомъ съ вершинами въ 20.000 футовъ вышиной. Вулканъ Томина находится на разстояніи 40 миль отъ океана. Даже Сангай, самый дѣятельный изъ извѣстныхъ намъ вулкановъ на земномъ шарѣ, отдѣленъ отъ моря Андами. Попокатепетль въ Мексикѣ находится на разстояніи 33 миль отъ моря, а Пусмагуйдда въ Ла-Платѣ даже на разстояніи 50 миль отъ моря; такія же большія разстоянія отдѣляютъ отъ океана нѣкоторые вулканы въ Перу и Боливіи».

Не можемъ не остановиться здѣсь на крайне остроумной и раздѣляемой теперь многими геологами теоріи вулканическихъ явленій *Штюбеля*.

Этотъ ученый, большой знатокъ вулкановъ, видитъ основную причину всѣхъ вулканическихъ процессовъ въ расширеніи, которое должна была якобы испытывать огненно-жидкая магма въ теченіе процесса охлажденія. Такимъ образомъ произошелъ панцырный покровъ, который распростерся подъ первоначальной корою остывшей земли. Остатки огненно-жидкой магмы существуютъ внутри панцырнаго покрова еще въ большомъ количествѣ, но пространственно она болѣе тѣсно ограничена и, въ то время, какъ магма, находящаяся въ такихъ близъ лежащихъ («периферическихъ») къ земной поверхности очагахъ, вступаетъ въ стадію увеличенія объема, она производитъ вулканическія изверженія. Штюбель самъ говоритъ въ своей «Рѣчи о мѣстопребываніи вулканическихъ силъ въ настоящее время» (1901) слѣдующее: «Строго придерживаясь кантъ-лапласовской теоріи, необходимо признать причиной всѣхъ вулканическихъ явленій процессъ охлажденія, который происходилъ и происходитъ сейчасъ въ огненно-жидкомъ веществѣ земного шара, чтобы перейти, наконецъ, въ твердое состояніе. Съ затвердѣніемъ вещества угасаетъ вулканическая дѣятельность. Огненно-жидкая масса, поэтому, сама носительница вулканической силы».

Необходимымъ слѣдствіемъ процесса охлажденія является временное выталкиваніе огненно-жидкой магмы изъ внутренности земли на ея поверхность. Это выталкиваніе является неоспоримымъ фактомъ, оно доказано было непосредственнымъ наблюденіемъ.

Какими физическими или химическими процессами вызываются главнѣйшія явленія изверженій, временное выталкиваніе извѣстнаго количества огненно-жидкой магмы, это еще и въ настоящее

время не можетъ быть твердо установлено, но, по всей вѣроятности, причина заключается въ измѣненіи объема, какъ оно обыкновенно происходитъ при всякомъ процессѣ охлажденія. Можно допустить съ большою вѣроятностью, что въ теченіе процесса охлажденія огненно-жидкой магмы наступаетъ стадія молекулярнаго *увеличенія объема*, которая можетъ быть связана съ огромнымъ, все возрастающимъ развитіемъ энергіи, и что, именно, этою-то стадіею и обусловливается временное выступаніе наружу расплавленной матеріи.

Къ этому мощному выступанію присоединяется второй факторъ—въ общемъ огромное содержаніе газовъ въ расплавленномъ веществѣ. Всякій разъ, когда вслѣдствіе постепеннаго просверливанія выхода наступаетъ уменьшеніе давленія на глубинную магму, происходитъ настоящее вскипаніе ея, несмотря на ея высокій удѣльный вѣсъ, потому что она, какъ это можно доказать и для ея твердаго состоянія, сплошь пропитана газомъ. Это свойство внезапнаго вскипанія имѣетъ своимъ слѣдствіемъ, съ другой стороны, столь же внезапное сокращеніе объема, какъ скоро отдана часть газовъ.

«Хотя до сихъ поръ еще не было сдѣлано попытки установить экспериментально оба эти свойства огненно-жидкаго вещества,—молекулярную расширяемость и расширяемость газовъ, а также и границы ихъ отношеній въ отдѣльности и во взаимномъ дѣйствіи, однако мы въ правѣ утверждать, говоритъ Штюбель, что вулканическія явленія могутъ быть удовлетворительно объяснены на основаніи такого отношенія во всей совокупности ихъ проявленія. И мы будемъ придерживаться этой гипотезы до тѣхъ поръ, пока не будетъ доказана ея неправильность или ея мѣсто не заступитъ болѣе основательное объясненіе». И въ другомъ мѣстѣ Штюбель поясняетъ: «Первое пробужденіе периферическаго очага, повидимому, всегда связано съ наиболѣе разрушительными проявленіями, всѣ позднѣйшія дѣйствія того же очага по силѣ остаются далеко позади; поэтому гора, которую этотъ очагъ смогъ создать во все время своего существованія, была уже почти окончена въ своемъ строеніи при первомъ пробужденіи его дѣйствія. Множество периферическихъ очаговъ навсегда истощили свою силу послѣ одного изверженія. Отсюда-то безчисленное множество погасшихъ вулканическихъ горъ всевозможныхъ размѣровъ». У другихъ вулканическихъ горъ должна была наступить очень длинная «пауза послѣ первичнаго истощенія», но затѣмъ, во время второго изверженія, былъ установленъ легко проходимый путь сообщенія въ видѣ какъ бы шахты, «благодаря которой даже самые незначительные процессы въ очагѣ обнаруживались уже на земной поверхности. Доказательствомъ двукратнаго главнаго дѣйствія многихъ очаговъ служитъ образо-

ваніе двойныхъ горъ типа Сомма-Везувій, которое повторяется съ удивительнымъ постоянствомъ во всѣхъ вулканическихъ областяхъ».

Противники теоріи Штюбеля слабѣйшимъ пунктомъ ея считаютъ неспособность ея доказать, что магма дѣйствительно вступаетъ при охлажденіи въ стадію расширенія, и такъ какъ этотъ вопросъ едва ли можетъ съ увѣренностью быть разрѣшенъ экспериментально, то трудно достигнуть окончательнаго рѣшенія за или противъ данной теоріи. Самое замѣчательное въ теоріи Штюбеля—это положеніе о насильственномъ происхожденіи вулканическихъ горъ, сводящемся на единственное изверженіе, между тѣмъ какъ, согласно Пуллетъ-Скорпу, мы привыкли здѣсь видѣть процессъ образованій, которыя происходятъ вслѣдствіе постепеннаго насыпанія или многократнаго изліянія лавы.

Между тѣмъ какъ Штюбель исходитъ изъ наблюденія фактическихъ отношеній и отсюда дѣлаетъ свои выводы, *Сванте Арреніусъ* (Svante-Arrhenius) опирается болѣе на теоретическія соображенія. Соотвѣтственно своимъ воззрѣніямъ на характеръ земной внутренности, онъ ищетъ очагъ вулканическихъ явленій не въ земной корѣ, а поясѣ огненно-жидкой каменной магмы. Въ послѣднюю проникаетъ въ газообразномъ видѣ вода и ею поглощается. Объемъ магмы увеличивается при этомъ на объемъ поглощенной воды. Магма поднимается по вулканической трубѣ, и когда эти массы, содержащія въ себѣ воду, достигаютъ среды съ меньшимъ давленіемъ, близкимъ къ нашему атмосферному, то происходятъ взрывы паровъ; когда же вслѣдъ за этимъ послѣдуетъ охлажденіе, то наступаетъ снова покой. Если труба очень широка, то сильныхъ взрывовъ не происходитъ, только на поверхность съ трескомъ вылетаютъ вырывающіеся пары и медленно изливается лава. Арреніусъ пытается точно такъ же свести механическіе процессы движенія магмы къ простымъ основнымъ причинамъ, сравнивая при этомъ дѣятельность вулкановъ съ гейзерами, какъ онъ объясняетъ и химическія измѣненія внутри магмы тѣмъ, что вода при очень высокой температурѣ дѣйствуетъ, какъ крѣпкая кислота, которая можетъ выдѣлить кремневую кислоту изъ ея соединеній, при пониженіи же температуры процессъ идетъ въ обратномъ порядкѣ. Допуская такіе химическіе процессы, можно легче понять и различіе въ химическомъ составѣ, а именно различія содержанія кремневой кислоты въ лавѣ, происходящей изъ одного и того же вулкана. Если химическія идеи Арреніуса вполнѣ современны, говоритъ Запперъ, то его мнѣніе, что вулканы должны находиться вблизи моря и питаться его водами, напоминаетъ что-то ужъ слишкомъ устарѣлое, такъ же какъ и его представленіе о томъ, что трещины проходятъ черезъ всю земную кору до пояса расплавленной

магмы. Такъ какъ между послѣдней и твердой земной корой долженъ находиться довольно широкій переходный поясъ вязкой, полутвердой массы, то трудно понять, какимъ образомъ трещина могла бы остаться на протяженіи всего этого слоя открытой. Гораздо легче, напротивъ, представить себѣ, что трещина можетъ достигнуть близко лежащаго къ поверхности очага магмы, и тотъ фактъ, что туфовыя трубки швабскихъ «вулкановъ-эмбріоновъ» часто обладаютъ чрезвычайно малымъ діаметромъ, повидимому, дѣйствительно указываетъ на очагъ магмы, находящійся очень не глубоко отъ земной поверхности. За существованіе не глубоко лежащихъ «периферическихъ очаговъ» говоритъ также, по мнѣнію Штюбеля, большая неравномѣрность въ увеличеніи теплоты по мѣрѣ углубленія въ почву въ разныхъ мѣстахъ земной поверхности. Въ то время, какъ въ нѣкоторыхъ мѣстахъ при углубленіи на каждые 12 метровъ слѣдуетъ увеличеніе температуры на 1° Ц., въ другихъ это происходитъ только съ углубленіемъ на 60—70 метровъ; въ большинствѣ же случаевъ повышеніе температуры на 1° Ц. слѣдуетъ при углубленіи на 25—35 метровъ.

Всякому, кто вмѣстѣ съ Штюбелемъ допуститъ «периферическіе очаги магмы», очень легко будетъ понять также и безпорядочное расположеніе группы вулкановъ. При незначительной глубинѣ очага весьма понятно, что взрывчатыя проявленія магмы открываютъ себѣ путь черезъ относительно тонкую часть земной коры, пробивая взрывомъ трубки или расщелины въ видѣ пропастей, а также и цѣлую систему пропастей и трещинъ. Размѣръ и значеніе очага магмы ясно обнаруживаются въ протяженіи вулканической области и въ объемѣ вулканическихъ образованій. Поразительное расположеніе вулкановъ по берегамъ Великаго океана не такъ легко, однако, можетъ быть объяснено случайнымъ скопленіемъ периферическихъ очаговъ въ этой береговой зонѣ; здѣсь слѣдуетъ окончательно допустить первоначальную связь между распредѣленіемъ вулкановъ и проваломъ мощнаго океаническаго бассейна.

Правда, вулканы совсѣмъ не расположены непрерывной цѣпью, въ непосредственной близости къ морю. Напротивъ, между отдѣльными вулканическими областями существуютъ значительные пробѣлы, удаленіе нѣкоторыхъ вулкановъ отъ моря достигаетъ сотенъ километровъ, расположеніе въ рядъ только рѣдко выражено такъ ясно, какъ въ средней Америкѣ; однако, вопреки этому, можно замѣтить болѣе или менѣе широкую полосу, которая изобилуетъ вулканами, расположенными вдоль берегового излома Тихаго океана. Можно, конечно, представить себѣ приблизительно, что, при провалѣ такого огромнаго океана, периферическая магма посредствомъ особаго рода вдавливанія была втиснута въ нѣдра зем-

ной коры и нашла себѣ мѣсто для изверженія внутри поясообразной полосы, вслѣдствіе ея наименьшаго сопротивленія и сильнаго потрясенія и перемѣщенія въ ея пластахъ. Подобнымъ же образомъ можетъ быть объяснено возникновеніе вулкановъ въ центральныхъ областяхъ Африки.

Въ общемъ, слѣдуетъ признать, что полное объясненіе вулканической дѣятельности принадлежитъ еще далекому будущему.

---

Въ вулканическихъ странахъ, наряду съ выдѣленіемъ угольной кислоты (мофеты), водяныхъ и сѣрнистыхъ паровъ (фумаролы и сольфатары), очень частое явленіе составляютъ горячіе ключи. Многіе изъ нихъ, подобно вулканамъ, представляютъ періоды сравнительно повышенной дѣятельности (изверженія) рядомъ съ промежутками полнаго покоя. Такіе источники получили названіе *гейзеровъ*. Самые извѣстные изъ нихъ находятся въ Исландіи, въ Уайомингѣ (Сѣверная Америка) и въ Новой Зеландіи.

Извѣстный геологъ Вальтерсгаузенъ слѣдующимъ образомъ описываетъ большой гейзеръ въ Исландіи. «Вокругъ гейзера мало-по-малу отложился толстый слой кремневыхъ осадковъ. Горизонтальныя наслоенія этихъ осадковъ образовали вокругъ гейзера довольно плоскій конусъ, изъ средины котораго идетъ вертикально въ глубину цилиндрическій каналъ. Верхняя часть конуса представляетъ собою плоскій бассейнъ, въ 17 метровъ въ поперечникѣ, въ срединѣ котораго находится каналъ съ діаметромъ втрое меньшимъ; вертикальныя стѣнки его идутъ въ глубину на протяженіи 23,5 метра. Въ высшей степени вѣроятно, что, начиная отсюда, дальше развѣтвляются скрытые каналы. Въ обыкновенное время бассейнъ наполненъ прозрачной, зеленоватой водой, температура которой на поверхности составляетъ 82° по Ц. Эта вода тремя ручейками стекаетъ по восточному склону конуса. Вдругъ раздается подземный гулъ, который хотя и несравненно слабѣе подземнаго грома, предшествующаго вулканическимъ изверженіямъ, но несомнѣнно напоминаетъ его. Въ то же время поверхность конуса, окружающаго гейзеръ, приходитъ въ колебательное движеніе, продолжающееся нѣсколько секундъ, ослабѣвающее и затѣмъ снова начинающееся съ удвоенной силой. Одновременно съ этимъ вода въ бассейнѣ повышается, изъ нея поднимаются огромные пузыри газовъ, они лопаются на поверхности и подбрасываютъ воду на нѣсколько метровъ въ вышину. Затѣмъ наступаетъ тишина, густые бѣлые клубы пара окутываютъ весь гейзеръ. Эти явленія, чередуясь черезъ правильные промежутки времени—въ 20, 30, 60 минутъ, повторяются безпрерывно въ теченіе дня и болѣе, пока дѣятельность гейзера не вступаетъ вне-

запно въ новый фазисъ. Изъ глубины доносятся сильные громовые раскаты, вода въ бассейнѣ поднимается, бурлитъ, высокія волны бороздятъ ея поверхность, на которой безпрерывно лопаются огромнѣйшіе пузыри, и черезъ нѣсколько мгновеній столбъ тонкой, ослѣпительно бѣлой, водяной пыли взлетаетъ на воздухъ; онъ достигаетъ 80—100 футовъ высоты, и прежде чѣмъ водяная пыль начнетъ стекать обратно внизъ, изъ гейзера брызжетъ новый фонтанъ, за нимъ третій, все выше и выше. По всѣмъ направленіямъ бьютъ струи воды, подобно ракетамъ фейерверка:

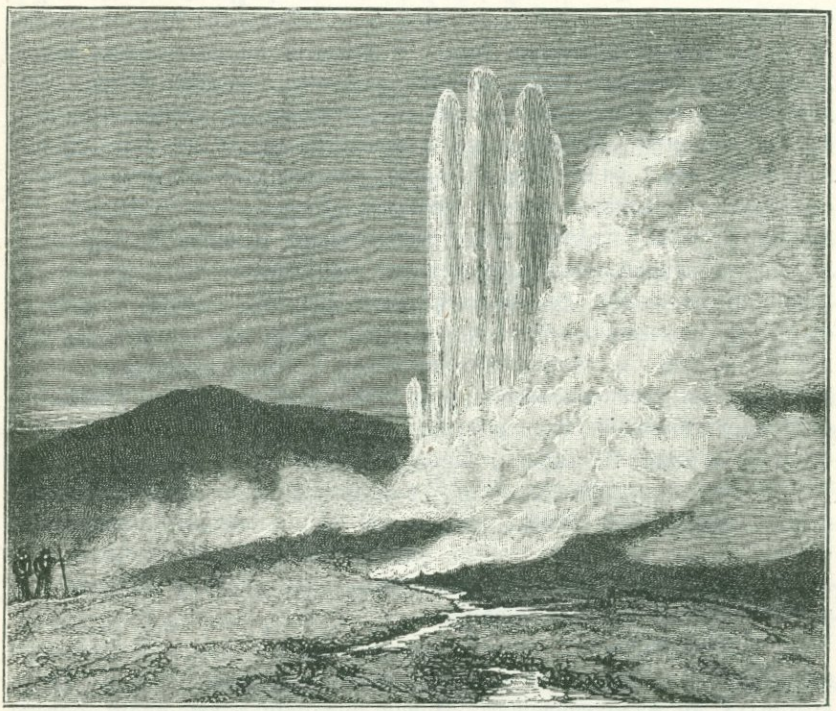


Рис. 44. Изверженіе гейзера Строккуръ (въ Исландіи).

огромные клубы пара стелятся въ воздухѣ, застилая брызжущіе фонтаны. Еще одинъ толчокъ, еще одинъ подземный ударъ, вслѣдъ за нимъ на воздухъ высоко взлетаетъ остроконечный столбъ воды, и вдругъ — все провалилось, исчезло изъ глазъ, какъ фантастическія видѣнія ночи при свѣтѣ наступающаго дня. Еще не успѣли густые клубы пара разсѣяться въ воздухѣ, еще не успѣла пѣнящаяся вода сбѣжать по склонамъ гейзера, какъ изумленнымъ глазамъ зрителя представляется пустой бассейнъ, покрытый лишь пепельно-сѣрымъ осадкомъ, и только въ центральномъ каналѣ, на

глубинѣ двухъ метровъ, виднѣется спокойная, неподвижная поверхность воды».

Среди различныхъ гипотезъ, предложенныхъ для объясненія этого удивительнаго явленія, наиболѣе правдоподобной является гипотеза знаменитаго гейдельберскаго профессора Бунзена. По этой гипотезѣ горячіе источники нагрѣваютъ сосѣдніе слои воды до температуры, значительно превышающей 100° по Ц., т. е. выше точки кипѣнія. Наблюденія дѣйствительно показали, что на днѣ канала температура воды достигаетъ 123°—127° по Ц. Какъ извѣстно, вода при атмосферномъ давленіи превращается въ парообразное состояніе, будучи нагрѣта до 100° по Ц.; при повышенномъ же давленіи нужна болѣе высокая температура для перехода воды въ паръ, что и имѣетъ мѣсто въ каналѣ гейзера. При достаточно высокой температурѣ въ какой-нибудь точкѣ водяного столба наконецъ начинается превращеніе воды въ паръ, и поверхность воды начинаетъ бурлить; происходятъ взрывы, выбрасывающіе на воздухъ часть воды, вслѣдствіе чего давленіе понижается и перегрѣтая вода моментально развиваетъ огромное количество паровъ—происходитъ второй взрывъ въ видѣ бѣлаго пѣнящагося столба, бьющаго кверху. Взрывы быстро слѣдуютъ одинъ за другимъ до тѣхъ поръ, пока не произойдетъ достаточное охлажденіе и уменьшеніе напряженія водяныхъ паровъ. Тогда дѣятельность гейзера истощается. Это явленіе, кромѣ соотвѣтствующей высокой температуры, находится въ зависимости отъ ширины и глубины канала. Каналъ же въ свою очередь формируется, подобно каналу, кратеру и конусу вулкана, благодаря дѣйствію извергаемой воды, которая во время каждаго изверженія осаждаетъ на стѣнкахъ часть растворенныхъ минеральныхъ веществъ, главнымъ же образомъ кремневую кислоту (кремнистый туфъ, опаловидныя образованія).

Въ Національномъ паркѣ въ Уайомингѣ (Сѣверной Америкѣ) насчитываютъ нѣсколько тысячъ теплыхъ источниковъ, въ числѣ которыхъ не мало гейзеровъ. Новая Зеландія также очень богата ими; тамъ особенной славой пользуются долина Вайкато и озеро Ротомагана. Вотъ что разсказываетъ Гохштеттеръ объ озерѣ Ротомагана. «Мы остановились на маленькомъ скалистомъ островкѣ Пуой, гдѣ построено нѣсколько хижинъ для туристовъ. Но врядъ ли кто-нибудь рѣшился бы провести здѣсь хоть одну ночь, если бы онъ не зналъ, что здѣсь цѣлыми недѣлями живали туристы. Ощущеніе такое, какъ будто сидишь въ кратерѣ дѣйствующаго вулкана: со всѣхъ сторонъ безпрерывно раздается свистъ, шипѣніе, ревъ, грохотаніе. Почва подъ ногами горяча; повсюду кругомъ бьютъ струи горячей воды, въ безчисленныхъ мѣстахъ подымаются водяные пары. Достаточно было вырыть маленькое углубленіе въ землѣ

или очистить разсѣлину скалы отъ отложившихси на ней осадковъ, и передъ нами была естественная печь, въ которой мы варили на пару картофель и мясо, подостлавши подъ нихъ листья папоротника. Наиболѣе интересными представляются восточные берега Ротомагана; здѣсь находятся самые значительные горячіе источники, которымъ озеро обязано своей извѣстностью. Первое мѣсто между ними занимаетъ источникъ Тетарата. Этотъ кипящій источникъ съ своими террасами, сбѣгающими до самаго озера, представляетъ одно изъ удивительнѣйшихъ зрѣлищъ. На высотѣ 80 футовъ надъ поверхностью озера, въ кратеровидномъ котлѣ лежитъ главный бассейнъ источника. Онъ наполненъ прозрачной водой, кажущейся совершенно голубой. Огромные клубы пара безпрестанно клубятся надъ поверхностью воды, отчасти застилая ее. Мой проводникъ разсказывалъ мнѣ, что временами вся эта масса выбрасывается изъ бассейна съ невѣроятной силой и что пустой бассейнъ очень скоро наполняется водой.

«Было бы очень интересно, если бы эти показанія подтвердились, потому что въ такомъ случаѣ оказалось бы, что источникъ Тетарата есть не что иное, какъ гейзеръ, дѣйствующій черезъ большіе промежутки времени и, можетъ быть, превосходящій размѣрами своей дѣятельности изверженія знаменитаго большого гейзера въ Исландіи».

«Вода этого источника отлагаетъ на своемъ пути кремнистый осадокъ, на подобіе исландскихъ гейзеровъ; сбѣгая изъ источника по склону холма, она образовала рядъ террасъ, словно высѣченныхъ изъ бѣлоснѣжнаго мрамора, превосходящихъ по своей красотѣ всякое описаніе. Эти террасы производятъ впечатлѣніе внезапно окаменѣвшаго водопада».

Среднее мѣсто между настоящими вулканами и гейзерами занимаютъ *грязевые вулканы* (или сальзы). Они извергаютъ не расплавленную лаву, а только грязь.

Грязевые вулканы весьма невысоки; обыкновенно высота ихъ конуса не превышаетъ одного метра, рѣдко достигаетъ 4—7 метровъ и еще рѣже 100—150 метровъ; они такъ же, какъ и обыкновенные вулканы, несутъ на своей вершинѣ кратеръ, изъ котораго поднимаются огромные голубовато-черные пузыри; пузыри эти лопаются и выбрасываютъ на высоту нѣсколькихъ метровъ (10—12) жидкую грязь, которая и накопляется по краямъ кратера. Вмѣстѣ съ грязью, въ которой довольно много заключается поваренной соли, сѣрнокислыхъ солей натрія и магнія, а также и петролеума, сальзы извергаютъ и разнообразные газы.

Продукты, извергаемые грязевыми вулканами, чаще холодные, но иногда достигаютъ температуры 40—43° Ц.

При началѣ дѣятельности грязеваго вулкана иногда слышны

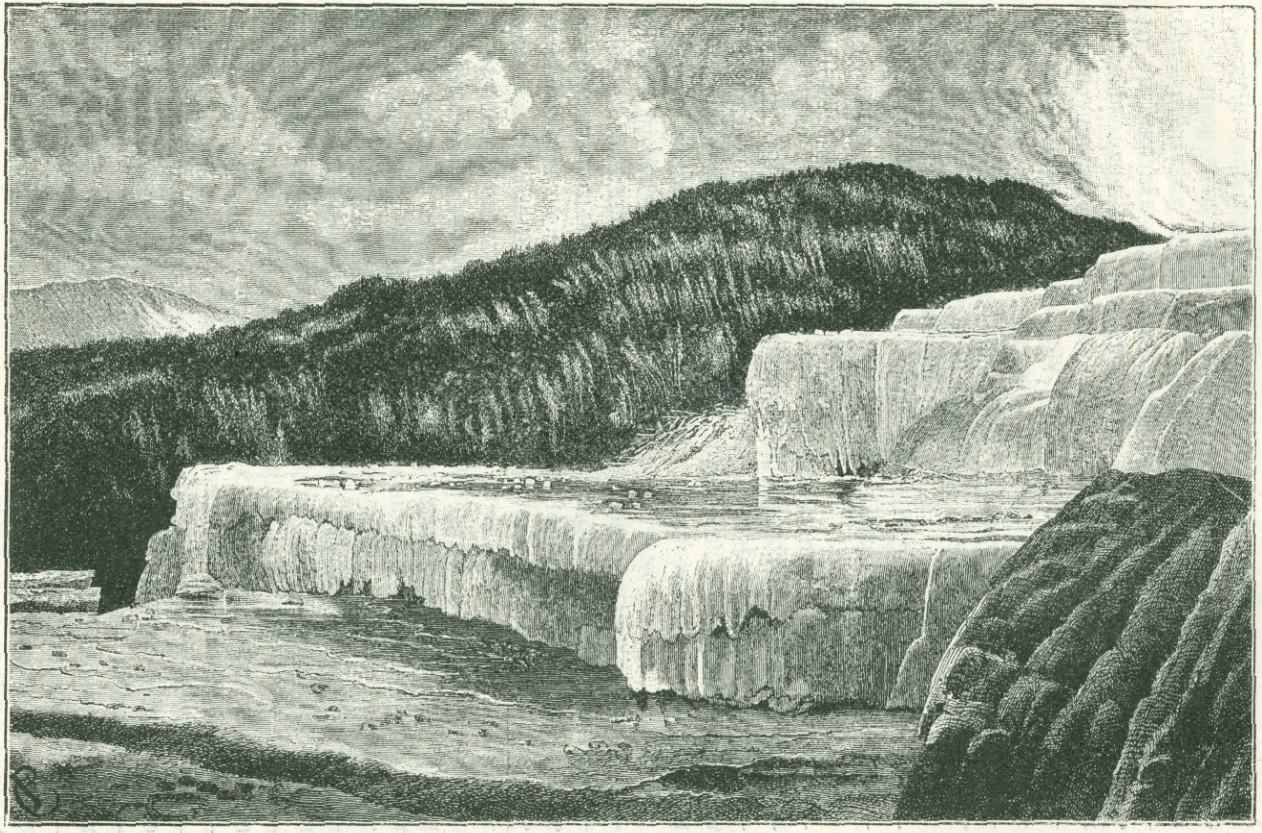


Рис. 45. Террасы источника Тетарата въ Новой Зеландіи.

слабые подземные удары; кратеръ мало-по-малу наполняется грязью; вырывающіеся газы начинаютъ выбрасывать куски ея, округленныя въ формѣ бомбъ; наконецъ, грязь находитъ себѣ выходъ въ какомъ-нибудь низкомъ мѣстѣ кратера и изливается въ видѣ потока.

Мѣстонахожденіе сальзъ не ограничивается однѣми вулканическими странами, но, по весьма непонятнымъ причинамъ, они чаще всего встрѣчаются именно въ этихъ странахъ. Интересныя явленія этого рода можно наблюдать въ юго-восточной Россіи между Чернымъ и Каспійскомъ морями, особенно въ окрестностяхъ Баку, извѣстныхъ своими нефтяными источниками.



Рис. 46. Грязевые вулканы Турбако (Новая Гренада).

На Таманскомъ полуостровѣ, между г. Таманью и Сукурскимъ, находятся два постоянно дѣйствующихъ грязевыхъ вулкана.

Для образованія грязеваго вулкана,—пишетъ Неймайръ,—необходимо сочетаніе опредѣленныхъ условій: струя газа, поднимающаяся изъ извѣстной глубины, должна встрѣтить на своемъ пути водяную струю и, смѣшавшись съ ней, пройти сквозь легко разрушаемыя горныя породы. Если газъ не встрѣчаетъ при своемъ прохожденіи кверху водяной струи, то получается не грязевый вулканъ, а изверженіе однихъ газовъ, примѣромъ котораго могутъ служить бакинскіе огни. Если газъ и вода, смѣшавшись другъ съ другомъ, проходятъ не сквозь глинистые пласты, то они выходятъ на поверхность земли просто въ видѣ источника съ большимъ содержаніемъ газовъ. Если напр. Карлсбадскій источникъ

проходилъ бы не черезъ гранитъ, а черезъ глинистые пласты, то онъ вышелъ бы на поверхность въ видѣ изверженій грязеваго вулкана.

Очень интересныя явленія подобнаго рода можно наблюдать въ Пенсильваніи, въ области мѣсторожденія петролеума. И здѣсь,



Рис. 47. Газо-водяной гейзеръ около г. Канъ, въ Пенсильваніи.

какъ и въ кавказскихъ мѣсторожденіяхъ нефти, выходятъ на поверхность огромныя массы углеводорода; онѣ часто присоединяются къ источникамъ воды, но здѣсь нѣтъ мягкихъ пластовъ, изъ которыхъ онѣ могли бы извлекать грязь. Примѣромъ такихъ изверженій можетъ служить газово-водяной гейзеръ вблизи г. Канъ, въ Пенсильваніи. Здѣсь было произведено буреніе почвы на глу-

бину 2.000 футовъ, и изъ буровой скважины черезъ каждыя 13 минутъ (1879 г.) бьетъ фонтаномъ струя воды и газа, вышиной въ 100—150 ф., причемъ газы нерѣдко воспламеняются, потухаютъ, снова воспламеняются и т. д.

Совершенно своеобразны небольшія правильныя изверженія нѣкоторыхъ вулкановъ, кратеръ которыхъ составляетъ бассейнъ озера. «Неизгладимыми чертами, говоритъ Запперъ, запечатлѣлось въ моемъ мозгу величественное зрѣлище, которымъ я наслаждался при восхожденіи на вулканъ Поасъ (Poas) въ Костарика. Нѣсколько часовъ мы съ проводникомъ и носильщикомъ восходили на гору среди роскошнаго дѣвственнаго лѣса; наконецъ, склоны горы стали менѣе круты, мы вступили на альпійскую лужайку и вскорѣ затѣмъ увидали влѣво отъ насъ большую, лишенную растительности, побѣлѣвшую равнину; еще два шага—и мы стояли въ изумленіи на краю огромнаго котловиднаго кратера, на высотѣ 250 метр. Въ глубинѣ его, на 230 метр. подъ нашими ногами, лежало небольшое озеро, бѣлое, какъ молоко. Озеро находилось въ широкомъ кругообразномъ движеніи и изъ него поднимались легкія облака пара. Огромныя крутыя стѣны кратера побѣлѣли и были лишены всякой растительности. Грандіозная картина, исполненная дикой прелести, ея сѣрые и бѣловатые тоны какъ-то особенно своеобразно и рѣзко отдѣлялись отъ темной зелени окружающихъ лѣсовъ. Въ то время какъ мы смотрѣли внизъ, въ глубокую котловину этого удивительнаго кратера, мы вдругъ замѣтили, какъ изъ средины молочнаго озера поднялись облака ила, достигли его поверхности и, наконецъ, съ глухимъ шумомъ стали бить большимъ ключомъ на 5—7 метровъ въ высоту. Отъ этого фонтана исходили правильные круги волнъ и съ пѣной разбивались о причудливо-зубчатые берега молочнаго озера. Зрѣлище продолжалось едва ли минуту; затѣмъ мы услышали сильный шумъ, и одновременно весь котловидный кратеръ наполнился огромными бѣлыми облаками пара, которыя, захваченныя вверху пассатнымъ вѣтромъ, унеслись далеко къ югу, выбѣливая на своемъ пути камни и препятствуя появленію всякой зеленой растительности. Длинною полосою тянулся этотъ удушливый паръ, а озеро мирно разстилалось у нашихъ ногъ, и снова наблюдалось на немъ тихое вращательное движеніе, затѣмъ опять, черезъ неправильныя паузы отъ $^1/_2$ до 1 часа, повторялись взрывы и т. д.

Не безъ труда спустились мы по очень крутымъ, изрытымъ потоками воды, стѣнамъ кратера къ озеру, и тутъ я могъ установить, что оно состояло изъ очень насыщенной кислотою воды и получило свой бѣлый, какъ молоко, видъ отъ тончайше размельченныхъ частичекъ сѣры. Температура озера (въ мартѣ 1899 г.) была $+ 59^0$. Во времена сильнаго возбужденія температура его

значительно поднимается, фонтанъ ила бьетъ стройнымъ столбомъ, который въ 1888—1889 годахъ нерѣдко возвышался болѣе чѣмъ на 60 метровъ надъ уровнемъ озера. Въ цѣломъ—это гейзероподобное явленіе, гдѣ поднятый со дна черный илъ составляетъ разительный контрастъ съ бѣлизною озера.

## ГЛАВА XI.

### Землетрясенія.

Громадное число землетрясеній.—Организація правильныхъ наблюденій надъ землетрясеніями.—Толчки.—Продолжительность колебанія.—Размѣры и быстрота распространенія.—Предвѣстники и причины землетрясеній.

Землетрясенія принадлежатъ къ разряду наиболѣе грозныхъ явленій природы. Число землетрясеній, извѣстныхъ на земномъ шарѣ, неимовѣрно велико. Клуге насчитываетъ отъ 1850—1857 г. 4.620 землетрясеній, изъ числа которыхъ на одну Вестфалію приходится 1.005. Въ 1880 году въ Швейцаріи ощущались 59 подземныхъ толчковъ, а въ 1881 году—166, т. е. почти втрое больше. По даннымъ Н. Шмидта, въ греческой провинціи Фокисъ съ 1870 до 1873 года произошло 300—320 разрушительныхъ землетрясеній и нѣсколько тысячъ болѣе слабыхъ. «Можно утверждать безъ всякаго преувеличенія,—говоритъ Фуксъ,—что поверхность земли постоянно находится въ колебательномъ движеніи въ какой-либо точкѣ». Что это дѣйствительно такъ, доказывается крайне чувствительными инструментами,—сейсмометрами и сейсмографами, устанавливаемыми на различныхъ станціяхъ для наблюденія землетрясеній. Въ 1870 году въ Италіи подземными толчками было разрушено около 2.225 зданій, убито и ранено нѣсколько сотъ человѣкъ, несмотря на то, что, въ сущности, въ томъ году тамъ не было ни одного сильнаго землетрясенія. Для науки эти многочисленныя слабыя землетрясенія имѣютъ гораздо большее значеніе, чѣмъ грандіозныя разрушительныя, но, къ счастью для человѣчества, рѣдкія катастрофы, потому что только первыя дѣлаютъ возможными спокойныя, точныя наблюденія. Чѣмъ больше будетъ точныхъ наблюденій въ этой области, тѣмъ скорѣе мы подвинемся къ разрѣшенію вопроса о причинѣ землетрясеній. Для достиженія успѣха въ этомъ направленіи нужны соединенныя усилія многихъ. Поэтому и въ нѣкоторыхъ странахъ—если не ошибаемся, иниціатива въ этомъ дѣлѣ принадлежала Швейцаріи—наблюденія надъ землетрясеніями организованы такимъ образомъ, что во главѣ каждой наблюдательной станціи находится свѣдущій спеціалистъ, имѣющій въ своемъ распоряженіи нѣсколько помощниковъ и привлекающій къ участію въ наблюденіяхъ надъ земле-

трясеніями всѣхъ интеллигентныхъ жителей своего участка. Для передачи свѣдѣній обращаются къ содѣйствію редакцій газетъ, начальниковъ желѣзнодорожныхъ, почтовыхъ и телеграфныхъ станцій. Краткія инструкціи о сущности и способѣ производства наблюденій надъ землетрясеніями раздаются желающимъ.

Сотрясенія почвы, происходящія во время землетрясенія, раздѣляются на *толчкообразныя* и *волнообразныя* движенія.

Толчкообразныя движенія, распространяясь въ боковомъ направленіи, переходятъ нерѣдко въ волнообразныя колебанія. Отдѣльные толчки могутъ имѣть вертикальное направленіе снизу кверху, или же они принимаютъ косое, часто даже горизонтальное направленіе. Вотъ нѣсколько примѣровъ толчкообразныхъ сотрясеній. «Въ 1783

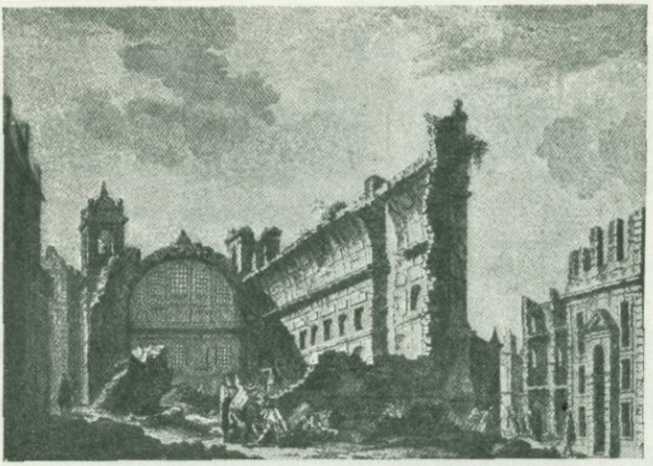


Рис. 48. Разрушительныя дѣйствія Лиссабонскаго землетрясенія въ 1755 г.

году въ Калабріи,—говоритъ Геймъ,—вершины горы начали качаться вверхъ и внизъ, многіе дома вмѣстѣ со своими фундаментами были подброшены кверху, и камни мостовой взлетали на воздухъ подобно пушечнымъ ядрамъ. Въ Ріобамба (Эквадоръ, Южная Америка) въ 1797 году мертвецы были выброшены изъ могилъ, люди сотнями подбрасывались на воздухъ и замертво падали на высокій холмъ, находившійся на другомъ берегу рѣки. Но и волнообразное землетрясеніе нисколько не уступаетъ по своей губительной силѣ толчкообразнымъ сотрясеніямъ почвы, какъ это видно изъ нижеслѣдующихъ примѣровъ. Въ 1783 году деревья въ Калабріи раскачивались съ такой силой, что вѣтви ихъ, ударяясь о землю, обламывались. Тамъ, гдѣ деревья тянулись длинными аллеями, можно было издали видѣть волнообразное распростране-

ніе движенія. Въ 1811 году въ Миссури лѣса колебались, какъ нива подъ порывомъ вѣтра. Въ 1870 г. въ Китаѣ земля начала колебаться на подобіе волнующагося моря.

«Сильныя землетрясенія очень часто сопровождаются образованіемъ трещинъ, нерѣдко, впрочемъ, снова закрывающихся. 7-го іюня 1892 года на островѣ Ямайкѣ, въ Портъ-Рояль, образовались трещины, поглощавшія людей и иногда снова выбрасывавшія своихъ жертвъ. Въ Лиссабонѣ въ образовавшуюся во время землетрясенія трещину провалилась мраморная набережная со всѣми людьми, столпившимися на ней въ надеждѣ найти тамъ спасеніе».

Нѣкоторыя землетрясенія совершенно измѣняютъ характеръ мѣстности. Напр., при землетрясеніи въ Розарно и Калабріи въ



Рис. 49. Воронкообразные провалы у Розарно въ Калабріи, образовавшіеся во время землетрясенія въ 1783 г.

1783 г. вершины многихъ горъ обрушились и мѣстами закрыли доступъ, мѣстами совершенно завалили долины или преградили теченіе воды; во многихъ мѣстахъ образовались небольшіе озера и пруды. У Розарно образовалось около 50 подобныхъ бассейновъ. Провалы эти воронкообразной формы, съ краями изорванными лучеобразно идущими трещинами; они до верху оказались наполненными водой.

Число человѣческихъ жертвъ при нѣкоторыхъ землетрясеніяхъ достигало многихъ тысячъ. Во время землетрясенія въ Каракасѣ 26-го марта 1812 года въ теченіе нѣсколькихъ минутъ погибло свыше 20.000 человѣкъ. Въ 526 году въ Сиріи и Малой Азіи погибло болѣе 100.000 жертвъ; въ 1707 году въ Японіи погибло 200.000 человѣкъ.

Иногда достаточно одного или нѣсколькихъ подземныхъ толчковъ для того, чтобы причинить самыя ужасныя опустошенія; часто все землетрясеніе продолжается не долѣе нѣсколькихъ минутъ и даже секундъ. Каракасъ былъ разрушенъ до основанія въ теченіе 30 секундъ, а Лиссабонъ—въ теченіе 5 минутъ. Во время землетрясенія, бывшаго въ Эквадорѣ 16-го августа 1868 года, въ теченіе 15 минутъ было погребено 7.000 жителей. Казамичіола на Искіи была разрушена до основанія въ 1883 году однимъ подземнымъ толчкомъ, направленнымъ снизу вверхъ. Но часто землетрясеніе продолжается гораздо дольше.

28-го мая 1887 г. произошло сильное землетрясеніе въ г. Вѣрномъ. Оно началось подземными ударами въ 5 ч. утра, и за-

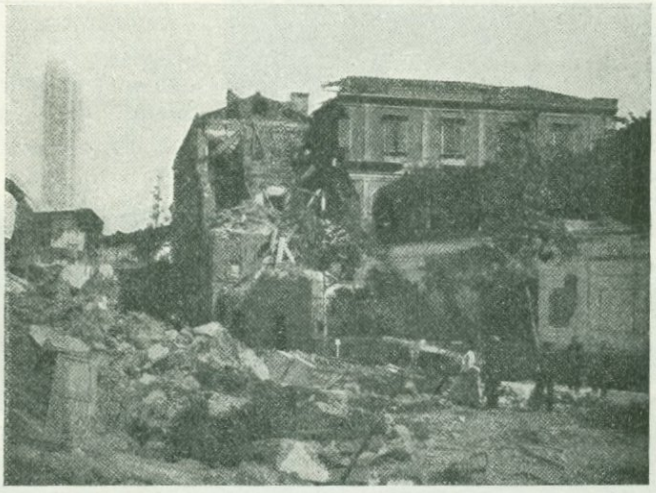


Рис. 50. Дѣйствіе землетрясенія въ 1883 г. на островѣ Искіи.

тѣмъ колебанія ощущались до 26-го іюля. Масса домовъ была разрушена, станица Каскаленъ совершенно уничтожена, по дорогѣ къ ней образовались провалы до 1 м. шириной, причемъ во многихъ изъ нихъ показалась вода. Даже на Аксаѣ, въ 14 верстахъ отъ Вѣрнаго, вся земля покрылась трещинами, и изъ нихъ вылетали струи воды. Въ станицахъ, на поляхъ убито много людей и скота. Въ самомъ Вѣрномъ сохранились кое-гдѣ только невысокіе деревянные дома.

Интересно, что подъ вліяніемъ землетрясеній нѣкоторые предметы перемѣщаются относительно первоначальнаго своего положенія. Особенно часто это замѣчали на памятникахъ, колоннахъ, сложенныхъ изъ нѣсколькихъ частей; такъ напр., каменная ко-

лонна въ г. Вѣрномъ, изображенная на прилагаемомъ рисункѣ, повернулась на 7°.

Иногда многочисленные подземные толчки слѣдуютъ одинъ за другимъ въ теченіе продолжительнаго времени. Сотрясенія земли, разрушившія въ 1870 году Рокасъ, продолжались 3 года подъ рядъ. По вычисленіямъ Юлія Шмидта, на три первые дня приходилось 86.000 колебаній, а на пять послѣднихъ мѣсяцевъ 1870 года—около 500.000 сотрясеній и звуковыхъ явленій, «включая сюда самыя слабыя колебанія и звуковыя явленія, которыя могли быть различаемы только ночью». «Такъ какъ землетрясеніе,—продолжаетъ дальше Шмидтъ,—продолжалось $3^1/_2$ года, то можно сказать безъ преувеличенія, что въ эпицентрѣ *) возникаетъ отъ $^1/_2$ до $^3/_4$



Рис. 51. Татарская мечеть, разрушенная во время Вѣрненскаго *землетрясенія* 28 мая 1887 г.

милліона сотрясательныхъ явленій, изъ нихъ 300 разрушительныхъ сотрясеній, 50.000 мало замѣтныхъ подземныхъ толчковъ и около $^1/_4$ милліона звуковыхъ явленій. Остальное количество приходится на слабыя вибраціи, уловимыя большей частью только среди ночи».

Звуковыя явленія, сопровождающія землетрясенія, описы-

*) Эпицентромъ называется центръ области распространенія землетрясенія въ отличіе отъ настоящаго центра, т. е. отъ точки, откуда исходятъ и распространяются во всѣ стороны сотрясенія. Центръ, конечно, расположенъ ниже эпицентра, по направленію радіуса земли.

ваются весьма различно. То это короткій сухой трескъ, то тяжелые продолжительные раскаты грома, переходящіе въ ужасающій ревъ, то дребезжаніе и звонъ. Временами эти подземные звуки заглушаются стукомъ, трескомъ и дребезжаньемъ, раздающимся въ зданіяхъ. Въ моряхъ и озерахъ землетрясеніе сказывается сильнымъ волненіемъ и колебаніемъ поверхности воды. Нерѣдко море отходитъ отъ береговъ для того, чтобы въ слѣдующій моментъ нахлынуть на нихъ гигантской волной. Во время землетрясенія въ Лиссабонѣ волна поднялась на 16 футовъ выше наивысшей точки прилива, по показаніямъ нѣкоторыхъ — даже до 40 футовъ, и поглотила тысячи жертвъ. Во время землетрясенія въ Лимѣ въ 1729 году волны, обрушившись на гавань Каллао, разрушили ее до основанія и потопили почти всѣхъ жителей. Суда, стоявшія на якорѣ, почти всѣ затонули, нѣкоторыя были подброшены на воздухъ и, пролетѣвъ надъ городомъ, упали на сушу на разстояніи часа ходьбы отъ берега. Въ 1707 году во время землетрясенія въ разбушевавшихся волнахъ погибло 150.000 жертвъ.

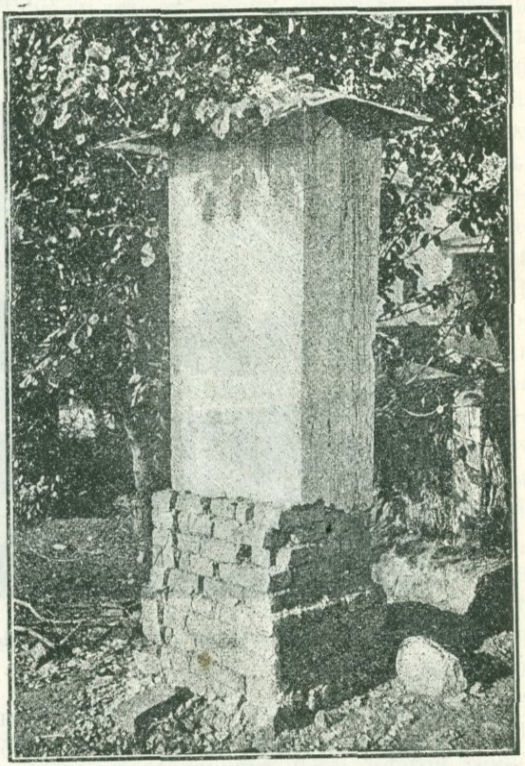


Рис. 52. Каменная колонна въ г. Вѣрномъ послѣ землетрясенія.

Область распространенія землетрясеній крайне неравномѣрна. Нѣкоторыя землетрясенія ограничиваются лишь небольшимъ райономъ, другія распространяются на цѣлыя страны. Землетрясеніе, бывшее въ Швейцаріи 27-го іюня 1881 года, ощущалось отъ Женевскаго до Боденскаго озера: оно распространялось слѣдовательно по области длиной въ 260 километровъ, а шириной въ 155 километровъ. Рейнское землетрясеніе 29-го іюля 1846 г. охватило область

протяженіемъ въ 2.200 квадратныхъ миль. Лиссабонское землетрясеніе распространилось на нѣсколько сотъ тысячъ квадратныхъ миль.

Скорость распространенія землетрясеній находится въ зависимости отъ геологическаго строенія слоевъ и относительнаго расположенія ихъ. Наибольшая скорость распространенія землетрясеній, повидимому, равняется 900 метрамъ въ секунду, наименьшая — 200 метрамъ, средняя—350—500 метрамъ. На морѣ волненіе передается на гораздо большее протяженіе, чѣмъ землетрясеніе на сушѣ. Такъ напр., во время катастрофы на островѣ Кракатоа океанъ поднялся у всѣхъ своихъ береговъ. Точно такимъ же образомъ во время нѣкоторыхъ сильныхъ землетрясеній въ Южной

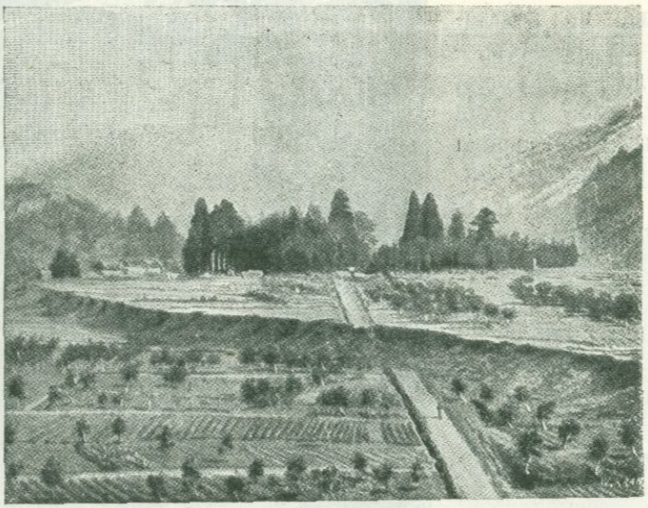


Рис. 53. Перемѣщеніе участка земли вслѣдствіе землетрясенія (Японія).

Америкѣ волненіе съ необыкновенной быстротой распространилось по всей поверхности Великаго океана до береговъ Японіи и Новой Голландіи.

Губительное дѣйствіе землетрясеній издавна заставляло людей обращать усиленное вниманіе на предвѣстники ихъ. Еще до сихъ поръ очень распространено мнѣніе, что землетрясенію предшествуетъ необыкновенное паденіе барометра, зловѣщее затишье въ воздухѣ, зной, тусклый свѣтъ солнца, свинцово-сѣрое небо и пр. Но вмѣстѣ съ тѣмъ существуютъ также сообщенія о сильнѣйшихъ буряхъ, электрическихъ явленіяхъ, трескѣ въ балкахъ домовъ, подземныхъ раскатахъ и необычайныхъ звукахъ въ атмосферѣ. Источники иногда изсякаютъ на короткое время, иногда же текутъ обильной мутной струей. Въ вулканическихъ странахъ появляются

трещины, теплые источники начинаютъ усиленно дѣйствовать, какъ это, напр., наблюдалось передъ вторымъ разрушеніемъ Казамичіоло въ 1883 году. Въ числѣ предвѣстниковъ особенное значеніе придавали также положенію земли по отношенію къ солнцу и лунѣ. Кромѣ того животнымъ приписывалась особая способность предчувствовать приближеніе землетрясенія. Разсказываютъ, что передъ наступленіемъ землетрясенія птицы испуганно носятся взадъ и впередъ, змѣи и мыши покидаютъ свои норы, ища убѣжища отъ грозящей опасности. «Тупоумные крокодилы Ориноко,—говоритъ Александръ Гумбольдтъ въ своемъ «Космосѣ»,—всегда безмолвные, подобно нашимъ ящерицамъ, передъ разрушеніемъ Каракаса (столица республики Венецуэла) поспѣшно покинули воду и съ ревомъ бросились бѣжать въ дѣвственные лѣса». Трудно опредѣлить, что въ этихъ разсказахъ согласно съ дѣствительностью и что составляетъ плодъ вымысла. Конечно, можно предположить, что животныя, обитающія въ землѣ—мыши, кроты, змѣи,—благодаря своему тонко развитому органу слуха, въ состояніи воспринимать самыя незначительныя сотрясенія земли и что, обращаясь въ бѣгство, они указываютъ на приближающуюся опасность. Но сильныя сотрясенія почвы могутъ произойти и безъ предшествовавшихъ слабыхъ колебаній, и обратно—за слабыми колебаніями далеко не всегда слѣдуютъ опустошительныя землетрясенія. Низкое стояніе барометра и другія атмосферныя явленія дѣйствительно часто, но далеко не всегда совпадаютъ съ землетрясеніями. Что же касается связи между землетрясеніями и положеніями луны, то она далеко не доказана: изъ 64 толчковъ, бывшихъ въ Швейцаріи въ 1887 году, только въ 29 случаяхъ, т. е. въ $37^1/_2{}^0/_0$, можно было доказать эту связь. Несомнѣнно то, что многія землетрясенія начинаются совершенно внезапно, безъ какихъ бы то ни было предвѣстниковъ. Такъ напр., землетрясеніе на Искіи въ мартѣ 1881 года и на Хіосѣ въ 1880 году наступило при совершенно ясной погодѣ. Землетрясеніе, бывшее въ Швейцаріи 5-го марта 1881 года, говоритъ Геймъ, произошло при ясной погодѣ, высокомъ стояніи барометра, безоблачномъ небѣ, низкой температурѣ и спокойномъ состояніи атмосферы.

Опредѣлить соотношеніе между землетрясеніями и различными явленіями природы — дѣло будущаго. Въ этомъ направленіи необходимы многочисленныя наблюденія, которыя могли бы производиться желающими по слѣдующему плану.

1. Время наступленія землетрясенія.

2. Мѣсто наблюденія: на открытомъ воздухѣ или внутри какого-нибудь зданія; въ послѣднемъ случаѣ необходимо указать, въ которомъ этажѣ и при какомъ положеніи тѣла наблюдателя были замѣчены сотрясенія почвы.

3. Свойства почвы.
4. Число, направленіе и сила подземныхъ толчковъ, а также характеръ ихъ (ударъ, идущій снизу вверхъ, боковой ударъ, волнообразное колебаніе почвы, простое дрожаніе). Съ тѣмъ можно



Рис. 54. Большое землетрясеніе въ Іедо въ 1650 г. По гравюрѣ Арнольда Монтакуса «Достопамятныя посольства ость-индской компаніи къ разнымъ государямъ Японіи». Амстердамъ, 1660 г.

сравнить данное сотрясеніе? Вліяніе его на наблюдателя. Направленіе толчковъ можетъ быть нерѣдко опредѣлено, независимо отъ субъективныхъ впечатлѣній, по положенію упавшихъ предметовъ или пришедшихъ въ качательное движеніе предметовъ или наконецъ по направленію появившихся трещинъ. «Во время нѣкоторыхъ землетрясеній,—пишетъ Геймъ,—стѣны зданій, имѣющихъ вертикальное расположеніе по отношенію къ области распространенія землетрясенія, или совсѣмъ обрушиваются, или же остаются совершенно нетронутыми, между тѣмъ какъ стѣны, имѣющія направленіе, одинаковое съ направленіемъ толчковъ, не обрушиваются, но зато въ нихъ появляются трещины».

5. Звуковыя явленія, предшествующія или слѣдующія за землетрясеніемъ, ихъ продолжительность и характеръ (громъ, дребезжаніе, грохотъ, стукъ).

6. Различныя побочныя явленія (отношеніе животныхъ къ землетрясенію, состояніе источниковъ, вѣтры и пр.).

7. Состояніе озеръ и морей.

Вопросъ о причинахъ землетрясеній относится къ числу наиболѣе трудныхъ задачъ геологіи. Не разъ уже казалось, что ключъ къ объясненію этихъ сложныхъ явленій наконецъ найденъ, но съ увеличеніемъ матеріала для наблюденія и съ успѣхами остальныхъ отраслей знанія каждый разъ возникали новыя затрудненія и новыя сомнѣнія, и вопросъ, казавшійся уже рѣшеннымъ, снова ставился на очередь. Огромное число гипотезъ, предложенныхъ для объясненія землетрясеній, лучше всего доказываетъ неувѣренность, если можно такъ выразиться, господствующую въ этой области.

Пиѳагоръ (жившій за 500 лѣтъ до Р. Хр.) искалъ причину землетрясеній въ центральномъ огнѣ. Аристотель (жившій отъ 384—322 г. до Р. Хр.) объяснялъ землетрясенія дѣятельностью воздуха и паровъ въ пещерахъ; другіе приписывали ихъ дѣйствію подземныхъ водъ. И въ новѣйшее время не было недостатка въ самыхъ разнообразныхъ гипотезахъ. Александръ Гумбольдтъ, а съ нимъ и большинство его современниковъ, принимали, что каждое землетрясеніе есть не что иное, какъ «реакція жидкаго содержимаго земли на земную кору», т. е.—неудавшееся изверженіе, и слѣдовательно явленіе, совершенно тождественное съ настоящимъ вулканическимъ изверженіемъ. Это было то время, когда на вулканы смотрѣли, какъ на предохранительные клапаны. Подъ словами «реакція жидкаго содержимаго внутренности земли» подразумѣвались самыя различныя понятія. Одни понимали подъ этимъ электрическія напряженія, происшедшія вслѣдствіе чрезвычайно высокой температуры, другіе—взрывы газовъ и паровъ. Французскій ученый Перрэ, а въ послѣднее время и Рудольфъ

Фальбъ находилъ связь между землетрясеніями и положеніемъ небесныхъ свѣтилъ. Предполагалось, что притяженіе солнца и луны вызываетъ въ подземномъ огненно-жидкомъ морѣ явленія, тождественныя съ явленіемъ прилива и отлива въ моряхъ, что эти внутреннія волны, ударяясь о тонкую земную кору и проникая въ трещины ея, вызываютъ вулканическія изверженія; въ тѣхъ же случаяхъ, когда изверженій не происходитъ, дѣло ограничивается однимъ лишь землетрясеніемъ. Но въ такомъ случаѣ кажется чрезвычайно страннымъ, почему во многихъ странахъ, гдѣ землетрясенія весьма часты, никогда не происходитъ изверженій лавы и паровъ. Тысячи и—можно сказать безъ преувеличенія—милліоны подземныхъ колебаній въ Альпахъ были «безуспѣшны» съ этой точки зрѣнія; городъ Лима (въ Южной Америкѣ) былъ 11 разъ разрушенъ землетрясеніями съ 1856 года и ни разу за это время тамъ не было вулканическаго изверженія; въ долинѣ Рейна, по вычисленіямъ Креднера, съ начала XIX столѣтія до 1845 года было не менѣе 559 землетрясеній, значитъ, дѣло тоже ограничивалось лишь этими, такъ сказать, «неудачными попытками». «Было бы непонятно,—говоритъ профессоръ Гернесъ,—почему такое вулканическое изверженіе всегда остается въ стадіи попытокъ, а не переходитъ въ настоящее изверженіе, особенно если землетрясенія совершаются черезъ бо́льшіе или меньшіе промежутки времени въ одномъ и томъ же пунктѣ и повторяются иногда послѣ долгаго затишья съ ужасающей силой». Прибавимъ къ этому еще, что существованіе огненно-жидкаго ядра земли вовсе не доказано и что толщина земной коры во всякомъ случаѣ весьма значительна.

Всѣ наблюденія и вычисленія показываютъ, что гнѣзда землетрясеній находятся на незначительной глубинѣ. Статистическія данныя говорятъ не въ пользу теоріи Фальба. Между прочимъ, уже одно то обстоятельство, что въ большинствѣ случаевъ, если не во всѣхъ, землетрясенія не исходятъ изъ одной центральной точки, а возникаютъ одновременно на большомъ пространствѣ, доказываетъ, что на него нельзя смотрѣть, какъ на неудавшуюся попытку къ изверженію. Такъ напримѣръ, главный толчокъ во время швейцарскаго землетрясенія 27-го января 1881 года былъ совершенно синхроничен въ Женевѣ, Бернѣ и Цюрихѣ: онъ одновременно ощущался по всей области землетрясенія, въ видѣ сильнаго, короткаго, толчкообразнаго движенія.

Очагъ землетрясенія прежде всего попытался опредѣлить Р. Малеттъ въ 1862 году по направленію трещинъ въ зданіяхъ и вмѣстѣ съ тѣмъ по направленію толчка; за нимъ Карлъ фонъ-Зебахъ—по времени, а еще позднѣе Дюттонъ—по интенсивности землетрясенія вычисляютъ положеніе его очага, такъ какъ оче-

видно, что сотрясенія въ тѣхъ частяхъ земной поверхности, которыя лежатъ непосредственно надъ очагомъ землетрясенія (эпицентръ), ощущаются прежде всего внезапно и всего сильнѣе, въ большемъ же отдаленіи отъ него всегда позднѣе и въ общемъ съ меньшею силою. Такимъ путемъ было найдено, что у большаго числа изслѣдованныхъ землетрясеній ихъ очагъ находится на относительно незначительной глубинѣ (отъ 3 до 40 клм.). Между тѣмъ какъ очагъ землетрясенія въ Бенгалѣ въ 1880 году долженъ былъ находиться на глубинѣ 72 километровъ, очагъ землетрясенія въ Раухенъ-Альба въ 1890 г. былъ на глубинѣ только 100 метровъ. Съ примѣненіемъ этого метода было найдено также, что нѣкоторые очаги представляютъ собою точку, другіе линію, а третьи даже плоскость. Скорость, съ которой распространяется землетрясеніе, колеблется между 300 и 1.000 метровъ въ секунду, между тѣмъ какъ легкія микросейсмическія волны пробѣгаютъ съ гораздо большей быстротой, а именно, со скоростью отъ 2 до 10 километровъ въ секунду.

Ф. А. Форель и Росси сдѣлали попытку выразить степень интенсивности землетрясенія по скалѣ, раздѣленной на 10 частей, причемъ за единицу дѣленій были приняты микросейсмическія колебанія, а за 10—сильнѣйшія землетрясенія, разрушающія цѣлые города. Если соединить между собою на картѣ линіей всѣ мѣста, которыя имѣли одинаковую интенсивность сотрясенія, то, на основаніи такой изосейсмической карты, можно опредѣлить величину области, въ которой сотрясеніе чувствовалось съ извѣстной минимальной силой. Такимъ образомъ область карлстоунскаго землетрясенія 1886 г. была опредѣлена въ 2,3 милліона кв. километровъ. Наибольшая интенсивность ограничивается ничтожною поверхностью, самая слабая обнимаетъ огромное пространство, и микросейсмическія движенія, въ которыхъ замираютъ землетрясенія, часто могутъ быть еще обнаружены въ огромномъ отдаленіи (до 9.000 километровъ). Величина области и интенсивность не находятся, однако, въ опредѣленныхъ между собою отношеніяхъ, такъ какъ часто самое слабое сотрясеніе достигаетъ большого распространенія, сильное же только весьма незначительнаго, но часто замѣчается и обратное.

Совершенно иной точки зрѣнія, чѣмъ Фальбъ и вулканисты, держится большинство современныхъ геологовъ: Битнеръ, Гёферъ, Гернесъ, Креднеръ, Геймъ, Зюсъ и др. Они различаютъ три рода землетрясеній: 1) землетрясенія вслѣдствіе проваловъ, 2) вулканическія землетрясенія и 3) землетрясенія вслѣдствіе смѣщенія слоевъ.

*1. Землетрясенія вслѣдствіе проваловъ.*

Въ одной изъ предыдущихъ главъ было говорено о способности воды растворять минеральныя вещества и уносить ихъ съ собою, образовать пещеры и подземные ходы и подкапывать такимъ образомъ цѣлыя горы. Вслѣдствіе такихъ процессовъ верхніе слои, не находя достаточной опоры, обрушиваются и во время провала производятъ замѣтное сотрясеніе почвы. Это явленіе довольно часто встрѣчается въ мѣстностяхъ, богатыхъ гипсовыми и соляными залежами, а также въ известковыхъ горахъ. Уже въ древности нѣкоторые ученые приписывали землетрясенія провалу подземныхъ пещеръ; въ новѣйшее время за это воззрѣніе стоитъ главнымъ образомъ Фольгеръ. Въ дѣйствительности землетрясенія, обязанныя своимъ происхожденіемъ *только* проваламъ, представляютъ очень ограниченную область распространенія, но они часто комбинируются съ третьимъ видомъ землетрясеній (см. ниже), и послѣднія могутъ вызывать или ускорять землетрясенія вслѣдствіе проваловъ.

*2. Вулканическія землетрясенія.*

Причиной этихъ землетрясеній служитъ напряженіе лавы и паровъ, поднимающихся по трещинамъ, а также и настоящіе взрывы; исходной точкой ихъ всегда является вулканъ; они происходятъ въ вулканическихъ странахъ и область распространенія ихъ также не велика. Ихъ не всегда легко отличить отъ землетрясеній, происходящихъ вслѣдствіе смѣщенія слоевъ; вѣроятно они часто находятся въ связи съ ними, а именно: вслѣдствіе опусканія значительныхъ участковъ земли образуется трещина и происходитъ землетрясеніе вслѣдствіе смѣщенія слоевъ, вслѣдъ за которымъ легко можетъ возникнуть и вулканическое землетрясеніе. Землетрясенія въ Исландіи, на Гавайскихъ островахъ, на Искіи и въ окрестностяхъ Везувія должны быть причислены къ этому разряду землетрясеній.

*3. Землетрясенія вслѣдствіе смѣщенія слоевъ.*

Наибольшимъ распространеніемъ и частотой отличаются эти послѣднія землетрясенія. Причину ихъ слѣдуетъ искать въ охлажденіи и сжиманіи земного шара. Въ силу уменьшенія объема земного ядра, кора, обладающая, какъ предполагаютъ, меньшей способностью къ сжатію, оказывается слишкомъ широкой; она осѣдаетъ вслѣдствіе этого, и такимъ образомъ въ ней возникаютъ напряженія. Нѣкоторыя части земной поверхности, въ силу гори-

зонтальнаго давленія, сдвигаются въ боковыя складки и, благодаря этому, получаются большія горныя системы; другія части опускаются въ глубину. Опускающіяся части образуютъ низменности и котлообразныя впадины и обыкновенно заливаются моремъ, такъ какъ вода, конечно, занимаетъ всегда самыя низкія мѣста. «Въ настоящее время можно считать доказаннымъ, говоритъ Геймъ, что большинство землетрясеній зависитъ отъ происходящаго толчками смѣщенія пластовъ земной коры, т. е. прежде всего отъ образованія горъ, и что конечной причиной ихъ служитъ послѣдовательное осѣданіе земной коры, оказывающейся слишкомъ большой по сравненію съ съежившимся ядромъ земли. Это тотъ же процессъ, который раздѣлилъ землю на сушу и море, нагромоздилъ горы на поверхности земли и все еще продолжаетъ работать въ этомъ направленіи». Отсюда становится понятнымъ, почему большая часть землетрясеній происходитъ въ тѣхъ странахъ, гдѣ еще въ сравнительно недавнее время происходило нарушеніе напластованія, именно—въ Альпахъ, Апеннинахъ, Андахъ, а также по окраинамъ опускающихся областей: долина Рейна, Испанія, Италія, Греція, Малая Азія, Сирія, сѣверный берегъ Африки, берега Краснаго моря, Японскаго моря и т. д.

Изъ 4.620 землетрясеній, бывшихъ въ періодъ времени отъ 1850 до 1857 года, на Альпы приходится 1.086, т. е. $^1/_4$ общаго числа землетрясеній, причемъ они повторялись правильно въ опредѣленныхъ направленіяхъ и областяхъ. Землетрясенія послѣдняго рода находятся въ несомнѣнной связи съ строеніемъ горъ—«тектоникой», вслѣдствіе чего они и носятъ названіе «тектоническихъ» землетрясеній. Въ мѣстностяхъ съ ненарушеннымъ горизонтальнымъ напластованіемъ и въ горахъ, закончившихъ уже циклъ своего развитія, землетрясенія чрезвычайно рѣдки, напр. въ сѣверо-германской и россійской низменностяхъ, въ Сѣверной Сибири, въ Аллеганскихъ горахъ Сѣверной Америки и т. д.

Связь между землетрясеніями и солнцемъ, луной, высотой барометра и т. п. условіями хотя и вѣроятна, но во всякомъ случаѣ играетъ лишь второстепенную роль. До настоящаго времени въ этомъ направленіи сдѣлано очень мало точныхъ наблюденій.

Еще многое, касающееся землетрясеній, до сихъ поръ не выяснено и непонятно, но въ культурныхъ странахъ вездѣ производятся систематическія наблюденія этихъ удивительныхъ явленій, и можно надѣяться поэтому, что не въ очень отдаленномъ будущемъ будутъ выяснены наиболѣе темныя стороны этого вопроса.

# ГЛАВА XII.

## Вѣковыя колебанія почвы и трансгрессіи океана.

Смѣщеніе участковъ почвы во время землетрясеній.—Колебанія почвы, не имѣющія связи съ землетрясеніями.—Пещеры и устричныя банки, находящіяся надъ уровнемъ моря.—Обмелѣвшіе морскіе заливы.—Поднятіе Скандинавіи.—Области поднятій и опусканій.—Источники ошибокъ при наблюденіяхъ.—Новѣйшая гипотеза объ измѣнчивости уровня океановъ—такъ называемыя трансгрессіи.

Прежде чѣмъ закончить обзоръ совершающихся въ настоящее время измѣненій земной поверхности, мы должны коснуться въ краткихъ чертахъ цѣлаго ряда удивительныхъ явленій—это такъ называемыя вѣковыя колебанія почвы.

Толчкообразныя смѣщенія бо́льшихъ или меньшихъ участковъ земной коры, по всей вѣроятности, происходятъ при всякомъ землетрясеніи. Иногда эти смѣщенія бываютъ очень незначительны, какъ напр. во время землетрясенія въ Калабріи въ 1783 году, когда большія массы суши вмѣстѣ съ покрывавшей ихъ растительностью и зданіями подверглись смѣщенію приблизительно на 1.000 метровъ. Въ большинствѣ случаевъ однако этихъ смѣщеній нельзя обнаружить непосредственнымъ измѣреніемъ. Боковой толчокъ, соотвѣтствующій смѣщенію въ $^1/_2$ сантиметра, по мнѣнію Гейма, является уже довольно сильнымъ землетрясеніемъ, при которомъ напр. обрушиваются трубы зданій. Если представить себѣ, что на какомъ-нибудь участкѣ земной коры подобныя толчкообразныя поднятія совершались въ теченіе долгаго времени безъ большихъ перерывовъ, но и безъ грандіозныхъ катастрофъ, то при среднемъ поднятіи на $^1/_2$ сантиметра въ годъ потребовался бы милліонъ лѣтъ для того, чтобы образовались горы такой высоты, какъ напр. Альпы.

Но кромѣ этихъ поднятій земной коры, находящихся въ связи съ землетрясеніями и образованіемъ горъ, существуетъ еще цѣлый рядъ другихъ поднятій, совершающихся чрезвычайно медленно, безъ всякихъ толчковъ. Существуетъ множество пунктовъ на морскомъ берегу, относительно которыхъ извѣстно, что море въ историческія времена отступило отъ береговъ или, какъ говорятъ со времени Леопольда фонъ-Буха, что суша поднялась.

Прежнія гавани отодвинулись вглубь страны и отдѣляются теперь отъ моря большимъ пространствомъ суши; многіе острова слились съ берегомъ и стали полуостровами и мысами; морскіе заливы обмелѣли или превратились въ замкнутыя со всѣхъ сторонъ озера, какъ это доказано относительно Веттернскаго, Венернскаго и Меларскаго озеровъ въ южной Швеціи и съ большой

вѣроятностью предполагается относительно Онежскаго и Ладожскаго озеръ у насъ, въ Россіи. Большія финляндскія озера по всей вѣроятности представляютъ не что иное, какъ остатки существовавшаго прежде соединенія между Нѣмецкимъ и Балтійскимъ морями и Ледовитымъ океаномъ. Въ Каспійскомъ, Аральскомъ, Байкальскомъ озерахъ и оз. Балкашъ встрѣчаются обитатели морскихъ водъ—морскія рыбы, тюлени, морскіе раки, присутствіе которыхъ заставляетъ нѣкоторыхъ геологовъ предполагать, что Черное море и Сѣверный Ледовитый океанъ были соединены другъ съ другомъ. Только послѣ того, какъ водный путь, соединявшій оба моря и раздѣлявшій Европу отъ Азіи, превратился на большей части своего протяженія въ сушу, Европа слилась въ одинъ материкъ съ Азіей.

Коралловые рифы, поднимающіеся высоко надъ поверхностью воды въ Красномъ морѣ и нѣкоторыхъ другихъ моряхъ, тоже говорятъ въ пользу совершившихся въ недавнее время поднятій почвы. У береговъ нѣкоторыхъ морей можно видѣть выдающіяся высоко надъ уровнемъ воды устричныя банки. Въ Сициліи, на высотѣ 50 метровъ, находятъ пещеры, вырытыя моремъ въ новѣйшія времена. Городъ Ларошель во Франціи, получившій свое названіе, благодаря положенію на скалѣ, окруженной нѣкогда почти со всѣхъ сторонъ моремъ, теперь соединяется съ нимъ лишь посредствомъ узенькаго канала. Отъ другой приморской гавани Бруашъ, игравшей въ средніе вѣка роль важнаго торговаго пункта, теперь остались развалины, лежащія далеко отъ морского берега. На берегу Неаполитанскаго залива находится одинъ пунктъ—Пуцуоли, представляющій большой интересъ своими попеременными поднятіями и опусканіями почвы. Тамъ у самаго берега видны развалины древняго храма Юпитера Сераписа, среди которыхъ обращаютъ на себя особенное вниманіе три высокія колонны, высѣченныя изъ цѣльнаго мрамора. До высоты $2^1/_2$ метровъ онѣ представляютъ совершенно гладкую поверхность, но въ средней части, приблизительно на протяженіи 3 метровъ, колонны оказываются изъѣденными и продырявленными особымъ моллюскомъ (Modiola litophaga); между тѣмъ этотъ моллюскъ живетъ только подъ водою и никогда не подымается выше уровня прилива. Это явленіе объясняютъ тѣмъ, что почва, на которой стоялъ храмъ, понизилась впослѣдствіи настолько, что колонны его погрузились въ воду на глубину 6 метровъ, нижняя же часть ихъ была защищена вулканическимъ пескомъ отъ разрушительнаго вліянія раковинъ. Послѣ этого наступило снова поднятіе почвы, а въ настоящее время, повидимому, опять совершается медленное опусканіе ея. Основаніе храма залито теперь водой на 1 футъ. Слѣдуетъ однако замѣтить, что нѣкоторые ученые отвергаютъ такое объясненіе.

Всего болѣе изучены поднятія почвы, совершающіяся въ Скандинавіи. Цельзій, изобрѣтатель стоградуснаго термометра, сдѣлалъ въ 1730 году отмѣтку на береговомъ утесѣ у восточнаго берега Швеціи, и оказалось, что въ теченіе тринадцати лѣтъ море отступило отъ береговъ на 0,18 метра, слѣдовательно въ столѣтіе это отступаніе должно составить 1,38 метра. Позднѣйшіе изслѣдователи, и въ числѣ ихъ главнымъ образомъ Леопольдъ фонъ-Бухъ, исходя изъ того взгляда, что колебанія въ различныхъ пунктахъ неодинаковы, между тѣмъ какъ поверхность моря представляетъ выпуклую поверхность, понижающуюся или повышающуюся равномѣрно во всѣхъ своихъ точкахъ, начали измѣрять не колебанія уровня воды, а колебанія суши. Однако новѣйшія наблюденія показали, что дѣло вовсе не такъ просто: такъ напр., между прочимъ, выяснился тотъ интересный фактъ, что поверхность океана—не правильная сферическая, а представляетъ большія неправильности и подвержена по всей вѣроятности періодическимъ колебаніямъ; къ сожалѣнію, всѣ эти условія до сихъ поръ еще не выяснены въ достаточной степени.

По берегамъ морей колебанія суши легко прослѣдить по перемѣщенію береговыхъ линій и террасъ. Волны размываютъ береговые утесы и выдалбливаютъ въ нихъ какъ бы желоба, тянущіеся вдоль берега; на низменные же берега морскія волны выбрасываютъ раковины, водоросли, песокъ, илъ, образующіе длинныя, невысокія гряды по берегу. Въ Скандинавіи нерѣдко можно видѣть довольно много такихъ береговыхъ линій, расположенныхъ одна надъ другой и достигающихъ до 162 метровъ высоты. Въ Кристіаніяфіордѣ на глубинѣ 60—90 футовъ были найдены стволы глубоководныхъ коралловъ (Oculina prolifera), могущихъ существовать лишь на глубинѣ 900—1.000 футовъ. Это служитъ новымъ доказательствомъ того, что дно фіорда поднялось относительно въ недавнее время, вслѣдствіе чего кораллы утратили свою жизнеспособность. Извѣстно также, что Ботническій заливъ подвергается все большему и большему обмелѣнію, и нѣкоторые даже пытались опредѣлить, черезъ сколько времени онъ превратится во внутреннее озеро, на подобіе Ладожскаго озера. Достойно вниманія, что самая южная часть Швеціи въ то же время медленно опускается, доказательствомъ чему служатъ погребенные подъ водою лѣса, улицы и зданія. Невольно напрашивается сравненіе съ доской качели, одинъ конецъ которой поднимается, въ то время какъ другой опускается, и наоборотъ. Великобританія, Гренландія, Новая Зеландія и Южная Америка тоже подвержены такимъ же попеременнымъ колебательнымъ движеніямъ. Далѣе можно считать доказаннымъ, что въ одномъ и томъ же пунктѣ поднятія почвы чередуются съ опусканіями ея. Всѣ относящіяся сюда явленія чрезвычайно загадочны.

Въ настоящее время, кромѣ Скандинавіи, медленное поднятіе почвы совершается въ Шотландіи, Гренландіи, въ полярномъ поясѣ Сѣверной Америки, по побережью Ледовитаго океана въ Сибири и Европейской Россіи, по западному побережью Средиземнаго моря, по берегамъ Краснаго моря, въ Индіи, по всему западному берегу Америки и т. д. Въ то же время медленно опускаются слѣдующія страны: германское побережье Сѣвернаго и Нѣмецкаго морей, Ютландія, Голландія, южная Англія, Нормандія и Бретань, почти весь восточный берегъ Америки и экваторіальный поясъ Тихаго и Индійскаго океановъ. Опусканія суши обнаруживаются труднѣе поднятій; о нихъ можно судить по лѣсамъ и зданіямъ, исчезнувшимъ подъ водой, по глубокимъ воронкообразнымъ устьямъ рѣкъ (Эльба, Амазонка, рѣка св. Лаврентія), въ тропикахъ—по образованію атолловъ—кольцевидныхъ коралловыхъ острововъ, усѣивающихъ, подобно млечному пути, Индійскій и Тихій океаны. Подводные лѣса, торфяныя болота, развалины зданій составляютъ нерѣдкое явленіе у береговъ Сѣвернаго и Нѣмецкаго морей. Почти половина Голландіи лежитъ уже подъ водой, и даже въ историческія времена цѣлыя мѣстности становились добычей моря. Почва, на которой стоитъ Венеція, нѣкогда была сушей и лишь съ теченіемъ времени часть ея покрылась водой. Побережье Египта, повидимому, тоже находится въ періодѣ незамѣтнаго, но постояннаго пониженія.

Если мы отмѣтимъ на географической картѣ пункты всѣхъ предполагаемыхъ и наблюдаемыхъ поднятій и опусканій почвы, то получится довольно пестрая картина, въ которой нельзя уловить ни малѣйшей правильности и закономѣрности. Вслѣдствіе этого, а также и многихъ другихъ соображеній многіе геологи сомнѣваются въ точности показаній относительно поднятій и опусканій почвы. Ошибки могутъ явиться здѣсь вслѣдствіе различныхъ причинъ. Сюда прежде всего слѣдуетъ отнести неправильности и колебанія уровня моря. Далѣе необходимо имѣть въ виду, что увеличеніе пространства, занимаемаго берегомъ, занесеніе гаваней и бухтъ большей частью являются результатомъ органическихъ отложеній и рѣчныхъ наносовъ, а отдѣленіе частей суши отъ берега въ видѣ острововъ и поступательное движеніе моря часто зависятъ отъ размывающей дѣятельности воды. Мѣстныя опусканія почвы могутъ происходить вслѣдствіе сползанія легкаго наноснаго матеріала, нерѣдко встрѣчающагося во внутреннихъ озерахъ; для примѣра напомнимъ о катастрофахъ на Цюрихскомъ, Фильвальдштетерскомъ озерахъ и пр. Подобныя сползанія нерѣдко вызываются землетрясеніями, какъ это имѣло мѣсто напримѣръ въ Греціи въ 1864 году и возлѣ устья Инда въ 1819 году, гдѣ вслѣдствіе землетрясенія образовался довольно высокій валъ въ

60 километровъ длиною и въ нѣсколько километровъ шириною. По показаніямъ индійскихъ геологовъ, этотъ валъ образовался слѣдующимъ образомъ: область въ нѣсколько сотъ квадратныхъ километровъ начала сползать внизъ и осѣла, такъ что вмѣсто кажущагося поднятія на самомъ дѣлѣ произошло опусканіе почвы. Ко всему этому слѣдуетъ прибавить еще, что многія изъ показаній о колебаніяхъ почвы оказались весьма сомнительными и неточными.

Зюссъ, Шмикъ и др. придерживаются того взгляда, что вѣковыя колебанія поверхности земли въ большинствѣ случаевъ только кажущіяся и что измѣняется исключительно уровень моря. Но и это воззрѣніе нисколько не разъясняетъ сущности дѣла, которая попрежнему остается загадочной. Въ общемъ можно установить все-таки слѣдующее распредѣленіе вѣковыхъ колебаній: сѣверный полярный поясъ поднимается, а экваторіальный поясъ опускается. Если это окончательно утвердится, то восторжествуетъ мнѣніе Зюсса, утверждающаго, что море постепенно отступаетъ отъ полюса и накопляетъ свои воды вокругъ экватора, и тогда геологамъ будетъ предстоять новая задача — открыть причины этого явленія.

Альпы, Гималаи, Уралъ, по картинному выраженію Зюсса, не что иное, какъ осушенныя и раздавленныя моря, а Индійскій и Атлантическій океаны и многія другія моря—не что иное, какъ провалившіеся материки. Моря послѣдующихъ геологическихъ эпохъ часто заходятъ далеко за предѣлы морей предшествующихъ эпохъ, затопляя часть суши и образуя такъ называемыя *трансгрессіи*. По мнѣнію проф. *Ф. Левинсонъ-Лессинга*, реальность меридіональной трансгрессіи доказывается слѣдующимъ: «Общій отливъ воды отъ полюсовъ по направленію къ экватору въ болѣе или менѣе замкнутыхъ моряхъ сѣвернаго полушарія долженъ выражаться отступаніемъ воды отъ сѣверныхъ береговъ этихъ морей и надвиганіемъ на ихъ южные берега. Явленія поднятія и опусканія, констатированныя въ области Балтійскаго, Нѣмецкаго и Средиземнаго морей, дѣйствительно подтверждаютъ такое предположеніе».

Но, кромѣ меридіональныхъ трансгрессій, «въ исторіи земли,—говоритъ тотъ же авторъ,—можно найти указанія на такія перемѣщенія суши и моря, которыя двигались приблизительно по направленію параллелей»; какъ на иллюстрацію такого рода движеній можно указать на Европейскую Россію, гдѣ въ палеозойскую эру поступательное движеніе моря шло съ запада на востокъ.

Закончимъ эту главу небольшой выдержкой изъ рѣчи проф. Дерптскаго университета Ф. Левинсонъ-Лессинга, читанной имъ на университетскомъ актѣ въ 1892 году: «...Земная кора въ своей

совокупности никогда не отдыхаетъ; подобно всему въ природѣ, она не знаетъ покоя, стаціонарнаго состоянія, она постоянно видоизмѣняется, обновляя разрушаемыя размываніемъ части своего покрова. Земля охлаждается, земля сокращается, земля замедляетъ быстроту своего суточнаго и годового вращенія. Ея поверхность сморщивается и трескается; здѣсь вздымаются горы и осушаются моря, тамъ образуются депрессіонныя области, погибаютъ цѣлые материки, превращающіеся въ моря. Земля безпрерывно содрогается подъ ударами землетрясеній, безпрестанно вулканы черезъ ея трещины изливаютъ на ея поверхность часть огненнаго ея содержимаго. Моря и суша постоянно мѣняютъ свое положеніе, стараясь отвоевать другъ у друга ту или другую часть земной поверхности. Атмосфера и вода, подъ вліяніемъ солнечной теплоты и силы тяжести, образуютъ нептуническія силы, кроющіяся во внутренней теплотѣ земного шара, напрягаютъ всѣ усилія къ тому, чтобы нарушить возможную ровность поверхности,—къ тому, чтобы земная кора трескалась и морщилась. До тѣхъ поръ, пока земной шаръ не утратитъ своей самостоятельности въ ряду небесныхъ тѣлъ или не лишится, подобно лунѣ, своей атмосферы и гидросферы *), не прекратится соперничество вулканизма и нептунизма, не прекратятся вѣковыя перемѣщенія суши и моря, не закончится измѣняемость земной поверхности.

«Современный обликъ земли лишь временный, недолговѣчный, лишь одинъ изъ безчисленныхъ ея нарядовъ, которые она болѣе или менѣе быстро видоизмѣняетъ или мѣняетъ, стремясь къ обновленію своего вида. Вѣковое перемѣщеніе суши и моря наиболѣе медленное, но зато наиболѣе дѣйствительное средство такого обновленія.

«Современное распредѣленіе материковъ и морей лишь мимолетно; оно рѣзко разнится отъ непосредственно намъ предшествующей геологической эпохи, и стоитъ лишь присмотрѣться къ окружающимъ насъ явленіямъ, чтобы угадать готовящіяся къ будущей эпохѣ перемѣны».

## ГЛАВА XIII.

### Матеріалъ, изъ котораго построена земная кора.

Простыя тѣла, или элементы.—Удѣльный вѣсъ земли и вытекающія отсюда заключенія относительно свойствъ земного ядра.—Минералъ и горная порода.—Кристаллъ, кристаллизація и ростъ кристалловъ.

Въ древности думали, что міръ состоитъ изъ четырехъ элементовъ или стихій—воды, земли, воздуха и огня. Современная

*) *Гидросферой* зовется водная оболочка земного шара, по аналогіи съ атмосферой—воздушной оболочкой.

наука называетъ элементами нѣчто совершенно иное: подъ именемъ элементовъ или простыхъ тѣлъ она подразумѣваетъ такія тѣла, которыя мы не въ состояніи разложить на составныя части. Такъ напр., химія давно уже умѣетъ разлагать воду на два вещества—водородъ и кислородъ, которыя въ свою очередь уже не могутъ быть разложены. Поваренная соль тоже представляетъ сложное тѣло; она можетъ быть разложена на два простыхъ тѣла: натрій—легкій металлъ съ серебристымъ блескомъ, и хлоръ—зеленоватый, удушливый, ядовитый газъ. Число простыхъ тѣлъ—*элементовъ*, извѣстныхъ въ настоящее время, равняется приблизительно 70. Возможно, что въ нѣдрахъ земли заключаются еще другія, неизвѣстныя намъ, простыя тѣла. Элементарныя тѣла принимаютъ весьма неравномѣрное участіе въ образованіи сложныхъ соединеній земной коры. Въ этомъ отношеніи главную роль играютъ слѣдующіе металлы: алюминій, желѣзо, кальцій, магній, калій и натрій, а изъ остальныхъ, неметаллическихъ тѣлъ: кислородъ, водородъ, кремній или силицій, углеродъ, сѣра и хлоръ. Золото и серебро, а также мѣдь и никель имѣютъ въ геологіи второстепенное значеніе.

Одно изъ первыхъ мѣстъ принадлежитъ желѣзу. Всѣмъ извѣстно его обширное распространеніе въ природѣ; различныя соединенія его встрѣчаются не только въ горныхъ породахъ, но и въ каждомъ зеленомъ листочкѣ, въ каждой каплѣ нашей крови. Алюминій принимаетъ еще большее участіе въ постройкѣ горныхъ породъ, чѣмъ желѣзо. Чистый алюминій своимъ цвѣтомъ и блескомъ напоминаетъ серебро. Онъ чрезвычайно легокъ—всего въ $2^1/_2$ раза тяжелѣе воды, не хрупокъ, обладаетъ большой твердостью, легко доступенъ обработкѣ, не ржавѣетъ. Алюминій имѣетъ въ настоящее время широкое примѣненіе, и весьма возможно, что область его примѣненія еще значительно расширится современемъ. Алюминій никогда не встрѣчается въ природѣ въ чистомъ видѣ, а въ соединеніи съ кислородомъ,—подъ именемъ *глинозема*, составляющаго главную составную часть обыкновенной глины и входящаго въ составъ множества минераловъ. Большинство драгоцѣнныхъ камней, приближающихся по своей твердости къ алмазу, состоятъ изъ глинозема, какъ напр. рубинъ, сапфиръ, корундъ.

Къ числу легкихъ металловъ относятся также *кальцій* и *магній*. Первый образуетъ съ угольной кислотой углекислый кальцій—известняки, мраморъ, съ сѣрной кислотой—гипсъ, съ фосфорной кислотой — фосфорнокислую известь. Магній образуетъ подобныя же соединенія. Въ чистомъ видѣ онъ является въ видѣ металла съ серебристымъ блескомъ; будучи нагрѣтъ при доступѣ воздуха, онъ сгораетъ, т. е. вступаетъ въ соединеніе съ кислородомъ воздуха, давая ослѣпительно бѣлый свѣтъ. Этимъ свойствомъ магнія

нерѣдко пользуются для практическихъ цѣлей. О натріи было сказано уже выше. Большое сходство съ нимъ обнаруживаетъ калій. Оба металла отличаются такой мягкостью, что ихъ безъ труда можно рѣзать на куски. Удѣльный вѣсъ ихъ меньше удѣльнаго вѣса воды. Соединенія этихъ металловъ весьма распространены въ природѣ.

Изъ другихъ простыхъ тѣлъ назовемъ прежде всего газы—*водородъ* и *кислородъ*, эти двѣ составныя части воды. Кислородъ играетъ первенствующую роль въ строеніи земной коры. Онъ проявляетъ большое сродство ко всѣмъ прочимъ простымъ тѣламъ, въ особенности же къ металламъ.

Говоря о кислородѣ, нельзя не упомянуть о *кремніи* или *силиціи*. Соединеніе его съ кислородомъ образуетъ *кремневую кислоту*, встрѣчающуюся въ природѣ или въ видѣ самостоятельнаго минерала (кварцъ, кремень, горный хрусталь и др.), или входящую въ составъ множества наиболѣе распространенныхъ горныхъ породъ; содержаніе кремневой кислоты въ гранитахъ и гнейсахъ равняется 70—80%. Можно сказать, что около трехъ четвертей всѣхъ горныхъ породъ состоятъ изъ этого соединенія.

*Углеродъ* встрѣчается въ природѣ въ видѣ угля (каменный уголь, бурый уголь, торфъ), графита, алмаза и входитъ въ составъ угольной кислоты и различныхъ углеводородовъ. Углекислота въ соединеніи съ известью образуетъ известняки и мраморъ, въ соединеніи съ магнезіей даетъ углекислую магнезію, въ соединеніи съ желѣзомъ—желѣзный шпатъ. *Сѣра* встрѣчается въ природѣ въ чистомъ видѣ и въ многочисленныхъ соединеніяхъ, изъ которыхъ наибольшей извѣстностью пользуется гипсъ.

Этимъ мы заканчиваемъ обзоръ простыхъ тѣлъ, имѣющихъ наибольшее значеніе въ геологіи. Ядро земли, по всей вѣроятности, построено главнымъ образомъ изъ тяжелыхъ металловъ. Это заключеніе вытекаетъ изъ удѣльнаго вѣса земли, который равняется 5,6—т. е., другими словами, наша планета въ $5^1/_2$ разъ тяжелѣе, чѣмъ такой же шаръ воды. Но оказывается, что земная кора только въ $2^1/_2$ раза тяжелѣе воды, даже удѣльный вѣсъ гранита=всего 2,8, слѣдовательно необходимо допустить, что удѣльный вѣсъ ядра земли больше 5,6. Возможно, что въ составъ этого ядра входитъ желѣзо.

Какъ извѣстно, большинство простыхъ тѣлъ встрѣчается въ природѣ не въ чистомъ видѣ, а по большей части въ различныхъ соединеніяхъ: желѣзо въ соединеніи съ кислородомъ—въ видѣ краснаго или магнитнаго желѣзняка, кальцій въ соединеніи съ сѣрной кислотой и водой—въ видѣ гипса, алюминій въ соединеніи съ каліемъ, кремніемъ и кислородомъ—въ видѣ полевого шпата. Простыя тѣла, встрѣчающіяся въ чистомъ видѣ или въ соедине-

ніяхъ другъ съ другомъ, по большей части въ опредѣленныхъ вѣсовыхъ отношеніяхъ, обозначаются именемъ *минераловъ*; если же они встрѣчаются въ очень большихъ количествахъ, образуя горы, то они получаютъ названіе *горныхъ породъ*.

Люди, незнакомые съ естествознаніемъ, называютъ еще и нынѣ *камнемъ*—все неживое, все, что не подходитъ подъ ходячее представленіе о животномъ и растеніи и о продуктахъ, получаемыхъ изъ нихъ. Камнемъ зовутъ въ просторѣчіи и кусокъ гранита или гнейса, которыми мостятъ улицы, и глыбу мрамора или известняка, и изящные кристаллы горнаго хрусталя, и разноцвѣтные драгоцѣнные камни, и янтарь, и желѣзную и мѣдную руды, и каменный уголь, и разнообразнѣйшія окаменѣлости—остатки когда-то жившихъ организмовъ. Отъ «камней» отличаютъ обыкновенно болѣе мягкія горныя породы—различные глины, пески, мергеля, и др. и называютъ ихъ *землями*. Всѣ эти естественныя тѣла, несмотря на разнообразіе ихъ состава и на различіе ихъ происхожденія, необразованными людьми сваливаются въ одну общую кучу. Лѣтъ 200 тому назадъ и у людей науки, хотя имѣвшихъ уже довольно значительныя свѣдѣнія о свойствахъ различныхъ минераловъ и горныхъ породъ, общія начала классификаціи этихъ разнородныхъ тѣлъ были неясны и почти такъ же спутаны, какъ теперь у профана въ естествознаніи.

Только постепенно, благодаря накопленію свѣдѣній о строеніи земной коры и о происхожденіи находимыхъ въ ней окаменѣлыхъ остатковъ различныхъ организмовъ, окончательно выдѣлились изъ понятія минералъ—понятія о горной породѣ и объ окаменѣлости; развитіе же химіи и примѣненіе физическихъ методовъ изслѣдованія позволили разбить минералы на классы и виды.

*Минералогіей* называютъ теперь науку о *минералахъ*. Въ настоящее время мы можемъ дать слѣдующее опредѣленіе минерала. *Минералъ есть однородное твердое* *) (въ преобладающемъ большинствѣ случаевъ) *вещество опредѣленнаго химическаго состава и опредѣленныхъ физическихъ свойствъ, встрѣчающееся въ земной корѣ, но могущее быть полученнымъ также искусственнымъ путемъ*. Различія химическаго состава и физическихъ свойствъ даютъ основанія *описательной минералогіи* разбить минералы на отдѣльные *минеральные виды* и *семейства*.

Вѣроятно каждому изъ читателей приходилось бывать въ какомъ-нибудь минералогическомъ музеѣ, или имѣть въ рукахъ

*) Изъ минераловъ въ жидкомъ видѣ, если не считать воды, смолъ и нефти, мы знаемъ одну только *ртуть*, да и та въ самородномъ состояніи встрѣчается въ крайне незначительномъ количествѣ.

хотя бы небольшую минералогическую коллекцію, состоящую изъ «камней» самой разнообразной формы, цвѣта и блеска. При болѣе внимательномъ изученіи этихъ кусочковъ камня можно сразу замѣтить, что большинство изъ нихъ имѣетъ опредѣленную геометрическую форму и ограничено ровными блестящими плоскостями—это такъ называемые *окристаллованные минералы*.

На прилагаемой таблицѣ изображены такіе окристаллованные минералы: кристаллы—горнаго хрусталя (рис. 1), известковаго шпата (рис. 2 и 12), алмаза (рис. 3), корунда (рис. 4), лейцита (рис. 5), циркона (рис. 6), рутила (7). Но минералы встрѣчаются не только въ видѣ такихъ одиночныхъ хорошо образованныхъ кристалловъ. Они могутъ встрѣчаться въ видѣ различныхъ *сростковъ* и *группъ*, состоящихъ изъ нѣсколькихъ отдѣльныхъ кристалловъ; напр. на рис. 9-мъ изображена такая группа известковаго шпата, на рис. 10-мъ группа кристалловъ граната (меланита), на рис. 8-мъ группа кристалловъ берилла, на рис. 15-мъ группа кристалловъ апофиллита, на рис. 19-мъ сростокъ кристалловъ эпидота, на рис. 11-мъ сростокъ пироморфита, на рис. 13-мъ сростокъ изъ нѣсколькихъ кристалловъ ортоклаза, на рис. 14-мъ два отдѣльные кристалла сѣры, а на рис. 17-мъ два кристалла блеклой мѣдной руды. Если кристаллы сидятъ на какой-нибудь каменной подстилкѣ въ довольно большомъ количествѣ, то такая группа называется *друзой*.

Кромѣ того, нужно замѣтить, что идеальная форма окристаллованныхъ минераловъ наблюдается въ природѣ не часто. Какъ мы увидимъ дальше, для образованія такихъ кристалловъ нужны идеальные условія—одинаковость температуры во время роста минерала, отсутствіе сотрясеній и много другихъ условій, рѣдко осуществимыхъ въ громадной лабораторіи природы.

Грани минерала часто развиты далеко неравномѣрно, часто искривлены, благодаря давленію окружающей породы, происшедшему уже послѣ образованія даннаго минеральнаго индивидуума. Но все же и на такихъ, хотя и «попорченныхъ» природой минералахъ ясно видна геометрическая правильность ихъ внѣшней формы, ихъ *окристаллованность*.

На многихъ другихъ образцахъ вашей коллекціи вы уже не замѣтите этой окристаллованности—предъ вами куски крупно или мелко-зернистаго камня. Здѣсь отдѣльные кристаллическіе индивидуумы такъ тѣсно соединены другъ съ другомъ, что отъ взаимнаго давленія внѣшняя форма ихъ совершенно исказилась. Это такъ называемые *кристаллическіе аггрегаты*. Въ зависимости отъ величины отдѣльныхъ индивидуумовъ аггрегаты бываютъ *крупнокристаллическими*, *мелкокристаллическими* и *скрытокристаллическими*; послѣдними называются такіе аггре-

гаты, въ которыхъ отдѣльные индивидуумы могутъ быть различимы только при помощи микроскопа.

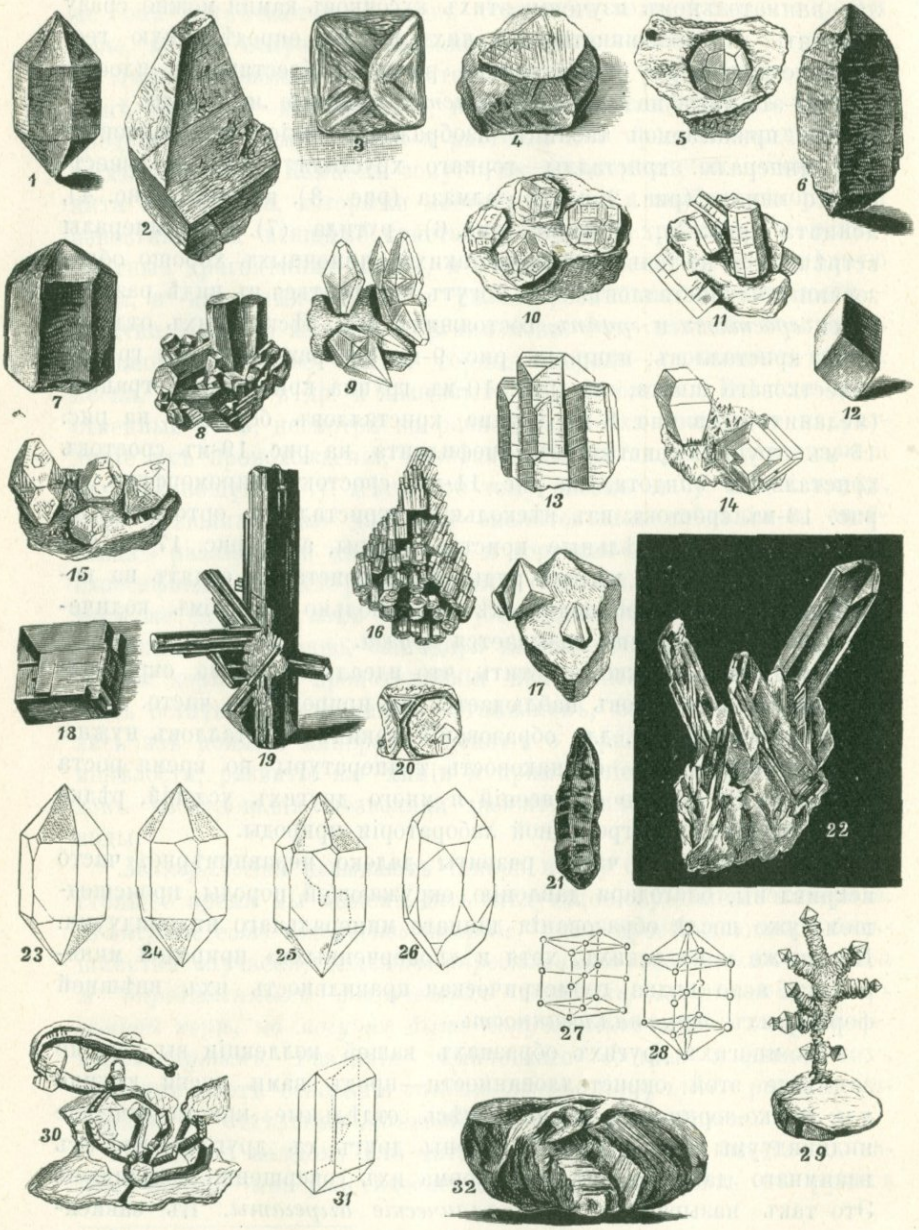



Рис. 55. Таблица минераловъ и кристалловъ.

Мы уже говорили, что отдѣльные хорошо образованные мине-

ралы являются намъ въ видѣ *многогранниковъ* съ ровными, блестящими плоскостями. При внимательномъ разсмотрѣніи можно замѣтить, что форма этихъ многогранниковъ у различныхъ минераловъ часто весьма различна. Форма, такимъ образомъ, является признакомъ, на основаніи котораго можно отличить одинъ минеральный видъ отъ другого. Эта, казалось бы, простая истина долго не могла получить правъ гражданства въ наукѣ. Но не надо этому удивляться—наиболѣе простыя истины доставались человѣчеству съ наибольшимъ трудомъ. По отношенію къ нашему случаю легко разобраться, почему такъ долго не признавали значенія внѣшней формы минеральнаго вида. Достаточно взглянуть на рисунки 2, 9, 12, 18, представляющіе намъ различныя формы одного и того же вещества — известковаго шпата (углекислая известь), или на рисунки 1, 22, 23—26, представляющіе кристаллы горнаго хрусталя, чтобы видѣть, что относительные размѣры и форма *граней*, а слѣдовательно и внѣшній видъ *одного и того же* минеральнаго вида можетъ измѣняться иногда до неузнаваемости. Известковый шпатъ можетъ кристаллизоваться въ различныхъ ромбоэдрахъ, въ скаленоэдрахъ и въ призмахъ; у горнаго хрусталя—шесть его плоскостей, пересѣкающихся въ одной точкѣ, рѣдко развиты всѣ одинаково, какъ на образчикѣ, представленномъ на рис. 1, гораздо чаще три изъ этихъ шести плоскостей развиты сильнѣе, чѣмъ другія (рис. 22 и 26), иногда послѣднія грани совершенно исчезаютъ. И все же внѣшняя, та или иная геометрическая форма, дѣйствительно, является характерной для каждаго минеральнаго вида; различныя видоизмѣненія этой формы скованы точными предѣлами и законами.

Первый, кто указалъ на эту законность, на эти предѣлы измѣненія внѣшней формы одного и того же минеральнаго вида, былъ датчанинъ *Николай Стено*. Онъ еще въ 1669 г. въ сочиненіи: «De solido intra Solidum naturaliter contento» утверждалъ, что, хотя плоскости горнаго хрусталя и могутъ измѣняться въ величинѣ и въ формѣ, но *двугранные углы* его между однородными плоскостями *никогда не измѣняются*. То же было замѣчено Стено и по отношенію къ желѣзному блеску и сѣрному колчедану. Законность была установлена. Главное вниманіе нужно обращать не на плоскости ограненія даннаго минерала—онѣ измѣнчивы въ извѣстныхъ предѣлахъ,—а на двугранные углы, образованные этими плоскостями:—углы между призматическими плоскостями горнаго хрусталя всегда будутъ имѣть величину въ 120°, а между пирамидальными плоскостями—въ 94°15′, откуда бы мы ни взяли образчики этого минерала, изъ копей ли Урала, Цейлона или Америки, какъ бы различно ни были развиты эти плоскости.

Законность была указана, но долго еще ученые не обращали

на нее должнаго вниманія, и она не могла занять подобающаго ей центральнаго мѣста. Такъ, даже знаменитый *Линней*, знавшій объ открытіи Стено, все же въ основу своей классификаціи минераловъ положилъ чисто внѣшнее сходство формы минеральныхъ видовъ. И только съ появленіемъ въ 1783 году сочиненія *Роме-де-Лиля* «Cristallographie ou Description des Formes propres à tous les Corps du Règne Minéral» *законъ постоянства гранныхъ угловъ* былъ введенъ въ научный обиходъ. Роме-де-Лиль съ необычайной ясностью, болѣе чѣмъ на 500 формахъ, показалъ, что законъ этотъ является общимъ для всѣхъ минеральныхъ видовъ, что *двугранные углы между однородными плоскостями одного и того же минеральнаго вида—величины постоянныя*. Въ то же время Роме-де-Лиль выяснилъ, что различныя кристаллическія формы какого-нибудь минерала могутъ быть выведены геометрическимъ путемъ изъ одной простой формы. Но все же и въ концѣ XVIII-го вѣка находились еще люди съ большимъ научнымъ именемъ, которые отрицали значеніе этого закона. «Вообще, писалъ Бюффонъ, кристаллическая форма не можетъ считаться постояннымъ свойствомъ; это самое неопредѣленное и самое измѣнчивое изъ всѣхъ свойствъ, по которымъ можно опредѣлять минералы». И нужно было всю энергію, талантливость и упорство современника Роме-де-Лиля аббата *Гаюи*, чтобы достигнуть общаго признанія закона постоянства гранныхъ угловъ, къ этому закону присоединить новые и такимъ образомъ создать *кристаллографію*, т. е. науку о свойствахъ кристаллическаго вещества.

Сначала объектомъ изученія кристаллографовъ были только хорошо образованные кристаллы, главнымъ образомъ естественные минералы; на нихъ была разработана *геометрическая кристаллографія*, на нихъ была установлена связь между внѣшней формой и другими физическими свойствами минераловъ съ одной стороны и химическимъ составомъ съ другой;—но постепенно подверглись изученію и другіе, болѣе скромные представители царства минераловъ, не представляющіе и слѣдовъ окристаллованности, тѣ *кристаллическіе аггрегаты*, о которыхъ мы упоминали выше. Оказалось, что физическія свойства этихъ аггрегатовъ тѣ же, что хорошо образованныхъ кристалловъ, и что они не имѣютъ правильной внѣшней формы кристалла только въ силу неблагопріятныхъ условій въ теченіе того времени, когда они образовались. Такъ постепенно назрѣвало убѣжденіе, что суть дѣла не въ кристаллической формѣ, что она такъ же, какъ и другія физическія свойства кристалла, есть только слѣдствіе внутренняго строенія кристаллическаго вещества.

Въ XVIII-мъ столѣтіи минералогія была еще наукой о всемъ «*минеральномъ царствѣ*»,—она вѣдала и минералы, и горныя

породы, и окаменѣлости, но къ началу XIX-го вѣка отъ нея откололась *геологія* съ *палеонтологіей* и на долю минералогіи осталось описаніе минеральныхъ видовъ и изученіе правильностей, наблюдаемыхъ въ нихъ. Затѣмъ послѣдовало и дальнѣйшее разложеніе минералогіи.

Вопросъ о правильностяхъ формы минераловъ постепенно сдѣлался общимъ вопросомъ о *кристаллическомъ строеніи твердаго вещества*; стали искать законностей этого строенія съ одной стороны чисто геометрическимъ путемъ, съ другой при помощи разнообразнѣйшихъ и сложнѣйшихъ физическихъ и химическихъ изслѣдованій и опытовъ. Такимъ образомъ выдѣлились *геометрическая кристаллографія*, *кристаллофизика* и *кристаллохимія*, и значеніе для этихъ наукъ нѣсколькихъ сотъ естественныхъ минераловъ стало ничтожнымъ сравнительно съ искусственными кристаллами многихъ тысячъ опредѣленныхъ химическихъ соединеній. Вмѣстѣ съ тѣмъ сталъ выясняться вопросъ объ образованіи и измѣненіи минераловъ въ земной корѣ. Въ настоящее время изученіе этихъ процессовъ неразрывно связано съ изученіемъ заключающихъ минералы горныхъ породъ, т. е. съ *петрографіей*, а опытное изслѣдованіе возникающихъ при этомъ вопросовъ лежитъ всецѣло въ области физики и химіи. Такъ математика, химія, физика и геологія стремятся раздѣлить наслѣдство, оставшееся послѣ старой минералогіи...

Опредѣленныя химическія соединенія, переходя изъ газообразнаго или жидкаго состоянія въ твердое, появляются въ видѣ различной формы многогранниковъ—*кристалловъ*. Слово кристаллъ происходитъ отъ греческаго слова κρυσταλλος, которымъ греки во времена Гомера называли ледъ, во времена Платона—горный хрусталь, весьма распространенный минералъ, имѣющій химическій составъ $SiO_2$ (кремнекислота); постепенно это названіе было распространено на всѣ минералы, имѣющіе, подобно горному хрусталю, форму многогранниковъ.

Какъ мы уже упоминали, внѣшняя форма кристаллическаго вещества — только вторичный признакъ и часто, напримѣръ въ скрытокристаллическихъ аггрегатахъ, даже не проявляется. Внѣшняя форма, такъ же какъ и другія физическія правильности, зависитъ отъ правильностей внутренняго строенія кристалла. Столѣтіе ушло на изученіе этихъ правильностей и въ концѣ концовъ дало намъ общую характеристику кристаллическаго вещества, какъ вещества *однороднаго* и *анизотропнаго*. *Однородность*, впрочемъ, не есть свойство характерное только для кристаллическаго состоянія вещества, она характерна вообще для опредѣленныхъ химическихъ соединеній, все равно—въ газообразномъ, жидкомъ или твердомъ состояніи. Вещество зовется *одно-*

*роднымъ* (или *гомогеннымъ*), если вокругъ каждой точки его свойства совершенно тѣ же, что и вокругъ всякой другой. Здѣсь могутъ быть два случая. Во 1-хъ—свойства вещества вокругъ данной точки не только будутъ однаковы со свойствами вокругъ всякой другой, но они будутъ одинаковы и для всѣхъ направленій вокругъ одной и той же точки. Такое вещество зовется *изотропнымъ*. Жидкости и газы *изотропны*. Возьмемъ напр. воду. Скорость свѣта въ ней одинакова по всѣмъ направленіямъ, теплопроводность, сжимаемость, вообще всякое другое физическое свойство также не зависятъ отъ направленія; также изотропны и газы. Есть и среди твердыхъ веществъ изотропныя—это такъ называемыя *аморфныя тѣла*, напр. стекло, опалъ, коллоидальныя вещества (желатинъ, клей).

Нѣкоторыя вещества появляются и въ кристаллическомъ и въ аморфномъ видѣ, смотря по тому, при какихъ условіяхъ они образовались. Обыкновенно аморфныя тѣла образуются при быстромъ и непосредственномъ переходѣ вещества изъ жидкаго въ твердое, кристаллическія же—при постепенномъ. *Кристаллическія* тѣла отличаются отъ жидкостей и газовъ тѣмъ, что не владѣютъ изотропностью, они—*анизотропны*; свойства кристаллическаго вещества измѣняются въ зависимости отъ направленія и при томъ такимъ образомъ, что въ параллельныхъ направленіяхъ свойства одинаковыя. Для лучшаго выясненія этого основного свойства кристаллическаго вещества — сравнимъ послѣднее со стопой бумаги, листы которой совершенно одинаковы и по размѣрамъ и по качеству. Эту стопу можно разсматривать какъ однородное тѣло, такъ какъ природа и расположеніе слагающихъ ея частей во всѣхъ точкахъ одинаковы. Но въ то же время такую стопу можно демонстрировать, какъ модель *анизотропнаго* тѣла, такъ какъ строеніе ея по различнымъ направленіямъ различно: по горизонтальному направленію она легко дѣлится на части, для того же, чтобы разорвать ее въ вертикальномъ направленіи, нужно приложить громадную силу. Воткнемъ въ нее иглу; въ направленіи вертикальномъ игла проколетъ нѣсколько десятковъ листовъ бумаги, въ горизонтальномъ одинъ, два.

Если же мы нашу стопу замѣстимъ одинаковымъ количествомъ бумажной массы, не раздѣленной на листы, то будемъ имѣть модель не только однороднаго, но и *изотропнаго* тѣла, такъ какъ строеніе этой массы будетъ совершенно одинаково по всѣмъ направленіямъ.

Нужно замѣтить, что одно и то же кристаллическое вещество по отношенію къ одному роду явленій можетъ быть изотропнымъ, по отношенію къ другому анизотропнымъ, но нѣтъ кристалла,

который былъ бы изотропенъ во всѣхъ своихъ свойствахъ. Возьмемъ, напр., кристаллъ каменной соли, имѣющій форму куба, и будемъ измѣрять сопротивленіе ея разрыву. Вырѣжемъ для этого изъ нашей каменной соли призмы одинаковой величины по различнымъ направленіямъ. По изслѣдованіи окажется, что если призмы, вырѣзанныя по направленію перпендикулярному къ плоскости куба, будутъ разрываться при нагрузкѣ въ килограммъ, то для разрыва призмъ, вырѣзанныхъ по направленіямъ, соединяющимъ противоположные трехгранные углы, потребуется нагрузка въ 2 килограмма, а для призмъ, вырѣзанныхъ по направленіямъ, соединяющимъ средины противоположныхъ реберъ,—2,6 килограмма. Результаты будутъ всегда одни и тѣ же, изъ какого бы мѣста кристалла каменной соли мы ни вырѣзали эти призмы, лишь бы направленія, по которымъ онѣ вырѣзаны, были бы параллельны предъидущимъ. Такимъ образомъ по отношенію къ разрыву кристаллы каменной соли являются веществомъ *анизотропнымъ*. Но напр. по отношенію къ скорости свѣта—каменная соль является веществомъ *изотропнымъ*, такъ какъ эта скорость въ кристаллѣ каменной соли одинакова по всѣмъ направленіямъ.

Мы уже упоминали объ *аморфныхъ* тѣлахъ, которыя долгое время считали исключеніемъ среди твердыхъ тѣлъ и приписывали имъ *изотропность* во всѣхъ ихъ свойствахъ; дѣйствительно и физическія свойства ихъ не зависятъ отъ направленія и являются они въ видѣ сплошныхъ массъ, не имѣющихъ опредѣленной геометрической формы. Въ настоящее время все болѣе и болѣе склоняются къ мысли, что аморфныя тѣла въ концѣ концовъ тоже кристаллическія, только кристаллическія частицы размѣщены въ нихъ не параллельными рядами, какъ въ кристаллахъ, а безпорядочно, по всевозможнымъ направленіямъ, слѣдствіемъ чего и является изотропность, какъ среднее ариѳметическое вліяній всѣхъ этихъ частицъ. Если одно и то же вещество является и въ аморфномъ и въ кристаллическомъ видѣ, то первая разность менѣе устойчива, чѣмъ вторая, такъ какъ кристаллическое состояніе соотвѣтствуетъ устойчивому равновѣсію внутреннихъ силъ, а аморфное—неустойчивому; поэтому нерѣдко происходитъ самопроизвольная перегруппировка частицъ и аморфная разность переходитъ въ кристаллическую. Удѣльный вѣсъ такихъ разностей тоже различенъ и обыкновенно у кристаллической разности выше, чѣмъ у аморфной. Такъ, кристаллическая кремнекислота (кварцъ) имѣетъ удѣльный вѣсъ 2,6,—а аморфная (опалъ)—2,1—2,2, кристаллическая сѣра—2,0, а аморфная—1,9, гранатъ—3,6, а сплавленный въ стекло—2,9. Кромѣ того, нужно замѣтить, что изотропность аморфныхъ тѣлъ часто далеко уже не такая совершенная.

*Кристаллизація и ростъ кристалловъ.* Перейдемъ теперь къ вопросу образованія кристалловъ, какъ въ природѣ, такъ и въ нашихъ лабораторіяхъ.

Прежде всего обратимъ вниманіе на то, что способность давать болѣе или менѣе большіе, хорошо образованные кристаллы, свойственна далеко не всѣмъ химическимъ соединеніямъ. Такъ, напримѣръ, кремнекислота ($SiO_2$) встрѣчается въ природѣ довольно часто въ видѣ огромныхъ кристалловъ горнаго хрусталя въ нѣсколько футовъ длиною; кристаллы углекислой извести (кальцитъ), калійный полевой шпатъ (ортоклазъ) и нѣкоторые другіе минералы также находятся иногда въ громадныхъ кристаллахъ. Нѣкоторыя химическія соединенія получаются довольно легко въ значительныхъ кристаллахъ искусственно, напримѣръ: мѣдный купоросъ, глауберова соль, винная и лимонная кислоты, красная и желтая соль, сейгнетова соль, различные квасцы, сахары, сѣра и многія другія. Но съ другой стороны существуетъ множество химическихъ соединеній, которыя извѣстны исключительно въ микроскопическихъ кристаллахъ, напримѣръ: гидраты кремнезема, нѣкоторые гидраты окиси желѣза, многія сложныя органическія соединенія, напр. бѣлковыя тѣла. Между этими двумя полюсами лежитъ остальная масса опредѣленныхъ химическихъ соединеній, которыя образуютъ обыкновенно кристаллы, хотя и небольшіе, но все же различимые и невооруженнымъ глазомъ. Зависятъ ли такія различія кристаллообразовательной способности отъ различія химическаго состава этихъ веществъ или же только отъ того, что какъ въ природѣ, такъ и въ лабораторіи не осуществлены условія, необходимыя для появленія даннаго вещества въ видѣ большихъ кристалловъ, еще вопросъ спорный. Въ настоящее время однако большинство ученыхъ склоняется къ тому, что всякое опредѣленное химическое соединеніе можетъ быть получено въ кристаллическомъ видѣ; то, что намъ неизвѣстны кристаллы еще многихъ веществъ, говоритъ только о нашемъ неумѣньѣ выдѣлить данныя соединенія въ твердомъ видѣ при такихъ условіяхъ, при которыхъ внутреннія силы этого вещества могли бы проявиться безпрепятственно. Такія условія могутъ наступить: 1) при переходѣ вещества изъ жидкаго или газообразнаго состоянія въ твердое; 2) въ моментъ выдѣленія твердаго вещества изъ растворовъ или сплавовъ и 3) въ моментъ образованія твердаго вещества при химическихъ реакціяхъ.

Всѣ способы искусственной кристаллизаціи сводятся къ тому, чтобы получить условія, при которыхъ безпрепятственно могутъ дѣйствовать силы, проявляющіяся въ моментъ образованія даннаго твердаго тѣла, или, какъ говорятъ химики,—*in statu nascenti.*

Наиболѣе употребительны слѣдующіе способы кристаллизаціи:

1) *Плавленіе.* Когда расплавленное тѣло при охлажденіи переходитъ въ твердое состояніе, оно является обыкновенно въ видѣ кристалловъ, тѣмъ болѣе ясныхъ, чѣмъ медленнѣе и спокойнѣе шелъ процессъ отвердѣванія. Такимъ образомъ можно получить сѣру и висмутъ въ довольно значительныхъ кристаллахъ. Для этого достаточно расплавить ихъ въ фарфоровомъ или глиняномъ тиглѣ и оставить медленно охлаждаться; затѣмъ, когда на поверхности образуется твердая корка, то надо проткнуть ее и вылить еще не отвердѣвшее содержимое; бока тигля окажутся усѣянными прекрасными кристаллами.

2) *Возгонка.* Многія тѣла, твердыя при обыкновенной температурѣ, могутъ переходить въ парообразное состояніе, не переходя черезъ жидкое и не разлагаясь. Когда такіе пары приходятъ въ соприкосновеніе съ поверхностями болѣе холодными, чѣмъ они сами, то, понятно, они снова переходятъ въ твердое состояніе и на этой поверхности осѣдаютъ кристаллы. Такъ, напр., кристаллизуются нашатырь и іодъ.

3) Третьимъ и наиболѣе употребительнымъ способомъ является *кристаллизація изъ растворовъ.* Данное твердое тѣло растворяютъ въ какой-нибудь жидкости. Растворителями могутъ быть самыя различныя тѣла: при низкихъ температурахъ вода, спиртъ, эѳиръ, при высокой—борная кислота, соли вольфрамовой кислоты, хлористыя и сѣрнокислыя соли и проч. Кристаллы получаются путемъ испаренія растворителя, путемъ измѣненія температуры и проч. Разнообразіе употребляемыхъ при этомъ пріемовъ чрезвычайно велико. Если кристаллизацію хотятъ вести при обыкновенной температурѣ, то наиболѣе быстро можно получить значительные, хорошо образованные кристаллы изъ такъ называемыхъ *насыщенныхъ растворовъ.* Насыщеннымъ называютъ такой растворъ даннаго вещества, въ которомъ, при данной температурѣ и давленіи, не можетъ быть уже растворено ни малѣйшей частицы этого вещества; достаточно самаго незначительнаго измѣненія внѣшнихъ условій, напр. хотя бы слабаго испаренія или повышенія температуры, чтобы изъ насыщеннаго раствора часть растворенаго вещества выдѣлилась въ кристаллическомъ состояніи.

Можно и не приготовлять насыщеннаго раствора, а предоставить это медленному испаренію растворителя, но тогда придется долго ждать, когда данный растворъ станетъ насыщеннымъ и растворенное вещество начнетъ выкристаллизовываться.

Преобладающая масса минераловъ образовалась изъ растворовъ; только въ природѣ въ большинствѣ случаевъ явленія были, конечно, сложнѣе—къ чисто физическому дѣйствію растворителя примѣшивалось его химическое воздѣйствіе, часто къ этому при-

соединялось вліяніе высокой температуры и высокаго давленія. Многіе ученые пытались возсоздать и эти сложные процессы въ своихъ лабораторіяхъ. Значеніе давленія для кристаллизаціи нѣкоторыхъ минераловъ видно, напр., изъ опытовъ Сенармона и Добрэ. Первый изъ нихъ получилъ кристаллическій кварцъ, нагрѣвая до 350° подъ давленіемъ смѣсь студенистаго кремнезема съ водою, подкисленною соляной кислотою, второй—нагрѣвая въ стеклянныхъ запаянныхъ (слѣдовательно тоже подъ высокимъ давленіемъ) трубкахъ до 400° стекло съ водою.

4) *Кристаллизація при химическихъ реакціяхъ.* Вообще при всякомъ химическомъ *разложеніи*, дающемъ въ числѣ своихъ продуктовъ твердое тѣло, послѣднее при благопріятныхъ условіяхъ является въ видѣ кристалловъ. Мы остановимся нѣсколько подробнѣе на *реакціяхъ двойного разложенія*. Для полученія однихъ соединеній реакціи эти должны идти медленно, для другихъ быстро. Въ большинствѣ случаевъ медленный процессъ благопріятствуетъ образованію хорошихъ кристалловъ. Такимъ медленнымъ реакціямъ двойного разложенія обязаны своимъ происхожденіемъ большинство естественныхъ минераловъ. Мы имѣемъ блестящіе *историческіе* примѣры подобнаго рода образованій. Такъ воды Plombières, содержащія въ растворѣ силикаты калія и фтористый кальцій, дѣйствуя въ теченіе тысячелѣтія на известковый цементъ и бетонныя кирпичныя постройки римлянъ, видоизмѣнили химическій составъ ихъ и образовали самые разнообразные минералы, среди которыхъ преобладаютъ цеолиты, опалъ и плавиковый шпатъ.

Въ Bourbonne les Bains воды, содержащія хлористыя и сѣрнокислыя соды щелочей, кальція и магнія, протекали по римскому полуразрушенному водоему. Въ водоемѣ было много тины, а въ тинѣ находилось большое количество старыхъ римскихъ бронзовыхъ медалей. Сѣрнокислыя соли возстановлялись органическимъ веществомъ тины въ сѣрнистыя соединенія, и растворы послѣднихъ, дѣйствуя въ теченіе вѣковъ на монеты, образовали на послѣднихъ кристаллы мѣднаго блеска, мѣдной блеклой руды, свинцоваго блеска и мн. друг. Образованіе этихъ минераловъ шло въ обоихъ случаяхъ при температурѣ не выше 68°—70°.

Значеніе медленности въ реакціяхъ двойного разложенія для полученія вещества въ кристаллическомъ состояніи видно изъ слѣдующаго. Сѣрнокислый барій ($BaSO_4$) встрѣчается въ природѣ въ видѣ прекрасныхъ ромбическихъ кристалловъ, искусственно же онъ получается, при обычныхъ условіяхъ, въ видѣ бѣлаго аморфнаго порошка. *Гинье* показалъ, что эту соль можно получить въ видѣ довольно значительныхъ кристалловъ искусственно. Для этого необходимо, чтобы двойное разложеніе между водными рас-

творами сѣрнокислаго натрія ($Na_2SO_4$) и хлористаго барія ($BaCl_2$) шло возможно медленнѣе—въ теченіе нѣсколькихъ мѣсяцевъ. Способъ полученія заключается въ томъ, что растворы этихъ двухъ солей медленно диффундируютъ въ раздѣляющій ихъ слой воды, гдѣ при медленной реакціи двойного разложенія ихъ и образуется нерастворимая въ водѣ соль сѣрнокислаго барія ($BaSO_4$) въ видѣ кристалловъ.

5) *Способъ минерализаторовъ*. Способъ этотъ состоитъ въ томъ, что кристаллы какого-нибудь соединенія получаются путемъ нагрѣванія его въ атмосферѣ какого-нибудь газа, причемъ количество этого газа остается неизмѣннымъ послѣ охлажденія и совершившейся кристаллизаціи. Для очень многихъ соединеній такую роль минерализаторовъ играютъ—азотъ, водородъ, часто фтористыя соединенія. Объясненіе этого явленія состоитъ въ томъ, что при нагрѣваніи образуется очень нестойкое соединеніе газа или нѣкоторыхъ составныхъ частей его съ элементами даннаго соединенія. Это соединеніе разлагается, какъ только условія нѣсколько измѣнятся, и выдѣляемое при разложеніи твердое тѣло кристаллизуется. Такимъ путемъ получено въ кристаллахъ довольно много разнообразныхъ химическихъ соединеній, до того получавшихся искусственно только въ видѣ аморфныхъ порошковъ. Подобные же процессы совершались и совершаются, конечно, и въ громадной лабораторіи природы. Такъ, напримѣръ, извѣстно, что выдѣляющіеся при вулканическихъ изверженіяхъ хлористое желѣзо и пары воды, вслѣдствіе реакціи двойного разложенія, осаждаютъ по бокамъ кратера красный порошокъ аморфной окиси желѣза, но въ самомъ кратерѣ, гдѣ пары продолжаютъ дѣйствовать на образовавшуюся окись желѣза, она перекристаллизовывается въ кристаллическую и появляются характерныя пластинки желѣзнаго блеска, которыя при дальнѣйшемъ дѣйствіи этихъ паровъ постепенно все увеличиваются въ размѣрѣ, растутъ.

*Ростъ кристалловъ*. Уже при изученіи явленій кристаллизаціи мы видѣли, что кристаллическое вещество при своемъ выдѣленіи можетъ присоединяться къ существующимъ уже кристалламъ того же вещества, и кристаллы эти постепенно увеличиваются въ размѣрахъ, сохраняя однородность строенія. Этотъ процессъ называется явленіемъ роста кристалловъ. Опустимъ, напримѣръ, кристаллъ калійныхъ квасцовъ въ водный насыщенный растворъ этой соли.

Вслѣдствіе испаренія воды, растворъ станетъ пересыщеннымъ, изъ него начнутъ выдѣляться частицы твердаго вещества—кристаллы калійныхъ квасцовъ—и садиться на тотъ кристаллъ, который мы положили въ растворъ; при этомъ однородность нашего кристалла не нарушается: новые слои вещества налагаются совершенно параллельно и одинаковымъ образомъ по отношенію

къ элементамъ ограненія ранѣе образовавшагося кристалла. Мы говоримъ—кристаллъ *растетъ*.

Представимъ себѣ частицу, имѣющую одинаковое притяженіе вправо и влѣво, иное вверхъ и внизъ и, наконецъ, отличное отъ первыхъ двухъ—впередъ и назадъ; благодаря такому притяженію нашей частицы, къ ней присоединится шесть другихъ совершенно такихъ же частицъ. Такъ, можно изобразить расположеніе частицъ въ моментъ зарожденія кристалла. При дальнѣйшемъ ростѣ къ каждой изъ шести частицъ присоединится еще по одной на такихъ разстояніяхъ, затѣмъ еще по одной и т. д.—и получится кристаллъ восьмигранной пирамиды. Но ростъ кристалла можетъ идти по различнымъ направленіямъ различно, напр. къ центральной частицѣ сверху и снизу присоединятся по двѣ частицы, а по другимъ направленіямъ только по одной; при дальнѣйшемъ ростѣ въ этомъ случаѣ появится кристаллъ въ видѣ восьмигранной пирамиды. Представимъ, что центральная частица испытываетъ притяженіе не только по 6 указаннымъ выше направленіямъ, но и по промежуточнымъ къ нимъ, тогда образуется кристаллъ, имѣющій форму, изображенную на нашей таблицѣ, помѣщенной на стр. 168, рис. 27-мъ; если въ то же время по вертикальному направленію будетъ присоединяться по 2 частицы, а по всѣмъ остальнымъ по одной, то получится кристаллъ, форма котораго изображена на этой же таблицѣ рис. 28-мъ и т. д.

Доказано, что такой ростъ прекращается, если данный кристаллъ покрыть сверху тонкимъ слоемъ воска или лака. Какъ бы тонокъ этотъ слой ни былъ, оріентирующее вліяніе готоваго кристалла на выдѣляющееся изъ раствора твердое вещество прекращается, и вновь образующіеся кристаллы квасцовъ осѣдаютъ на нашемъ кристаллѣ безразлично, совершенно такъ, какъ они осѣдаютъ на стѣнкахъ сосуда, въ которомъ идетъ кристаллизація. Но достаточно небольшой трещины въ покрывающемъ кристаллъ слоѣ воска или лака для того, чтобы кристаллъ соприкасался съ растворомъ, и тогда его вліяніе на выдѣляемое изъ раствора твердое вещество начинаетъ снова проявляться, и новое вещество квасцовъ осѣдаетъ на старый кристаллъ и покрываетъ снаружи всю пленку, сохраняя вполнѣ параллельность по отношенію къ гранямъ стараго кристалла.

Въ природѣ мы часто встрѣчаемъ такіе кристаллы, напр., кристаллы горнаго хрусталя $SiO_2$, на граняхъ котораго во время роста въ извѣстный моментъ начали отлагаться листочки другого минерала—хлорита, но они не закрывали всей плоскости кристалла, и кристаллъ горнаго хрусталя продолжалъ расти, такъ что листочки хлорита оказались въ концѣ концовъ внутри и ясно указываютъ границу двухъ различныхъ періодовъ въ образованіи даннаго минеральнаго индивидуума.

Эти явленія доказываютъ намъ, что ростъ кристалла идетъ благодаря притяженію готовымъ кристалломъ того же самаго твердаго вещества въ моментъ его образованія, причемъ происходитъ наложеніе на грани кристалловъ новыхъ и новыхъ слоевъ твердаго вещества. Это съ ясностью демонстрируется, если напр. кристаллъ какой-нибудь соли, окрашенный постороннимъ веществомъ, заставить расти въ той же соли неокрашенной. На то же указываютъ и опыты *заращиванія кристалловъ* (см. таблицу стр. 168, рис. 31). Если взять кристаллъ какой-нибудь соли, напримѣръ калійныхъ квасцовъ, разломать его и обломки опустить въ насыщенный растворъ того же вещества, то обломки эти мало-по-малу дорастутъ до вполнѣ образованныхъ кристалловъ, причемъ, если внѣшнія условія остаются прежнія, то и внѣшній видъ этихъ кристалловъ будетъ совершенно тотъ же, что и у первоначальнаго кристалла; ясно, что кристаллъ дорастаетъ только въ той своей части, которая была обломана.

Явленіемъ роста пользуются, когда хотятъ получить большіе кристаллы. Выбираютъ хорошо образованный кристалликъ даннаго вещества и подвѣшиваютъ его на волоскѣ или шелковинкѣ въ насыщенный растворъ этой же соли. При такихъ условіяхъ отложеніе твердаго вещества идетъ правильно со всѣхъ сторонъ, повинуясь только законамъ своего внутренняго строенія. Можно вмѣсто подвѣшиванія прибавить въ насыщенный растворъ соли такое количество какого-нибудь клея, чтобы нашъ кристалликъ былъ какъ бы въ подвѣшенномъ состояніи. Если кристаллъ просто опустить на дно, то, понятно, что плоскость, на которой онъ будетъ лежать, будетъ находиться въ неблагопріятныхъ условіяхъ роста, и потому кристаллъ приметъ неправильную форму.

Такимъ образомъ изъ этихъ опытовъ ясно, что явленіе роста зависитъ исключительно отъ притяженія наружныхъ слоевъ кристалла, которые дѣйствуютъ оріентирующимъ образомъ на вновь образуемыя частицы того же вещества и заставляютъ ихъ располагаться опредѣленнымъ образомъ; благодаря этому однородность строенія кристалла при его ростѣ не нарушается.

Затѣмъ нужно отмѣтить то крайне важное обстоятельство, что ростъ кристалла происходитъ по разнымъ направленіямъ съ *различной скоростью*. Эта анизатропность, выражающаяся въ процессахъ кристаллообразованія, и является причиной того, что твердое вещество принимаетъ форму разнообразныхъ многогранниковъ, а не шара. Вслѣдствіе этого, при рѣзко выраженномъ различіи въ скорости роста по различнымъ направленіямъ, получаются кристаллы *таблицеобразные*, *столбчатые*, *игольчатые* и *волосистые*.

Но кромѣ этихъ различій роста, зависящихъ отъ самой природы кристаллизующагося вещества, неравномѣрное развитіе плоскостей

можетъ являться слѣдствіемъ механическихъ препятствій или неравномѣрнаго по различнымъ направленіямъ притока кристаллизующагося вещества,—тогда образуются *изуродованные* кристаллы, часто съ неполнымъ числомъ однородныхъ граней. Такіе изуродованные кристалы представлены на слѣдующихъ рисункахъ. На рис. 20—кубъ золота съ оплавленными и изъѣденными плоскостями; на рис. 30—столбчатые изогнутые кристаллы серебра; на рис. 32 (стр. 168) изображенъ наибольшій ($971^3/_4$ карата) (уменьш. въ $1^1/_2$ раза) изъ доселѣ найденныхъ алмазовъ (Капская земля); при сравненіи его съ алмазомъ, изображеннымъ на рис. 3-мъ той же табл., ясно, какъ неправильно развиты и исковерканы его грани. На рис. 21 представленъ искривленный кристаллъ сапфира.

Понятно, для того, чтобы минералъ принялъ идеальную форму, т.-е. такую, которая являлась бы слѣдствіемъ только его внутренняго строенія, необходимо, чтобы онъ образовался и росъ въ подвѣшенномъ состояніи, подобномъ тому, о которомъ мы упоминали выше. Въ природѣ такія условія встрѣчаются относительно рѣдко; такіе идеально-образованные кристаллы можно встрѣтить только въ пустотахъ или мягкихъ породахъ—глинахъ, пескахъ. Но и свободно образовавшіеся кристаллы часто бываютъ изуродованы—у нихъ не хватило силы отодвигать отъ себя при кристаллизаціи постороннія частицы. Такое отодвиганіе было наблюдаемо непосредственно, и потому нужно допустить, что и въ природѣ у хорошо образованныхъ минераловъ, каковы магнитный желѣзнякъ, кварцъ, шпинель и др.,—такое отталкиваніе постороннихъ частицъ шло съ большою силою.

Измѣненіе температуры, растворителя, самое незначительное количество примѣси въ жидкомъ видѣ,—все это вліяетъ въ извѣстныхъ предѣлахъ на форму выдѣляющагося кристалла, вызываетъ въ немъ появленіе новыхъ плоскостей или иное развитіе старыхъ,—напр., квасцы обыкновенно выдѣляются въ октаэдрахъ, съ слабо развитыми плоскостями ромбическаго додекаэдра,—въ щелочныхъ же растворахъ появляются плоскости кубовъ, отъ прибавленія фосфорнокислыхъ или азотнокислыхъ солей натрія исчезаютъ плоскости ромбическаго додекаэдра, примѣсь азотнокислой мѣди вызываетъ кристаллизацію квасцовъ въ видѣ кубооктаэдровъ, прибавленіе соляной кислоты влечетъ за собой образованіе плоскостей пентагональнаго додекаэдра. Каково значеніе температуры, видно, напр., изъ того, что квасцы, кристаллизующіеся въ замкнутомъ сосудѣ и при температурѣ выше $100^0$, появляются въ формѣ ромбическихъ додекаэдровъ или трапецоэдровъ. При пропусканіи углекислоты черезъ известковую воду при обыкновенной температурѣ получается гексагональный кальцитъ,—а при температурѣ въ $100^0$—ромбическій арагонитъ.

Очень часто кристаллическіе многогранники не имѣютъ законченной формы, а являются въ видѣ такъ называемыхъ *кристаллическихъ скелетовъ*. У многихъ веществъ ростъ по нѣкоторымъ направленіямъ идетъ гораздо быстрѣе, чѣмъ по всѣмъ прочимъ. Когда такой усиленный ростъ идетъ одновременно въ нѣсколькихъ точкахъ, то образуется рядъ лучей твердаго вещества и въ концѣ концовъ получается *скелетообразная* форма.

Эти формы образуются при быстрой кристаллизаціи, изъ парообразнаго состоянія, изъ растворовъ, а также при недостаточности вещества въ моментъ выдѣленія кристаллическаго тѣла. Снѣжинки представляютъ всѣмъ извѣстный примѣръ подобной кристаллизаціи. Дендритовидныя, имѣющія форму кустовъ, сѣтей, кистей, образованія, встрѣчающіяся у золота, мѣди, серебра (стр. 168, рис. 29)—тоже нужно причислить къ этой группѣ неправильныхъ кристаллизацій. Нѣкоторыя вещества—напр. іодъ, нашатырь особенно склонны давать эти скелетообразныя формы. Скелетообразная форма, оставленная въ средѣ, гдѣ идетъ выдѣленіе того же кристаллическаго вещества, мало-по-малу дорастаетъ до цѣлаго кристалла. Кое-гдѣ лишь остаются пустоты, заполненныя маточнымъ растворомъ.

Микроскопическіе кристаллы имѣютъ обыкновенно ту же форму, что и соотвѣтственный имъ кристаллъ, видимый невооруженнымъ глазомъ. Но особенно мелкіе изъ этихъ кристалловъ часто имѣютъ своеобразную форму, которая очень далека отъ формы обыкновенныхъ кристалловъ. Это такъ называемые *микролиты*, *трихиты* и *кристаллиты*. Нѣкоторые ученые всѣ эти образованія сливаютъ въ одну группу *микролитовъ*. Микролиты имѣютъ форму столбиковъ, иголъ, бисквитовъ; трихиты—форму искривленныхъ палочекъ, вьющихся растеній, волосъ, иногда зубчатое строеніе. Эти образованія еще мало изучены, и только про нѣкоторыя изъ нихъ можно съ опредѣленностью сказать, что это зачаточныя формы такихъ-то минераловъ. Иногда довольно большіе кристаллы, напр. роговая обманка, оказываются образованными скопленіями микролитовъ однообразной формы; иногда они образуютъ правильные концентрически расположенные пояса включеній въ различныхъ минералахъ, иногда расположены лучами, идущими отъ центра. Можно получить микролиты и искусственно—изъ растворовъ кристаллическихъ веществъ, смѣшанныхъ съ какими-нибудь тягучими жидкостями, затрудняющими кристаллизацію. При такихъ опытахъ часто получаются образованія, еще болѣе далекія отъ формы обыкновенныхъ кристалловъ,—такъ сказать зачатки микролитовъ—они получили названіе—*кристаллитовъ*.

Чтобы закончить съ вопросомъ о неправильности кристалло-

образованія, намъ нужно упомянуть еще о *включеніяхъ*. Включенія могутъ быть *твердыми*, *жидкими* и *газообразными*.

О твердыхъ включеніяхъ въ видѣ микролитовъ мы говорили уже,—но въ природѣ часто встрѣчаются твердыя включенія въ видѣ совершенно образованныхъ кристалловъ, въ видѣ листочковъ и зеренъ, причемъ такія включенія часто находятся въ такомъ количествѣ, что придаютъ своему хозяину совершенно чуждую ему окраску: нѣкоторые минералы, какъ напр. ставролитъ, неизвѣстны поэтому въ чистомъ видѣ.

*Газообразныя включенія* въ минералахъ имѣютъ обыкновенно округлую форму; ихъ контуры ограничены широкою черною каймою, вслѣдствіе разницы въ преломляемости газообразнаго включенія и окружающей его среды. Газообразныя включенія часто состоятъ изъ азота и тогда находятся подъ слабымъ давленіемъ; сравнительно рѣже—включенія углекислаго газа, водорода и углеводородовъ, но находятся они уже подъ большимъ давленіемъ.

*Жидкія* включенія въ минералахъ бываютъ самой разнообразной формы; контуры ихъ не имѣютъ уже рѣзкой темной каймы, какъ газовыя; діаметръ жидкихъ включеній отъ 0,000003 до 0.06 милиметра; состоятъ они изъ воды или изъ растворовъ различныхъ солей, часто изъ жидкой углекислоты. Нерѣдко въ жидкихъ включеніяхъ встрѣчаются подвижные пузырьки, а иногда (въ нѣкоторыхъ минералахъ вулканическихъ областей) и кубическіе кристаллики поваренной соли.

Всѣ эти неправильности кристаллизаціи легко объясняются, если вспомнить, при какихъ сложныхъ и мѣняющихся вліяніяхъ образуются минералы въ природѣ и какъ рѣдко могутъ здѣсь осуществиться такія условія, какія мы легко создаемъ въ нашихъ лабораторіяхъ—именно: устойчивость температуры и давленія въ теченіе періода роста кристалла и химическая однородность кристаллизующагося вещества.

## ГЛАВА XIV.

### Горныя породы, ихъ образованіе, залеганіе и структура.

Если какой-нибудь минералъ или смѣсь изъ нѣсколькихъ минераловъ образуетъ цѣлыя горы, или пласты земной коры, или же вообще встрѣчается въ ней въ значительныхъ скопленіяхъ, то такія образованія называются *горными породами*. Примѣромъ горной породы, образованной индивидумами одного и того же минерала, можетъ служить *известнякъ*, состоящій, какъ извѣстно, только изъ известковаго шпата; примѣромъ горной породы, состоящей изъ смѣси нѣсколькихъ минераловъ,—*гранитъ*.

Тѣ породы, которыя въ основной своей массѣ состоятъ изъ одного и того же минерала или одной и той же минеральной смѣси, и при этомъ имѣютъ одинаковое строеніе и обнаруживаютъ одну и ту же степень сохраненія, носятъ одно и то же названіе. Такъ, всѣ породы, которыя состоятъ изъ известковаго шпата и имѣютъ зернистое сложеніе, называются *мраморами;* породы, состоящія изъ кварца, ортоклаза и слюды и имѣющія зернистое сложеніе,—*гранитами*; породы такого же минеральнаго состава, какъ гранитъ, но имѣющія слоистое сложеніе, называются *гнейсами*.

Минералы и горныя породы находятся или на мѣстахъ своего образованія *въ первичныхъ мѣсторожденіяхъ*, или же *во вторичныхъ мѣсторожденіяхъ*, т.-е. въ другомъ мѣстѣ, чѣмъ то, гдѣ они образовались. Въ *первичныхъ мѣсторожденіяхъ* минералы и породы являются большею частью въ видѣ кристаллическихъ образованій. Породы, состоящія изъ кристаллическихъ минераловъ, образовавшихся на мѣстѣ залеганія данной породы, и называются *кристаллическими*.

Переносъ на новое мѣсто (водой или вѣтромъ) можетъ произойти только тогда, когда первоначальная масса измельчится, т.-е. превратится въ угловатые обломки, песокъ или порошокъ.

Во вторичныхъ мѣстонахожденіяхъ минеральныя массы являются или свободными, образуя скопленіе угловатыхъ обломковъ валуновъ, галекъ, песка и пылевидныхъ частицъ—такъ назыв. *агломераты*, или оказываются связанными въ плотныя массы: *брекчіи* (соединенія угловатыхъ обломковъ), *конгломераты* (соединенія округленныхъ обломковъ или галекъ), *песчаники* (величина обломковъ у первыхъ двухъ не менѣе орѣха, а у песчаниковъ не болѣе горошины), *сланцы* и проч.

Породы, состоящія изъ обломковъ другихъ, прежде существовавшихъ породъ, называются *обломочными*. Кромѣ того, отличаютъ еще *метаморфическія* породы, которыя состоятъ изъ кристаллическихъ минераловъ, измѣненныхъ процессами метаморфизма; это такъ называемые *кристаллическіе сланцы* (см. ниже).

*Кристаллическая* порода, образованная индивидуумами одного и того же минерала, называется *простой* (мраморъ, кварцитъ); если же кристаллическая порода состоитъ изъ нѣсколькихъ минераловъ, то называется *сложной*.

Минералы, которые являются наиболѣе характерной составной частью данной кристаллической породы, называются *главными* или *существенными* частями ея, напр. кварцъ, ортоклазъ и слюда для гранита.

Другіе минералы, встрѣчающіеся въ данной породѣ въ небольшомъ количествѣ и не всегда, называются *случайными* или

примѣсями; въ гранитѣ, напр., часто встрѣчаются, въ видѣ примѣсей, гранатъ и турмалинъ.

*Петрографія* изучаетъ не только минералогическій составъ горной породы, но и ихъ строеніе и залеганіе (т. е. отношеніе данной породы къ другимъ окружающимъ ее породамъ) и, наконецъ, способы ихъ образованія. Наиболѣе труднымъ, но въ то же время наиболѣе основнымъ является вопросъ объ образованіи горныхъ породъ. Въ этомъ отношеніи всѣ породы дѣлятъ на двѣ большихъ группы: породы *изверженныя* и *осадочныя*.

*Осадочныя*, въ свою очередь, дѣлятся на 1) *химическія*, происшедшія благодаря *кристаллизаціи* изъ водныхъ растворовъ. Сюда относятся, главнымъ образомъ, простыя, зернисто-кристаллическія породы, напр. каменная соль, гипсъ, известняки, доломитъ и пр.; 2) *механическія*, происшедшія благодаря механическому осажденію изъ воды различнаго обломочнаго матеріала; это породы обломочнаго сложенія—глины, конгломераты, песчаники и др.; 3) *органогеновыя*, происшедшія благодаря дѣятельности организмовъ, какъ животныхъ (костяныя брекчіи, нѣкоторые известняки), такъ и растительныхъ (каменные угли, трепелъ и др.). Кромѣ того, выдѣляютъ еще подгруппу 4) *аэрогеновыхъ* осадочныхъ породъ, образовавшихся благодаря химической или механической дѣятельности атмосферы—это лёссъ, летучіе пески, фирнъ и др.

*Осадочныя породы*, соотвѣтственно способу ихъ образованія, являются обыкновенно въ формѣ плитъ, которыя могутъ состоять изъ нѣсколькихъ слоевъ; такія плиты называются *пластами*, а совокупность нѣсколькихъ пластовъ—*свитою пластовъ*. Въ горизонтальной свитѣ пластовъ каждый вышележащій пластъ по отношенію къ нижележащему будетъ *кровлею*, а нижележащій по отношенію къ первому—*почвою* или *постелью*. Поэтому осадочныя породы называются также *пластовыми* или *слоистыми*.

Почти всѣ породы, принадлежащія къ этой группѣ, образовались путемъ осажденія въ водѣ, главнымъ образомъ въ озерахъ и моряхъ. Отличительнымъ признакомъ этихъ породъ служитъ пластовой ихъ характеръ. Осадки, образовавшіеся въ различные періоды, располагаются одинъ надъ другимъ болѣе или менѣе толстыми пластами, причемъ нижніе пласты всегда самаго давняго происхожденія, а верхніе—позднѣйшаго. Вторымъ характернымъ признакомъ этихъ породъ служитъ то, что онѣ заключаютъ въ себѣ животные или растительные остатки, такъ называемые «окаменѣлости». Но въ нѣкоторыхъ случаяхъ этихъ двухъ отличительныхъ признаковъ можетъ и не быть, или же они бываютъ выражены весьма слабо.

Если мы будемъ разсматривать внутреннія стѣнки ямы, выры-

той въ прирѣчной песчаной мѣстности, то увидимъ, что между слоями крупнаго гравія тянутся тонкія прослойки песку или глины.

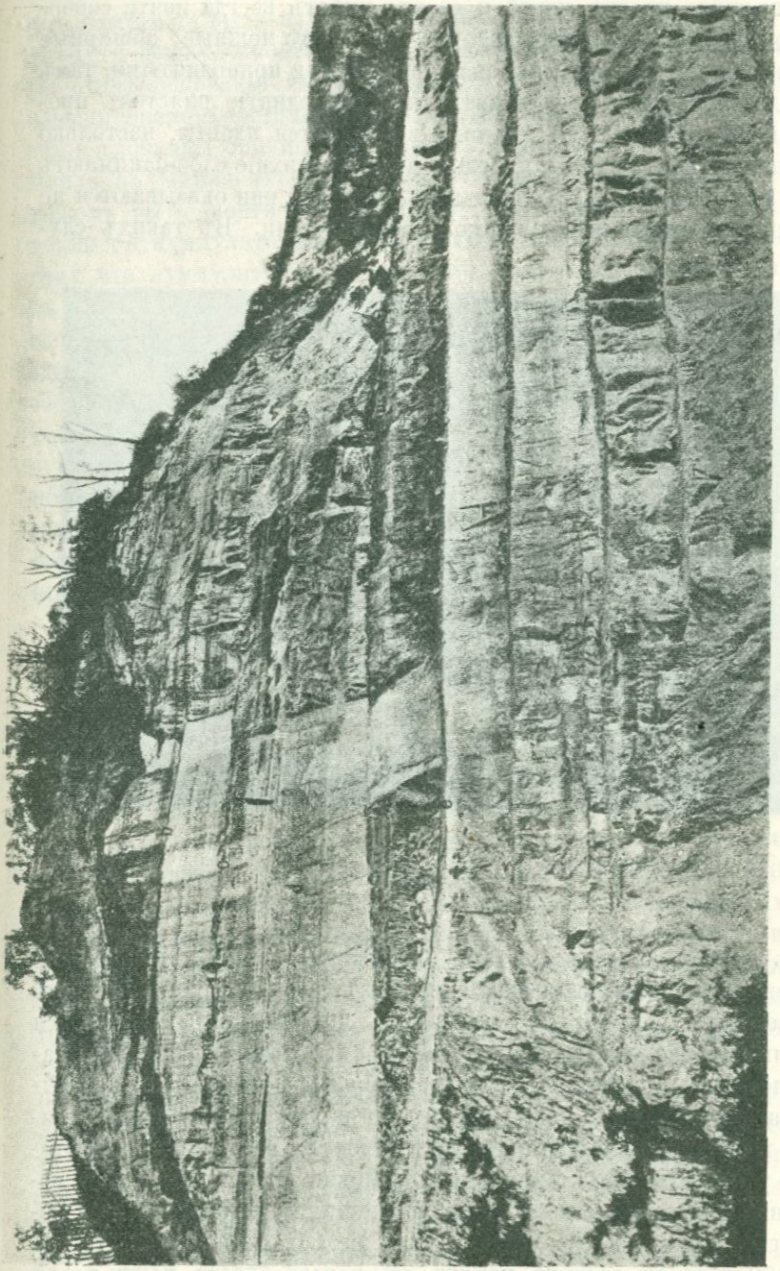


Рис. 56. Геологическій «разрѣзъ» въ окрестностяхъ Кіева (Васильковская улица. Разработка глины г. Бернера). Пласты: a) лёссовидный суглинокъ; b) сѣровато-бѣлый песокъ; c) желтый песокъ; d) сѣровато-коричневый песокъ; e) зеленый глауконитовый песокъ; f) спондиловая глина.

или же плотные пласты глинистаго песчаника или мергеля. Прослои эти представляютъ собою болѣе или менѣе сильный наклонъ къ горизонту—это наносный матеріалъ рѣкъ и ручьевъ; матеріалъ же, осаждающійся на днѣ морей и озеръ, имѣетъ всегда почти совершенно *горизонтальное* направленіе. Тамъ, гдѣ мощные, обширные пласты оказываются сильно наклоненными или приподнятыми, тамъ приходится всегда предположить, что приподнятіе пластовъ произошло впослѣдствіи. Въ Альпахъ встрѣчаются пласты, настолько измѣнившіе свое нормальное положеніе, что верхніе слои занимаютъ мѣсто нижнихъ, и наоборотъ; однимъ словомъ, они оказываются не только приподнятыми, но прямо перевернутыми. Въ такихъ слу-



Рис. 57. Крутоприподнятые пласты горныхъ породъ. (Ущелье Каматаньи. Боливія).

чаяхъ возрастъ слоевъ удается опредѣлить только съ помощью окаменѣлостей, заключающихся въ нихъ. Дѣло въ томъ, что въ теперешнихъ моряхъ на огромныхъ протяженіяхъ образуются приблизительно одни и тѣ же осадки съ однѣми и тѣми же окаменѣлостями. Но еще большее однообразіе должно было господствовать въ природѣ въ то время, когда почти одинаковый климатъ на всемъ земномъ шарѣ содѣйствовалъ въ еще большей степени уравненію всѣхъ жизненныхъ условій. Съ постепеннымъ измѣненіемъ и усложненіемъ этихъ жизненныхъ условій должны измѣняться также и организмы, или же они погибаютъ. Черезъ 100.000 лѣтъ въ нашихъ моряхъ уже нельзя будетъ найти всѣхъ

современныхъ видовъ животныхъ: многіе изъ нихъ вымрутъ, и мѣсто ихъ заступятъ другія формы; въ еще большей степени это относится къ наземнымъ животнымъ. Понятно, что осадки, которые будутъ отлагаться въ эту эпоху, будутъ заключать въ себѣ фауну и флору, уже болѣе или менѣе отличную отъ современной. На этомъ основаніи мы имѣемъ право сказать: пласты съ одинаковыми окаменѣлостями отложились въ одно и то же время, другими словами—они представляютъ одинъ и тотъ же возрастъ. Найдя въ Пиренеяхъ или въ Египтѣ скалу съ нуммулитами, мы можемъ быть почти увѣрены, что она возникла почти одновременно съ нуммулитовыми известняками швейцарскихъ Альпъ, потому что нуммулиты вездѣ достигли своего наивысшаго развитія въ такъ называемую эоценовую эпоху; они возникли почти внезапно и такъ же быстро исчезли. Не слѣдуетъ, однако, понимать здѣсь въ буквальномъ смыслѣ слово «одновременно»; не должно забывать, что указанныя измѣненія въ мірѣ животныхъ совершаются весьма медленно. Говоря о возрастѣ какого-нибудь участка суши или горъ, мы имѣемъ въ виду не періодъ времени, протекшій со времени ихъ возникновенія, а ихъ *относительный* возрастъ, по сравненію съ какимъ-нибудь другимъ пластомъ. Для поясненія сказаннаго считаемъ умѣстнымъ привести нѣсколько примѣровъ.

Каменноугольные пласты Вестфаліи значительно старше пластовъ бураго угля въ той же области, потому что между обоими лежатъ мощныя отложенія—именно между пластами каменнаго угля и бураго угля отложились пласты третичной, мѣловой и юрской системъ. Далѣе мы знаемъ совершенно достовѣрно, что пестрый песчаникъ Шварцвальда значительно старше молассоваго песчаника въ Швейцаріи; что, наоборотъ, парижскій грубый известнякъ, послужившій строительнымъ матеріаломъ для многихъ зданій Парижа, болѣе новаго происхожденія, чѣмъ мѣловой известнякъ, встрѣчающійся по берегамъ Балтійскаго и Нѣмецкаго морей. Но мы не въ состояніи опредѣлить даже приблизительно, сколько времени прошло съ тѣхъ поръ, какъ образовался каждый изъ этихъ пластовъ. Одно время думали, что свойство и состояніе горныхъ породъ даютъ достаточно данныхъ для сужденія объ ихъ возрастѣ, т.-е. что напр. въ извѣстную эпоху повсюду на землѣ образовался кристаллическій сланецъ, въ другую эпоху образовались повсемѣстно пестрые песчаники. Но подобное воззрѣніе впослѣдствіи было признано совершенно ошибочнымъ. Достаточно обратить вниманіе на образованіе отложеній въ настоящее время, для того, чтобы увидѣть, что въ одномъ мѣстѣ накопляется гравій и песокъ, въ другомъ мѣстѣ—мощные пласты глины и мергеля, въ третьемъ—раковистые, глобигериновые и коралловые извест-

няки, въ четвертомъ—каменный уголь и соль. Такъ же мало можно воспользоваться плотностью и твердостью горныхъ породъ для опредѣленія ихъ возраста: извѣстны мягкія глины и отложенія песка очень древняго происхожденія, между тѣмъ какъ съ другой стороны существуютъ очень твердые—глинистый сланецъ, мраморовидные известняки весьма недавняго происхожденія.

Высказанное выше положеніе, что пласты, заключающіе въ себѣ одинаковыя окаменѣлости, представляютъ и одинаковый возрастъ, имѣетъ лишь общее значеніе. Въ единичныхъ случаяхъ рѣшеніе этого вопроса оказывается гораздо болѣе сложнымъ, чѣмъ это можетъ казаться съ перваго взгляда. Дѣло въ томъ, что извѣстныя формы растеній и животныхъ въ однѣхъ мѣстностяхъ ока-

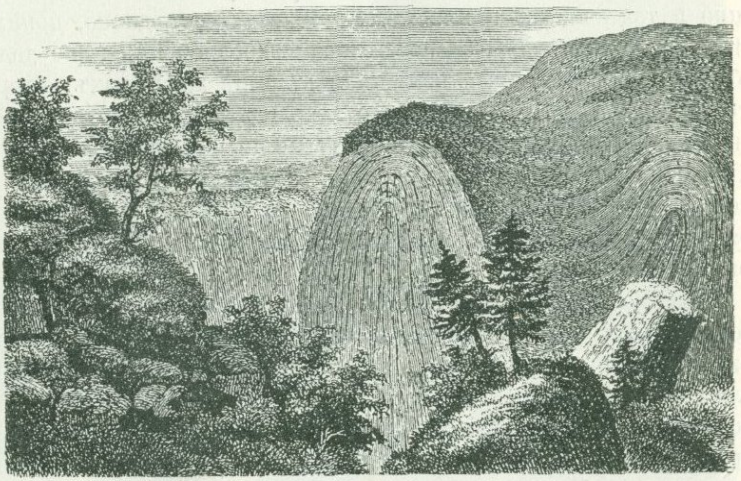


Рис. 58. Изгибъ пластовъ.

зываются давно исчезнувшими, въ то время какъ онѣ еще продолжаютъ размножаться въ другихъ мѣстахъ. Такъ напр., въ Новой Голландіи теперь еще водятся родичи животныхъ, съ незапамятныхъ временъ уже исчезнувшихъ въ Европѣ (сумчатыя животныя). Далѣе, во внутреннихъ озерахъ должны отлагаться другіе осадки, съ другими окаменѣлостями, чѣмъ въ моряхъ; по берегамъ и въ заливахъ съ прѣсноватой водой—другіе осадки, чѣмъ въ открытомъ океанѣ. Поэтому при разсматриваніи пластовъ, происшедшихъ одновременно, необходимо различать прѣсноводныя и морскія образованія, а среди послѣднихъ—береговыя, глубоководныя отложенія и т. д.

Разсмотримъ въ общихъ чертахъ важнѣйшіе виды *слоистыхъ*, или иначе—*осадочныхъ* породъ.

1) *Известковыя породы:* известнякъ, мѣлъ, травертино, мраморъ, доломитъ, гипсъ и ангидритъ. Углекислая известь встрѣчается въ природѣ въ различныхъ видахъ. Наибольшимъ распространеніемъ и извѣстностью пользуется обыкновенный известнякъ, представляющій различную окраску — отъ бѣлаго, желтоватаго, коричневаго до чернаго цвѣта. Во внутреннихъ озерахъ, а также по берегамъ многихъ морей углекислая известь осаждается прямо изъ воды; въ открытомъ же океанѣ не происходитъ осажденія извести—морская вода заключаетъ въ себѣ лишь ничтожныя количества растворенной углекислой извести. Повидимому, на большихъ глубинахъ происходитъ даже раствореніе углекислой извести, входящей въ составъ организмовъ, несмотря на то, что напр. раковины отличаются гораздо меньшей растворимостью, чѣмъ соединенія извести минеральнаго происхожденія. Это на первый взглядъ очень странно, потому что извѣстно, какія огромныя количества растворенной углекислой извести изъ года въ годъ приносятся рѣками въ моря. Разрѣшеніе этого загадочнаго обстоятельства состоитъ въ томъ, что известь потребляется организмами для постройки ихъ скелета; большая часть всѣхъ известковыхъ отложеній обязана своимъ происхожденіемъ дѣятельности организмовъ.

*Мраморъ* образуется благодаря медленному превращенію—кристаллизаціи углекислой извести, причемъ въ ней нерѣдко исчезаютъ всѣ слѣды органическихъ остатковъ и даже слоистость. Особенно тѣ известковыя массы, которыя были подвержены огромному давленію—вслѣдствіи образованія горъ или налеганія сверху мощныхъ пластовъ—почти всегда претерпѣваютъ превращеніе въ мраморъ или, по крайней мѣрѣ, пріобрѣтаютъ кристаллическое строеніе. Проникшія на поверхность земли вулканическія массы тоже могутъ послужить причиной кристаллизаціи подлежащихъ пластовъ. Углекислая известь весьма рѣдко встрѣчается въ природѣ безъ всякихъ примѣсей, почти всегда въ ней находятся примѣси глины, кремневой кислоты и преимущественно углекислой магнезіи. Содержаніе послѣдней въ известнякахъ можетъ доходить до 45% и свыше этого; въ такомъ случаѣ подобное соединеніе получаетъ названіе *доломита*. Объ известковомъ туфѣ и травертино и объ условіяхъ происхожденія ихъ было говорено уже въ главѣ IV-ой (стр. 38 и 39).

*Мѣлъ* состоитъ изъ микроскопическихъ шариковъ и пластинокъ; образованіе его еще и понынѣ совершается на днѣ нашихъ морей. На глубинѣ 5.000 метровъ находятъ бѣловатый илъ, состоящій изъ крошечныхъ остововъ корненожекъ и загадочныхъ микроскопическихъ образованій, природа которыхъ еще не выяснена до настоящаго времени, такъ называемыхъ кокколитовъ. Весьма вѣроятно, что мѣлъ, находясь подъ высокимъ давленіемъ,

переходитъ въ плотный и даже кристаллическій известнякъ. Известковыя массы, въ составъ которыхъ въ преобладающемъ количествѣ входятъ извѣстные органическіе остатки, получаютъ отъ послѣднихъ свое названіе. Такъ напр., различаютъ раковистый, коралловый, нуммулитовый известнякъ и т. д.

*Оолитъ* состоитъ изъ зернышекъ величиной отъ чечевицы до горошины и нерѣдко богатъ содержаніемъ желѣза; очень распространенъ въ Альпахъ, а также и въ другихъ мѣстахъ. Карльсбадъ въ Богеміи можетъ служить очень интереснымъ примѣромъ современнаго образованія оолита.

*Сѣрнокислая известь* встрѣчается въ природѣ въ двухъ видахъ: съ содержаніемъ воды и въ безводной формѣ. Оба вида по всей вѣроятности произошли вслѣдствіе прямого осажденія сѣрнокислой извести изъ морской и озерной воды, но кромѣ того одинъ видъ можетъ переходить въ другой. Безводная сѣрнокислая известь носитъ названіе *ангидрита*. Поглощая воду, ангидритъ переходитъ въ *гипсъ*, который отличается своей легкой растворимостью, въ силу чего въ гипсовыхъ залежахъ такъ часто образуются пещеры. Гипсъ и ангидритъ по большей части встрѣчаются вмѣстѣ съ глиной и каменной солью, примѣромъ чего могутъ служить Стасфуртскія соляныя копи у Магдебурга.

2) *Желѣзняки*. Въ числѣ соединеній желѣза, встрѣчающихся въ природѣ въ видѣ горныхъ породъ, слѣдуетъ назвать прежде всего *бурый желѣзнякъ*, представляющій соединеніе желѣза, кислорода и воды, и *красный желѣзнякъ*, состоящій изъ желѣза и кислорода. Объ эти породы заключаютъ въ себѣ обыкновенно еще примѣси глины, кремневой кислоты и т. д. Далѣе необходимо упомянуть о *магнитномъ желѣзнякѣ*, также состоящемъ изъ желѣза и кислорода, но только въ другихъ отношеніяхъ, чѣмъ въ красномъ желѣзнякѣ. Богатѣйшими мѣсторожденіями магнитнаго желѣзняка являются Уральскія горы—Благодать, Магнитная и Высокая. Желѣзный шпатъ представляетъ углекислое соединеніе желѣза; знаменитая Эрцбергъ въ Штейермаркѣ цѣликомъ состоитъ изъ шпатоваго желѣзняка. Образованіе этихъ желѣзняковъ совершается во многихъ мѣстахъ и въ настоящее время.

3) *Глинистыя породы*. Глина состоитъ, главнымъ образомъ, изъ кремнекислаго глинозема, но обыкновенно въ ней находятъ еще примѣси извести, магнезіи, соединеній желѣза, кварцеваго песку, органическихъ соединеній и проч. Самый чистый видъ глины извѣстенъ подъ именемъ фарфоровой глины или *каолина*, самый грубый называется простой глиной, средину между ними занимаетъ гончарная глина. Къ этой же категоріи относятся глинистый сланецъ и сланцеватая глина; примѣсь органическихъ веществъ нерѣдко сообщаетъ имъ сѣрую или черную окраску; эти два вида

очень богаты окаменѣлостями. Далѣе сюда относятся: грифельный шиферъ, аспидъ и кровельный шиферъ. Эти довольно твердыя образованія, представляющія на половину кристаллическое строеніе, нѣкогда отложились въ видѣ мягкаго глинистаго ила. И въ настоящее время огромныя количества такого ила уносятся теченіемъ рѣкъ. Вдоль морскихъ береговъ тянется мѣстами очень широкій поясъ сѣровато-синяго, зеленаго и коричневаго ила. Подвергаясь сильному давленію, онъ понемногу становится все плотнѣе и тверже и въ то же время пріобрѣтаетъ слоистое строеніе. Глины съ значительной примѣсью извести и доломита носятъ названіе *мергеля*. Мергель въ свою очередь можетъ переходить въ песчаникъ, известнякъ, а съ другой стороны—и въ обыкновенную глину. Болѣе или менѣе значительное содержаніе желѣза сообщаетъ ему желтую или красную окраску, а примѣсь угольныхъ частицъ окрашиваетъ его въ сѣрый или даже въ черный цвѣтъ. Глина образуется вслѣдствіе вывѣтриванія и выщелачиванія всевозможныхъ горныхъ породъ, преимущественно же разрушеніемъ породъ, содержащихъ полевой шпатъ, каковыми являются гранитъ, гнейсъ, порфиръ и проч.

4) *Песчаники и конгломераты*. Песчаники представляютъ не что иное, какъ цементированный кварцевый песокъ. По своему распространенію они, вмѣстѣ съ глинистыми породами, превосходятъ всѣ прочія отложенія. Размѣры зеренъ песчаника представляютъ большія колебанія. Матеріалъ, связующій отдѣльныя пластинки, можетъ состоять изъ глины, мергеля, извести, соединеній желѣза или кремневой кислоты; въ зависимости отъ этого находится цвѣтъ и плотность породы. Такъ напр., кремнистые песчаники почти всегда имѣютъ сѣроватую окраску и обладаютъ малой хрупкостью, между тѣмъ какъ глинистыя породы очень мягки и хрупки. Связующій матеріалъ—цементъ, содержащій желѣзо, сообщаетъ породамъ желтоватую, красную, коричневую окраску. Примѣсь зеренъ зеленаго главконита придаетъ зеленую окраску. Если вмѣсто зеренъ спаивается гравій или гальки, то образовавшіяся такимъ образомъ породы называютъ *конгломератами*. Если вмѣсто закругленныхъ окатышей въ составъ породы входятъ угловатые съ острыми гранями обломки, то такія породы получаютъ названіе *брекчій*. Иногда вмѣстѣ съ обломками горныхъ породъ находятъ кости и зубы позвоночныхъ, причемъ все это оказывается соединеннымъ въ одну сплошную массу—это такъ называемыя *костныя брекчіи*, встрѣчающіяся нерѣдко въ большихъ пещерахъ.

5) *Соль* и 6) *уголь*. Объ этихъ двухъ образованіяхъ будетъ сказано въ одной изъ слѣдующихъ главъ.

Въ большинствѣ случаевъ пластъ осадочной породы занимаетъ значительное протяженіе. При маломъ протяженіи пластъ является

обыкновенно въ формѣ чечевицы. Пласты, равно какъ и отдѣльные слои, бываютъ то горизонтальны, то различнымъ образомъ наклонены къ горизонту и изогнуты, то, наконецъ, образуютъ даже складки. Большинство осадочныхъ породъ содержатъ въ себѣ окаменѣлости; кромѣ того, онѣ отличаются отъ изверженныхъ горныхъ породъ еще тѣмъ, что только *простыя* осадочныя породы имѣютъ зернисто-кристаллическое строеніе, всѣ же *сложныя* осадочныя породы являются обломочными.

Обычной и характерной формой *изверженныхъ* (или иначе *массивныхъ*) горныхъ породъ является или громадныя глыбы неправильнаго очертанія съ боковъ, идущія вглубь земли—такъ назыв. *штоки* *)—или плиты, тянущіяся внутрь часто на весьма значительную глубину, иногда вертикальныя, разсѣкающія сосѣднія породы и нарушающія связь между ними—это *жилы*. Жилы ясно показываютъ, что породы, образующія ихъ, поднялись изъ глубины въ подвижномъ состояніи и вылились въ образовавшіяся ранѣе трещины. По этому-то породы эти и считаются *изверженными*. Онѣ нерѣдко образуютъ на земной поверхности образованія то куполовидной формы, такъ называемые *купола*, происшедшіе отъ выхода на земную поверхность лакколитовъ, то плоскія, сходныя съ современными потоками лавы.

Какъ массивныя, такъ и слоистыя горныя породы прорѣзаны многочисленными *трещинами*. Если такое раздѣленіе одной части земной коры происходитъ въ большомъ масштабѣ и не зависитъ отъ самаго характера породы, то это будутъ собственно *трещины;* нѣкоторыя же породы всегда являются разбитыми мелкими трещинами и образуютъ такъ называемыя *отдѣльности*. Трещины разсѣкаютъ породу въ поперечномъ направленіи и переходятъ, не прерываясь, изъ одной породы въ другую; стѣнки трещинъ то почти касаются другъ друга, то бываютъ раздѣлены промежуткомъ. Такіе промежутки иногда заполнены изверженною породою, образующею въ такомъ случаѣ простую жилу, иногда же какой-нибудь раздробленной породой, минералами или минеральной смѣсью; въ послѣднемъ случаѣ мы имѣемъ дѣло съ *минеральной жилой*. Въ известковыхъ горахъ трещины часто расширяются и образуютъ пещеры.

*Трещины отдѣльности* свойственны самой породѣ; онѣ простираются только на небольшое протяженіе и не переходятъ въ сосѣднія породы. Въ массивныхъ породахъ и въ породахъ слоистыхъ съ очень толстыми пластами такія трещины идутъ весьма

*) Штоки, имѣющіе форму каравaевъ или колоколовъ, залегающіе въ слоистыхъ породахъ, носятъ названіе *лакколитовъ*.

неправильно, такъ что породы эти являются разсѣченными по всѣмъ направленіямъ тончайшими трещинами.

Отдѣльности бываютъ различной формы; напримѣръ, *шаровая отдѣльность*, когда порода распадается на шары, діаметръ которыхъ колеблется отъ нѣсколькихъ сантиметровъ до нѣсколькихъ метровъ (нѣкоторые діориты, базальты). *Столбчатая отдѣльность* обусловливается нѣсколькими системами трещинъ, пересѣкающихся между собою, порода разбивается вслѣдствіе этого на правильные горизонтальные или вертикальные столбы, достигающіе нѣсколькихъ десятковъ метровъ высоты. Эта отдѣльность характерна для базальтовъ, но свойственна и многимъ другимъ горнымъ породамъ, даже нѣкоторымъ осадочнымъ, напр. песчаникамъ, лёссамъ (на

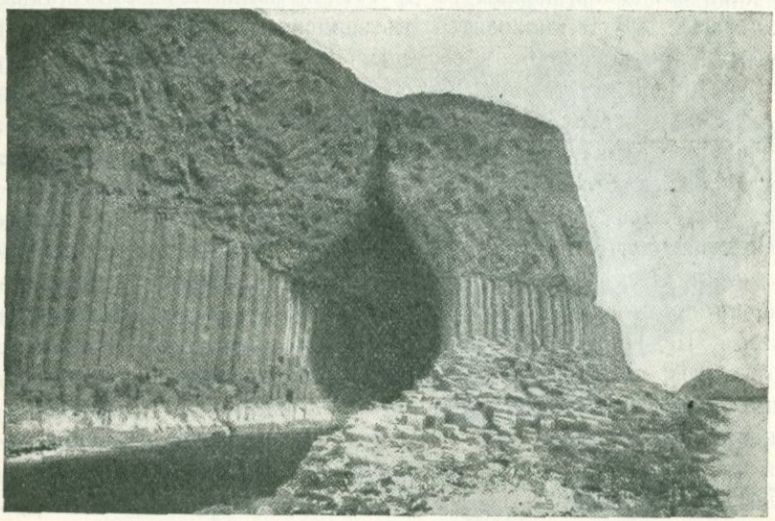


Рис. 59. Базальтовыя колонны при входѣ въ Фингалову пещеру (о-въ Стаффа).

рис. 59 представлены базальтовыя колонны, въ которыхъ столбчатая отдѣльность выступаетъ достаточно рѣзко). *Параллелепипедальная отдѣльность* обусловливается тремя системами трещинъ (нѣкоторые граниты, песчаники).

Трещины отдѣльности, которыя не заполнены минералами, даютъ возможность, съ одной стороны, сообщаться водѣ съ трещинами, служащими путемъ для источниковъ, а съ другой проводятъ влажность въ самыя твердыя породы. Въ трещинахъ и пустотахъ горныхъ породъ образуются друзы минераловъ (см. стр. 167). Иногда такія трещины сплошь заполнены минералами, иногда же минералы распредѣляются здѣсь такимъ образомъ, что покрываютъ только стѣнки и образуютъ на послѣднихъ кору,

часто состоящую изъ отдѣльныхъ слоевъ, что указываетъ, конечно, на періодическое ея образованіе. Понятно, что слои, прилегающіе къ стѣнкамъ трещины, самаго древняго происхожденія, а послѣдующіе болѣе новаго; друзы минераловъ являются новѣйшимъ образованіемъ.

Въ нѣкоторыхъ незамкнутыхъ трещинахъ и пустотахъ на стѣнахъ встрѣчаются минеральныя образованія гроздевидной, цилиндрической и конической формы.—такъ называемые *капельники* или *сталактиты* (см. стр. 36 и 37). Такіе сталактиты чаще всего состоятъ изъ известковаго шпата, но извѣстны также сталактиты бурой стеклянной головы, сѣрнаго колчедана, свинцоваго блеска и нѣкоторыхъ другихъ минераловъ. Однѣ минеральныя жилы переходятъ изъ одной породы въ другую, не измѣняя своего состава, тогда какъ другія находятся въ зависимости отъ окружающей породы и, при переходѣ въ сосѣднюю породу, лишаются того или другого минерала; таковы, напр., золотоносныя жилы кварца въ трахитѣ: при вступленіи въ другую породу, онѣ теряютъ золото.

Трещины отдѣльности также бываютъ покрыты иногда корою, иногда же стѣнки этихъ трещинъ усажены отдѣльными кристаллами. Наиболѣе узкія трещинки обыкновенно совершенно заполнены, и находящіеся въ нихъ минералы образуютъ въ породѣ *прожилки*. Нерѣдко минералы заполняютъ собою поры въ породѣ, иногда же они являются въ видѣ безчисленнаго множества крапинъ. Подобныя образованія, такъ называемые *вкрапленники*, встрѣчаются, главнымъ образомъ, въ обломочныхъ породахъ—въ глинахъ, песчаникахъ, конгломератахъ, брекчіяхъ и т. п. Вкрапленники или распредѣлены въ породѣ равномѣрно и располагаются тогда слоями, или же разсѣяны въ породѣ совершенно неправильно. Наичаще въ видѣ вкрапленниковъ встрѣчаются кварцъ и известковый шпатъ, рѣже сѣрный колчеданъ и тяжелый шпатъ. Въ массивныхъ породахъ присутствіе вкрапленниковъ обыкновенно бываетъ связано съ разложеніемъ породы, такъ напр. трахиты и андезиты, сдѣлавшіеся вслѣдствіе разложенія землистыми, мѣстами являются какъ бы пропитанными вкрапленіями опала.

Кромѣ минералогическаго состава, происхожденія и залеганія, горныя породы отличаются другъ отъ друга еще и своимъ *сложеніемъ* или, что то же, *структурой*. Структура породы обусловливается формою и величиною образующихъ породу минеральныхъ индивидуумовъ и расположеніемъ послѣднихъ по отношенію другъ къ другу. Такъ какъ все это въ концѣ концовъ зависитъ отъ способа образованія данной породы, то ясно, что породы различнаго происхожденія будутъ имѣть и структуру различную; такъ напримѣръ, кристаллическія и обломочныя породы рѣзко отличаются и по своему сложенію.

Структуры различныхъ обломочныхъ породъ отличаются другъ отъ друга характеромъ составляющихъ ихъ обломковъ. Мы уже упоминали о конгломератахъ и брекчіяхъ. *Агломераты* различаютъ по величинѣ обломковъ: *валуны*—большіе, округленные или остроугольные; *гальки*—мелкіе, круглые; *щебень*—плоскіе, остроугольные, неправильной формы; *гравій*—мелкіе, округленные; *песокъ*—мелкіе, округленные.

*Простыя зернисто-кристаллическія* породы имѣютъ обыкновенно *мелко или крупно-зернистую* структуру (кварцитъ, мраморъ), иногда *плотную* (каменная соль), иногда *волокнистую* (гипсъ) или *слоистую*. Интереснымъ сложеніемъ среди этихъ породъ является такъ называемое *оолитовое* или *пизолитовое* сложеніе нѣкоторыхъ известняковъ, когда порода состоитъ изъ маленькихъ круглыхъ шариковъ радіально-концентрическаго строенія. Образованіе подобнаго известняка идетъ такимъ образомъ, что какое-нибудь песчаное зернышко или маленькій организмъ, плавающіе въ водѣ, насыщенной углекислой известью, или даже медленно подымающійся въ водѣ газовый пузырекъ становятся центромъ кристаллизаціи и вокругъ нихъ начинаетъ отлагаться углекислая известь. На рис. 60 представленъ кусокъ такого *пизолитоваго* (pisum—горохъ) *известняка* (иначе *гороховаго камня*), образовавшагося въ Карлсбадскихъ источникахъ. Гораздо разнообразнѣе структуры *сложныхъ кристаллическихъ породъ* (изверженныхъ), но такъ какъ въ большинствѣ случаевъ только микроскопическое изслѣдованіе можетъ дать полное представленіе о сложеніи, равно какъ и о минералогическомъ составѣ изверженной породы, то мы раньше познакомимся съ основными пріемами подобнаго изслѣдованія.

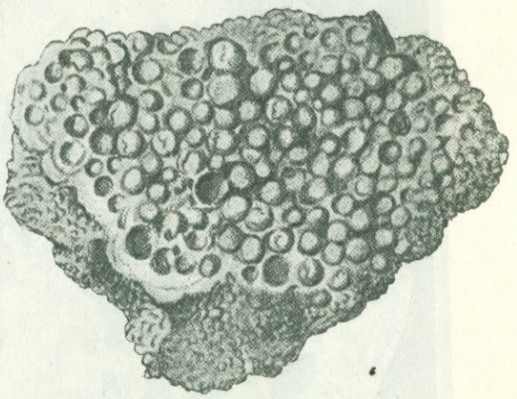


Рис. 60. Карлсбадскій «шпрудельштейнъ»—пизолитовый известнякъ.

Для микроскопическаго изслѣдованія горной породы необходимо прежде всего приготовить изъ нея тонкую пластинку, такъ называемый *шлифъ*. Для этой цѣли отбиваютъ отъ породы небольшой осколокъ; онъ долженъ быть по возможности тонкимъ, чтобы не потребовать слишкомъ много времени для шлифовки; величина

его должна быть такова, чтобы плоскости шлифа имѣли не менѣе 1 кв. сант. Этотъ осколокъ шлифуютъ на наждачныхъ кругахъ или на стальной пластинкѣ съ наждакомъ, сначала съ болѣе грубымъ, а затѣмъ съ болѣе тонкимъ, а подъ конецъ—на матовой стеклянной пластинкѣ при помощи очень нѣжной наждаковой муки. Когда шлифъ готовъ, его прикрѣпляютъ гладкою стороною при помощи канадскаго бальзама къ стеклянной пластинкѣ, къ такъ называемому *предметному стеклу*, какъ это обыкновенно дѣлается при укрѣпленіи микроскопическихъ препаратовъ. Вслѣдъ за этимъ шлифуется другая сторона осколка, конечно, параллельно закрѣп-

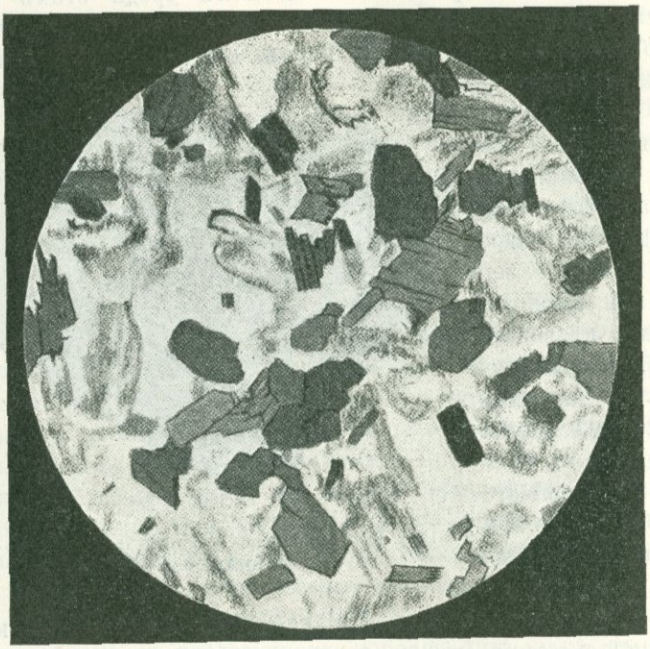


Рис. 61. Шлифъ, вырѣзанный изъ гранита.

ленной сторонѣ; шлифовка продолжается до тѣхъ поръ, пока пластинка не пріобрѣтетъ такой тонкости, что черезъ нее можно читать обыкновенный шрифтъ. Само собою разумѣется, что къ концу шлифовки необходима большая осторожность. Затѣмъ шлифъ прикрываютъ очень тонкою стеклянною пластинкою, такъ называемымъ *покровнымъ стекломъ*, которое тоже укрѣпляется канадскимъ бальзамомъ. Послѣ этого шлифъ готовъ для изслѣдованія.

Всѣ минералы, при достаточномъ утоненіи шлифа, пропускаютъ свѣтъ; только благородные металлы, графитъ, углистыя вещества, большинство сѣрнистыхъ рудъ и нѣкоторыя металлическія окислы

совершенно не прозрачны. Весьма немногіе минералы обнаруживаютъ въ такихъ тонкихъ пластинкахъ замѣтную окраску, большинство-же, хотя бы въ кускахъ при падающемъ свѣтѣ и были окрашены, подъ микроскопомъ кажутся блѣдными, и только едва-едва можно отличить въ нихъ очень слабую окраску. Такъ, на рис. 61 представленъ шлифъ, вырѣзанный изъ *гранита* и разсматриваемый въ микроскопъ въ обыкновенномъ свѣтѣ, при увеличеніи 30 : 1. Здѣсь можно различить слѣдующіе минералы: темныя пластинки магнезіальной слюды, рѣзко очерченные кристаллы ортоклаза и

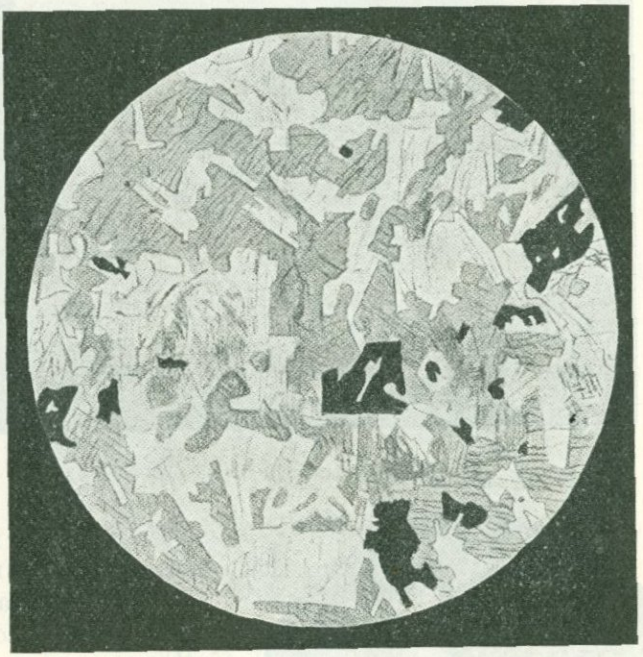


Рис. 62. Шлифъ, вырѣзанный изъ діабаза.

свѣтлыя пятна неопредѣленной формы—это зерна кварца. На рис. 62 — изображается шлифъ изъ изверженной породы — *діабаза*, при увеличеніи 48 : 1. Видны большія сѣрыя зерна авгита, разбитыя на части внѣдренными въ нихъ полосками известково-натроваго полевого шпата, и черныя зерна титанистаго желѣзняка.

На рис. 63 представленъ шлифъ изъ изверженной породы *базальта*, разсматриваемый при увеличеніи 15 : 1. Въ тонко-зернистой основной массѣ выдѣляются большія сѣрыя зерна авгита, перерѣзанныя полосками и лучами известково-натроваго полевого шпата, и черныя зерна магнитнаго желѣзняка; кромѣ того можно отличить

влюченныя въ полевомъ шпатѣ тоненькія безцвѣтныя иголочки апатита.



Рис. 63. Шлифъ, вырѣзанный изъ базальта.



Рис. 64. Скелеты магнитнаго желѣзняка въ базальтѣ.

На рис. 64 представленъ шлифъ, приготовленный изъ базальта; въ стекловатой массѣ послѣдняго ясно видны (при увеличеніи 90:1) въ обыкновенномъ свѣтѣ *скелеты* непрозрачнаго магнитнаго желѣзняка ($Fe_3\ O_4$).

Также хорошо различимы на рис. 65 (увелич. 330:1) въ стекловатой массѣ обсидіана (вулканическое стекло), но только при большихъ увеличеніяхъ, такъ называемые *трихиты*, тем-

ныя образованія въ видѣ волосиковъ, нитей, палочекъ, то расположенныхъ отдѣльно, то образующихъ звѣздчатыя скопленія.

Но вообще нуженъ большой навыкъ, чтобы различить подъ микроскопомъ въ *обыкновенномъ свѣтѣ* отдѣльные минералы горной породы, такъ какъ большинство ихъ являются при этихъ условіяхъ безцвѣтными; здѣсь изслѣдователю приходятъ на помощь такіе характерные признаки, какъ напр. спайность.

Какъ извѣстно, плоскости спайности въ данномъ минеральномъ видѣ пересѣкаются подъ опредѣленными углами; на шлифѣ плос-

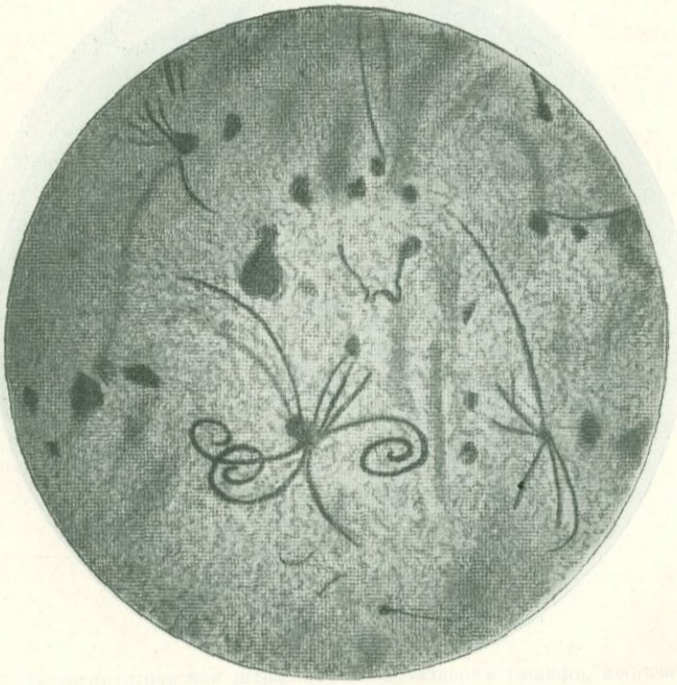


Рис. 65. Трихиты въ обсидіанѣ.

кости спайности будутъ выражены системой пересѣкающихся линій; такъ на рисункѣ 66 изображенъ шлифъ, вырѣзанный изъ изверженной породы—*дацита*, разсматриваемый подъ микроскопомъ при увеличеніи 60 : 1. Разрѣзъ прошелъ здѣсь черезъ большой кристаллъ роговой обманки, перпендикулярно къ ея вертикальной оси, и на рисункѣ прекрасно видны пересѣкающіеся штрихи спайности. Въ роговой обманкѣ штрихи эти наклонны другъ къ другу, тогда какъ у авгита они образуютъ почти прямой уголъ.

Микроскопъ становится могучимъ средствомъ изслѣдованія гор-

ныхъ породъ, когда вмѣсто обыкновеннаго свѣта употребляется поляризованный *). Микроскопъ, приспособленный для полученія такого свѣта, называется *поляризаціоннымъ*. Не только различные минералы, но даже индивидуумы одного и того же минеральнаго вида, но различно оріентированные, окрашиваются въ параллельно поляризованномъ свѣтѣ въ различные цвѣта, и иные шлифы представляютъ поистинѣ дивную картину, играя всѣми цвѣтами радуги. Благодаря появленію этихъ интерференціонныхъ цвѣтовъ,

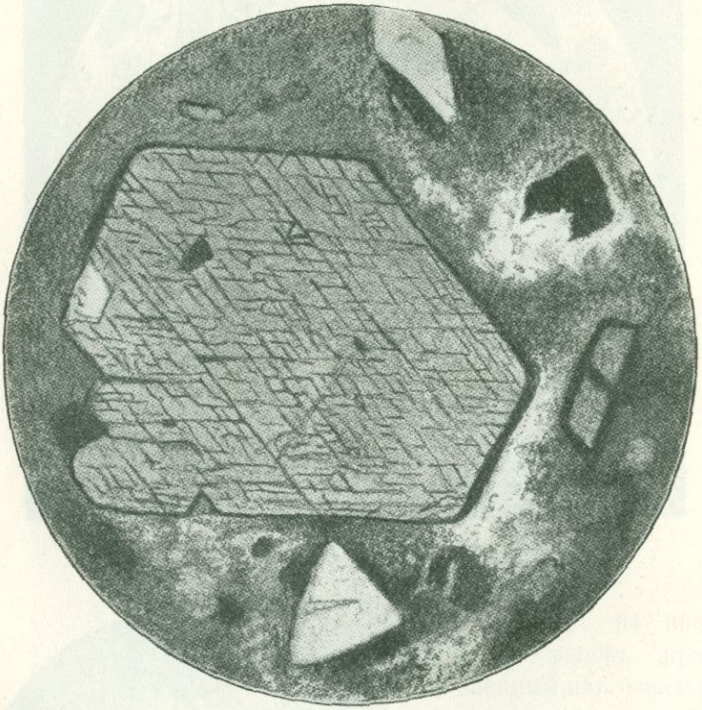


Рис. 66. Кристаллъ роговой обманки (шлифъ, вырѣзанный изъ дацита).

минеральные индивидуумы рѣзко отдѣляются другъ отъ друга и получается возможность изучить ихъ форму и даже измѣрить линейные углы ихъ, что въ связи съ спеціальными оптическими изслѣдованіями позволяетъ опредѣлить систему и даже названіе даннаго индивидуума.

Въ нѣкоторыхъ группахъ минераловъ отдѣльные виды легко отличаются другъ отъ друга по характеру ихъ двойниковаго сро-

*) Плоско-поляризованнымъ лучомъ называется лучъ, въ которомъ свѣтовыя колебанія совершаются въ одной плоскости.

станія. Такова напр. группа *полевыхъ шпатовъ* *). Ортоклазы напр. являются въ видѣ отдѣльныхъ простыхъ или обыкновенныхъ двойниковыхъ кристалловъ, плагіоклазы же въ большинствѣ случаевъ образуютъ *полисинтетическіе двойники.*

Такое полисинтетическое строеніе плагіоклаза представлено на рис. 67, изображающемъ шлифъ, приготовленный изъ породы діабаза, разсматриваемый при скрещенныхъ николяхъ **) и при уве-

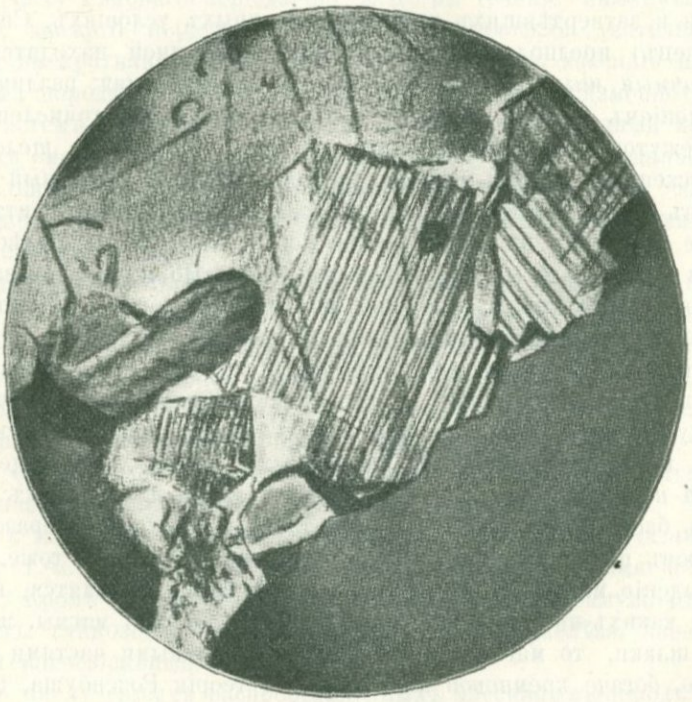


Рис. 67. Полисинтетическая штриховка плагіоклазовъ (шлифъ, вырѣзанный изъ діабаза).

личеніи 75 : 1. Даже среди плагіоклазовъ часто можно при этомъ отличить одинъ видъ отъ другого. Такъ, въ калійномъ плагіоклазѣ—

*) Полевыми шпатами называется весьма распространенная въ природѣ группа силикатовъ (сложныя соединенія кремнекислоты съ различными основаніями), содержащая, кромѣ глинозема и щелочей, иногда и известь. Полевые шпаты характеризуются опредѣленными кристаллографическими и оптическими свойствами. При вывѣтриваніи полевые шпаты превращаются въ различныя глины, напр., въ каолинъ.

**) Николями или николевыми призмами называются особые оптическіе приборы, сдѣланные изъ безцвѣтнаго и прозрачнаго известковаго шпата, благодаря которымъ можно получать поляризованный свѣтъ.

*микроклинъ* двѣ системы полисинтетическихъ полосокъ образуютъ характерную для микроклина рѣшетку; но границы двойниковыхъ пластинокъ у микроклина не такъ рѣзки, какъ у другихъ плагіоклазовъ.

Теперь мы можемъ перейти къ болѣе близкому разсмотрѣнію изверженныхъ (массивныхъ) породъ.

*Изверженныя или массивныя горныя породы.* Породы эти произошли изъ расплавленныхъ массъ, извергнутыхъ изъ нѣдръ земли и затвердѣвшихъ при тѣхъ или иныхъ условіяхъ. Сначала (Бунзенъ) предполагали, что въ глубинѣ земной находятся двѣ *первичныя магмы*, одна кислотная, другая щелочная; различнымъ смѣшеніемъ ихъ и объясняли происхожденіе многочисленныхъ промежуточныхъ изверженныхъ породъ. Такъ какъ щелочныя изверженныя породы имѣютъ наиболѣе высокій удѣльный вѣсъ, то изъ этого заключали, что щелочная магма происходитъ изъ болѣе глубокихъ пластовъ земной коры, чѣмъ магмы болѣе легкія и болѣе богатыя кремневой кислотой. Но вскорѣ оказалось, что отношенія между кремневой кислотой, щелочами, известью и магнезіей съ одной стороны и глиноземомъ съ другой не такъ просты, чтобы ихъ можно было бы объяснить существованіемъ двухъ первичныхъ магмъ и что происхожденіе промежуточныхъ между кислыми и щелочными изверженными породами объясняются легче, не смѣшеніемъ первичныхъ магмъ, а распаденіемъ одной первичной магмы. Въ послѣднее время для многихъ большихъ бассейновъ магмы доказано такое распаденіе. Образованіе шлаковъ при затвердѣніи магмы нужно разсматривать тоже, какъ распаденіе магмы. Если изъ однородной магмы выдѣлятся, вслѣдствіе какихъ-нибудь внутреннихъ движеній внутри магмы, щелочные шлаки, то магма станетъ бѣднѣе щелочными частями и, конечно, богаче кремневой кислотой. По теоріи Розенбуша, конечнымъ продуктомъ распада первичной магмы являются такъ называемыя магмы ядра; онѣ уже не подвержены дальнѣйшему распаденію; различнымъ распредѣленіемъ этихъ магмъ ядра объясняется все разнообразіе изверженныхъ породъ.

Конечно, и по своему внѣшнему виду древнія изверженныя породы должны отличаться отъ болѣе новыхъ, такъ какъ первыя подвергались процессамъ метаморфизма и вывѣтриванія въ болѣе высокой степени, чѣмъ болѣе новыя. Такъ, полевой шпатъ новыхъ породъ часто совершенно свѣжъ и свѣтелъ какъ стекло, тогда какъ въ древнихъ породахъ онъ легко распадается и затемненъ мутными включеніями—чешуйками каолина. Въ новыхъ породахъ минералы, содержащіе желѣзо, являются въ формѣ черныхъ зернышекъ, которыя, если находятся въ достаточномъ количествѣ, придаютъ всей породѣ черный цвѣтъ. Въ древнихъ же

породахъ вы видите массу зеленыхъ, воду содержащихъ желѣзистыхъ и магнезіальныхъ силикатовъ, вмѣстѣ съ бурымъ желѣзнякомъ внѣдряющихся во всѣ тончайшія щели и полости породы.

Вулканическія изверженія, частыя въ современную намъ эпоху, происходили еще чаще въ третичный періодъ (см. ниже главу о раздѣленіи исторіи земли на эры и періоды) и также въ новѣйшую эпоху мѣловаго періода, но зато въ теченіе нижнемѣловой эпохи, юрскаго періода и тріаса вулканическая дѣятельность почти прекратилась, и мы снова встрѣчаемъ въ изобиліи изверженныя породы только въ отложеніяхъ пермской и каменноугольной системъ. Такимъ образомъ существовалъ громадный промежутокъ между этими двумя главными періодами вулканической дѣятельности, и, конечно, неудивительно, что продукты обоихъ періодовъ представляютъ нѣкоторыя различія въ своемъ минералогическомъ составѣ.

Характерное отличіе *массивныхъ горныхъ породъ* отъ всѣхъ другихъ породъ состоитъ въ томъ, что онѣ не слоисты и не заключаютъ въ себѣ ни животныхъ, ни растительныхъ остатковъ. Онѣ не представляютъ также чередующагося расположенія различныхъ слоевъ, какъ мы видѣли это въ осадочныхъ породахъ, гдѣ пластъ песчаника, угля, каменнаго угля, извести, глины, мергеля,—словомъ, самыя разнообразныя образованія съ химической и минералогической точки зрѣнія чередуются другъ съ другомъ.

Всѣ массивныя вулканическія породы относятся къ *силикатовымъ*, т.-е. состоятъ изъ различныхъ соединеній кремневой кислоты. Кромѣ кремневой кислоты, въ составъ ихъ преимущественно входятъ: глиноземъ, соединенія калія, натрія и желѣза, известковыя и магнезіальныя соединенія.

Къ числу самыхъ распространенныхъ массивныхъ породъ принадлежитъ *гранитъ*, имѣющій очень широкое примѣненіе для всевозможныхъ построекъ. Гранитъ представляетъ кристаллическую сложную породу. Необыкновенно блестящія чешуйки и пластинки, которыя находятся въ гранитѣ и принимаютъ при вывѣтриваніи желтый цвѣтъ, суть не что иное, какъ *слюда*, въ составъ которой входятъ преимущественно кремневая кислота, глиноземъ, соединенія калія, магнія и желѣза. Различаютъ свѣтлую калійную и темную магнезіальную слюду; при ближайшемъ изслѣдованіи оказывается однако еще множество переходныхъ и смѣшанныхъ формъ. Большинство бѣлыхъ и красныхъ частицъ, вкрапленныхъ въ гранитъ, суть кристаллы полевого шпата и преимущественно *ортоклаза*, представляющаго соединеніе кремневой кислоты, глинозема и калія. Третья составная часть гранита является въ видѣ свѣтло-сѣрыхъ зеренъ неправильно угловатой формы и обладающихъ чрезвычайной твердостью—это *кварцъ*. Подъ микроскопомъ

въ немъ обнаруживаются иногда кругловатыя или продолговатыя поры, заключающія въ себѣ жидкость и пузырьки газовъ, изрѣдка даже кристаллики соли. Эта жидкость представляетъ собой или чистую воду, или растворъ поваренной соли, или же наконецъ жидкую углекислоту. Присутствіе жидкой углекислоты указываетъ на образованіе гранита при условіяхъ очень высокаго давленія, такъ какъ углекислый газъ переходитъ въ жидкое состояніе только при давленіи, во много разъ превосходящемъ наше атмосферное. Кромѣ указанныхъ минераловъ, въ гранитѣ встрѣчается въ видѣ случайныхъ примѣсей еще множество другихъ минераловъ. Нѣкоторые граниты пронизываютъ другія горныя породы ходами, напоминающими лавовые потоки; они, очевидно, проникли въ скважины горной породы въ видѣ расплавленной массы, которая при послѣдовательномъ охлажденіи, выдѣлила изъ себя сперва кристаллы слюды, затѣмъ полевого шпата и наконецъ кварца. Нерѣдко по обѣимъ сторонамъ гранитныхъ ходовъ, въ мѣстѣ соприкосновенія ихъ съ горной породой, въ которую они проникли, оказываются характерныя метаморфозы *). Къ массивнымъ породамъ, кромѣ гранита, относятся порфиры, сіениты, трахиты, базальты и др.

Въ химическомъ отношеніи изверженныя породы (равно какъ и метаморфическія) дѣлятся обыкновенно на *кислыя*, *среднія* и *основныя*. Въ кислыхъ породахъ кремнезема отъ 65 — 75%, онъ находится частью въ видѣ силикатовъ, частью въ видѣ свободнаго кварца; изъ силикатовъ преобладаютъ щелочные кремне-глиноземные. Сюда относятся *граниты*, *липариты*, *гнейсы*. Въ *среднихъ* породахъ кремнезема отъ 55 — 65%; свободнаго кварца очень мало и часто онъ даже совершенно отсутствуетъ; присутствуютъ силикаты, какъ щелочные, такъ и щелочно-земельные и желѣзистые. Сюда относятся *сіениты* и *діориты*.

Въ *основныхъ* породахъ кремнезема отъ 40—55%; свободный кварцъ встрѣчается чрезвычайно рѣдко. Входящіе въ эти породы силикаты имѣютъ самый разнообразный составъ—и глиноземные, и безглиноземные, и известково-магнезіальные, и желѣзистые; весьма часты включенія магнитнаго и титанистаго желѣзняковъ. Относящіяся сюда породы темно-зеленаго, иногда даже почти чернаго цвѣта — прежде поэтому объединялись подъ общимъ названіемъ *зелено-каменныхъ породъ*; сюда относятся: *діабазы*, *габбро*, *базальты*, *оливиновыя породы* и др. Конечно, какъ и при всякихъ другихъ классификаціяхъ, между этими тремя группами имѣются всевозможные переходы.

---

*) Метаморфозой въ минералогіи называется превращеніе, подъ вліяніемъ различныхъ внѣшнихъ воздѣйствій, одного минерала (или горной породы) въ другой, болѣе или менѣе близкій первому.

Кромѣ общаго для всѣхъ сложныхъ кристаллическихъ силикатовыхъ породъ дѣленія на группы, основаннаго на химическомъ принципѣ, имѣется еще спеціальная классификація изверженныхъ массивныхъ породъ, въ основу которой положены условія остыванія породы.

Въ зависимости отъ этихъ условій всѣ массивныя горныя породы раздѣляются на двѣ группы. Горные массивы зернистой структуры сложены породами, состоящими, главнымъ образомъ, изъ смѣси кристаллическихъ минераловъ, расположенныхъ по различнѣйшимъ направленіямъ—это такъ наз. *глубинныя*, *плутоническія* или *интрузивныя породы*, т.-е. такія, которыя образовались и затвердѣли въ глубинѣ земной коры и затѣмъ только въ силу процессовъ горообразованія (см. соотвѣтств. гл.), происходившихъ въ земной корѣ, какъ-то сморщиванія ея, разламыванія, сдвига, вспучиванія и т. п., появлялись на земной поверхности или же, по крайней мѣрѣ, такъ близко подошли къ ней, что были обнажены, благодаря процессамъ вывѣтриванія. Но чаще глубинныя породы не выходятъ на дневную поверхность, а образуютъ внутри земной коры *штоки*, *лакколиты* и *залежи*. Для глубинныхъ породъ характерно *зернистое* строеніе (такъ наз. *гранитовая* структура), когда въ силу медленнаго охлажденія вулканическая магма успѣла совершенно дифференцироваться на ясно выраженные минеральные индивидуумы, развитые одинаково по всѣмъ направленіямъ, и потому появляющіеся въ видѣ кристаллическихъ зеренъ болѣе или менѣе одинаковой величины, между которыми не осталось и слѣда стекловатой массы. Такая зернистая структура можетъ быть *грубо* и *крупно* зернистой и тогда различима и невооруженнымъ глазомъ. Если же зерна породы мелки, то получается мелкозернистое строеніе, иногда различимое только подъ микроскопомъ. На рис. 61 представленъ шлифъ, вырѣзанный изъ гранита такой мелкозернистой структуры; на рис. 62—шлифъ изъ діабаза *зернистолучистой* структуры. Нѣкоторые граниты, такъ наз. *письменные* (еврейскій камень), имѣютъ такъ наз. *пегматитовую* структуру, обусловленную правильнымъ и однообразнымъ сростаніемъ тонкихъ пластинокъ кварца съ кристаллами ортоклаза; кусокъ такого гранита, особенно отшлифованный, производитъ впечатлѣніе каменной доски съ нарисованными на ней еврейскими письменами.

Кристаллическое зернистое строеніе, столь характерное для глубинныхъ породъ, иногда, особенно на внѣшнихъ границахъ даннаго штока или залежи, можетъ претерпѣвать нѣкоторыя измѣненія и проявлять такъ называемое *порфировое* сложеніе. Такъ, существуютъ граниты, въ зернистой основной массѣ которыхъ вкраплены большіе, ясно отграниченные кристаллы полевого

шпата. Раньше по строенію глубинныхъ породъ судили о возрастѣ ихъ, но это совершенно неправильно. Понятно, что и нынѣ могутъ образоваться глубинныя породы зернисто-гранитной структуры, но для появленія ихъ на земной поверхности нужны горообразовательные процессы громаднаго напряженія.

Второй группой изверженныхъ породъ являются породы *собственно вулканическія* или *эффузивныя—излившіяся*; онѣ появились вслѣдствіе того, что магма по существовавшимъ уже трещинамъ въ земной корѣ поднялась къ земной поверхности и частью даже выступила изъ этихъ трещинъ и разлилась по поверхности земли, образуя *покровы*, *потоки* и *купола*. Для этихъ породъ характерно то, что не вся масса магмы пошла на образованіе кристаллическаго продукта, большая или меньшая часть ея выдѣлилась аморфной, т.-е. затвердѣла въ видѣ *стекла*. На эффузивныхъ породахъ яснѣе, чѣмъ на глубинныхъ, можно видѣть, что затвердѣніе магмы шло какъ бы въ два пріема. Сначала выдѣлились крупные кристаллы, которые плавали еще въ жидкой магмѣ и претерпѣвали вслѣдствіе этого различныя деформаціи; эти кристалы и образовали *порфировидныя включенія*. Во второй періодъ начинаютъ выдѣляться микролиты различныхъ минераловъ и въ то же время вся магма затвердѣваетъ и образуетъ стекловатую массу съ упомянутыми кристаллическими включеніями. Это такъ наз. *флюидальное* строеніе. Вообще гранитовой структурѣ и ея порфировымъ разностямъ можно противопоставить *трахитовую* структуру эффузивныхъ породъ, тоже зернисто-кристаллическую, но съ остатками стекловатой массы, порфировидными включеніями и микролитами. Если въ подобной породѣ начинаютъ преобладать порфировидныя включенія, то структура ея переходитъ въ *порфировую*. Укажемъ также на такъ называемую *сферолитовую* структуру, когда порода состоитъ изъ отдѣльныхъ шариковъ радіально-лучистаго строенія, залегающихъ въ стекловатой магмѣ.

Изъ структуръ вторичнаго происхожденія укажемъ на *миндалевидную*. Эта структура обязана своимъ происхожденіемъ тому, что, благодаря присутствію въ магмѣ газовъ и жидкостей, въ отвердѣвшей породѣ появляются пустоты (такъ наз. пещеристая или пористая структура—лавы, пемза), которыя съ теченіемъ времени заполняются продуктами разложенія породы и образуютъ *миндалины*. Впрочемъ, иногда центральныя части большихъ массъ эффузивной вулканической породы и не имѣютъ порфировиднаго строенія, такъ какъ здѣсь охлажденіе и затвердѣваніе шло медленнѣе, и порода вслѣдствіе этого получила кристаллически зернистую структуру.

Строго говоря, строеніе массивной породы является слѣдствіемъ

условій изверженія, которыя, какъ при глубинныхъ, такъ и при вулканическихъ породахъ, могутъ быть иногда весьма близкими. Такъ, напримѣръ, вулканическія породы, заполняющія жилы, мало отличаются по своему строенію отъ глубинныхъ, что и слѣдовало ожидать, такъ какъ условія затвердѣнія жилъ близки къ условіямъ образованія глубинныхъ породъ.

Двумъ французскимъ ученымъ удалось путемъ продолжительнаго и сильнаго нагрѣванія превратить искусственное стекло въ базальтъ, а также получить большое количество минераловъ, встрѣчающихся въ массивныхъ породахъ. Не менѣе важное значеніе представляютъ опыты третьяго французскаго изслѣдователя — *Добрэ*. Онъ помѣщалъ куски обыкновеннаго стекла въ чугунныя трубки, наполненныя водой, закупоривалъ ихъ и затѣмъ подвергалъ дѣйствію такой высокой температуры, что содержимое трубокъ находилось подъ давленіемъ 1.000 атмосферъ. Въ результатѣ оказалось, что стекло получило зернистое строеніе и въ немъ образовались явственные кристаллы кварца. Этимъ же способомъ ему удалось превратить обсидіанъ—вулканическое стекло—въ кристаллическую зернистую массу, напоминающую трахитъ.

На основаніи подобныхъ опытовъ можно сдѣлать предположеніе, что *при современныхъ вулканическихъ изверженіяхъ на большой глубинѣ, благодаря чрезвычайно медленному охлажденію и дѣйствію перегрѣтыхъ водяныхъ паровъ, находящихся подъ огромнѣйшимъ давленіемъ, и въ настоящее время еще образуются сіениты, граниты* и т. п. глубинныя породы.

Верхніе слои продуктовъ изверженій, доставляемыхъ *дѣйствующими теперь* вулканами, доступны въ настоящее время нашему наблюденію, между тѣмъ какъ верхніе слои *древнихъ* вулканическихъ массъ давно уже размыты водой и изъ-подъ нихъ выступили кристаллическіе крупно-зернистые продукты охлажденія. Такимъ образомъ, болѣе глубоко-лежащія породы можетъ быть только кажутся болѣе давняго происхожденія, чѣмъ такъ называемыя новѣйшія породы, и вѣроятно многія изъ такъ называемыхъ «древнѣйшихъ» массивныхъ породъ образуются и въ настоящее время; но обнаруживаются онѣ только въ отложеніяхъ дѣйствительно древнихъ, вслѣдствіе того, что верхніе слои послѣднихъ на большую глубину уже размыты и снесены водой. Въ новыхъ же отложеніяхъ можно предположить, что «древне-вулканическія» породы еще прикрыты верхними слоями и слѣдовательно недоступны нашему наблюденію.

---

Мы познакомились съ осадочными и массивными горными породами; теперь скажемъ нѣсколько словъ о промежуточныхъ между

ними—*слоисто-кристаллическихъ породахъ* или такъ называемыхъ *кристаллическихъ сланцахъ*. Эти породы принадлежатъ къ наиболѣе древнѣйшей эрѣ земли—къ архейской—и залегаютъ ниже всѣхъ осадочныхъ образованій. По минералогическому составу и кристалличности онѣ сходны съ изверженными породами, по пластовому характеру залеганія и по слоистости—съ осадочными. Происхожденіе кристаллическихъ сланцевъ, вѣроятно, весьма различно,—но уже въ виду ихъ древности нужно предположить, что они подверглись въ теченіе громаднаго періода своего существованія самымъ разнообразнымъ измѣненіямъ. Минеральные индивидуумы, образующіе эти породы, расположены въ нихъ болѣе или менѣе правильными рядами въ видѣ пластинокъ, листочковъ или чешуекъ (структуры—пластинчатая, листоватая или чешуйчатая), что и обусловливаетъ *сланцеватость* породы.

*Кристаллическіе сланцы* пользуются широкимъ распространеніемъ въ природѣ, а мощность пластовъ ихъ достигаетъ многихъ тысячъ метровъ. Одни ученые смотрѣли на кристаллическіе сланцы, какъ на первый слой застывшей коры нѣкогда огненножидкаго земного шара, другіе считали ихъ осадкомъ, осѣвшимъ въ тепломъ первобытномъ морѣ; было время, когда ихъ принимали за вулканическія образованія и относили къ одной категоріи съ гранитами и сіенитами, затѣмъ ихъ принимали за метаморфозированныя осадочныя породы, т.-е. смотрѣли на нихъ, какъ на глину, известь, песчаники, претерпѣвшіе извѣстныя видоизмѣненія.

Это удивительное разнообразіе часто противорѣчивыхъ мнѣній находитъ свое объясненіе въ самихъ свойствахъ кристаллическихъ сланцевъ. Дѣло въ томъ, что одни признаки ихъ совпадаютъ съ признаками кристаллическихъ массивныхъ породъ, другіе — со свойствами осадочныхъ породъ, причемъ въ то же время между сланцами, массивными и осадочными породами существуетъ цѣлый рядъ переходныхъ ступеней, ставящихъ геолога въ затрудненіе—куда причислить эти переходныя образованія. Для примѣра укажемъ на *гнейсъ*, представляющій совершенно такой же минералогическій и химическій составъ, какъ и гранитъ: подобно послѣднему, онъ состоитъ изъ кварца, полевого шпата, слюды и довольно большого количества постороннихъ примѣсей. Правда, гнейсъ представляетъ слоистое строеніе, какъ и вообще относящіяся къ этой категоріи горныя породы, но иногда эта слоистость становится настолько неотчетливой, что если отбить кусокъ такого гнейса и сравнить съ гранитомъ, то ихъ невозможно отличить другъ отъ друга. Геологи даютъ этимъ переходнымъ или промежуточнымъ формамъ названіе *гранито-гнейсовъ*.

Съ другой стороны, кристаллическіе сланцы почти всегда обна-

руживаютъ отчетливое напластованіе и чередующееся расположеніе различныхъ пластовъ, совершенно напоминающее отложеніе осадковъ въ водѣ. Чрезвычайно интересно присутствіе въ нихъ окатанныхъ галекъ мрамора и прослоевъ графита и антрацита. Гальки указываютъ на дѣятельность текущей воды и очевидно произошли при наличности тѣхъ же условій, какъ теперешніе конгломераты. Далѣе извѣстно, что всѣ значительныя отложенія извести образовались при содѣйствіи организмовъ; такъ какъ мы знаемъ, кромѣ того, что мѣлъ и известнякъ при нѣкоторыхъ условіяхъ могутъ превращаться въ мраморъ, причемъ исчезаютъ всѣ слѣды ихъ органическаго происхожденія, то это и даетъ намъ право сдѣлать предположеніе, что большая часть мраморовъ, залегающихъ въ кристаллическихъ сланцахъ, одинаковаго происхожденія съ осадочными известняками (нуммулитовый, раковистый и мѣловой известнякъ). Графитъ и антрацитъ тоже даютъ нѣкоторыя указанія на былое существованіе организмовъ. По всей вѣроятности, графитъ многихъ кристаллическихъ сланцевъ составляетъ послѣднее звено въ цѣпи постепенныхъ превращеній, совершающихся въ обуглившихся растительныхъ остаткахъ. Болѣе того: въ нѣкоторыхъ сланцахъ позднѣйшаго происхожденія, возрастъ которыхъ можно опредѣлить съ большой точностью, можно найти отчетливые и несомнѣнные слѣды растительныхъ и животныхъ остатковъ. Въ этихъ случаяхъ не можетъ быть никакого сомнѣнія въ образованіи этихъ породъ путемъ осажденія. Все это весьма убѣдительно говоритъ въ пользу воззрѣнія, что, по крайней мѣрѣ, *нѣкоторые кристаллическіе сланцы* *) *представляютъ собою не что иное, какъ метаморфозированныя осадочныя породы.* Что же касается причины послѣдовательнаго хода этихъ метаморфозъ, то въ настоящее время по этому предмету среди геологовъ господствуютъ весьма разнорѣчивыя мнѣнія. Чрезвычайно важное значеніе, повидимому, имѣетъ тотъ фактъ, что почти повсюду, гдѣ, вслѣдствіе образованія горъ, произошли значительныя нарушенія въ расположеніи пластовъ, совершилось превращеніе осадочныхъ породъ въ кристаллическіе сланцы или, по крайней мѣрѣ, въ подобныя имъ породы. Особенно часто это можно наблюдать въ Альпахъ и Скандинавіи. Здѣсь причиной метаморфозъ, повидимому, послужило огромное давленіе. Это вполнѣ

*) Въ числѣ наиболѣе распространенныхъ породъ, относящихся къ кристаллическимъ сланцамъ, укажемъ на красный и сѣрый гнейсъ, слюдяный сланецъ, состоящій изъ слюды и кварца, представляющій отчетливо слоистое строеніе и окрашенный въ сѣроватый или черный цвѣтъ, филлитъ, соединенный переходными формами съ обыкновенными глинистыми сланцами и сланцеватыми глинами, роговообманковый сланецъ, авгитовый сланецъ, гранулитъ, порфироидъ, геллефлинта и др.

согласуется съ тѣмъ обстоятельствомъ, что кристаллическіе сланцы почти вездѣ оказываются въ пластахъ съ сильно нарушеннымъ расположеніемъ.

### Измѣненія, претерпѣваемыя горными породами: вывѣтриваніе и метаморфизмъ.

Если порода претерпѣла измѣненіе подъ вліяніемъ атмосферныхъ (дождь, воздухъ, температурныя измѣненія, дѣятельность организмовъ) или гидро-химическихъ процессовъ (растворы, циркулирующіе въ земной корѣ), то процессъ этого измѣненія называется *вывѣтриваніемъ*; если же измѣненіе происходило подъ вліяніемъ вулканическихъ или тектоническихъ (давленіе при горообразованіи) процессовъ, то—*метаморфизмомъ*.

Остановимся сначала на первомъ и разсмотримъ только вывѣтриваніе сложныхъ кристаллическихъ горныхъ породъ, такъ какъ химическое вывѣтриваніе обломочныхъ породъ, которые сами являются продуктами вывѣтриванія, съ одной стороны, не представляетъ такого основного интереса, а съ другой—съ трудомъ поддается группировкѣ. Для характеристики различныхъ типовъ вывѣтриванія сложныхъ кристаллическихъ породъ необходимо взять химически различные типы *) ихъ: породы кислыя, среднія и основныя.

При вывѣтриваніи *кислыхъ* породъ кварцъ остается неизмѣннымъ и образуетъ кварцевыя зерна и песокъ, къ которому примѣшивается песокъ нѣкоторыхъ силикатовъ, не успѣвшихъ еще разложиться; щелочные полевые шпаты превратятся въ каолинъ и растворимые продукты (растворимое стекло, углекислый калій и др.), которые, конечно, будутъ унесены водою; щелочно-земельные и желѣзо-содержащіе минералы дадутъ только незначительное количество различныхъ глинъ, окрашенныхъ водной окисью желѣза; углекислые кальцій и магній, образующіеся при этомъ, также будутъ выщелочены. Окончательными продуктами вывѣтриванія этихъ породъ—будутъ *кварцъ* и *каолинъ*. Такъ вывѣтриваются, напр., *граниты* и *гнейсы*.

Вывѣтриваніе *основныхъ породъ* идетъ иначе. Здѣсь уже не образуется свободныхъ кварцевыхъ зеренъ, песокъ будетъ только силикатный (изъ роговой обманки, авгита, оливина и др.); каолина также почти не получается, но зато щелочно-земельные и магнезіально-желѣзистые силикаты образуютъ большія количества различныхъ сложныхъ глинъ, чаще всего окрашенныхъ въ буро-красные цвѣта гидратами окиси желѣза. Окислы желѣза образуютъ

*) Понятно, что въ природѣ рѣдко наблюдаются эти типы во всей ихъ чистотѣ.

часто различнаго рода скопленія. Выдѣляющійся при этомъ кремнеземъ является въ полуаморфномъ или аморфномъ (опала) видѣ, а часть основаній образуетъ углекислыя соли. Такъ, напр., вывѣтриваются *діабазы* и *базальты*. Діабазъ (напр., около с. Исачки, Полтавской губерніи) при этомъ покрывается бурой коркой окиси желѣза, рыхлѣетъ и постепенно превращается въ глинистыя образованія, частью бурыя (окислы желѣза), частью зеленоватыя (отъ примѣси зеленыхъ минераловъ), пропитанныя углесолями щелочноземельныхъ металловъ.

Породы *среднія* даютъ и продукты вывѣтриванія смѣшанные—состоящіе изъ каолина, песка, сложныхъ глинъ, окисловъ желѣза, невывѣтрившихся силикатовъ и др. въ самыхъ разнообразныхъ отношеніяхъ. Такъ, напр., вывѣтривается *сіенитъ*, превращающійся при этомъ въ сложныя глины, то близкія къ каолину, то богатыя окислами желѣза и зеленоватыми минералами вторичнаго происхожденія.

Вообще же химическое вывѣтриваніе сложно-кристаллической породы идетъ чрезвычайно медленно и постепенно проходитъ черезъ различныя стадіи. Напримѣръ, вывѣтриваніе гранита начинается его растрескиваніемъ (механическое измѣненіе), затѣмъ происходитъ слабое его измѣненіе, постепенно начинаетъ образовываться гранитный хрящъ и гравій, а полевые шпаты начинаютъ каолинизироваться; наступаетъ третья стадія—гранитный хрящъ исчезаетъ, порода превращается въ смѣсь кварца съ каолинизированнымъ ортоклазомъ и слюдою; постепенно весь ортоклазъ и слюда разлагаются—и въ конечномъ продуктѣ—каолинъ, часто отмученный, и кварцевый песокъ. Конечно, такія же стадіи можно подмѣтить въ вывѣтриваніи и другихъ породъ.

---

Въ настоящее время различаютъ нѣсколько родовъ *метаморфизма* горныхъ породъ. Если измѣненіе какой-нибудь горной породы (перекристаллизація, обжигъ, стеклованіе и т. п.) является слѣдствіемъ прямого соприкосновенія съ ней извергавшейся магмы, то говорятъ о такъ называемомъ *контактномъ* метаморфизмѣ. Вліяніе контакть-метаморфизма обыкновенно не идетъ далеко вглубь породы и часто ограничивается всего нѣсколькими вершками, но все же констатированы случаи, гдѣ оно было значительно больше. Такъ, въ Дургамѣ базальтъ измѣнилъ каменный уголь въ антрацитъ на разстояніи 27 метровъ отъ мѣста соприкосновенія, а на о-вѣ Англези базальтъ же измѣнилъ глинистый сланецъ до глубины 9 метровъ. Если къ непосредственному вліянію извергающейся породы присоединяется еще и дѣйствіе выдѣляющихся при этомъ газовъ, то районъ дѣйствія оказывается шире и можетъ

распространяться отъ центра вулканическаго изверженія на нѣсколько сотъ метровъ. Это такъ называемый *периферическій метаморфизмъ*.

Часто значительныя массы осадочныхъ породъ, занимающія цѣлыя области, обнаруживаютъ ясно выраженный метаморфизмъ, хотя среди этихъ породъ и не обнаружено изверженныхъ. Это такъ называемый *областной метаморфизмъ*. Его объясняли дѣйствіемъ изверженныхъ газовъ на громадныхъ протяженіяхъ, или же прямымъ дѣйствіемъ центральной теплоты на земную кору, или же, наконецъ, что всего вѣроятнѣе, механическими явленіями. Дѣйствительно, метаморфизмъ этого типа проявляется въ такихъ областяхъ, какъ Альпы, гдѣ механическія дѣйствія, напр. давленія, при образованіи складокъ, развиваютъ очень большое количество теплоты, вполнѣ достаточной для превращенія породы и приданія ей кристаллическаго строенія. *Областной метаморфизмъ*, слѣдовательно, можно назвать *механическимъ*. Такому механическому метаморфизму обязаны своимъ происхожденіемъ и мраморовидные известняки, залегающіе среди гнейсовъ Юнгфрау, и каррарскіе и паросскіе мраморы.

Измѣненіе, претерпѣваемое породой подъ дѣйствіемъ извергающейся на нее расплавленной массы, можетъ быть чисто физическимъ. Напримѣръ, часто находящіеся по сосѣдству съ изверженными породами известняки обращены въ мраморъ, глины—въ породы, похожія на терракоту или фарфоръ. Но, конечно, гораздо чаще происходятъ и химическія воздѣйствія—и въ осадочныхъ породахъ появляются силикаты, составныя части которыхъ взяты частью изъ изверженной, частью изъ окружающихъ ее породъ.

Въ настоящее время извѣстно много примѣровъ дѣйствія изверженныхъ породъ на окружающія ихъ породы. Такъ, напримѣръ, слюдяные сланцы измѣняются при соприкосновеніи съ гранулитомъ: въ нихъ образуется полевой шпатъ и такимъ образомъ они превращаются въ обыкновенный гнейсъ. Нѣкоторыя породы и болѣе новыхъ періодовъ стали рѣзко кристалличными подъ вліяніемъ изверженія гранулитовыхъ породъ. Метаморфизмъ проявляется, напр., и въ *силурійскихъ* породахъ, въ которыхъ въ то же время встрѣчаются и окаменѣлости. Такъ, въ Норвегіи силурійскіе сланцы въ окрестностяхъ Бергена претерпѣли сильныя измѣненія. Они были превращены въ слюдяные сланцы, сохранившіе еще отпечатки трилобитовъ. Известняки, подчиненные этой породѣ, также сохранили ясные отпечатки полиповъ и брахіоподъ.

Съ болѣе подробной классификаціей всѣхъ горныхъ породъ читатель познакомится изъ прилагаемой таблицы, заимствованной, съ нѣкоторыми измѣненіями, изъ учебника проф. *Мушкетова* «Краткій курсъ петрографіи» (см. стр. 214).

## ГЛАВА XV.

### Образованіе горъ.

До послѣдняго времени образованіе горъ приводилось въ непосредственную связь съ появленіемъ на земной поверхности вулканическихъ горныхъ породъ. Еще и теперь сильно распространено представленіе, что граниты, порфиры, трахиты и базальты прорвали пласты земли и вышли на поверхность въ видѣ горъ.

Вопросъ о происхожденіи горъ, какъ извѣстно уже нашимъ читателямъ, очень старъ и въ различныя времена разрѣшался различно.

Прежде всего необходимо помнить, что не всѣ возвышенія, извѣстныя подъ именемъ горъ, имѣютъ одинаковое происхожденіе, и что теорія, оказывающаяся вполнѣ состоятельной по отношенію къ одной категоріи горъ, не можетъ быть примѣнена къ другимъ. Всѣ горы можно разбить на нѣсколько *типовъ*.

Къ *первому* типу могутъ быть причислены всѣ *вулканы*: Везувій, Этна, Стромболи, Тенерифскій пикъ, Чимборассо, Араратъ и пр. Какъ уже извѣстно читателю, они состоятъ исключительно изъ породъ, поднявшихся извнутри земли въ видѣ расплавленныхъ массъ, остывшихъ и затвердѣвшихъ на поверхности земли—это лава, то выливающаяся потокомъ, то разбиваемая давленіемъ газовъ и паровъ на бомбы, лапилли, песокъ и пепелъ; нерѣдко эти продукты спаиваются въ туфы. Вулканъ есть не что иное, какъ продуктъ своей собственной дѣятельности: онъ образованъ рыхлыми продуктами изверженія. Въ связи съ этимъ отчасти находится его легкая разрушаемость, потому что какъ только прекратится вулканическая дѣятельность вулкана, вода немедленно начинаетъ свое разрушительное дѣйствіе, снося рыхлыя скопленія пепла и шлаковъ и оставляя только плотное внутреннее ядро, состоящее изъ застывшей лавы. По большей части это ядро принимаетъ форму купола, и тогда мы имѣемъ передъ собой *куполообразныя горы*. Къ этой категоріи относятся базальтовыя, трахитовыя и фонолитовыя горы Зибенгебирге, Фогельсгебирге и пр. Плотное ядро окаймлено у своего основанія вулканическими туфами, которые нѣкогда обволакивали болѣе или менѣе мощнымъ слоемъ всю гору, что̀ доказывается остатками спаянныхъ вулканическихъ шлаковъ, песку, пепла, уцѣлѣвшихъ мѣстами по стѣнамъ и на вершинѣ купола. Лава пронизывала на своемъ пути осадочные пласты, и понятно, что въ мѣстахъ соприкосновенія съ послѣдними обнаруживается вліяніе нѣкогда бывшей высокой температуры

# Классификація горныхъ породъ.

## I. Осадочныя породы.

**А. Зернисто-кристаллическія или простыя породы.** Преимущественно химическіе осадки изъ воды и воздуха различной древности: ледъ, снѣгъ, каменная соль, ангидритъ, гипсъ, кварцитъ, желѣзныя руды, сѣра, мраморъ, известнякъ и др.

| | 1. Песчаниковыя породы. | | 2. Глинистыя породы. | | 3. Органогенныя породы. | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Рыхлыя. | Цементированн. | Мягкія. | Твердыя. | Зоогеновыя (образов. изъ животн. ост.). | Фитогеновыя (образов. изъ растит. ост.). |
| **Б. Обломочныя породы.** Преимущественно механическіе осадки (водные, воздушные, ледниковые, органическіе и вулканическіе). По составу раздѣляются на три группы. Различной древности. | Песокъ, гравій, щебень, гальки, валуны, вулканическіе рыхлые продукты. | Песчаники, конгломераты, брекчіи, туфы. | Каолинъ, глина, лёссъ, латеритъ и др. | Глинистый сланецъ; квасцовый, грифельный сланцы и др. | Костяная брекчія, трепелъ, нефть, асфальтъ. | Антрацитъ, каменный уголь, торфъ. |

## II. Массивно-кристаллическія или изверженныя породы.

| | 1. Ортоклазовыя породы. | | | 2. Плагіоклазовыя породы. | | | 3. Безполевошпатовыя породы. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | а) Кварцевыя. | б) Безкварцевыя. | в) Фельдшпатидовыя. | а) Кварцевыя. | б) Безкварцевыя. | в) Фельдшпатидовыя. | а) Фельдшпатидовыя. | б) Бисиликатооливиновыя. |
| **А. Интрузивныя или глубинныя породы гранитовой структуры и различной древности.** | Граниты. | Сіениты. | Нефелиновые сіениты. | Тоналиты. | Діориты, Діабазы, Габбро, Нориты. | Тешениты или Тералиты. | Ійолитъ. | Перидотиты. |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Б. Эффузивныя палеовулканическія породы, преимущественно порфировой структуры, преимущественно до-третичной древности.** | Кварцевые и фельзитовые порфиры. | Ортофиры. | Нефелиновые порфиры. | Кварцевые порфиры. | Діоритовый, діабазовый порфириты, мелафиръ, габровый и норитовый порфириты. | Монхикитъ. | — | Пикритовый порфиритъ. Кимберлитъ. |
| **В. Эффузивныя неовулканическія породы трахитовой структуры; за немногими исключеніями образовались въ третичный періодъ или въ современную эпоху.** | Липариты. | Трахиты. | Фонолиты. | Дациты. Обсидіанъ, пемза. | Андезиты и базальты. | Тефриты и базаниты. | Нефелиниты, Лейцититы, Мелилититы. | Авгититы и Лимбургиты. |

## III. Кристаллическіе сланцы или слоисто-кристаллическія породы.

**А. Группа гнейса.** Древнѣйшія изъ слоистыхъ породъ архейской эры; по минералогическому составу сходны съ нѣкоторыми массивными породами (гранитомъ, сіенитомъ). Различные гнейсы (слюдяной, роговообманковый, хлоритовый и др.), гранулитъ, гелефлинта.

**Б. Группа слюдяного сланца.** По древности средняя между гнейсомъ и филлитомъ. Различные сланцы (слюдяной, амфиболовый, тальковый, оливиновый и змѣевикъ, гранатовая порода и др.).

**В. Группа филлита.** Наиболѣе новыя породы архейской эры. По составу филлиты приближаются болѣе къ осадочнымъ породамъ, чѣмъ къ изверженнымъ.

лавовыхъ потоковъ: глинистые слои обожжены и превратились въ фарфоровидныя массы или естественные кирпичи, известнякъ превратился въ мраморъ, бурый уголь—въ антрацитъ и т. д. Куполообразныя горы имѣютъ то же происхожденіе, какъ и вулканы. Это тѣ же вулканы, только потухшіе и отчасти размытые водой. Тѣмъ и другимъ мы даемъ общее названіе *вулканическихъ горъ*.

Совсѣмъ *другой типъ* представляютъ молласовые холмы швейцарской возвышенности. Пласты песчаника и рухляка, изъ которыхъ они сложены, не были насыпаны, подобно матеріалу вулканическихъ горъ,—они существовали уже до того, какъ образовалась гора. Всю эту область слѣдуетъ разсматривать, какъ сплошное однообразное плоскогорье, въ которомъ рѣки и ручьи размыли долины, причемъ остатки прежней возвышенности уцѣлѣли въ видѣ невысокихъ горныхъ цѣпей. Горы образовались здѣсь не путемъ приращенія, а убавленія матеріала. Это такъ называемыя *—горы размыва*. Для нихъ характерно почти всегда горизонтальное расположеніе пластовъ. Кромѣ швейцарскихъ молласовъ укажемъ еще на «Каньоны» рѣки Колорадо, являющіеся прекраснымъ примѣромъ *горъ размыва* (см. рис. 11-й). Вернеръ и нептунисты приписывали вообще всѣ неровности на земной поверхности размывающей дѣятельности воды, для нихъ существовали только горы размыва.

Есть еще *третій типъ* горъ, характернымъ примѣромъ котораго могутъ служить Альпы. Чѣмъ дальше мы углубляемся въ нихъ, тѣмъ выше и круче становятся горы, тѣмъ большій наклонъ обнаруживаютъ пласты, наконецъ они оказываются вертикально приподнятыми, перевернутыми, сдвинутыми въ складки, смятыми, прежніе верхніе слои нерѣдко лежатъ внизу, нижніе—наверху. Есть такія горы, гдѣ подошва сложена позднѣйшими осадочными отложеніями, а вершина—болѣе древними. Нарушенное расположеніе слоевъ нерѣдко можно прослѣдить на маленькихъ обломкахъ, которые иногда представляютъ такія мелкія складки, что ихъ можно различить только подъ микроскопомъ. Окаменѣлости, заключенныя въ отложеніяхъ съ такимъ нарушеннымъ напластованіемъ, конечно тоже представляются вытянутыми, смятыми, раздавленными (см. рис. 68).

Грандіозныя нарушенія въ расположеніи слоевъ встрѣчаются во многихъ областяхъ Альпъ. Такъ напр., три цѣпи Сентисъ въ кантонѣ Аппенцелль образованы шестью большими главными складками, а гора Пилатъ состоитъ изъ трехъ складокъ. Подобныя складки можно наблюдать во всей альпійской области. Это типъ—*горныя цѣпи* или такъ называемыя *тектоническія горы*. Къ нимъ относятся величайшія горы на земномъ шарѣ: Пиренейскія, Аппенинскія, Карпаты, Балканы, Уральскія горы, Кавказъ, Гималаи и

Анды. Изъ меньшихъ горъ этого же типа назовемъ Юру, Таунусъ, Тевтобургскій лѣсъ и др.

Сводчатость складчатыхъ горъ, неодинаковость строенія ихъ обоихъ склоновъ, наклоненіе складокъ къ внѣшней сторонѣ гор-

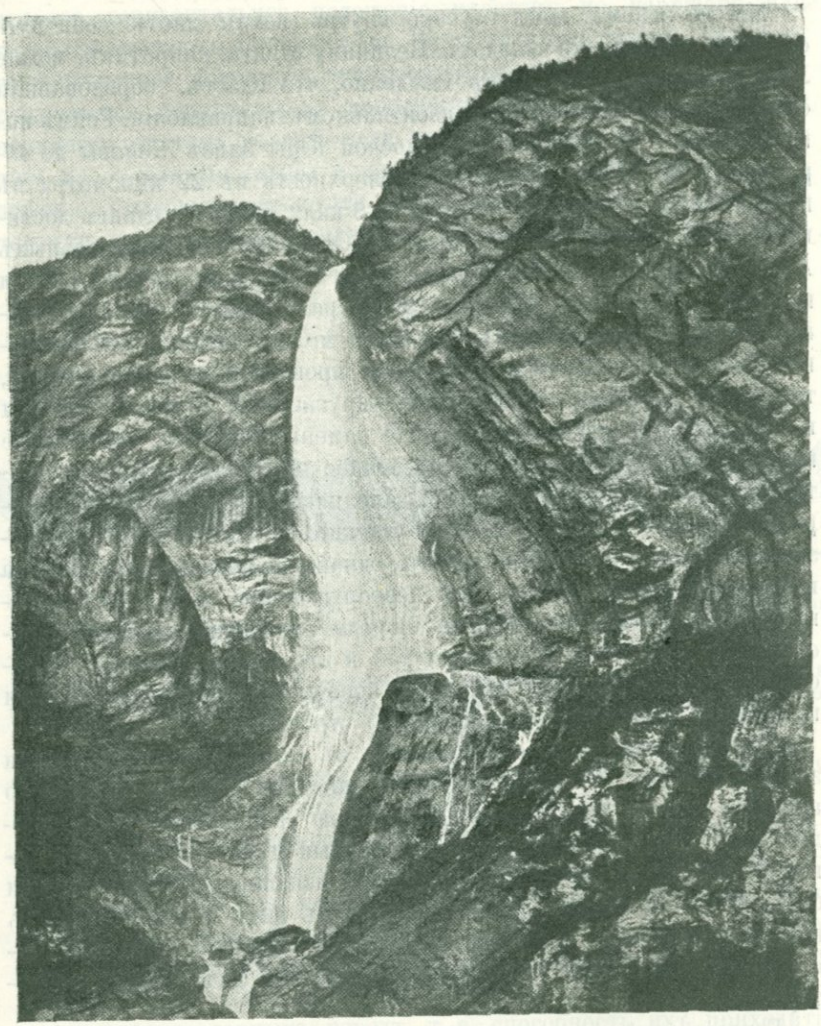


Рис. 68. Складки въ известнякѣ у водопада Арпена (Верхняя Савойя).

ной цѣпи, часто несимметрическое распредѣленіе поясовъ горныхъ породъ объяснялись Зюссомъ тѣмъ, что во всѣхъ тектоническихъ горныхъ цѣпяхъ пласты сдвинуты отъ внутренней стороны къ наружной по направленію къ какой-нибудь преградѣ. Преградой

могли служить части земной коры, которымъ упругость воспрепятствовала образовать складки. Выпуклость складокъ вызвана опусканіемъ какого-нибудь участка земной коры, который, чтобы погрузиться въ глубину, долженъ былъ, какъ клинъ, раздвинуть сосѣднія части земной коры.

Мы не знаемъ, какъ глубоко внутрь земли даетъ себя чувствовать образованіе складокъ. Величину сдвига, напротивъ, можно легко оцѣнить, представивъ мысленно, что пластъ, образовавшій складку, расправленъ въ горизонтальномъ направленіи. Геймъ нашелъ, напр., что пласты швейцарской Юры близъ Женевы до образованія складокъ покрывали поверхность въ 22 километра въ поперечникѣ, теперь же—только 16,8 кил., такъ что сдвигъ достигаетъ 25%, между тѣмъ какъ въ Сѣверныхъ и Центральныхъ Альпахъ первоначальные пояса земной коры были сдвинуты почти наполовину. Всякому, кто въ первый разъ видитъ твердыя горныя породы, сложенныя въ большія и мелкія складки, должно показаться изумительнымъ, какъ могло произойти подобное явленіе, такъ какъ извѣстно, что твердыя, упругія тѣла не могутъ гнуться и ломаются. Дѣйствительно, многіе каменные пласты, сложенные въ складки, разломаны на безчисленное множество кусочковъ, которые потомъ снова спаиваются заполняющими промежутки минеральными веществами, особенно углекислой известью или кремнеземомъ. Нѣкоторые горные пласты, однако, не показываютъ и слѣда излома, по крайней мѣрѣ, для невооруженнаго глаза. Это заставляетъ допустить, что горныя породы способны дѣлаться пластичными при высокой температурѣ и огромномъ давленіи. Массивныя кристаллическія каменныя породы при сильномъ давленіи получаютъ пластинчатое (шиферное) строеніе.

Тектоническія горы образовались въ самыя различныя эпохи земной исторіи. Въ центральной и западной Европѣ, задолго до поднятія Альпъ, представляющихъ собою сравнительно еще молодыя горы, существовали огромныя горныя цѣпи, которыя постепенно, благодаря медленному размыву, изнашивались все болѣе и болѣе и въ настоящее время являются въ видѣ незначительныхъ возвышеній почвы, и только структура входящихъ въ ихъ составъ пластовъ ясно указываетъ на прежній ихъ горный характеръ.

Гораздо болѣе простыми кажутся плоскія выпуклости и выгибы земной коры, въ которыхъ пласты спускаются во всѣ стороны, начиная съ центральнаго пункта. Зюссъ полагалъ, что они образуются вслѣдствіе опусканія окружающихъ ихъ частей почвы, между тѣмъ какъ Жильбертъ допускаетъ, что въ нѣкоторыхъ случаяхъ въ глубинахъ земной коры между горными пластами внѣдряются огненно-жидкія массы, благодаря чему происходитъ поднятіе части

земной коры, находящейся надъ этой массой, которая съ теченіемъ времени отвердѣваетъ (*лакколиты*). Итакъ, въ горныхъ цѣпяхъ характеръ строенія данной части земной коры обнаруживается складками, а въ областяхъ лакколитовъ простою выпуклостью. Но существуетъ также множество областей, гдѣ первоначальное горизонтальное положеніе пластовъ не нарушено или только незначительно нарушено. Часто бываетъ также, что хотя горизонтальное положеніе измѣнилось весьма мало, все же обнаруживаются значительныя неровности данной части земной поверхности въ томъ случаѣ, если первоначальные пласты разломились на отдѣльныя глыбы и послѣднія приняли вертикальное положеніе. Большею частью эти сдвиги направляются, слѣдуя силѣ тяжести, и мы должны допустить, что океаны не что иное, какъ

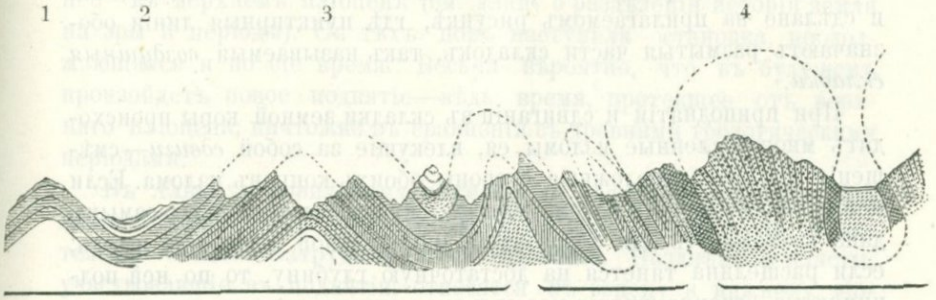



Рис. 69. 1) Антиклинальная складка. 2) Синклинальная складка. 3) Складка открытая. 4) Вѣерообразная складка. *Пунктирныя линіи обозначаютъ воздушныя складки.*

опустившіяся части земной коры. Глубина океановъ позволяетъ судить, какъ значительны были такія опусканія.

Это образованіе складокъ въ земной корѣ происходитъ вслѣдствіе *дислокаціи (перемѣщенія) пластовъ въ горизонтальномъ направленіи*, т.-е. по касательной къ земной поверхности. Различнаго рода соображенія указываютъ на то, что складки образовались тогда, когда горныя породы уже совершенно отвердѣли; поэтому необходимо, какъ мы уже выше указывали, допустить *пластичность* горныхъ породъ, т.-е. способность ихъ приходить, подъ вліяніемъ опредѣленныхъ условій, въ такое состояніе, въ которомъ онѣ могутъ болѣе или менѣе свободно изгибаться; но конечно разъ перейденъ предѣлъ пластичности данной горной породы, то складка разрывается и получается *изломъ*.

Когда вершина изгиба направлена вверхъ отъ центра земли, то складка носитъ названіе *сѣдла* или *антиклинальной складки*,

когда же—внизъ, къ *центру земли*, то названіе—*мульды* или *синклинальной складки*.

Горная цѣпь представляетъ соединеніе цѣлаго ряда такихъ складокъ—получается разнообразное сочетаніе углубленій (синклинальныхъ складокъ) и выпуклостей (антиклинальныхъ складокъ).

Складки бываютъ то крутыя, то пологія, то вертикальныя, то косыя; *лежачими* называются такія складки, у которыхъ бока принимаютъ почти горизонтальное направленіе; если же основаніе складки сужено, то складка называется *вѣерообразной* (см. рис. 69). Атмосферные дѣятели, главнымъ образомъ вода, разрушаютъ съ теченіемъ времени бока и вершины складокъ, и потому въ природѣ мы почти не имѣемъ примѣровъ идеальныхъ складокъ, гдѣ были бы цѣлы всѣ части; для того, чтобы возстановить ихъ, необходимо мысленно продолжить эти складки вверхъ—въ воздухъ, что и сдѣлано на прилагаемомъ рисункѣ, гдѣ пунктирныя линіи обозначаютъ размытыя части складокъ, такъ называемыя *воздушныя складки*.

При приподнятіи и сдвиганіи въ складки земной коры происходятъ многочисленные изломы ея, влекущіе за собой *сдвиги*—смѣщенія въ противоположныя стороны обоихъ концовъ излома. Если между обоими краями излома образуется расщелина, то тѣмъ самымъ дана возможность для образованія минеральной жилы или штока; если расщелина тянется на достаточную глубину, то по ней поднимаются огненно-жидкія массы и она наполняется вулканическими породами (гранитъ, порфиръ, трахитъ, базальтъ и пр.). Смѣщенія краевъ излома могутъ происходить не только въ вертикальномъ, но и въ горизонтальномъ направленіи; такъ напр., у Тунскаго озера двѣ стѣны, составлявшія нѣкогда одно цѣлое, перемѣстились другъ отъ друга въ горизонтальномъ направленіи на цѣлую милю.

Всѣ эти перемѣщенія не могли произойти внезапно; подобные процессы требовали огромныхъ періодовъ времени, и, несмотря на это, мы видимъ, что поднятіе нашихъ самыхъ высокихъ горъ совпадаетъ съ новой эрой исторіи земли, съ *третичнымъ періодомъ*.

Опредѣленіе геологическаго возраста горы совершается слѣдующимъ образомъ. Опредѣляютъ возрастъ самаго верхняго слоя, принимавшаго участіе въ перемѣщеніи, а также возрастъ самаго древняго изъ горизонтальныхъ слоевъ, т.-е. не участвовавшихъ въ этомъ поднятіи и сохранившихъ то же положеніе, въ которомъ они осѣли изъ воды. Предположимъ, что мы находимъ слабо изогнутые пласты, принадлежащіе къ мѣловой системѣ, и горизонтальные пласты, относящіеся къ третичной системѣ; тогда ясно, что поднятіе закончилось до наступленія третичнаго періода, по-

тому что, въ противномъ случаѣ, третичные слои тоже представляли нарушенное расположеніе. Никоимъ образомъ не слѣдуетъ думать, что подобнаго рода процессы происходили вслѣдствіе внезапной катастрофы, какъ это предполагалъ авторъ этого метода опредѣленія возраста горъ, Эли де-Бомонъ. Могутъ быть и такіе случаи, что поднятіе, продолжавшееся въ теченіе долгихъ періодовъ, смѣняется періодомъ покоя, за которымъ слѣдуетъ новое поднятіе, новая остановка и т. д., и такимъ образомъ получается цѣлый рядъ послѣдовательныхъ поднятій. Явленіе это очень хорошо выражено на островѣ Косѣ, у береговъ Малой Азіи, гдѣ первое поднятіе произошло послѣ отложенія мѣловыхъ известняковъ и до отложенія міоценовыхъ прѣсноводныхъ известняковъ, второе—въ промежуткѣ между міоценомъ и пліоценомъ, а третье и послѣднее—въ верхнемъ пліоценѣ (см. главу о раздѣленіи исторіи земли на эры и періоды). Съ тѣхъ поръ наступила остановка, продолжающаяся и по сіе время. Весьма вѣроятно, что въ будущемъ произойдетъ новое поднятіе—вѣдь время, протекшее отъ верхняго пліоцена, ничтожно въ сравненіи съ древними геологическими періодами.

Въ Альпахъ, повидимому, тоже имѣли мѣсто многократныя поднятія. Условія, существующія здѣсь, весьма сложны и въ значительной степени затрудняютъ изслѣдованіе. Позднѣйшіе пласты, участвовавшіе въ поднятіи, относятся къ эоцену и нижнему міоцену, между тѣмъ какъ верхнеміоценовые пласты представляютъ почти горизонтальное направленіе. Если мы примемъ во вниманіе, что въ эоценовую эпоху на мѣстѣ нынѣшняго флиша или нуммулитовыхъ горъ разстилалось глубокое море, что новотретичные осадки послѣдняго встрѣчаются теперь на высотѣ до 10.000 футовъ и что даже среднетретичные пласты оказываются сильно приподнятыми, мѣстами даже перевернутыми, то нетрудно вывести отсюда заключеніе, что главный процессъ поднятія совпадаетъ со второй половиной третичной эпохи, приблизительно—со среднимъ міоценомъ.

Пришли ли Альпы съ тѣхъ поръ въ состояніе полнаго покоя? Повидимому, нѣтъ. Въ пользу продолжающихся, хотя бы и слабыхъ, поднятій говорятъ, напр., многочисленныя землетрясенія. Мы не знаемъ ничего достовѣрнаго о томъ, съ какой быстротой совершилось поднятіе Альпъ и не можемъ предсказать, предстоитъ ли въ ближайшемъ будущемъ болѣе быстрое поднятіе, или же оно смѣнится полнымъ покоемъ. Начиная съ того момента, когда прекратится дальнѣйшее поднятіе, начнетъ проявляться исключительно разрушительная дѣятельность воды, которая въ концѣ концовъ снесетъ съ лица земли всю эту колоссальную систему складокъ земной коры, именуемую Альпами.

Образованіе складокъ—какъ объ этомъ упомянуто было уже выше—является слѣдствіемъ охлажденія и съеживанія земли—вулканическія силы тутъ не причемъ. Лучшимъ доказательствомъ этому служитъ то, что въ Альпахъ и другихъ третичныхъ горныхъ цѣпяхъ третичныя вулканическія массы или совершенно отсутствуютъ, или же играютъ второстепенную роль, какъ напр. трахиты въ Карпатахъ, проникшіе изъ глубины по образовавшимся расщелинамъ и являющіеся слѣдствіемъ, а не причиной образованія горъ. Нынѣшніе вулканы образуются тоже только надъ глубокими расщелинами и никогда не ведутъ къ образованію цѣпей и вообще къ значительнымъ нарушеніямъ расположенія пластовъ. Сторонники вулканической теоріи не въ состояніи объяснить ни образованія напр. гларнской двойной складки, ни вообще несимметрическаго строенія всѣхъ горныхъ цѣпей.

«Постараемся, говоритъ Геймъ, мысленно расправить складки Юры и Альпъ и придать слоямъ ихъ первоначальное положеніе, и тогда сейчасъ же окажется излишекъ земной коры. Горныя цѣпи съ ихъ складчатымъ строеніемъ и со всѣми ихъ механическими смѣщеніями доказываютъ, что только *горизонтально* дѣйствующая сила, только сморщиваніе въ складки земной коры могло произвести поднятіе ихъ. До образованія въ корѣ складокъ земной шаръ очевидно имѣлъ большій объемъ. Точное измѣреніе профилей Юры дало возможность опредѣлить сдвигъ, образовавшій эти горы, въ 5.000 метровъ. Подобныя же измѣренія, произведенныя въ Альпахъ, дали цифру приблизительно въ 120.000 метровъ. Это значитъ, какой-нибудь пунктъ къ югу отъ Альпъ (скажемъ для примѣра—Комо) и пунктъ къ сѣверу (напр. Цюрихъ) лежатъ теперь на 120.000 метровъ ближе другъ къ другу, чѣмъ въ то время, когда еще не было Альпъ. Сокращеніе діаметра земли на $^1/_{400}$, много $^1/_{300}$ ея объема было достаточно для того, чтобы поднять на земной корѣ Альпы, а сокращеніе на $^1/_{100}$ объясняетъ происхожденіе всѣхъ горъ на земной поверхности.

Въ связи съ образованіемъ горъ находятся многочисленныя *землетрясенія*, происходящія вслѣдствіе смѣщенія слоевъ. Это—внезапныя освобожденія напряженій, которыя возникаютъ вслѣдствіе продолжающагося постоянно горизонтальнаго давленія въ земной корѣ и проявляются внутренними толчкообразными смѣщеніями слоевъ. Не проходитъ дня, чтобы гдѣ-нибудь на земномъ шарѣ не произошло сотрясенія коры. Большинство землетрясеній являются выраженіемъ продолжающагося подъ нашими ногами образованія горъ».

Альпы въ своемъ теперешнемъ видѣ являются не исключительно результатомъ собиранія въ складки земной коры. Этотъ процессъ образуетъ только первоначальныя грубыя формы куполо-

образныхъ возвышеній и котловинообразныхъ продолговатыхъ впадинъ. Только благодаря вывѣтриванію и размыву образуются отдѣльныя горы, вершины и хребты, равно какъ и безчисленныя ущелья и глубокія развѣтвляющіяся долины, придающія горамъ ихъ разнообразіе и красоту.

Намъ остается сказать еще нѣсколько словъ о горахъ, типомъ которыхъ могутъ служить Шварцвальдъ и Вогезы. Способъ происхожденія ихъ еще не выясненъ окончательно, во всякомъ случаѣ несомнѣнно одно, что и онѣ обязаны своимъ происхожденіемъ сморщиванію земной коры, а не вулканическимъ силамъ. Шварцвальдъ состоитъ преимущественно изъ древнихъ кристаллическихъ сланцевъ, надъ которыми отчасти залегаютъ осадочныя породы, а именно тріасовый пестрый песчаникъ. По Криднеру и Неймайру, Шварцвальдъ образовалъ нѣкогда съ Вогезами общую горную массу, въ которой впослѣдствіи произошла широкая трещина въ области нынѣшней Рейнской долины. Съ сѣвера къ югу тянутся многочисленныя большія трещины, указывающія на то, что Рейнская долина есть древній очагъ землетрясеній. Нѣкогда это горное плато имѣло и по направленію къ востоку такую же вышину, какъ и въ Шварцвальдѣ, но вдоль цѣлаго ряда параллельныхъ трещинъ произошелъ *провалъ* пластовъ. Шварцвальдъ и Вогезы суть не что иное, какъ уцѣлѣвшіе остатки, сохранившіе свое первоначальное положеніе въ то время, какъ все вокругъ нихъ подверглось разрушенію. Но и эти горы первоначально были вѣроятно гораздо выше, и мы имѣемъ всѣ основанія предполагать, что нѣкогда на самыхъ высокихъ вершинахъ ихъ залегали во всю свою толщу тріасовыя и юрскія отложенія, понемногу размытыя и снесенныя.

## ГЛАВА XVI.

### Царства растеній и животныхъ.

Прежде чѣмъ приступить къ изложенію исторіи земли и неразрывно связанной съ ней эволюціи организмовъ, мы считаемъ необходимымъ дать краткую характеристику растительнаго и животнаго царствъ.

*Растенія.* Все царство растеній распадается на двѣ большія группы: 1) группа *споровыхъ* растеній, иначе называемыхъ *тайнобрачными*, и 2) группа *сѣмянныхъ* растеній, извѣстныхъ также подъ названіемъ *цвѣтковыхъ* или *явнобрачныхъ*. Растенія первой группы принадлежатъ къ низшимъ растительнымъ организмамъ и размножаются посредствомъ *споръ*, представляющихся подъ микроскопомъ въ видѣ шарообразныхъ пузырьковъ, содержащихъ

бѣлковую мелкозернистую слизистую массу, такъ называемую протоплазму. При благопріятныхъ условіяхъ споры пускаютъ ростки, т.-е. вытягиваются въ длинныя нитевидныя образованія, изъ которыхъ затѣмъ развиваются новыя растенія.

Растительные организмы второй группы производятъ *сѣмена*, многоклѣточныя образованія, нерѣдко весьма большихъ размѣровъ; такъ напр. кокосовый орѣхъ представляетъ въ сущности одно сѣмя. Если снять шелуху съ боба, то мы прежде всего увидимъ двѣ мясистыя половинки,—это такъ называемыя сѣмянодоли. Между ними помѣщается небольшое образованіе, зародышъ, изъ котораго развивается впослѣдствіи растеніе. Обѣ сѣмянодоли состоятъ изъ питательныхъ веществъ, предназначенныхъ для питанія развивающагося зародыша. Въ сѣмени уже заключаются главныя составныя части будущаго растенія, между тѣмъ какъ споры не обладаютъ этимъ свойствомъ.

I) *Споровыя растенія.* а) Къ этой группѣ относятся прежде всего *водоросли.* Многочисленный и многообразный классъ водорослей въ теченіе необъятныхъ періодовъ времени составлялъ единственную растительность на земномъ шарѣ. Простѣйшія формы этихъ растеній представляются въ видѣ одноклѣточныхъ организмовъ, различаемыхъ подъ микроскопомъ лишь при сильномъ увеличеніи. Рядомъ съ ними встрѣчаются однако формы, растущія въ видѣ кустовъ и достигающія нерѣдко длины въ нѣсколько сотъ метровъ. Почти всѣ водоросли относятся къ водянымъ и преимущественно къ морскимъ растеніямъ. Въ океанахъ онѣ образуютъ огромные подводные лѣса и плавучія поляны. Всѣ онѣ заключаютъ въ себѣ хлорофиллъ—зеленое красящее вещество, благодаря которому онѣ превращаютъ растворенныя въ водѣ неорганическія вещества въ органическія соединенія: крахмалъ, клѣтчатку, бѣлки и пр. Въ нѣкоторыхъ видахъ водорослей хлорофиллъ замаскированъ желтымъ, голубымъ, краснымъ или бурымъ красящимъ веществомъ. Для примѣра укажемъ на окрашенныя въ великолѣпный красный цвѣтъ—Florideae или бурыя—Fucoideae.

Представитель этихъ послѣднихъ видовъ представленъ на прилагаемомъ рисункѣ; это — плавающая водоросль, Sargassum natans или Sargassum bacciferum, съ ягодообразными, наполненными воздухомъ, плавательными пузырями. Вмѣстѣ съ другими водорослями Sargassum образуетъ зеленую поверхность Саргасова моря между Африкой и Вестъ-Индіей, которая перепугала спутниковъ Колумба во время его путешествія въ Америку: имъ это безбрежное море показалось громаднымъ болотомъ.

Водоросли, растущія въ прѣсныхъ водахъ, извѣстны всякому, если не по имени, то по наружному виду. Это тѣ зеленыя сли-

зистыя нити или скопленія ихъ, такъ часто встрѣчающіяся по краямъ колодцевъ, ручьевъ и нерѣдко затягивающія сплошь поверхность прудовъ и лужъ. Водоросли чрезвычайно интересны для ботаниковъ, для геологовъ же онѣ не представляютъ особеннаго значенія, такъ какъ въ силу своей мягкой студенистой консистенціи плохо сохраняются. Въ древнихъ отложеніяхъ можно встрѣтить лишь самые скудные и слабые слѣды водорослей, но очень вѣроятно, что графитъ древнихъ кристаллическихъ сланцевъ обязанъ своимъ происхожденіемъ этимъ растеніямъ. Нѣкоторые виды водорослей содѣйствовали образованію значительныхъ горныхъ породъ, какъ напр. известковыя водоросли и діатомовыя.

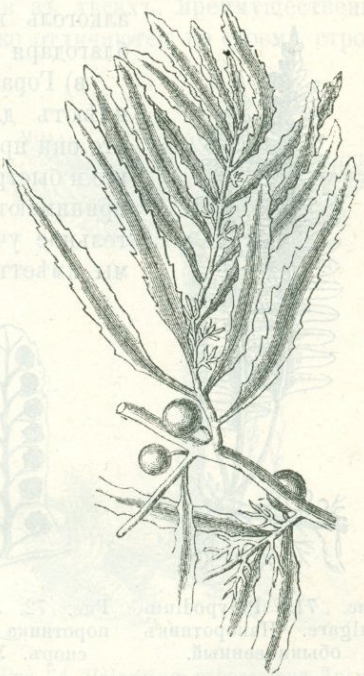


Рис. 70. Sargassum natans. Морская водоросль, принадлежитъ къ классу Fucoideae.

б) *Грибы* составляютъ отдѣльный классъ растеній, во многихъ отношеніяхъ сходный съ водорослями, но представляющій много такихъ характерныхъ свойствъ, которыя рѣзко отличаютъ его отъ всѣхъ прочихъ растеній. Въ противоположность водорослямъ они не заключаютъ въ себѣ хлорофилла и слѣдовательно лишены способности перерабатывать неорганическія вещества, т. е. воду, воздухъ и минеральныя вещества,— въ органическія соединенія. Грибы вынуждены пользоваться готовымъ питательнымъ матеріаломъ, подобно животнымъ, съ которыми вообще имѣютъ много общаго относительно жизненныхъ процессовъ. Самыя низшія формы грибовъ не представляютъ рѣзкаго разграниченія отъ царства животныхъ и ихъ причисляютъ то къ животнымъ, то къ растеніямъ. Такъ напр., микробы или бактеріи составляютъ предметъ изложенія какъ ботаники, такъ и зоологіи. Всѣ грибы принадлежатъ или къ *паразитамъ*, селящимся на живомъ растеніи или животномъ, или же къ *сапрофитамъ*, т. е. обитающимъ на продуктахъ разложенія и гніенія организмовъ. Этимъ самымъ опредѣляется и роль грибовъ въ экономіи природы: они разлагаютъ умершіе организмы, превращаютъ сложныя органическія соединенія въ простѣйшія и препятствуютъ накопленію на земномъ шарѣ труповъ животныхъ

и растеній. Они ведутъ постоянную борьбу съ живыми существами. Самые страшные бичи человѣчества: чума, холера, оспа, тифы и пр., обязаны своимъ появленіемъ вторженію микроскопическихъ грибовъ, такъ называемыхъ бактерій. Онѣ такъ малы, что даже при сильномъ увеличеніи представляются въ видѣ точекъ и палочекъ. Бактеріи обладаютъ необычной способностью размноженія: одинъ индивидуумъ въ продолженіе нѣсколькихъ часовъ часто производитъ милліоны себѣ подобныхъ.

Броженіе сахаристыхъ веществъ, т. е. превращеніе сахара въ алкоголь и угольную кислоту, совершается благодаря дѣятельности грибовъ.

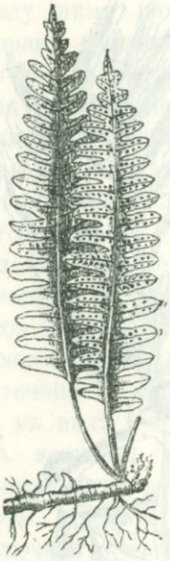


Рис. 71. Polypodium vulgare. Папоротникъ обыкновенный.

в) Гораздо большее значеніе, чѣмъ грибы, имѣютъ для геолога *мхи*, несмотря на то, что они представляютъ весьма нѣжное строеніе и быстро разрушаются послѣ смерти. Мхи принимаютъ въ настоящее время такое дѣятельное участіе въ образованіи торфа, что мы имѣемъ полное право предполагать, что



Рис. 72. Листикъ папоротника съ кучками споръ. Увеличенъ.



Рис. 73. Коробочка со спорами; споры отдѣляются. Увеличена.

и въ прежнія эпохи они играли ту же роль. Торфъ путемъ постепенныхъ превращеній переходитъ въ бурый и каменный уголь, антрацитъ и графитъ.

г) *Папоротники* и по своему наружному виду, и отчасти по внутреннему строенію представляютъ большое соотвѣтствіе съ высшими растеніями. Они являются не только въ видѣ многоклѣточныхъ организмовъ, но обнаруживаютъ даже присутствіе сосудистыхъ пучковъ, которыхъ водоросли, грибы и мхи не имѣютъ. Они производятъ споры, но существуютъ переходы между ними и настоящими сѣменными растеніями. Папоротники обыкновенно несутъ на себѣ большіе, очень красивые листья, на нижней сторонѣ которыхъ помѣщаются споры. Большимъ распространеніемъ въ нашихъ лѣсахъ пользуется видъ папоротника, извѣстный подъ

названіемъ Pteris aquilina, съ большими перистыми листьями. Папоротники, растущіе въ нашихъ широтахъ, бываютъ травовидные, между тѣмъ какъ экзотическія формы ихъ являются въ видѣ большихъ деревьевъ, похожихъ на пальмы. Въ каменноугольную эпоху древовидные папоротники играли преобладающую роль; они были распространены въ то время по всему земному шару. До настоящаго времени открыто болѣе ста вымершихъ видовъ этихъ растеній.

д) *Хвощи* растутъ на поляхъ и въ лѣсахъ, преимущественно въ болотистыхъ мѣстахъ. Они рѣзко отличаются по своему строенію и общему виду отъ всѣхъ прочихъ растеній. Полый, расчлененный стебель ихъ несетъ на себѣ много вѣтвей. Отдѣльные членики входятъ одинъ въ другой, и нижніе концы ихъ окружены зубчатой каемкой. Хвощи лишены листвы; сросшіеся зубцы каемокъ вѣроятно представляютъ собою выродившіеся остатки листьевъ. Въ первобытныя времена, въ особенности въ каменноугольную эпоху, классъ хвощей имѣлъ многочисленныхъ и исполинскихъ представителей. Нѣкоторые виды ихъ имѣли толстые цилиндрическіе стволы, вышиной въ 15—20 футовъ и толщиной въ 3—5 дюймовъ, или даже являлись въ видѣ мощныхъ деревьевъ съ многочисленными вѣтвями; но тогда же попадались и травовидныя формы.



Рис. 74. Balantium arborescens. Древовидный папоротникъ съ острова св. Елены.

е) *Плауновыя* растенія нѣкогда господствовали въ царствѣ растеній наравнѣ съ древовидными папоротниками и исполинскими хвощами. Современные намъ виды плауновыхъ растеній суть выродившіеся потомки нѣкогда могущественнаго класса. Споры этого растеньица, похожаго на мохъ, образуютъ тончайшую желтую пыль, извѣстную подъ названіемъ плауноваго порошка. Къ классу плауновыхъ растеній принадлежали сигилляріи, огромнѣйшія деревья, существовавшія въ каменноугольную эпоху и давно уже исчезнувшія съ поверхности земли. Весь этотъ классъ представляетъ чрезвычайный научный интересъ въ томъ отношеніи, что онъ составляетъ переходы къ сѣменнымъ или цвѣтковымъ растеніямъ.

II) *Сѣменныя, или цвѣтковыя растенія.* Размноженіе цвѣтковыхъ растеній совершается иначе, чѣмъ у споровыхъ. Органы воспроизведенія ихъ состоятъ изъ яицъ и цвѣточной, или сѣмянной пыли, оплодотворяющей яйцо, изъ котораго развивается зародышъ. Всѣ цвѣтковыя растенія раздѣляются на *голосѣмянныя* и *скрытносѣмянныя*. Голосѣмянныя, за исключеніемъ небольшой группы (Gnetaceae), еще не имѣютъ цвѣтовъ; они занимаютъ середину между высшими споровыми и скрытносѣмянными. Они распадаются на три класса: саговыя деревья или цикадовыя (Cycadeae), хвойныя деревья (Coniferae) и Gnetaceae. Цикадовыя или саговыя деревья составляютъ принадлежность не столько нашего времени, сколько предыдущихъ эпохъ. Это деревья съ простымъ, узловатымъ или столбообразнымъ стволомъ, покрытымъ чешуйками. Въ настоящее время они встрѣчаются въ Австраліи, Остъ-Индіи, Африкѣ и тропической Америкѣ. Изъ прежнихъ эпохъ извѣстно болѣе 300 видовъ этихъ растеній; теперь же уцѣлѣло не болѣе 50—60 видовъ.

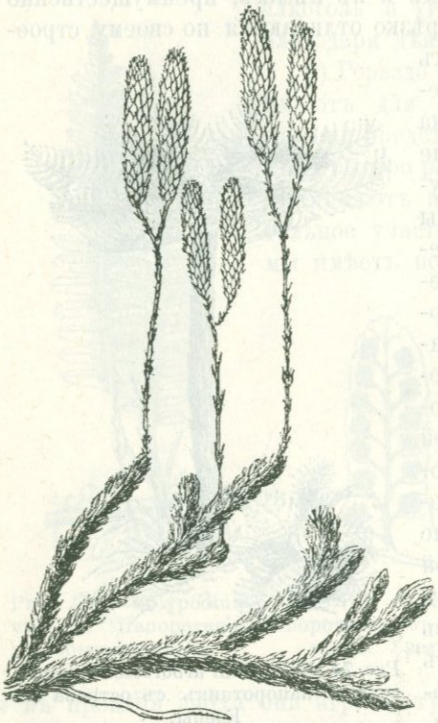


Рис. 75. Lycopodium clavatum. Обыкновенный плаунъ съ колосками, въ которыхъ находятся споры.

Весьма большимъ распространеніемъ пользуются *хвойныя* деревья. Эти по большей части вѣчно зеленыя растенія могутъ достигать очень большихъ размѣровъ; они покрыты не листьями, а иглами или чешуйками. Цвѣтковыя части имѣютъ видъ шишекъ, лишены вѣнчика и чашечки, не вырабатываютъ цвѣточнаго меда, не благоухаютъ и представляютъ по своему строенію и развитію значительное сходство съ соотвѣтствующими органами папоротниковъ, указывая тѣмъ самымъ путь, по которому совершалось развитіе цвѣтковыхъ растеній. Самыми древними представителями хвойныхъ деревьевъ являются араукаріи (Araucaria), великолѣпныя деревья, достигающія 150—200 футовъ вышины. Въ настоя-

щее время на всемъ земномъ шарѣ существуетъ лишь нѣсколько видовъ араукарій (въ Южной Америкѣ и Австраліи). За араукаріями слѣдуютъ капарисныя растенія, а за ними собственно хвойныя (ели, сосны, кедры и пр.). Самое исполинское хвойное дерево



Рис. 76. Cycas circinalis. Саговая пальма.

растетъ въ Калифорніи, извѣстно подъ названіемъ Wellingtonia gigantea. Вышина его превышаетъ 300 футовъ, а возрастъ опредѣляется въ нѣсколько тысячъ лѣтъ.

*Скрытносѣмянныя* принадлежатъ къ высшимъ цвѣтковымъ

растеніямъ и отличаются тѣмъ, что сѣмена ихъ заключены въ завязь. Эти растенія несутъ на себѣ цвѣты, состоящіе обыкновенно изъ слѣдующихъ частей: зеленой чашечки, ярко окрашеннаго вѣнчика, вырабатывающаго цвѣточный медъ и распространяющаго благоуханіе, нитевидныхъ тычинокъ съ оплодотворяющей цвѣточной пылью и пестиковъ, соединяющихся въ цвѣточную завязь. Скрытносѣмянныя, эти высшіе представители растительнаго

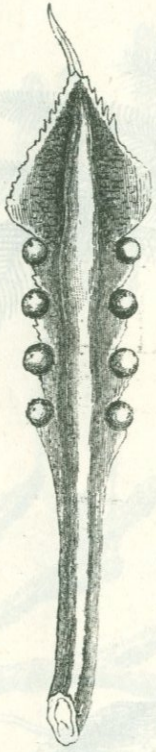


Рис. 77. Плодовыя чешуйки съ обнаженными плодами саговой пальмы.



Рис. 78. Разрѣзъ плода саговой пальмы; наверху отверстіе для оплодотворенія.

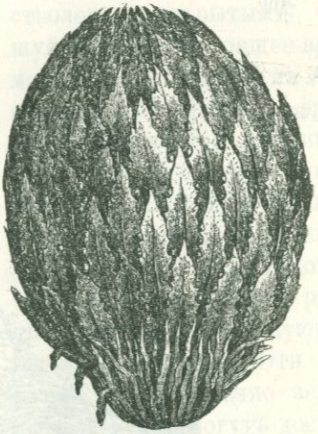


Рис. 79. Плодовая шишка саговой пальмы.

царства, появляются на землѣ сравнительно поздно; потребовались милліоны лѣтъ, прежде чѣмъ природа достигла этой ступени своего развитія. Всѣ скрытносѣмянныя распадаются на два класса—*односѣмянодольныя* и *двусѣмянодольныя*. Къ первымъ относятся лилейныя растенія, травы и пальмы. По большей части это травовидныя растенія съ подземными корневищами и клубнями. Ко второму классу относятся всѣ лиственныя деревья нашихъ лѣсовъ и большинство кустарниковыхъ растеній. Изъ двусѣмянодольныхъ

въ послѣднее время достигли наибольшаго развитія такъ называемыя сложноцвѣтныя (compositae). Это семейство заключаетъ



Рис. 80. Araucaria imbricata. Чилійская араукарія.

въ себѣ больше 10.000 видовъ, т. е. десятую часть всѣхъ цвѣтковыхъ растеній.

**Царство животныхъ.** Несмотря на всѣ старанія ученыхъ, до сихъ поръ еще оказывается невозможнымъ провести точную границу между царствомъ животныхъ и растеній, и едва ли это когда-нибудь удастся. Дѣйствительно, встрѣчаются такія органическія формы, относительно которыхъ весьма затруднительно сказать, слѣдуетъ ли причислить ихъ къ животнымъ или растеніямъ. Вслѣдствіе этого было даже предложено установить особое промежуточное царство *протистовъ* (первобытныхъ организмовъ), изъ котораго, подобно двумъ вѣтвямъ ствола, отходило бы съ одной стороны царство растеній, съ другой—царство животныхъ.

Старое опредѣленіе обоихъ царствъ, по которому растенія жувутъ и растутъ, но не обладаютъ чувствительностью и произвольнымъ движеніемъ, а животныя растутъ, живутъ, чувствуютъ и двигаются, примѣнимо только къ высшимъ классамъ обоихъ царствъ, потому что въ низшихъ группахъ встрѣчаются растенія, повидимому обладающія и чувствительностью къ внѣшнимъ раздраженіямъ, и способностью передвиженія, между тѣмъ какъ нѣкоторыя низшія группы животныхъ, напр., губки, лишены этихъ свойствъ.

Все царство животныхъ подраздѣляется на 7 типовъ: 1) простѣйшія (protozoa), 2) животныя-растенія (зоофиты), 3) черви (vermes), 4) иглокожія (echinodermata), 5) моллюски (mollusca), 6) моллюскоиды, 7) суставчатоногія (arthropoda) и 8) позвоночныя (vertebrata).

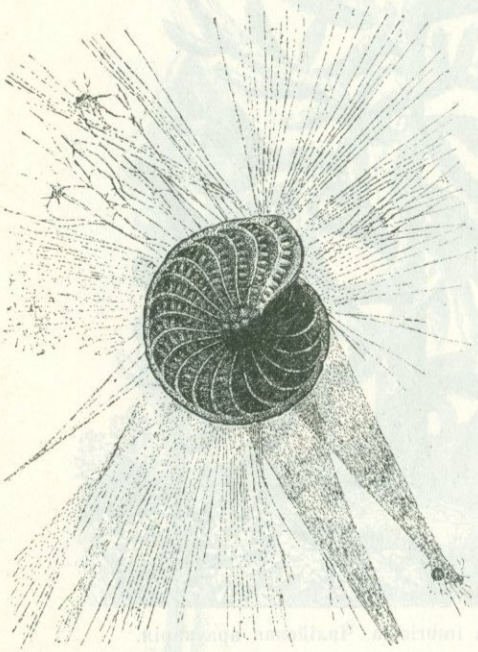


Рис. 81. Polystomella strigillata. Живая фораминифера (корненожка). Увелич. въ 100 разъ.

1. Къ типу простѣйшихъ—*protozoa* относятся самыя низшія формы царства животныхъ. Они обнаруживаютъ въ нѣкоторыхъ отношеніяхъ такое большое сходство съ низшими растеніями, водорослями и грибами, что трудно провести рѣзкую границу между тѣми и другими. Большинство изъ нихъ микроскопической величины, но нѣкоторые виды достигаютъ и довольно значительныхъ размѣровъ (нуммулиты). Простѣйшія лишены нервовъ и мускуловъ и вообще всѣхъ органовъ, свойственныхъ другимъ животнымъ. Часто они состоятъ лишь изъ маленькаго комочка слизи, покрытаго оболочкой или даже лишеннаго ея. Тѣмъ болѣе поразительно, что многія изъ нихъ формируютъ изъ себя остовы, способные сохраняться, несмотря на свое тонкое строеніе. Громадному накопленію подобныхъ остововъ и обязаны своимъ возникновеніемъ нѣкоторыя мощныя горныя породы, какъ напр. нуммулитовый известнякъ, мѣлъ, глобигериновый глубоководный илъ и пр. Protozoa распадаются на два класса: 1) *корненожки* и 2) *инфузоріи*. Первыя получили

свое названіе, благодаря способности выпускать изъ своего тѣла лучистые и корнеобразные отростки, напоминающіе ножки (pseudopoda) и служащіе какъ для передвиженія, такъ и для воспринятія пищи. Они обволакиваютъ пищу своими отростками и удерживаютъ ее въ этомъ положеніи до тѣхъ поръ, пока она не всосется цѣликомъ.

Зоологи относятъ къ простѣйшимъ еще и тѣхъ возбудителей и болѣзнетворныхъ агентовъ, бактерій и микробовъ, о которыхъ мы говорили уже выше, въ главѣ о грибахъ.

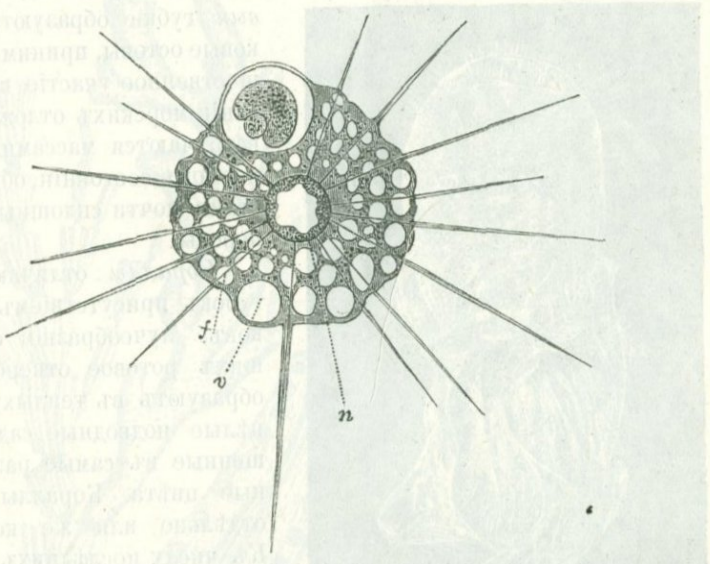



Рис. 82. Корненожка-солнечникъ (Actionophrys sol.) (по Р. Перье).
*n*—ядро, *v*—вакуоля, *f*—протоплазматическіе лучи (псевдоподіи).

2. *Животныя-растенія (зоофиты).* Въ противоположность животнымъ предыдущаго типа, состоящимъ или изъ комочка слизи, или изъ одной только клѣтки, зоофиты представляютъ скопленіе многочисленныхъ клѣтокъ, колонію клѣтокъ. Въ высшихъ отдѣлахъ этого типа даже находимъ нервы и органы чувствъ. Рядомъ съ размноженіемъ путемъ дѣленія и почкованія мы встрѣчаемъ здѣсь и половое размноженіе посредствомъ яицъ. Большинство видовъ, относящихся къ этому типу—обитатели морей. Мы коснемся только класса *губокъ* и *коралловъ*.

Простѣйшая форма губокъ—это трубка, сквозь пористыя стѣнки которой внутрь вступаетъ вода съ питательными веществами и снова изливается наружу съ остатками непереваренныхъ пище-

выхъ веществъ черезъ отверстіе, получившее неправильное названіе рта. Благодаря почкованію и дѣленію, губка превращается въ большей или меньшей величины колонію, въ которой уже съ трудомъ различимы отдѣльные организмы, входящіе въ ея составъ. Губка выдѣляетъ изъ себя остовъ, способный сохраняться. Остовы эти бываютъ разнаго рода. *Роговая* губка выдѣляетъ изъ себя волокна рогового вещества, скопленія которыхъ образуютъ ея остовъ (обыкновенная грецкая губка); *стеклянныя* губки— красивый скелетъ, состоящій изъ полупрозрачныхъ, какъ молочное стекло, иголъ; *известковыя* губки образуютъ известковые остовы, принимающіе существенное участіе въ образованіи морскихъ отложеній; они встрѣчаются массами въ ископаемомъ состояніи, образуя мѣстами почти сплошныя горныя породы.

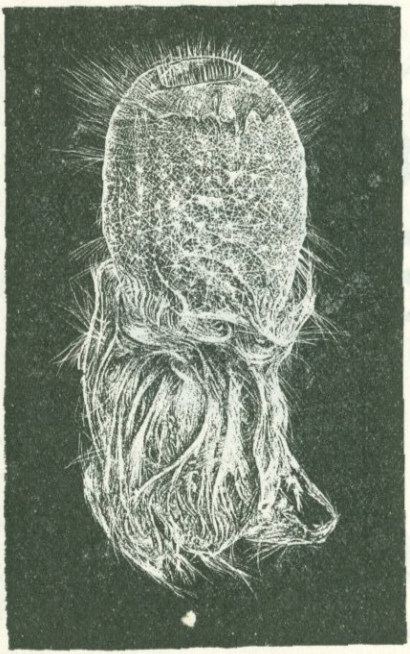


Рис. 83. Holtenia Carpenteri. Живая кремнистая губка въ $^1/_2$ натуральной величины.

*Кораллы* отличаются отъ губокъ присутствіемъ придатковъ, лучеобразно окружающихъ ротовое отверстіе; они образуютъ въ теплыхъ моряхъ цѣлые подводные сады, окрашенные въ самые разнообразные цвѣта. Кораллы живутъ отдѣльно или же колоніями. Къ числу послѣднихъ принадлежатъ всѣ строющіе кораллы.

3. *Черви* (Vermes) не оставили по себѣ никакихъ значительныхъ слѣдовъ въ строеніи земной коры. Но многообразіе ихъ строенія, развитія и образа жизни, а также ихъ отношенія къ высшимъ животнымъ и вліяніе, оказываемое ими на измѣненіе поверхностнаго слоя земли, заставляютъ отнестись къ нимъ съ извѣстнымъ вниманіемъ. Вотъ важнѣйшіе классы животныхъ, относящихся къ этому типу.

a) *Плоскіе черви.* Изъ нихъ назовемъ только ленточныхъ глистъ, паразитирующихъ въ тѣлѣ человѣка. Нервы, органы чувствъ и пищеваренія отсутствуютъ, пища воспринимается всей поверхностью тѣла. Большинство ленточныхъ глистъ состоятъ изъ отдѣльныхъ члениковъ.

b) *Круглые черви.* Среди нихъ тоже попадается много пара-

зитовъ. Назовемъ изъ нихъ аскариду (ascaris lumbricoides) и трихину (Trichina spiralis), обитающихъ въ человѣческомъ тѣлѣ.

c) *Кольчатые черви* строеніемъ своимъ напоминаютъ суставчатоногихъ (насѣкомыхъ, тысяченожекъ и пр.). У этихъ червей доказано присутствіе нервной системы и начатковъ органовъ чувствъ. Пищеварительный аппаратъ ихъ состоитъ изъ рта, желудочнокишечной трубки и выводного отверстія. Нѣкоторые виды кольчатыхъ червей, обитающіе въ моряхъ, дышатъ жабрами.

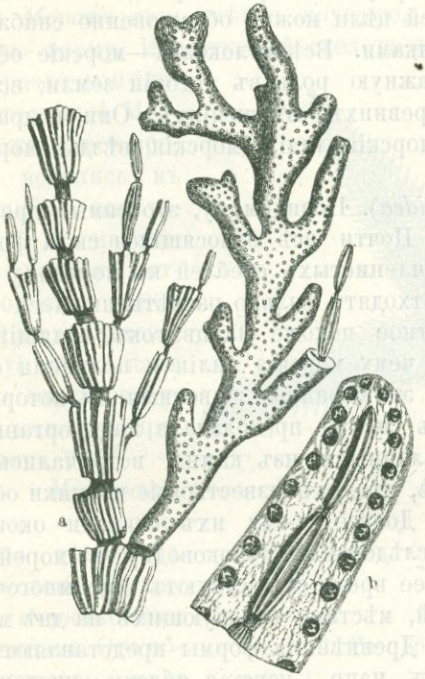



Рис. 84. Кораллъ съ осевымъ скелетомъ. a) Обломокъ коралла; лѣвая часть представляетъ только осевой скелетъ; правая покрыта общей массой—ценозаркъ. b) Разрѣзъ кусочка коралла въ увеличенномъ масштабѣ.

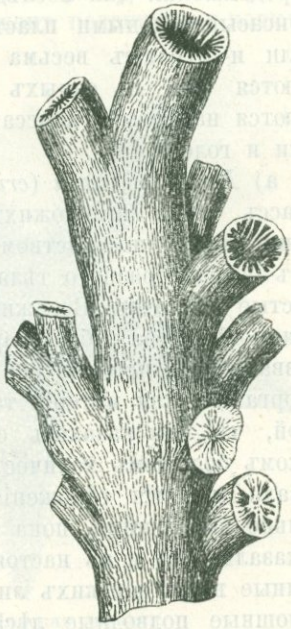


Рис. 85. Dendrophyllia rama. Известковый остовъ мадрепороваго коралла.

4. *Иглокожія* (Echinodermata). Многія изъ животныхъ, относящихся къ этому типу, напоминаютъ собою скорѣе окаменѣлыя растенія, чѣмъ животныхъ, почему они прежде и причислялись къ зоофитамъ. Но иглокожія по своей организаціи стоятъ гораздо выше этихъ послѣднихъ. Нервная система ихъ имѣетъ кольцеобразную форму, съ боковыми развѣтвленіями. Органы чувствъ не особенно развиты, но все-таки имѣются глаза, слуховые органы и щупальцы; органы пищеваренія довольно хорошо развиты; кромѣ

обособленной кровеносной системы, нерѣдко можно встрѣтить сердце. Но самое интересное въ этихъ животныхъ—это присутствіе особой системы водяныхъ сосудовъ и трубокъ, въ которые накачивается морская вода. Отъ этихъ трубокъ отходятъ многочисленныя развѣтвленія въ видѣ многочисленныхъ тоненькихъ трубочекъ, заканчивающихся слѣпыми концами на поверхности тѣла. Морская вода, проникая въ эти трубочки, вытягиваетъ ихъ въ длину, и получаются длинные придатки въ видѣ ножекъ. Это «присасывательныя ножки», играющія роль органовъ осязанія и передвиженія. Для послѣдней цѣли ножки обыкновенно снабжены присасывательными пластинками. Всѣ иглокожія—морскіе обитатели и играютъ весьма важную роль въ исторіи земли; встрѣчаются уже въ самыхъ древнихъ отложеніяхъ. Они подраздѣляются на четыре класса: морскія лиліи, морскія звѣзды, морскіе ежи и голотуріи.

а) *Морскія лиліи* (*crinoidea*). Повидимому, это самый древній классъ среди иглокожихъ. Почти всѣ относящіяся сюда формы прикрѣплены посредствомъ членистыхъ стеблей къ морскому дну. Отъ бокалообразнаго тѣла отходятъ сильно развѣтвляющіеся члениcтые придатки. Все животное похоже на цвѣтокъ, сидящій на длинномъ стеблѣ, благодаря чему морскія лиліи и получили свое названіе. Въ прежнія эпохи эти странныя животныя, въ которыхъ неорганическая матерія такъ сильно преобладала надъ органической, что они казались сдѣланными изъ камня, встрѣчались въ такомъ большомъ количествѣ, что ихъ известковые членики образовали мощныя отложенія. Долгое время ихъ считали окончательно вымершими, пока изслѣдованія глубоководныхъ морей не показали, что и въ настоящее время существуютъ еще многочисленные виды морскихъ лилій, мѣстами образующихъ на днѣ моря сплошные подводные лѣса. Древнѣйшія формы представляютъ и самое простое строеніе; такъ, напр., *морскія яблоки*—цистоидеи совсѣмъ лишены придатковъ, у бластоидей они имѣются лишь въ слабой степени. Наивысшую организацію представляютъ позднѣйшіе представители криноидей; они оказываются совершенно отдѣлившимися отъ своихъ стеблей и свободно передвигаются съ мѣста на мѣсто. Примѣромъ такихъ животныхъ можетъ служить *Comatula mediterranea*. Чрезвычайно интересно развитіе этого животнаго. Оно проходитъ черезъ всѣ фазы, соотвѣтствующія различнымъ стадіямъ развитія этого вида, отъ древнѣйшихъ до позднѣйшихъ формъ, и слѣдовательно является блестящимъ подтвержденіемъ извѣстнаго закона, въ силу котораго отдѣльный индивидуумъ продѣлываетъ весь ходъ развитія, черезъ который прошелъ весь видъ, т. е. предшественники его. Comatula mediterranea въ раннемъ возрастѣ снабжена стеблемъ, посредствомъ

котораго она прикрѣпляется къ морскому дну, въ извѣстной стадіи она пріобрѣтаетъ сходство съ бластоидеей, затѣмъ становится похожей на настоящую морскую лилію и только послѣ того происходитъ отдѣленіе верхней части отъ стебля.

b) *Морскія звѣзды (Asteroidea)* имѣютъ тѣло пятиугольной или звѣздообразной формы. Придатки, достигающіе у нѣкоторыхъ видовъ значительной длины, состоятъ изъ известковыхъ частицъ. Морскія звѣзды плохо сохраняются вслѣдствіе того, что известковыя частицы ихъ быстро распадаются послѣ смерти.

c) *Морскіе ежи* имѣютъ круглую, дискообразную или сердцевидную форму. Известковый скелетъ усаженъ подвижными колючками различной длины и толщины. Морскіе ежи во всѣ времена водились въ большихъ количествахъ. До настоящаго времени открыто около 2.000 вымершихъ видовъ, между тѣмъ какъ число нынѣ живущихъ видовъ не превышаетъ 250.

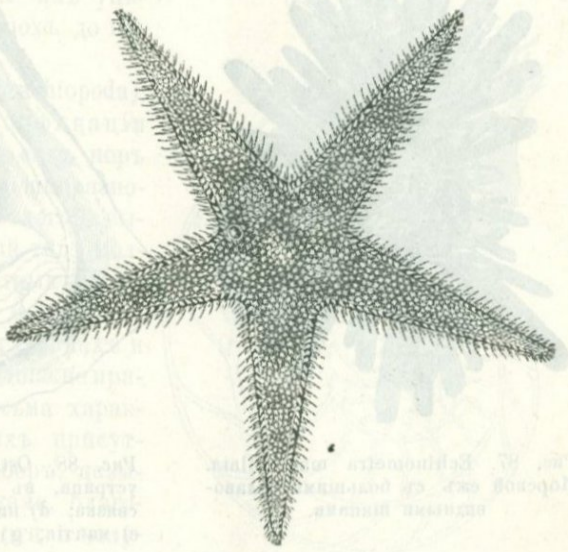


Рис. 86. Морская звѣзда.

5. *Моллюски*. Мягкое нерасчлененное тѣло ихъ обыкновенно защищено известковыми раковинами. Это обстоятельство и придаетъ имъ большой интересъ въ глазахъ геолога. Выдѣленіе извести совершается складками кожи, покрывающей животное цѣликомъ или отчасти. Органомъ передвиженія служитъ «нога». Органы пищеваренія и кровообращенія хорошо развиты. Дыханіе совершается посредствомъ жаберъ или легкихъ. Нервная система состоитъ изъ нервныхъ узловъ, расположенныхъ большей частью попарно. Изъ органовъ чувствъ достойны вниманія глаза, нерѣдко состоящіе изъ тѣхъ же частей, какъ и глаза позвоночныхъ. Моллюски распадаются на три класса: пластинчатожаберныя, брюхоногія и головоногія.

a) *Пластинчатожаберныя* снабжены двустворчатой раковиной, подобно плеченогимъ, но раскрытіе створокъ производится не помощью мускуловъ, какъ у этихъ послѣднихъ, а посредствомъ

эластическихъ связокъ. Замыканіе же створокъ тоже производится однимъ или двумя мускулами. Пластинчатожаберныя отличаются отсутствіемъ головы и представляютъ самый низшій классъ моллюсковъ. Они дышатъ пластинчатыми жабрами; размножаются съ невѣроятной быстротой; такъ напр., устрица откладываетъ отъ одного до двухъ милліоновъ яицъ. Пластинчатожаберныя имѣютъ огромное геологическое значеніе.

b) *Улитки* или *брюхоногія* отличаются отъ пластинчатожаберныхъ присутствіемъ головы. Онѣ живутъ частью въ моряхъ, частью

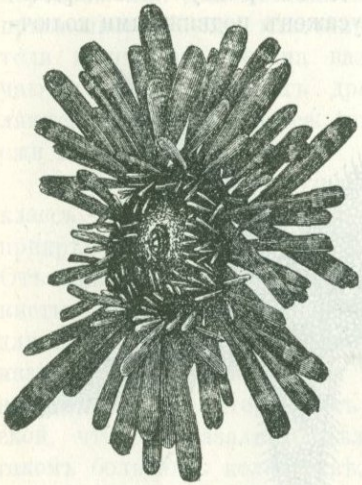


Рис. 87. Echinometra mammillata. Морской ежъ съ большими булавовидными шипами.

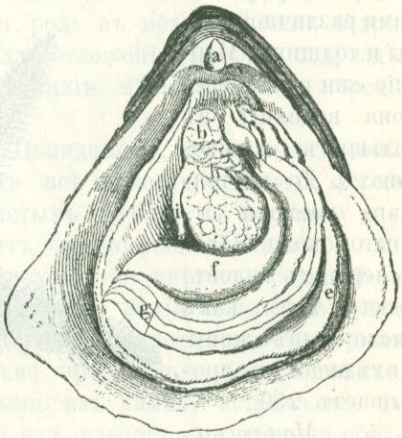



Рис. 88. Ostrea edulis. Съѣдобная устрица, въ разрѣзѣ: a) створка, связка; d) нижній край раковины; e) мантія; g) жаберныя пластинки.

въ прѣсной водѣ, а также и на сушѣ. Въ настоящее время насчитывается около 8.000 видовъ ихъ и столько же извѣстно ископаемыхъ.

c) *Головоногія* принадлежатъ къ высшимъ представителямъ моллюсковъ. Съ обѣихъ сторонъ головы, съ значительно развитымъ головнымъ мозгомъ, помѣщаются два глаза, почти не отличающіеся по своему устройству отъ глазъ позвоночныхъ. Прочіе органы тоже представляютъ довольно высокую степень развитія. Голова усажена многочисленными придатками, служащими какъ для передвиженія, такъ и для схватыванія добычи. Почти всѣ живущіе теперь головоногія снабжены особымъ органомъ, содержащимъ черноватую жидкость, такъ называемую сепію. При малѣйшей опасности они выдѣляютъ изъ себя эту жидкость, которая мутитъ воду и скрываетъ ихъ отъ глазъ непріятеля. Древнѣйшій, сохранившійся

до настоящаго времени, видъ головоногихъ—это *наутилусъ*. Онъ имѣетъ огромное значеніе для геолога, потому что безъ этого единственнаго уцѣлѣвшаго представителя четырехъ жаберныхъ головоногихъ вымершіе *наутилиды* и *аммониты*, насчитывающіеся тысячами видовъ, оставались бы для насъ неразрѣшимой загадкой. Къ двужаберными головоногимъ относится каракатица (sepia vulgaris) и вымершая въ настоящее время группа белемнитовъ.

6. *Моллюскоиды*: а) *Мшанки* (Bryozoa). Это частью прѣсноводные, частью морскіе обитатели, представляющіе незначительные размѣры и низкую организацію. Они, подобно коралламъ, образуютъ роговидные или известковые остовы и обширныя колоніи. Многочисленные виды ихъ уцѣлѣли изъ прежнихъ эпохъ до настоящаго времени.

b) *Плеченогія* (Brachiopoda). Относительно классификаціи этихъ животныхъ до сихъ поръ еще существуютъ большія разногласія. Большинство зоологовъ выдѣляютъ ихъ въ особый типъ моллюскообразныхъ животныхъ. Плеченогія — обитатели морей, они живутъ на большихъ глубинахъ и по большей части неподвижно прикрѣплены ко дну. Весьма характерно для плеченогихъ присутствіе спиральныхъ жаберъ, называвшихся прежде руками, благодаря чему животныя эти и получили свое названіе—brachiopoda. Гораздо правильнѣе другое ихъ названіе — спиральножаберныя. Во всемъ этомъ классѣ въ настоящее время насчитывается около 150 видовъ, между тѣмъ какъ число извѣстныхъ намъ ископаемыхъ видовъ достигаетъ нѣсколькихъ тысячъ. Высшій расцвѣтъ ихъ совпадаетъ съ древнѣйшими геологическими періодами: силурійскимъ, девонскимъ и каменноугольнымъ. Они играютъ важную роль при опредѣленіи возраста геологическихъ отложеній въ качествѣ руководящихъ окаменѣлостей.



Рис. 89. Наутилусъ.

7. *Суставчатоногія (Arthropoda)* превосходятъ по количеству видовъ и родовъ всѣ прочіе классы царства животныхъ. Для геолога однако они имѣютъ лишь второстепенное значеніе, такъ какъ плохо сохраняются. Самой характерной особенностью ихъ строенія является раздѣленіе на членики, указывающее на ихъ

родственную связь съ кольчатыми червями. Но въ противоположность послѣднимъ отдѣльные сегменты тоже неодинаковы, а, смотря по своему назначенію, претерпѣли тѣ или другія видоизмѣненія, сводящіяся главнымъ образомъ къ тому, что передніе сегменты заключаютъ въ себѣ ротъ, мозгъ и большинство органовъ чувствъ, средніе—почти исключительно служатъ для передвиженія, а заднie—для пищеваренія, кровообращенія и размноженія. Такимъ образомъ почти всегда можно различить у нихъ голову, грудь и заднюю часть тѣла, состоящую въ свою очередь изъ нѣсколькихъ отдѣловъ.

Это раздѣленіе всего рѣзче выражено у насѣкомыхъ. У раковъ и пауковъ голова и грудь сливаются въ одно цѣлое—головогрудь. Тѣло суставчатоногихъ снабжено суставчатыми придатками, назначеніе которыхъ весьма разнообразно. Они служатъ то для ходьбы, прыганія, плаванія, то для схватыванія добычи, то въ качествѣ жевательныхъ органовъ, то какъ органы чувствъ. Далѣе слѣдуетъ отмѣтить необыкновенную подвижность скелета. Нервная система обнаруживаетъ много сходнаго съ нервной системой кольчатыхъ червей, но отличается болѣе высокимъ развитіемъ. Изъ четырехъ классовъ, на которые распадается этотъ типъ—раки, пауки, тысяченожки и насѣкомыя—въ палеонтологическомъ отношеніи имѣютъ значеніе главнымъ образомъ ракообразныя и насѣкомыя.

8. *Позвоночныя* отличаются отъ всѣхъ прочихъ животныхъ присутствіемъ позвоночнаго столба, состоящаго изъ болѣе или менѣе подвижныхъ частей, называемыхъ позвонками. У низшихъ позвоночныхъ костный позвоночникъ замѣщенъ хрящевиднымъ образованіемъ—спинной струной (chorda dorsalis). Но и у высшихъ позвоночныхъ мы находимъ въ извѣстной стадіи эмбріональнаго развитія нѣчто похожее на chorda dorsalis, которая постепенно замѣщается хрящевыми, а затѣмъ костными позвонками. Кожа состоитъ изъ двухъ отдѣловъ: верхняя кожа—epidermis и нижняя кожа—cutis. Эпидермисъ, подвергаясь процессу ороговѣнія, выдѣляетъ изъ себя придатки: чешую, ногти, когти, рога, волосы, перья. Изъ нижняго отдѣла кожи развиваются рыбья чешуя и нѣкоторыя кости. Центральная нервная система, достигающая высокихъ степеней развитія, помѣщается въ костныхъ полостяхъ—черепной коробкѣ и спинномозговомъ каналѣ. Органы пищеваренія, дыханія и сердце помѣщаются въ грудной и брюшной полостяхъ. Органы чувствъ почти всѣ сосредоточиваются въ головѣ и достигаютъ высокой степени развитія. Для дыханія служатъ жабры или легкія. У легочнодышащихъ первоначально тоже имѣются жаберныя дуги, исчезающія лишь въ теченіе дальнѣйшаго развитія; онѣ служатъ убѣдительнѣйшимъ доказательствомъ происхожденія высшихъ позвоночныхъ отъ жабернодышащихъ животныхъ. Кровь у

позвоночныхъ, за исключеніемъ одного класса, представляетъ красную окраску, въ зависимости отъ присутствія красныхъ кровяныхъ шариковъ.

Органы кровообращенія представляютъ замкнутую систему трубокъ, состоящихъ изъ сердца, артерій, венъ и капилляровъ.

Типъ позвоночныхъ раздѣляется зоологами на 5 классовъ.

а) *Рыбы (Pisces).* Самые низшіе представители ихъ—трубкосердныя (Leptocardia) выдѣлены Гекелемъ въ особый классъ. Они не имѣютъ собственно сердца, но взамѣнъ того крупные сосуды ихъ обладаютъ способностью пульсировать, т. е., попеременно сокращаясь и расширяясь, проталкиваютъ кровь, лишенную красныхъ кровяныхъ шариковъ и потому представляющуюся безцвѣтной. Черепъ у нихъ обыкновенно отсутствуетъ, вслѣдствіе чего они называются также *Acrania.* Центральная нервная система и всѣ органы чувствъ весьма слабо развиты. Органъ слуха отсутствуетъ; вмѣсто глазъ имѣется лишь пигментное пятно. Единственный дошедшій до насъ, хотя и вымирающій уже, представитель этого типа носитъ названіе—ланцетникъ (Amphioxus lanceolatus). Принадлежность этой рыбы къ позвоночнымъ доказывается присутствіемъ спинной струны (chorda dorsalis), имѣющейся на извѣстной стадіи развитія у всѣхъ высшихъ классовъ позвоночныхъ и затѣмъ, отчасти или цѣликомъ, исчезающей. Amphioxus lanceolatus считается эмбріональнымъ типомъ на томъ основаніи, что онъ въ теченіе всей жизни остается на ступени развитія, соотвѣтствующей эмбріональной стадіи другихъ формъ.

Слѣдующій классъ—*круглоротыя* (cyclostomi)—характеризуется хрящевой черепной коробкой, вмѣщающей головной мозгъ, уже обособленный отъ спиннаго и представляющій явственное дѣленіе на передній, средній и задній отдѣлъ. Челюстей нѣтъ, но имѣются уже роговые зубы, языкъ, глаза, органъ слуха и обонянія. Кишечникъ представляетъ весьма простое строеніе, но съ спиральной складкой кожи. Сердце раздѣлено на предсердіе и желудочекъ. Спинная струна хрящевая.

*Селахіи* примыкаютъ въ отношеніи строенія скелета къ предыдущему классу, во всемъ же остальномъ строеніи они значительно превосходятъ всѣ прочіе классы рыбъ. Нѣкоторые изъ нихъ производятъ на свѣтъ живыхъ дѣтенышей, а знаменитый Mustelus laevis имѣетъ даже органъ, свойственный лишь высшимъ млекопитающимъ—послѣдъ (placenta), являющійся посредникомъ между кровообращеніемъ матери и плода. Этотъ классъ появляется сравнительно рано, но высшаго своего развитія достигъ довольно поздно. У селахій впервые появляются грудные и брюшные плавники, соотвѣтствующіе переднимъ и заднимъ конечностямъ названныхъ позвоночныхъ. Хвостовый плавникъ состоитъ изъ верх-

няго—большого и нижняго—маленькаго отдѣла: онъ несимметриченъ, между тѣмъ какъ у позднѣйшихъ видовъ онъ состоитъ изъ двухъ равныхъ половинъ, т. е. симметриченъ. Въ эмбріональномъ періодѣ всѣ рыбы имѣютъ несимметричный хвостовой плавникъ. Спинной хребетъ и черепъ еще не представляютъ окостенѣнія. Къ этому классу, между прочимъ, относятся акулы и скаты.

Переходной ступенью отъ хрящевыхъ къ костнымъ рыбамъ служатъ *ганоидныя* рыбы, скелетъ которыхъ представляетъ частичное окостенѣніе; отличаются отъ предыдущаго класса присутствіемъ плавательныхъ пузырей, жаберныхъ крышекъ и панцырныхъ пластинокъ. Изъ нынѣ живущихъ рыбъ сюда относятся осетры, изъ вымершихъ—нѣсколько причудливыхъ видовъ, о которыхъ рѣчь будетъ ниже.

Самый многочисленный и позднѣйшій типъ—это классъ *костистыхъ* рыбъ (Teleostei) съ вполнѣ окостенѣвшимъ скелетомъ, гребнеобразными жабрами, защищенными жаберными крышками, и симметричными хвостовыми плавниками (форель, карпы и мн. др.).

Одинъ изъ самыхъ удивительныхъ переходныхъ типовъ представляютъ такъ называемыя *двоякодышащія*, которыя съ одинаковымъ правомъ могутъ быть отнесены и къ амфибіямъ, и къ рыбамъ, или могутъ быть выдѣлены въ отдѣльный классъ. По наружному виду они напоминаютъ рыбъ. Спинная струна остается у нихъ на всю жизнь, что указываетъ на древность всей этой группы. У двоякодышащихъ имѣются плавательные пузыри, но они пронизаны сосудами, имѣютъ ячеистое строеніе и служатъ для дыханія; однимъ словомъ, плавательные пузыри превратились въ легкія. Извѣстны три вида двоякодышащихъ: Ceratodus, Protopterus и Lepidosiren. Они водятся въ тропическихъ странахъ Австраліи, Африки и Южной Америки. Когда болота и рѣки, въ которыхъ они обитаютъ, высыхаютъ, то они зарываются въ песокъ или выстраиваютъ себѣ изъ глинистаго ила нѣчто въ родѣ трубки и до наступленія дождливаго времени дышатъ легкими.

b) *Амфибіи* рядомъ съ крупно-ячеистыми легкими обладаютъ еще жабрами, которыя онѣ однако часто утрачиваютъ во взросломъ состояніи. Самыя низшія формы ихъ имѣютъ еще chorda dorsalis, у остальныхъ появляется уже окостенѣвшій позвоночный хребетъ. Черепъ соединяется съ первымъ позвонкомъ посредствомъ *двухъ* сочленовныхъ отростковъ. Этотъ отличительный признакъ свойственъ также и млекопитающимъ, между тѣмъ какъ у пресмыкающихся и птицъ имѣется только *одинъ* сочленовный отростокъ, что является чрезвычайно важнымъ при классификаціи открываемыхъ окаменѣлостей. Нервная система и органы чувствъ развиты немногимъ больше, чѣмъ у рыбъ, только глаза и уши стоятъ на довольно высокой степени развитія. Молодыя амфибіи

подвержены болѣе или менѣе продолжительной метаморфозѣ, послѣ которой онѣ пріобрѣтаютъ наружный видъ, характерный для взрослаго индивидуума.

c) *Пресмыкающіяся* представляютъ значительно высшее развитіе, чѣмъ амфибіи. Скелетъ ихъ является вполнѣ окостенѣвшимъ. Они совсѣмъ не дышатъ жабрами, несмотря на то, что у нихъ имѣются рудименты жаберныхъ дугъ и щелей. Дѣтеныши развиваются въ яйцахъ, обнаруживающихъ большое сходство съ яйцами птицъ; нѣкоторые же виды прямо производятъ на свѣтъ живыхъ дѣтенышей, которые не подвержены метаморфозѣ. Въ противоположность голымъ амфибіямъ, пресмыкающіяся покрыты чешуей, костными пластинками или толстыми костными панцырями. Живущія нынѣ пресмыкающіяся подраздѣляются на четыре группы: ящерицы, змѣи, крокодилы и черепахи.

d) *Птицы* (Aves) обнаруживаютъ въ строеніи своего скелета и внутреннихъ органовъ много сходнаго съ пресмыкающимися, и существуютъ ископаемые виды, составляющіе переходныя ступени между обоими классами. Птицы являются представителями высшей ступени организаціи. Поразительно ихъ приспособленіе къ воздушной жизни. Все тѣло ихъ пронизано воздушными пузырьками, находящимися въ соединеніи съ легкими; кости тоже полыя и наполнены воздухомъ, голова снабжена легкимъ роговымъ клювомъ вмѣсто тяжелыхъ челюстей. Нельзя не указать здѣсь на то, что самые древніе дошедшіе до насъ виды птицъ были вооружены зубами. Переднія конечности превращены у птицъ въ большія, хорошо развитыя крылья. Процессы окисленія совершаются весьма энергично, вслѣдствіе чего температура крови довольно высока.

e) *Млекопитающія* (Mammalia) превосходятъ своимъ высокимъ развитіемъ всѣ остальные классы животныхъ. Этимъ объясняется, почему они сравнительно поздно появились на землѣ. Важнымъ шагомъ впередъ слѣдуетъ считать безпримѣрное развитіе мозга и главнымъ образомъ головного мозга, характеризующагося у человѣка необыкновенной тонкостью и сложностью строенія. Тѣло млекопитающихъ, за небольшими исключеніями, покрыто волосами и снабжено двумя парами конечностей, назначеніе которыхъ довольно разнообразно. Наибольшая дифференцировка въ этомъ отношеніи обнаруживается у человѣка. Далѣе для млекопитающихъ весьма характерна забота о дѣтенышахъ. Они развиваются въ материнскомъ тѣлѣ, проходя черезъ различныя стадіи, соотвѣтствующія различнымъ классамъ животныхъ отъ низшихъ до высшихъ. Важность этого поразительнаго факта вполнѣ уяснится для насъ только тогда, если мы вспомнимъ, что ходъ развитія каждаго индивидуума есть не что иное, какъ повтореніе исторіи развитія цѣлаго рода. Живорожденные дѣтеныши въ теченіе долгаго времени

питаются молокомъ матери,—питательной жидкостью, являющейся продуктомъ отдѣленія молочныхъ железъ. При опредѣленіи находимыхъ окаменѣлостей наибольшее значеніе, кромѣ большихъ трубчатыхъ костей, имѣютъ черепъ и зубы. Черепъ соединяется съ первымъ шейнымъ позвонкомъ помощью двухъ суставныхъ



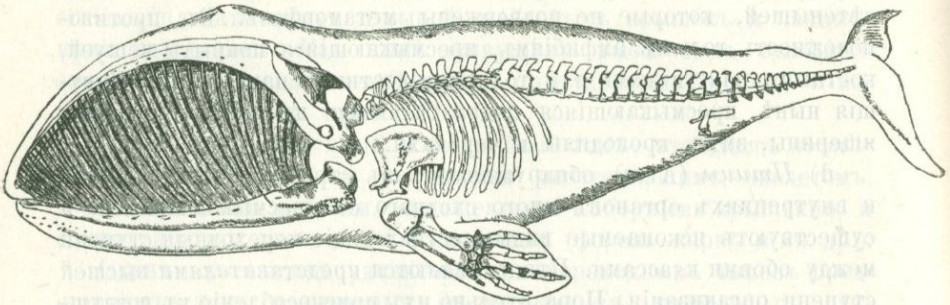



Рис. 90. Скелетъ кита (по Роменсу). Отдѣльно сверху изображены кости рудиментарной задней конечности и рудиментарнаго таза; *isch*—сѣдалищная кость; *p*—лобковая кость; *f*—бедряная кость.

поверхностей, въ противоположность птицамъ и пресмыкающимся, имѣющимъ только по одной суставной поверхности для сочлененія



Рис. 91. Сумчатый медвѣдь (по Брему).

между черепомъ и позвоночникомъ. Зубы, помѣщающіеся въ отдѣльныхъ углубленіяхъ или альвеолахъ верхней и нижней челюсти, имѣютъ одинъ или нѣсколько корней и коронку, покрытую эмалью.

Низшими представителями млекопитающихъ являются такъ называемыя *Monotremata*, внутреннее строеніе которыхъ, въ особенности же строеніе мозга и органовъ чувствъ, представляетъ много сходства съ предыдущими классами позвоночныхъ. Мочевые и половые органы открываются въ прямую кишку, образуя общую *клоаку*. Зубовъ у нихъ нѣтъ, челюсти имѣютъ форму клюва. Шагъ впередъ въ сравненіи съ ними представляютъ *сумчатыя* животныя. На брюшной поверхности у нихъ находится мѣшокъ, въ которомъ помѣщаются дѣтеныши, пока они не достигнутъ полнаго развитія. Сумчатыя живутъ въ настоящее время еще только въ Австраліи и Америкѣ; въ прежнія же эпохи они населяли весь земной шаръ и вѣроятно въ теченіе милліоновъ лѣтъ были единственными представителями млекопитающихъ, потому что въ отложеніяхъ многихъ геологическихъ періодовъ сохранились разрозненные остатки только этихъ животныхъ. Они вмѣстѣ съ Monotremata относятся къ низшимъ млекопитающимъ, лишеннымъ послѣда.

Своеобразный классъ составляютъ животныя, извѣстныя подъ именемъ *неполнозубыхъ*. Ихъ неуклюжее тѣло покрыто панцыремъ изъ чешуи или костныхъ пластинокъ. Зубы нерѣдко отсутствуютъ, конечности снабжены большими когтями. Водятся преимущественно въ Южной Америкѣ; тамъ же находятъ и ископаемые остатки ихъ. Какъ на наиболѣе извѣстные, укажемъ на тихоходовъ и броненосцевъ.

*Киты* представляются вполнѣ приспособленными къ жизни въ водѣ. Къ нимъ относятся китъ, морскіе единороги, дельфины и др. По своему наружному виду скорѣе напоминаютъ рыбъ, чѣмъ млекопитающихъ, и отличаются исполинскими размѣрами.

Большимъ разнообразіемъ видовъ отличаются *копытныя* животныя, подраздѣляющіяся на равнокопытныхъ и неравнокопытныхъ. Къ первымъ относятся тапиры, носороги и лошади, къ послѣднимъ—свиньи, бегемоты и жвачныя. Общность происхожденія всѣхъ этихъ видовъ доказывается нахожденіемъ ископаемыхъ промежуточныхъ формъ.

*Хоботообразныя* животныя съ сильно удлиненнымъ мускулистымъ носомъ и длинными клыками прежде ошибочно выдѣлялись вмѣстѣ съ свиньями, тапирами и бегемотами въ особый разрядъ толстокожихъ. Изъ живущихъ нынѣ видовъ укажемъ на слона, изъ вымершихъ—на динотерія и мастодонта.

*Хищныя* животныя или плотоядныя достигли своего наивысшаго развитія лишь въ теченіе послѣдняго геологическаго періода. Самыя важныя семейства, относящіяся къ хищнымъ, слѣдующія: медвѣди (бѣлый и бурый медвѣдь), куница (куница, выдра, горностай), собаки (лисица, волкъ), кошки (львы, тигры, ягуары).



Рис. 92. Горилла (по Геккелю).

Близкое сходство съ хищниками, какъ въ отношеніи образа жизни, такъ и строенія зубовъ, представляютъ моржи, тюлени и пр. и насѣкомоядныя: ежи, кроты, землеройка.

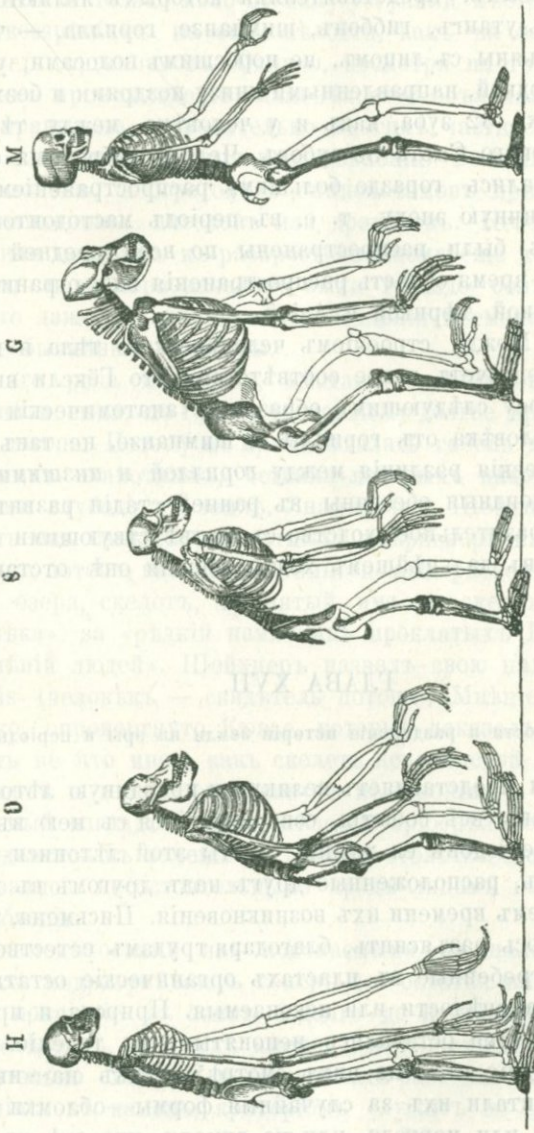



Рис. 93. Скелеты обезьянъ и человѣка (по Гёкели).
*H*—гиббонъ; *O*—орангъ; *S*—шимпанзе; *G*—горилла; *M*—человѣкъ.

Рукокрылыя или летучія мыши удивительно приспособлены къ воздушной жизни и обнаруживаютъ сходныя черты какъ съ насѣкомоядными, такъ и съ полуобезьянами, живущими въ Африкѣ и Южной Азіи.

Обезьяны подраздѣляются на три отряда: *игрунки*, *плосконосыя*, *узконосыя*. Первые два—обитатели Новаго Свѣта, послѣдній водится въ Старомъ Свѣтѣ. Наибольшее значеніе имѣетъ отрядъ узконосыхъ, представителями которыхъ являются антропоиды: орангъ-утангъ, гиббонъ, шимпанзе, горилла, — человѣкоподобныя обезьяны съ лицомъ, не поросшимъ волосами, узкой носовой перегородкой, направленными книзу ноздрями и безхвостымъ тѣломъ. У нихъ 32 зуба, какъ и у человѣка, между тѣмъ какъ у обезьянъ Новаго Свѣта 36 зубовъ. Человѣкообразныя обезьяны нѣкогда отличались гораздо большимъ распространеніемъ. Такъ напр., въ третичную эпоху, т. е. въ періодъ мастодонтовъ и динотеріевъ, онѣ были распространены по всей средней Европѣ. Въ настоящее время область распространенія ихъ ограничивается лишь тропической Африкой и Азіей.

*Человѣкъ*. Между строеніемъ человѣческаго тѣла и высшихъ обезьянъ существуетъ такое соотвѣтствіе, что Гёксли выразился по этому вопросу слѣдующимъ образомъ: «анатомическія отличія, отдѣляющія человѣка отъ гориллы и шимпанзе, не такъ велики, какъ анатомическія различія между гориллой и низшими обезьянами». Антропоидныя обезьяны въ ранней стадіи развитія обнаруживаютъ поразительное сходство съ соотвѣтствующими стадіями человѣка, но въ дальнѣйшемъ ходѣ развитія онѣ отстаютъ отъ человѣка.

## ГЛАВА XVII.

### Окаменѣлости и раздѣленіе исторіи земли на эры и періоды.

Наша земля представляетъ великую и правдивую лѣтопись, въ которую вписаны всѣ событія, совершавшіяся съ нею въ теченіе необъятныхъ періодовъ ея жизни. Листы этой лѣтописи—пласты горныхъ породъ, расположенные другъ надъ другомъ въ порядкѣ, соотвѣтствующемъ времени ихъ возникновенія. Письмена, значеніе которыхъ удалось разъяснить, благодаря трудамъ естествоиспытателей,—это погребенные въ пластахъ органическіе остатки, такъ называемыя окаменѣлости или ископаемыя. Природа и происхожденіе окаменѣлостей оставались непонятыми въ теченіе многихъ вѣковъ. Въ средніе вѣка на нихъ смотрѣли, какъ на «игру природы», т. е. считали ихъ за случайныя формы—обломки обыкновенной извести или мергеля, или же думали, что онѣ произошли благодаря вліянію небесныхъ тѣлъ. Имъ приписывали особенную чудодѣйственную силу, вслѣдствіе чего и носили ихъ въ видѣ амулетовъ, въ защиту отъ колдовства, болѣзней и пр. Въ нѣкоторыхъ мѣстностяхъ Испаніи поселяне еще въ 1853 году носили

на шеѣ теребратулъ (ископаемыя плеченогія) для предохраненія себя отъ холеры.

Подобные взгляды господствовали до XVII и даже до начала XVIII столѣтія и только мало-по-малу уступили мѣсто болѣе правильнымъ воззрѣніямъ на окаменѣлости, какъ на остатки жившихъ нѣкогда организмовъ. Однако, несмотря на то, что въ общихъ чертахъ происхожденіе окаменѣлостей объяснялось уже совершенно правильно, относительно многихъ частностей все еще господствовали самыя ложныя представленія. Большія кости вымершихъ слоновъ, носороговъ и гиппопотамовъ принимались за скелеты великановъ, ангеловъ или драконовъ. Несомнѣнно, что это послужило поводомъ къ распространенному еще до сихъ поръ мнѣнію, что люди первоначально были гораздо болѣе высокаго роста и что даже въ сравнительно недавнія времена еще существовали необычайные великаны.

Различнаго рода моллюски, мѣстами составляющіе мощные пласты, попали сюда, по господствовавшему долгое время мнѣнію, вслѣдствіе потопа. Потопу же приписывалась гибель многочисленныхъ высшихъ животныхъ, останки которыхъ находятъ теперь погребенными глубоко въ землѣ. Знаменитый Шейхцеръ въ Цюрихѣ, одинъ изъ самыхъ ревностныхъ и краснорѣчивыхъ поборниковъ теоріи потопа, нашелъ въ Эннингенскихъ раскопкахъ, вблизи Боденскаго озера, скелетъ, принятый имъ за скелетъ «допотопнаго человѣка», за «рѣдкій памятникъ проклятыхъ Богомъ первыхъ поколѣній людей». Шейхцеръ назвалъ свою находку—homo diluvii testis (человѣкъ — свидѣтель потопа). Мнѣніе Шейхцера было, однако, опровергнуто Кювье, который доказалъ, что этотъ скелетъ есть не что иное, какъ скелетъ исполинской саламандры, родичи которой и теперь еще живутъ въ Японіи.

Правильный взглядъ на окаменѣлости пріобрѣлъ окончательно права гражданства въ теченіе настоящаго столѣтія: старыя ложныя теоріи оказались несостоятельными предъ лицомъ науки и были преданы забвенію.

Подъ окаменѣлостями или ископаемыми въ палеонтологическомъ смыслѣ подразумѣваютъ теперь всѣ остатки или слѣды организмовъ, попавшіе въ землю задолго до настоящаго времени. Изъ этого слѣдуетъ, что подъ именемъ ископаемыхъ не всегда и не исключительно слѣдуетъ подразумѣвать растенія или животныя, превратившіяся въ камень; критеріемъ служитъ не состояніе, въ которомъ они находятся, а ихъ возрастъ. Вѣдь мы причисляемъ къ ископаемымъ и найденныхъ въ сибирскихъ льдахъ мамонтовъ, которые оказались такъ хорошо сохранившимися, что собаки и волки могли употреблять въ пищу ихъ мясо. И съ другой стороны—мы не можемъ назвать ископаемыми листья и части расте-

ній, покрывшіеся корой изъ известковыхъ или кремневыхъ солей теплыхъ источниковъ, если этотъ процессъ совершился въ современную намъ (въ геологическомъ смыслѣ) эпоху.

Процессы окаменѣнія весьма различны. Лучше всего сохраняются костяки и известковыя скорлупки животныхъ; улитковые ходы, створки раковинъ, кости и зубы при благопріятныхъ условіяхъ сохраняются такъ хорошо, что кажется, будто они недавно попали въ землю. При ближайшемъ изслѣдованіи однако оказывается, что кости стали чрезвычайно пористыми и имѣютъ гораздо меньшій удѣльный вѣсъ, чѣмъ въ болѣе свѣжемъ состояніи. Это объясняется тѣмъ, что хрящъ, —клейдающая соединительная ткань,— исчезла. Иногда ископаемыя кости легко узнаются потому, что прилипаютъ къ языку, чего нельзя сказать про кость недавняго происхожденія. Но иногда поры заполняются растворами какихъ-нибудь минеральныхъ веществъ, благодаря чему растительные или животные остатки оказываются пропитанными посторонними веществами. Если каждая органическая частица замѣщается неорганической, все равно, будетъ ли это углекислая известь, или кремневая кислота, или желѣзный колчеданъ, то въ концѣ концовъ исчезаютъ всѣ слѣды органическаго происхожденія и сохраняется лишь внѣшняя форма и внутреннее строеніе организма. Въ этихъ случаяхъ дѣйствительно имѣетъ мѣсто настоящее окаменѣніе. Нерѣдко напр. находятъ древесные стволы, совершенно окаменѣвшіе и превратившіеся въ кремень, такъ что изъ нихъ можно выбить искры при ударѣ объ сталь. Если приготовить тонкій разрѣзъ изъ такой окаменѣлости и разсматривать его подъ микроскопомъ, то легко различить клѣтки и сосуды, и даже строеніе клѣточныхъ стѣнокъ; благодаря этому, по маленькому осколку можно опредѣлить, къ какой породѣ принадлежало это дерево. Подъ микроскопомъ нерѣдко видны даже разрушенія, причиненныя микроскопическими грибками. Створки раковинъ различныхъ моллюсковъ часто заполняются иломъ, который, затвердѣвая, до мельчайшихъ подробностей воспроизводитъ очертанія вмѣстилища, въ которомъ онъ находится.

То же самое происходитъ со стволами деревьевъ, если сердцевина сгниваетъ и образовавшееся дупло заполняется иломъ, который, затвердѣвая, отливается въ форму, соотвѣтствующую очертаніямъ дупла. Нѣкоторыя животныя, которыя сами по себѣ не могли бы уцѣлѣть, могутъ составлять въ мягкомъ илѣ отпечатокъ, соотвѣтствующій ихъ наружнымъ очертаніямъ. Если этотъ отпечатокъ впослѣдствіи заполняется пескомъ или иломъ, то образуется слѣпокъ, способный сохраниться надолго. Точно такимъ же образомъ оказываются увѣковѣченными слѣды, оставленные лапами животныхъ. Но можетъ быть самое поразительное явленіе этого

рода представляютъ круглыя углубленія въ глинистомъ песчаникѣ, совершенно напоминающія углубленія, оставляемыя проливнымъ дождемъ на морскомъ берегу во время отлива и извѣстныя у американцевъ подъ именемъ «ископаемыхъ дождевыхъ капель».

Ископаемыя растенія почти всегда или по крайней мѣрѣ преимущественно встрѣчаются въ обугленномъ состояніи и представляютъ всѣ переходы отъ обыкновеннаго торфа до графита, причемъ ихъ растительная структура исчезаетъ все болѣе и болѣе по мѣрѣ обугливанія ихъ. Отдѣльные листочки нерѣдко оставляютъ чрезвычайно нѣжные отпечатки, въ которыхъ иногда можно различить тончайшія жилки. Нѣкоторыя насѣкомыя перешли въ ископаемое состояніе благодаря тому, что ихъ со всѣхъ сторонъ покрывала смола, вслѣдствіе чего нерѣдко оказываются сохранившимися не только окраска, но даже тончайшіе волоски ихъ: мы говоримъ о насѣкомыхъ, заключенныхъ въ янтарь, который есть не что иное, какъ ископаемая смола хвойныхъ деревьевъ.

Природа располагаетъ достаточными средствами для того, чтобы бальзамировать трупы обитателей земли и сохранить ихъ для позднѣйшихъ поколѣній въ видѣ драгоцѣнныхъ мумій или интересныхъ памятниковъ древности. Къ сожалѣнію, лишь весьма немногіе виды животныхъ сохранились въ ископаемомъ состояніи. Это станетъ совершенно понятнымъ, если представить себѣ, въ какихъ рѣдкихъ и исключительныхъ случаяхъ червякъ, паукъ, бабочка, птица, наземное млекопитающее попадаютъ въ условія, могущія благопріятствовать ихъ сохраненію въ продолженіе милліоновъ лѣтъ. Далѣе, необходимо принять во вниманіе, отъ какихъ случайностей зависитъ открытіе ископаемыхъ, и что можетъ быть въ нѣдрахъ земли скрыты драгоцѣнныя окаменѣлости, которымъ никогда не суждено быть извлеченными на поверхность. Цѣлые участки суши погребены подъ водой и слѣдовательно недоступны изслѣдованію, а изъ всего огромнаго протяженія теперешней суши лишь самая незначительная часть изучена въ геологическомъ и палеонтологическомъ отношеніяхъ. И несмотря на все это, число извѣстныхъ до настоящаго времени окаменѣлостей невѣроятно велико—открыто уже не менѣе 70—80.000 видовъ ископаемыхъ животныхъ, и число ихъ растетъ съ поразительной быстротой. Теперь среднимъ числомъ почти на каждый день приходится новое открытіе. Ученіе объ ископаемыхъ организмахъ—*палеонтологія* разрослась въ сравнительно короткое время въ обширную науку. Въ сочиненіяхъ по геологіи обыкновенно помѣщаются рисунки найденныхъ ископаемыхъ. Необходимо знать, что эти рисунки не всегда являются точными снимками съ дѣйствительно существующихъ окаменѣлостей, а иногда представляютъ ихъ въ такъ называемомъ «реставрированномъ видѣ». Если, напримѣръ, отъ ископа-

емаго позвоночнаго находятъ лишь обломки черепа, челюстей, отдѣльные зубы, разрозненные позвонки и т. д., то палеонтологъ, на основаніи этого наличнаго матеріала и руководствуясь извѣстными научными данными, можетъ возстановить недостающія части, «реставрировать» окаменѣлость. Нерѣдко геологи идутъ еще дальше и изображаютъ на рисункѣ цѣлые «идеальные» ландшафты, соотвѣтствующіе извѣстной геологической эпохѣ; нѣсколько такихъ ландшафтовъ читатель встрѣтитъ и въ предлагаемой книгѣ.

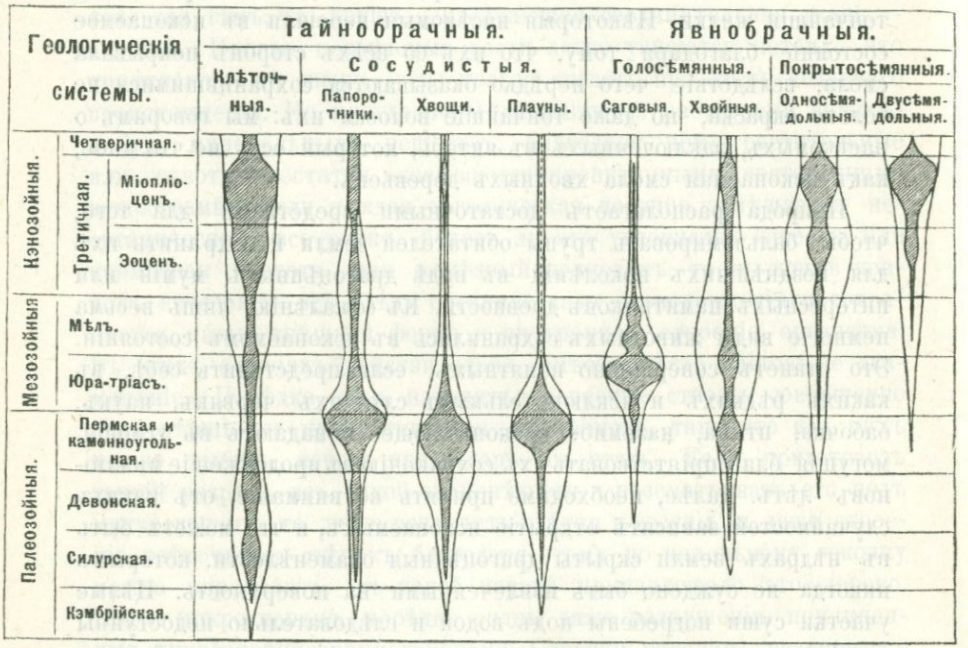



Рис. 94. Діаграмма, иллюстрирующая геологическое распространеніе растеній (по Уоллесу).

Исторію жизни земли и ея обитателей дѣлятъ, съ цѣлью болѣе легкаго обозрѣванія ея, на четыре такъ называемыя *эры*. Въ основу этого раздѣленія положены родственныя отношенія вымершихъ организмовъ какъ между собой, такъ и къ существующимъ теперь организмамъ. Мы различаемъ:

1) *Первобытную* эру, или такъ называемую *архейскую*, не оставившую почти никакихъ опредѣленныхъ органическихъ остатковъ.

2) *Древнюю* эру, или такъ называемую *палеозойскую*, характеризующуюся господствомъ споровыхъ растеній, достигавшихъ громадныхъ размѣровъ, и удивительныхъ трилобитовъ, а также

существованіемъ панцырныхъ и ганоидныхъ рыбъ, своеобразныхъ коралловъ, иглокожихъ, и появленіемъ первыхъ амфибій.

3) *Средняя* эра, такъ называемая *мезозойская*. Господство амфибій. Аммониты и белемниты достигаютъ наивысшаго развитія, появляются первыя млекопитающія и зубастыя птицы. Споровыя растенія начинаютъ исчезать и мѣсто ихъ заступаютъ саговыя и хвойныя деревья (появились въ небольшомъ количествѣ уже въ палеозойскую эру), за ними лиственныя породы.

4) *Новая* эра, такъ называемая *кайнозойская*. Млекопитающія достигаютъ высшей степени своего развитія. Въ началѣ тропическая растительность, приближающаяся въ концѣ эры къ современной. Появляется человѣкъ.

Эры въ свою очередь подраздѣляются на меньшіе періоды, число которыхъ опредѣляется различно различными геологами. Такъ напримѣръ, древняя эра (палеозойская) распадается по классификаціи однихъ геологовъ на три, по классификаціи другихъ—на пять *періодовъ* (камбрійскій, силурійскій, девонскій, каменноугольный и пермскій). Средняя (мезозойская) эра раздѣляется на тріасовый, юрскій и мѣловой періоды. Четвертая эра распадается на третичный и четвертичный періоды.

Горныя породы, отложившіяся въ теченіе извѣстнаго періода, объединялись до 1881 г. названіемъ *формація* и въ этомъ смыслѣ говорили о каменноугольной формаціи, о юрской формаціи и т. д.

Но названіе «формація» не соотвѣтствуетъ современному состоянію нашихъ знаній. Оно возникло въ тотъ періодъ геологіи, когда думали, что отложенія осаждаются изъ воды въ такомъ порядкѣ, что въ извѣстную эпоху на всемъ земномъ шарѣ образуется напримѣръ глинистый сланецъ, въ другую эпоху повсюду отлагается песчаникъ, въ третью—мѣлъ и т. д., и что, слѣдовательно, по свойствамъ горныхъ породъ можно сдѣлать заключеніе объ ихъ возрастѣ. Мы знаемъ теперь, что это не такъ, что въ совершенно различныя эпохи могли образоваться однородныя отложенія и что, наоборотъ, въ одну и ту же эпоху въ одномъ мѣстѣ могъ отложиться известнякъ, въ другомъ—глинистый сланецъ, въ третьемъ — мощные пласты песку, повлекшіе за собою образованіе песчаника, и что въ то же самое время въ горахъ не только не происходитъ новыхъ отложеній, но образовавшіеся уже раньше пласты размываются и сносятся водой. Кювье, основатель современной палеонтологіи, въ основу своей классификаціи положилъ окаменѣлости, исходя изъ воззрѣнія, что слѣдующіе другъ за другомъ пласты заключаютъ въ себѣ совершенно различныя органическія формы. Онъ придерживался того взгляда, что грандіозныя катастрофы періодически уничтожаютъ всѣ растительныя и животныя формы каждаго періода и что новый актъ творенія

производитъ новыя формы. Кювье проводилъ рѣзкую грань между отдѣльными періодами и соотвѣтствующими имъ формаціями, что совершенно невѣрно. Въ настоящее время теорія катастрофъ окончательно оставлена, потому что пришли къ убѣжденію, что развитіе организмовъ съ древнѣйшихъ временъ составляетъ непрерывную послѣдовательную цѣпь и что земной шаръ никогда

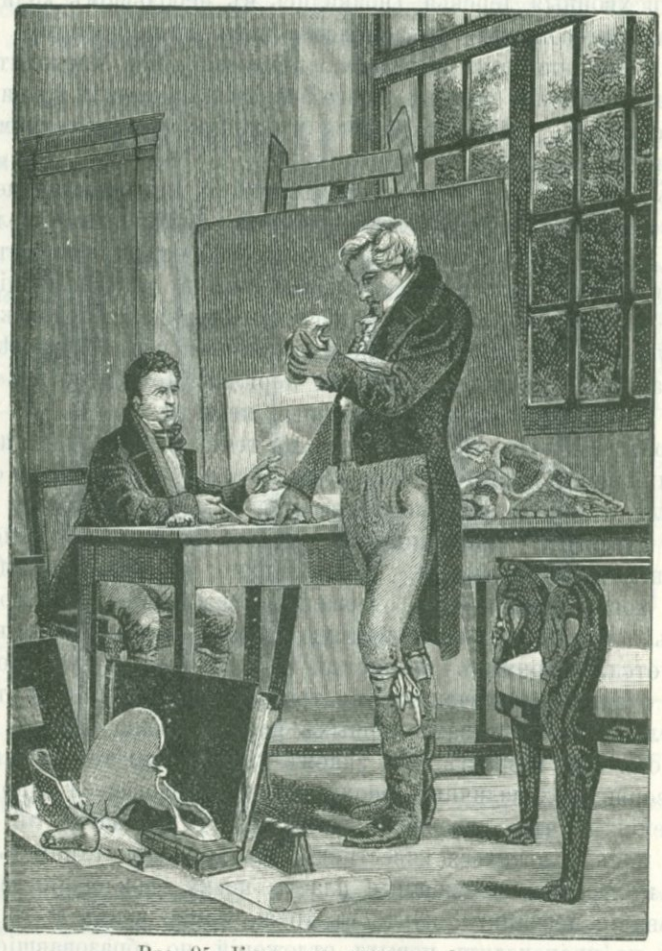


Рис. 95. Кювье въ своемъ кабинетѣ.

не подвергался такимъ опустошительнымъ катастрофамъ, которыя были бы въ состояніи истребить всю жизнь на землѣ.

Въ 1881 г. на международномъ геологическомъ конгрессѣ, во избѣжаніе путаницы понятій, было постановлено словомъ *формація* обозначать то или иное происхожденіе данныхъ породъ; такимъ образомъ появились: формаціи—гранитная, морская, прѣсноводная

и пр.; всю же совокупность породъ, отложившихся въ данный геологическій періодъ, называть *системой*—получились системы: силурійская, девонская, каменноугольная, пермская и т. д. Провести рѣзкую опредѣленную границу между различными системами, за исключеніемъ немногихъ случаевъ, совершенно невозможно. Несмотря на это, классификація на отдѣльные періоды и системы въ такой же степени необходима и законна, какъ и всякая другая научная классификація. Но конечно она должна подвергаться большимъ или меньшимъ измѣненіямъ, въ зависимости отъ успѣховъ геологическихъ познаній.

## ГЛАВА XVIII.

### Архейская эра.

Первобытное море и первобытныя горы.—Первые осадки.—Нахожденіе извести и графита и вытекающія отсюда заключенія. — Первыя окаменѣлости. — Первобытный гнейсъ и сланецъ. — Гранитъ и его отношеніе къ гнейсу. — Рудныя мѣсторожденія. — Распространеніе архейскихъ отложеній въ Россіи.

Мы знаемъ уже, что по теоріи Канта-Лапласа наша планета первоначально была туманнымъ пятномъ, постепенно сгущавшимся и превращавшимся въ огненножидкій шаръ. Мало-по-малу этотъ раскаленный шаръ началъ охлаждаться, вслѣдствіе лученспусканія, и покрываться твердой корой: появились первыя горныя породы, первобытныя горы. Постепенно утолщавшаяся кора задерживала лученспусканіе и замедляла охлажденіе раскаленнаго ядра. На поверхности земли возникли тогда такія температурныя условія, при которыхъ начали образовываться атмосферные осадки. Водяные пары сгущались въ воду, накоплявшуюся на поверхности земли, возникло первобытное море. Совершалось медленное отдѣленіе суши отъ воды. Кромѣ того, уже съ самаго начала земная кора представляла неровности: въ однихъ мѣстахъ она сдвигалась въ складки, въ другихъ образовала впадины, въ третьихъ взламывалась и давала трещины, сквозь которыя поднимались наружу расплавленныя массы. Постепенно воды начали разъѣдать неровности и возвышенія на земномъ шарѣ и покрывать обломками ихъ дно океана. Потоки и ручьи дѣйствовали въ вертикальномъ направленіи, морскія волны — въ горизонтальномъ, разбиваясь о пустынные берега первыхъ острововъ и материковъ. Тонкая кора скоро была разрушена и погребена подъ своими собственными обломками, но эти первыя отложенія на земномъ шарѣ опять постепенно поднимались, снова подверглись разрушительной дѣятельности воды, и такимъ образомъ можетъ быть однѣ и тѣ же породы сотни разъ разрушались и снова созидались.

Между тѣмъ въ нѣдрахъ первобытнаго моря возникли первые организмы и къ круговращенію неорганическихъ веществъ присоединился круговоротъ организмовъ.

Къ сожалѣнію, намъ ничего неизвѣстно о первыхъ проявленіяхъ жизни на землѣ, и нѣтъ никакихъ основаній думать, что этотъ пробѣлъ когда-либо можетъ быть восполненъ. Первые организмы не могли бы сохраниться даже и въ томъ случаѣ, если бы обладали твердымъ скелетомъ: они должны были исчезнуть подъ вліяніемъ тѣхъ глубокихъ измѣненій, которымъ подверглись заключавшія ихъ отложенія.

Правда, нѣсколько десятилѣтій тому назадъ была сдѣлана находка, заставившая палеонтологовъ думать, что они напали, наконецъ, на слѣды животнаго, жившаго въ ту отдаленную эпоху, когда начинала возникать органическая жизнь на землѣ. Предполагаемая окаменѣлость получила названіе Eozon Canadense (животное зари) въ ознаменованіе той эпохи, когда занималась заря органической жизни на земномъ шарѣ. По мнѣнію палеонтологовъ, это животное относилось къ низшему типу организмовъ, къ Protozoa. Однако въ концѣ концовъ оказалось, что предполагаемая окаменѣлость ничего общаго съ какимъ бы то ни было организмомъ не имѣетъ, а является просто минеральнымъ образованіемъ—прожилками серпентина и лучистаго камня въ кристаллическомъ известнякѣ.

Вообще можно сказать, что жизненные процессы, совершавшіеся въ глубокой древности, до сихъ поръ покрыты мракомъ, и едва ли намъ удастся въ болѣе или менѣе близкомъ будущемъ разсѣять этотъ мракъ.

Пласты, отложившіеся во время архейской эры, состоятъ изъ тѣхъ кристаллическихъ породъ, происхожденіе которыхъ представлялось загадкой въ теченіе долгаго времени, да и теперь еще не получило всесторонняго разрѣшенія—это гнейсы и кристаллическіе сланцы, представляющіе всѣ переходныя ступени къ обыкновеннымъ глинистымъ сланцамъ. Такъ какъ они не содержатъ въ себѣ окаменѣлостей, то они получили названіе *азойскихъ* формацій (отъ словъ α—безъ и Zoon—существо); но болѣе подходящее названіе для этой эры и группы — *архейская*, что означаетъ первобытная, первоначальная.

Эта группа распадается на двѣ: нижняя и слѣдовательно болѣе древняя носитъ названіе системы *первобытнаго гнейса* или *лаврентьевской*, а верхняя и слѣдовательно болѣе поздняго происхожденія называется *системой первобытнаго сланца* или *гуронской*. Обѣ вмѣстѣ составляютъ пластъ толщиной въ 100.000 фут. и, повидимому, образуютъ замкнутую оболочку вокругъ всего земного шара. Отсюда можно, если не вычислить, то во всякомъ

случаѣ предположить, какіе необъятные періоды времени потребовались для образованія этихъ пластовъ. Многіе геологи придерживаются того мнѣнія, что архейская эра длилась больше времени, чѣмъ всѣ остальныя вмѣстѣ взятыя.

Формаціи первобытнаго гнейса и сланца покоятся, на сколько можно судить, на гранитѣ, но между ними и гранитомъ нѣтъ рѣзкой границы, какъ этого можетъ быть слѣдовало бы ожидать. Наоборотъ, чаще всего приходится видѣть, какъ гнейсъ, представляющій обыкновенно явственную слоистость и чередующійся съ песчаниковидными кварцитами, мраморомъ, доломитомъ, графитомъ, первобытными сланцами, понемногу теряетъ свою слоистость и переходитъ въ гранитъ, въ такъ называемый *первобытный* гранитъ. Это обстоятельство значительно затрудняетъ попытки объяснить условія происхожденія этихъ пластовъ. Какъ извѣстно уже изъ предыдущаго изложенія, многіе граниты, пронизывающіе въ видѣ ходовъ горныя породы, имѣютъ вулканическое происхожденіе, т. е., коротко говоря, представляютъ собою застывшую лаву. Весьма естественно поэтому приписать такое же происхожденіе и первобытному граниту. Нѣкоторые геологи предполагали, что можетъ быть это и есть остатки первоначальной коры, образовавшейся впервые на поверхности жидкаго земного ядра, и что мы, слѣдовательно, имѣемъ передъ собою первобытную формацію, служащую основаніемъ послѣдующимъ отложеніямъ. Но съ этимъ, въ сущности весьма простымъ, объясненіемъ трудно согласуется тотъ фактъ, что существуютъ постепенные переходы между первобытнымъ гранитомъ и гнейсомъ. Такъ какъ гнейсы съ большой вѣроятностью могутъ быть отнесены къ осадочнымъ породамъ, то скорѣе можно принять первобытный гранитъ за сильно метаморфозированную осадочную породу, за гнейсъ, утратившій свое слоистое строеніе подъ вліяніемъ происшедшей съ нимъ значительной метаморфозы. Возможно также, что онъ возникъ въ горячихъ водахъ первобытнаго моря при такихъ условіяхъ, о которыхъ мы въ настоящее время не въ состояніи составить себѣ никакого представленія.

Характерную особенность системъ первобытнаго гнейса и сланца составляетъ ихъ богатство драгоцѣнными камнями и металлами, въ особенности же золотомъ, серебромъ, мѣдью, желѣзомъ и др. Металлы находятся здѣсь или въ чистомъ видѣ, или же въ химическомъ или механическомъ соединеніи съ другими веществами; въ послѣднемъ случаѣ имъ даютъ названіе *рудъ*. Котта опредѣляетъ подъ именемъ рудъ «всѣ минералы или соединенія минераловъ, изъ которыхъ съ выгодой можно добывать металлы»; сюда относятся, кромѣ самородныхъ, сѣрнистые металлы, окиси металловъ и нѣкоторыя другія соединенія, содержащія металлы,

независимо отъ того, къ какому классу минераловъ они принадлежатъ. *Рудными мѣсторожденіемъ* называютъ всѣ большія или меньшія скопленія подобнаго рода, годныя для добычи металловъ. Это болѣе практическое, чѣмъ научное опредѣленіе находится въ зависимости не только отъ количества металловъ, содержащихся въ рудѣ, но и отъ разныхъ другихъ условій, каковы: рыночная цѣнность того или другого металла, большая или меньшая трудность ихъ добыванія, неметаллическія примѣси и пр. Поэтому напр. скопленіе кварца, содержащее отъ 1% до 10% желѣза, ни въ какомъ случаѣ не можетъ быть названо рудой, между тѣмъ какъ тотъ же кварцъ, но содержащій одинъ процентъ золота, долженъ считаться весьма богатой рудой. Наиболѣе важныя и распространенныя мѣсторожденія руды встрѣчаются чаще всего въ видѣ горизонтально тянущихся пластовъ, похожихъ на осадочные пласты и чередующихся съ ними,—это такъ называемыя *залежи*, или же въ видѣ жилъ, пронизывающихъ горныя породы. Залежи образовались совершенно такимъ же образомъ, какимъ и въ настоящее время образуется желѣзная охра и болотная руда и пр., и «въ сущности,—говоритъ В. Котта,—залежи представляютъ не что иное, какъ пласты съ очень большимъ содержаніемъ металловъ; они отложились въ одно время и—въ общихъ чертахъ—при такихъ же условіяхъ, какъ и пласты, въ составъ которыхъ они входятъ». Желѣзныя руды довольно часто встрѣчаются въ видѣ настоящихъ залежей, другія руды только въ исключительныхъ случаяхъ образуютъ залежи, «хотя и имѣютъ часто направленіе, напоминающее залежи».

Мѣсторожденія рудъ, идущія въ видѣ жилъ, суть не что иное, какъ заполненныя рудами трещины, обязанныя своимъ происхожденіемъ частью горообразовательнымъ процессамъ, частью поднятію изъ глубины и послѣдовательному сжатію вулканическихъ массъ. Съ этимъ вполнѣ согласуется частое нахожденіе жилъ въ мѣстностяхъ съ сильно нарушеннымъ расположеніемъ слоевъ и многочисленными вулканическими ходами. «Рудные ходы,—говоритъ Б. Котта,—встрѣчаются чаще всего въ такихъ мѣстностяхъ, гдѣ кристаллическіе сланцы или какія-либо другія, не очень новыя, осадочныя образованія пронизаны вулканическими породами, часто даже въ этихъ послѣднихъ. Съ другой стороны, они почти совершенно отсутствуютъ въ горныхъ странахъ, гдѣ нѣтъ вулканическихъ породъ, какъ напр. въ Юрѣ, въ Везерскихъ горахъ и въ сѣверныхъ Карпатахъ». Такія трещины могутъ заполняться очень разнообразнымъ матеріаломъ. Если въ нихъ осаждаются неметаллическіе минералы, то образуются просто минеральныя жилы; если же циркулирующія воды содержали, кромѣ кварца, известковаго шпата и пр., и металлическіе рас-

творы, то происходитъ осажденіе соединеній серебра, свинца, мѣди, олова и пр. Но часто эти соединенія металловъ занимаютъ лишь второстепенное мѣсто въ числѣ другихъ веществъ, заполняющихъ ходы, и, какъ было замѣчено уже выше, въ зависимости отъ этого и нѣкоторыхъ другихъ условій рѣшается вопросъ, стоитъ ли разрабатывать рудники или нѣтъ. Затруднительныя условія перевозки, высокія цѣны на рабочія руки, недостатокъ въ углѣ и пр. очень часто служатъ причиной того, что отличные рудники не эксплоатируются, между тѣмъ какъ болѣе благопріятныя побочныя условія, представляемыя менѣе богатыми рудниками, дѣлаютъ возможной ихъ разработку. На прилагаемомъ рисункѣ представлена жила «Трехъ Принцевъ» у Фрейберга; здѣсь различные минералы расположены симметрично по отношенію къ центральному ходу, который выполнимъ друзами известковаго шпата; съ обѣихъ сторонъ его находятся одинаковыя минеральныя образованія.

Металлы и металлическія соединенія встрѣчаются въ землѣ отнюдь не въ видѣ исключеній; вѣдь извѣстно, что напр. желѣзо входитъ въ составъ всевозможныхъ горныхъ породъ. Это доказывается уже однимъ существованіемъ зеленыхъ растеній, потому что безъ желѣза ни одно растеніе не можетъ вырабатывать своего зеленаго красящаго вещества—хлорофилла. Зандбергеръ доказалъ въ одной только слюдѣ изъ самыхъ различныхъ кристаллическихъ породъ присутствіе слѣдующихъ веществъ: мѣди, свинца, кобальта, никеля, висмута, серебра, мышьяка, сурьмы, олова и желѣза. Содержаніе ихъ однако дотого ничтожно и распредѣлено такими крупицами, что о добываніи ихъ нечего было бы и думать, если бы природа не позаботилась накопить въ отдѣльныхъ пунктахъ земной коры болѣе или менѣе значительныя количества металловъ.

Достойно вниманія, что именно горныя породы архейской группы отличаются особеннымъ изобиліемъ рудъ. Это объясняется довольно просто, если принять во вниманіе тотъ громадный періодъ времени, въ теченіе котораго отлагались образованія архейской группы. Кромѣ того, необходимо помнить, что породы архейской группы болѣе другихъ были подвержены образованію складокъ и сдвиговъ въ земной корѣ, и обусловленное этимъ образованіе расщелинъ и трещинъ существенно содѣйствовало, какъ это было выяснено уже выше, возникновенію рудъ. Въ связи съ этимъ находится также и частое поднятіе изъ глубины вулканическихъ массъ и благопріятное вліяніе, оказываемое ими на накопленіе рудъ.

Въ Европейской Россіи породы архейской группы обнажаются на сѣверозападной, южной и восточной окраинѣ: въ Финляндіи, въ Олонецкой и Архангельской губерніяхъ, въ Тиманскомъ кряжѣ, Днѣпровской кристаллической полосѣ и на Уралѣ. Какъ и въ другихъ странахъ, такъ и въ Россіи, архейскія образованія являются

наиболѣе рудоносными; наибольшее значеніе въ этомъ отношеніи имѣетъ Уралъ, главнымъ образомъ восточный склонъ этого горнаго кряжа. Какъ сланецъ, такъ и гнейсы, а особенно граниты Урала въ нѣкоторыхъ мѣстахъ весьма богаты драгоцѣнными кам-

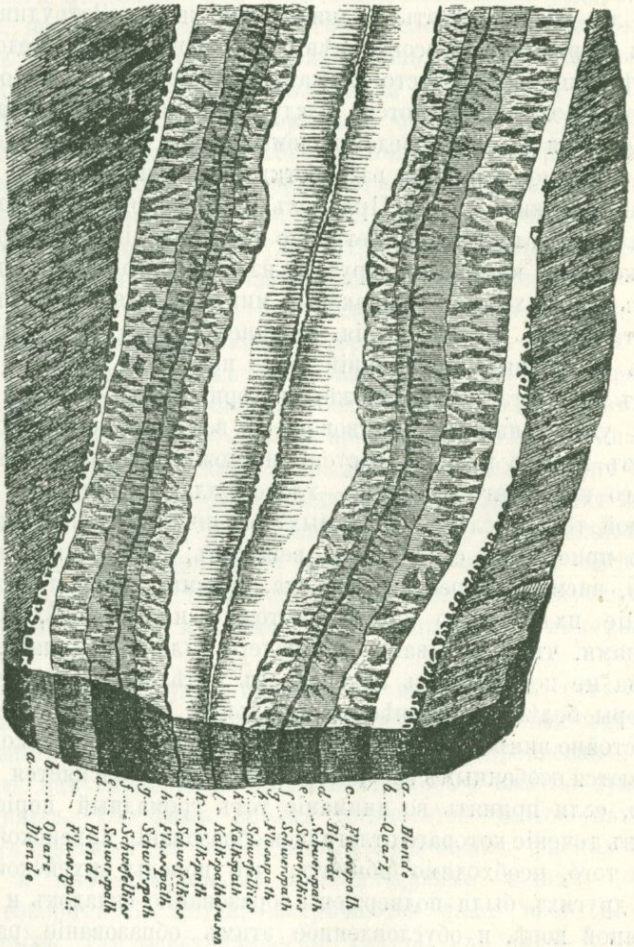



Рис. 96. Жила «Трехъ Принцевъ» у Фрейберга: *a*—роговая обманка, *b*—кварцъ, *c*—плавиковый шпатъ, *d*—роговая обманка, *e*—тяжелый шпатъ, *f*—сѣрный колчеданъ, *g*—тяжелый шпатъ, *h*—плавиковый шпатъ, *i*—сѣрный колчеданъ, *k*—известковый шпатъ, *l*—друзы известковаго шпата.

нями—изумрудами, бериллами, топазами, фенакитами, турмалинами и др., а также и металлами: золотомъ, мѣдью, желѣзомъ (бурый желѣзнякъ, магнитный желѣзнякъ) и небольшимъ количествомъ серебра (серебристый свинцовый блескъ).

# ГЛАВА XIX.

## Палеозойская эра.

Силурійскій періодъ. — Силурійская эпоха не есть исходный пунктъ органической жизни.—Горныя породы силурійскаго періода.—Сѣрая вакка.—Песчаники, глинистые сланцы и известняки.—Переходныя и обломочныя породы кембрійской эпохи.—Вулканическія породы.—Рудныя мѣсторожденія.

Палеозойская группа заключаетъ въ себѣ комплексъ слоевъ, общая толща которыхъ доходитъ до 15.000 метровъ. Точное опредѣленіе мощности этихъ образованій представляется затруднительнымъ уже потому, что названные слои не образуютъ, подобно первобытному гнейсу и сланцу, сплошного покрова вокругъ земного шара, а во многихъ мѣстахъ или совершенно прерываются и исчезаютъ, или же сохранились въ видѣ ограниченныхъ участковъ. Кромѣ того, граница между силурійскими (или точнѣе нижнекембрійскими) отложеніями и архейскими довольно неопредѣленная, такъ какъ ни свойства горныхъ породъ, ни другіе признаки не представляютъ достаточныхъ характерныхъ отличій. Нерѣдко существуютъ переходы между кристаллическими сланцами и чисто осадочными породами, возрастъ которыхъ не всегда возможно опредѣлить съ точностью. Во всякомъ случаѣ, подобныя кристаллическія породы, переходящія въ чисто осадочныя образованія, слѣдуетъ причислить къ какой-нибудь системѣ палеозойской группы, а можетъ быть и къ еще болѣе позднѣйшимъ образованіямъ. Точное опредѣленіе возраста, къ сожалѣнію, въ большинствѣ случаевъ оказывается невозможнымъ.

Если пласты содержатъ даже хорошо опредѣлимыя окаменѣлости, но отстоятъ далеко другъ отъ друга, то очень трудно рѣшить, возникли ли они въ одну и ту же эпоху, или послѣдовательно одинъ за другимъ. Затрудненія еще усиливаются въ тѣхъ случаяхъ, когда первоначальное расположеніе слоевъ нарушено, когда пласты оказываются приподнятыми, сдвинутыми, перевернутыми или раздавленными.

Во всякомъ случаѣ, несомнѣнно только одно, что палеозойская эра продолжалась очень долго, такъ долго, что длинная цѣпь почти незамѣтныхъ, послѣдовательныхъ измѣненій успѣла придать землѣ и ея обитателямъ совершенно другой видъ, создать какъ бы новый міръ. Въ теченіе этого необозримаго періода суша, должно быть, неоднократно заливалась водой и море снова превращалось въ сушу; слѣды этихъ послѣдовательныхъ превращеній сохранились до настоящаго времени: въ одной и той же мѣстности нерѣдко находятъ глубоководныя, прибрежныя и болотныя отложенія силурійской системы. Рука объ руку съ этими

измѣненіями совершалось измѣненіе климата и различнѣйшихъ жизненныхъ условій, что влекло за собою постоянное измѣненіе органическихъ формъ. Ни одинъ видъ не удержался неизмѣннымъ въ теченіе всей этой эры, но все же нигдѣ нельзя найти слѣдовъ катастрофъ въ смыслѣ Кювье—развитіе видовъ совершалось непрерывно и постепенно.

Всю эту громадную эру подраздѣляли прежде на два, позднѣе на три, а въ новѣйшее время на пять періодовъ, а соотвѣтствующія имъ горныя породы—на такое же число системъ. Мы примемъ для краткости дѣленіе на четыре періода: 1) силурійскій (со включеніемъ кембрійскаго), 2) девонскій, 3) каменноугольный и 4) пермскій. Каждый изъ нихъ, въ свою очередь, распадается на болѣе мелкія подраздѣленія, число которыхъ доходитъ до нѣсколькихъ сотъ. Необходимо всегда имѣть въ виду, что всѣ эти классификаціи болѣе или менѣе искусственны и произвольны, и что единственная цѣль ихъ—сдѣлать болѣе наглядным изучаемый предметъ.

Въ теченіе долгаго времени силурійскій періодъ считался начальнымъ пунктомъ возникновенія органической жизни, и это воззрѣніе казалось тѣмъ болѣе основательнымъ, что въ нижнихъ слояхъ этой системы—точнѣе въ нижне-кембрійскихъ слояхъ—весьма рѣдко встрѣчались остатки организмовъ. Однако основательное изслѣдованіе соотвѣтственныхъ отложеній показало, что и въ эпоху, соотвѣтствующую даже этимъ слоямъ, уже существовала далеко не скудная фауна. Необходимо принять при этомъ во вниманіе, какія значительныя превращенія претерпѣли древнія породы и какія исключительно благопріятныя условія нужны были для того, чтобы, несмотря на все это, уцѣлѣло до настоящаго времени значительное число окаменѣлостей, иногда прекрасно сохранившихся. Изученіе найденныхъ окаменѣлостей показываетъ, что эти организмы находились на сравнительно высокой степени развитія и слѣдовательно никоимъ образомъ не являются представителями первыхъ стадій органическаго міра. Правда, низшіе представители позвоночныхъ являются только въ верхнихъ пластахъ силурійской эпохи; зато сравнительно рано появляются членистоногія, а именно раки, хотя и не представляющіе такого развитія, какъ современные виды ихъ, но тѣмъ не менѣе указывающіе на высокое развитіе органической жизни. Органическая жизнь можетъ быть существовала на землѣ милліоны и десятки милліоновъ лѣтъ, прежде чѣмъ возникли такіе сравнительно высоко организованные виды, какъ плеченогія и раки, и нѣтъ никакого сомнѣнія, что силурійскій періодъ отнюдь не представляетъ младенческой стадіи земли и исходнаго пункта организованной жизни, а сравнительно позднюю стадію въ исторіи развитія нашей планеты и ея обитателей.

Обратимся теперь къ породамъ силурійской системы. Среди ея отложеній очень часто встрѣчаются болѣе или менѣе мелкозерни-

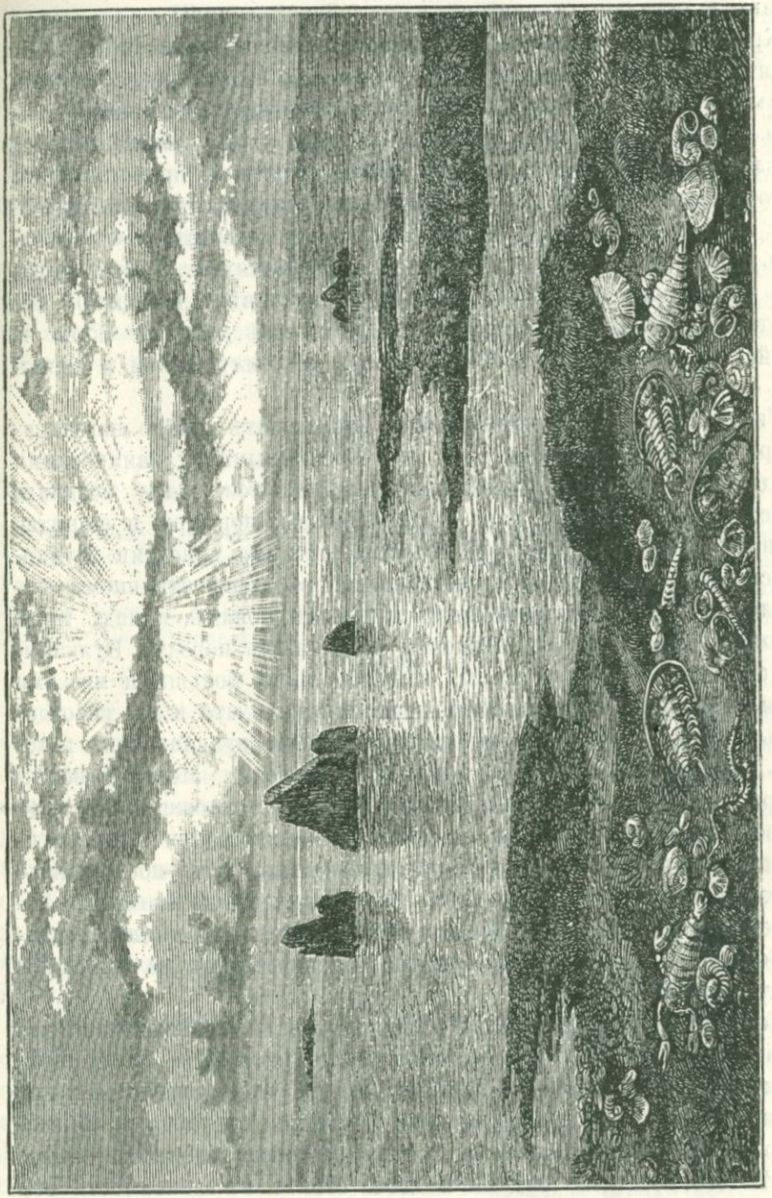


Рис. 97. Идеальный ландшафтъ силурійскаго періода.

стые конгломераты изъ обломковъ кварца, глинистаго сланца, кремнистаго сланца и другихъ породъ, спаянные кремнистымъ

или глинисто-кремнистымъ цементомъ и имѣющіе темную окраску вслѣдствіе примѣси антрацитной пыли. Благодаря этой окраскѣ, они получили названіе *сѣрой вакки*. Эта сѣрая вакка входитъ въ составъ и остальныхъ системъ палеозойской группы.

Кромѣ этой породы, въ составъ отложеній силурійской системы входятъ *пески* (особенно характерны главконитовые), *песчаники, глины, глинистые сланцы, мергель, кремнистые сланцы, известняки и доломиты*. Ниже лежащіе пласты, которые многіе геологи выдѣляютъ подъ именемъ *кембрійской системы*, представляютъ многочисленные переходы къ кристаллическимъ сланцамъ архейской эпохи, и на этомъ основаніи геологи говорятъ о «переходныхъ породахъ» или о «переходныхъ формаціяхъ». Встрѣчаются даже чисто кристаллическія породы, и болѣе чѣмъ вѣроятно, что нѣкоторые комплексы слоевъ, считавшіеся съ давнихъ поръ за архейскіе, относятся, собственно говоря, къ силурійской и девонской системамъ.

Силурійскіе пласты почти всѣ представляютъ сильно нарушенное расположеніе и пронизаны многочисленными вулканическими породами. Многія изъ послѣднихъ оказываются болѣе поздняго происхожденія, другіе, какъ напр., діабазы, порфиры и сіениты, одновременнаго происхожденія съ силурійскими пластами. Вулканическія породы нерѣдко разстилаются въ горизонтальномъ направленіи, подобно современнымъ лавовымъ полямъ, а надъ ними располагаются силурійскіе пласты осадочныхъ породъ. Вулканическіе шлаки, пепелъ и туфы, встрѣчающіеся большими массами въ силурійскихъ образованіяхъ, доказываютъ, что и въ тѣ отдаленныя времена уже существовали настоящіе вулканы, изъ которыхъ происходили весьма сильныя изверженія. Морскія волны переработали ихъ въ нѣкоторыхъ мѣстахъ, отложили въ видѣ горизонтальныхъ слоевъ и до такой степени спаяли ихъ съ типичными морскими отложеніями, что образовались постепенные переходы между тѣми и другими. Причинами вулканическихъ изверженій могли служить образованіе глубокихъ трещинъ, осѣданіе большихъ участковъ земли и образованіе горъ на большихъ пространствахъ.

Подобно кристаллическимъ сланцамъ, и силурійская система чрезвычайно богата рудными мѣсторожденіями. Эта особенность вѣроятно тоже находитъ себѣ объясненіе въ многочисленныхъ нарушеніяхъ расположенія слоевъ, благопріятствующихъ образованію трещинъ и поднятію изъ глубины расплавленныхъ массъ. Кромѣ того, богатство рудами и здѣсь стоитъ въ зависимости отъ древности данной системы. И здѣсь руды встрѣчаются въ видѣ залежей, штоковъ, жилъ или же въ видѣ неправильныхъ скопленій. Изъ самыхъ извѣстныхъ мѣсторожденій рудъ укажемъ на

мѣдные рудники у «Верхняго озера» въ Сѣверной Америкѣ и на мѣсторожденія свинцоваго блеска близъ Миссисипи, на знаменитыя серебряныя, желѣзныя и мѣдныя копи въ Гарцѣ, на гору Эрцбергъ въ Штейермаркѣ, состоящую почти цѣликомъ изъ шпатоваго желѣзняка (соединеніе желѣза съ угольной кислотой), на обширныя мѣсторожденія бураго желѣзняка въ Сѣверной Америкѣ и т. д. Въ числѣ отложеній силурійской эпохи извѣстна также каменная соль, причемъ присутствіе ея обнаруживается или въ видѣ соляныхъ источниковъ, или въ видѣ залежей значительной мощности, встрѣчающихся напр. въ Канадѣ.

Большой научный интересъ, а также отчасти и практическое значеніе представляетъ присутствіе каменнаго угля, а именно антрацита, незначительные слѣды котораго находятъ, впрочемъ, и въ системахъ первобытнаго гнейса и сланца — *лаврентьевской и гуронской* системахъ.

## ГЛАВА XX.

### Силурійская флора и фауна.

Скудость флоры въ силурійскомъ періодѣ.—Древнѣйшая изъ достовѣрныхъ животныхъ окаменѣлостей.—Плеченогія (Brachiopoda).—Губки и кораллы.—Граптолиты.—Цистоидеи и прочія иглокожія.—Организація трилобитовъ.—Вліяніе темноты на развитіе зрительныхъ органовъ.—Головоногія.—Первыя позвоночныя.—Распредѣленіе суши и моря въ нижне-кембрійскую и нижне-силурійскую эпохи.

Наши свѣдѣнія о силурійской флорѣ весьма скудны. Большинство дошедшихъ до насъ изъ этой эпохи растительныхъ остатковъ относится къ водорослямъ и по всей вѣроятности къ классу Fucaceae (бурыхъ водорослей). Въ числѣ ихъ оказываются однако и образованія довольно сомнительнаго происхожденія. Такъ напримѣръ, относительно нѣкоторыхъ изъ предполагавшихся Fucaceae теперь доказано, что они представляютъ собою не что иное, какъ слѣды, оставленные лапами животныхъ, или же являются случайными образованіями неорганическаго происхожденія.

«Мы встрѣчаемъ лишь небольшое количество растительныхъ остатковъ,—говоритъ Сапорта,—въ отложеніяхъ первичной эпохи, подвергнувшихся столькимъ механическимъ вліяніямъ и претерпѣвшихъ всевозможныя химическія превращенія. Все, что мы находимъ,—это разрозненные, неполные, часто даже сомнительные остатки. А между тѣмъ присутствіе графита и гнѣздъ почти чистаго углерода въ Лаврентьевской системѣ во всякомъ случаѣ доказываетъ накопленіе довольно значительныхъ количествъ растительныхъ веществъ. Далѣе, въ кембрійской и нижнихъ слояхъ си-

лурійской системы находятъ образованія, похожія на водоросли. Но существованіе ихъ то предполагалось, то оспаривалось, то снова утверждалось.

Эти змѣевидные слѣды, напоминающіе испещренные полосками нити, эти—то лентовидныя, то цилиндрическія или слегка волнистыя, то даже трубкообразныя образованія, изборожденныя линіями, желобами, то изолированныя, то соединенныя вилкообразно, то собранныя въ пучокъ или свернутыя спиралью—что это такое? Слѣды, оставленные червями, прокладывавшими себѣ путь въ пескѣ? Или, можетъ быть, согласно мнѣнію одного шведскаго ученаго, ихъ слѣдуетъ признать за слѣды, оставленные безжизненными предметами, которые, будучи подбрасываемы морскими волнами, обозначили свой путь въ мягкой илистой почвѣ? Все это находится подъ сомнѣніемъ, потому что относится къ эпохѣ столь отдаленной, что все въ ней кажется таинственнымъ; но, несмотря на это, невольно напрашивается мысль, что эти многочисленные слѣды органическихъ веществъ въ различныхъ пунктахъ первобытныхъ морей, начиная отъ первыхъ силурійскихъ отложеній, не могутъ быть простой случайностью и что по всѣмъ вѣроятіямъ и растенія должны были принимать участіе въ образованіи ихъ.

Ошибочно, однако, было бы думать, что въ силурійскихъ отложеніяхъ существовали исключительно водоросли. Въ среднихъ и верхнихъ отложеніяхъ въ Богеміи, Германіи, Англіи и Сѣверной Америки было найдено нѣсколько, плохо сохранившихся, остатковъ, а во Франціи былъ найденъ папоротникъ, который Сапорта, вышеупомянутый французскій палеонтологъ, считаетъ самымъ древнимъ изъ извѣстныхъ до сихъ поръ наземныхъ растеній. Мы имѣемъ право предположить, что на силурійскихъ материкахъ и островахъ уже существовала богатая растительность, потому что странно и неестественно было бы думать, что вся растительность ограничивалась нѣсколькими найденными до сихъ поръ представителями наземныхъ растеній. Это раннее появленіе видовъ, получающихъ широкое распространеніе въ каменноугольный періодъ, можетъ показаться непонятнымъ, такъ какъ въ силурійскій періодъ слѣдовало бы скорѣе ожидать появленія на материкѣ промежуточныхъ формъ, напоминающихъ водоросли и мхи. Но вѣроятно первыя наземныя растенія и неспособны были сохраниться; затѣмъ нужно вспомнить, что появленіе ихъ совпадаетъ съ архейской эрой или по крайней мѣрѣ съ началомъ силурійскаго періода. Кромѣ того, многіе изъ этихъ растительныхъ остатковъ дошли до насъ въ такомъ видѣ, что по нимъ нельзя дѣлать почти никакихъ заключеній, потому что по обрывкамъ листьевъ и кусочкамъ стволовъ лишь въ рѣдкихъ случаяхъ можно воссоздать все растеніе.

Въ этомъ отношеніи зоологи поставлены въ гораздо лучшее положеніе, потому что въ царствѣ животныхъ взаимныя отношенія и связь между органами выражены значительно рѣзче, и на основаніи одного зуба гораздо легче сдѣлать заключеніе о наружной формѣ и образѣ жизни животнаго, чѣмъ опредѣлить по обрывку листочка типъ растенія...

Древнѣйшіе слои силурійскойсистемы, извѣстные подъ названіемъ *кембрійской* системы, заключаютъ въ себѣ самую скудную фауну. Одни геологи насчитываютъ въ ней 200, другіе — 500 видовъ, смотря по тому, въ какомъ мѣстѣ они проводятъ разграничительную черту. Во всякомъ случаѣ, даже цифра 500 весьма ничтожна для кембрійской системы, достигающей въ нѣкоторыхъ странахъ, какъ напр., въ Англіи, мощности въ 1.000 метровъ и слѣдовательно отлагавшейся въ теченіе огромнаго періода времени. Если распредѣлить эти нѣсколько сотъ видовъ на такой продолжительный періодъ и сопоставить ихъ съ нашей современной фауной, гдѣ одновременно существуютъ болѣе 300.000 видовъ, то скудость кембрійской фауны выступитъ еще рельефнѣе.

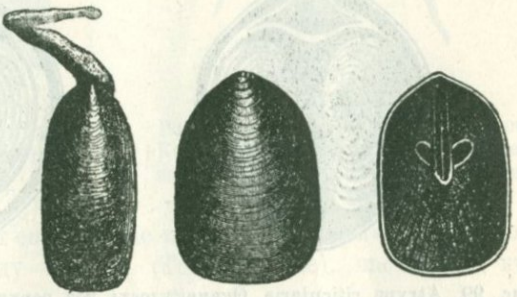


Рис. 98. Плеченогія. 1) Lingula Lewisi изъ силуріи Англіи (по Давидсону). 2) Lingula—современная, съ своей ногою.

Неймайръ считаетъ самымъ древнимъ, хорошо сохранившимся видомъ изъ царства животныхъ крошечнаго плеченогаго, съ роговой скорлупой, названнаго Lingulella ferruginea—«ничтожное существо, весь интересъ котораго заключается въ его глубокой древности». Величина этого животнаго едва достигаетъ $^1/_2$ сантиметра. Брахіоподы, или плеченогія снабжены раковинами, состоящими изъ двухъ створокъ, къ которымъ прикрѣплены часто спирально свернутые придатки; нѣкоторые виды, для прикрѣпленія этихъ придатковъ, имѣютъ особый аппаратъ, совершенно неправильно получившій названіе *плечевого скелета*. Раковина прикрываетъ тѣло плеченогихъ не съ боковъ, а съ спинной и брюшной стороны. Брюшная и спинная створки не одинаковой величины; брюшная створка или непосредственно приростаетъ къ камню, или животное держится на болѣе или менѣе длинной мускулистой ногѣ, выходящей у иныхъ формъ черезъ особый вырѣзъ въ брюшной створкѣ, у другихъ же прямо между створками. Ископаемыя раковины плеченогихъ состоятъ изъ угле-

кислой извести или изъ кремня, иногда изъ чередующихся слоевъ кремня и фосфорнокислой извести; известковыя раковины образованы множествомъ маленькихъ призматическихъ тѣлецъ; у иныхъ формъ они просверлены, у другихъ не просверлены, что является однимъ изъ важныхъ признаковъ для систематики ископаемыхъ плеченогихъ. Они достигли въ силурійскую эпоху наивысшей ступени своего развитія и оставили послѣ себя довольно много характерныхъ окаменѣлостей. Изъ наиболѣе часто встрѣчающихся формъ назовемъ: Spirifer, Leptaena, Obolus, Orthis, Atrypa, Lingula и пр. Кромѣ плеченогихъ, въ описываемую эпоху жили губки, кораллы, черви, иглокожія, раки, брюхоногіе и головоногіе моллюски.

Высшія формы названныхъ типовъ, равно какъ и позвоночныя, еще отсутствуютъ, и только на рубежѣ слѣдующей эпохи, въ верх-

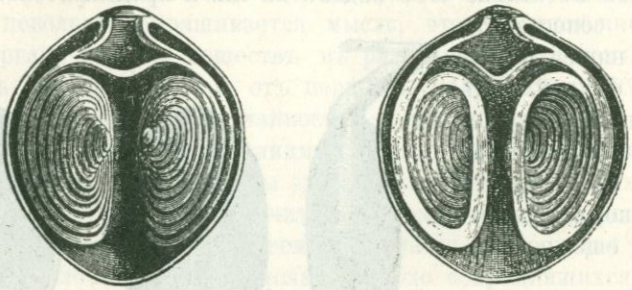


Рис. 99. Atrypa reticularis. Окаменѣлость изъ верхней силуріи Англіи (по Давидсону), принадлежитъ къ роду Spirifer, къ классу плеченогихъ (Brachiopoda).

На рисункѣ изображены двѣ створки съ внутренней стороны, съ прекрасно выраженнымъ «плечевымъ скелетомъ».

нихъ слояхъ силурійской системы, впервые появляются рыбы. Дошедшія до насъ губки принадлежатъ къ классу кремневыхъ губокъ, представляютъ чрезвычайно простой скелетъ и, повидимому, всѣ относятся къ очень низкому типу.

Гораздо большее значеніе имѣютъ кораллы. «Въ то время какъ изъ кембрійской эпохи,—говоритъ Неймайръ,—не сохранилось никакихъ или лишь весьма сомнительные слѣды этого обширнаго класса животнаго царства, въ силурійской они являются въ огромномъ количествѣ и разнообразіи. Уже въ тѣ отдаленныя времена они встрѣчаются при наличности тѣхъ же условій, какъ и въ настоящее время; во многихъ пунктахъ находятся большія скопленія ихъ известковыхъ колоній, они выступаютъ на первый планъ въ качествѣ строителей горныхъ породъ и выдвигаютъ рифы, подобные тѣмъ, которые въ настоящее время окаймляютъ берега тропическихъ морей. Въ Богеміи, въ Прибалтійскихъ губерніяхъ,

на островѣ Готландѣ, въ Норвегіи, Сѣверной Америкѣ и во многихъ другихъ мѣстностяхъ мы находили уцѣлѣвшіе слѣды ихъ; даже на крайнемъ сѣверѣ, за 70° сѣверной широты, смѣлые пу-

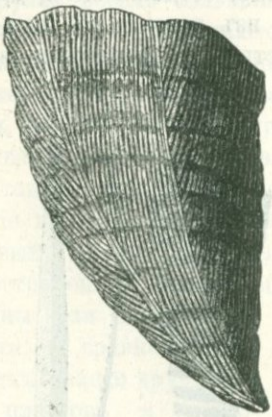


Рис. 100. Streptelasma. (Кораллъ изъ отряда Tetracoralliae) изъ верхней силуріи о-ва Готланда.



Рис. 101. Omphyma subturbinatum. Кораллъ (изъ отряда Tetracoralliae) изъ верхней силуріи о-ва Готланда.

тешественники открыли силурійскіе коралловые рифы». Они относятся частью къ отряду Rugosa (Tetracoralliae), частью же къ отряду Tabulata.

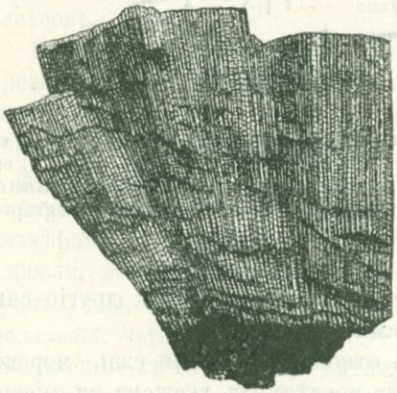


Рис. 102. Chaetetes radians. Кораллъ (изъ отряда Tabulatae) изъ силурійскихъ подмосковныхъ отложеній.

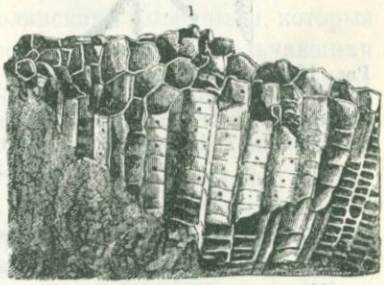


Рис. 103. Favosites gotlandicus. Кораллъ (изъ отряда Tabulatae) изъ верхней силуріи о-ва Готланда.

Близко къ кораллам, вѣроятно, стоятъ загадочные *граптолиты*, появляющіеся въ силурійскую эпоху въ большомъ количествѣ ви-

довъ и экземпляровъ и затѣмъ навсегда исчезающіе. Они принадлежатъ къ самымъ характернымъ ископаемымъ силурійскаго періода и являются въ видѣ колоній спиральной, винтообразной, перовидной и пилообразной формы, въ бокаловидныхъ отверстіяхъ которыхъ сидятъ крошечные обитатели ихъ, соединяющіеся другъ съ другомъ каналомъ. Скелетъ состоитъ изъ роговиднаго вещества и заканчивается книзу удлиненнымъ остріемъ. Многіе причисляютъ

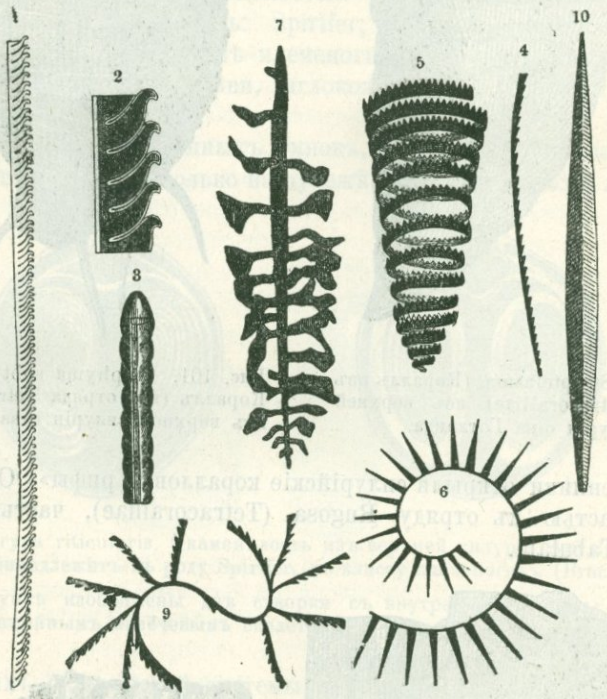



Рис. 104. Силурійскіе граптолиты. 1) Graptolithes priodon (въ натуральн. велич.).—2) Продольный разрѣзъ его (увеличенный).—3) Задняя сторона его (увеличена).—4) Graptolithes Nilsoni.—5) Graptolithes turriculatus.—6) Rastrites Linnei.—7) Diptograptus.—8) Didymograptus pennatulus.—9) Coenograptus gracilis.—10) Retiolites Geinitzianus.

граптолитовъ къ формамъ, родственнымъ коралламъ, другіе считаютъ ихъ родственными мшанкамъ.

Къ силурійскимъ иглокожимъ относятся морскіе ежи, морскія звѣзды и морскія лиліи. Изъ числа послѣднихъ укажемъ на *цистоидей*, шарообразныхъ животныхъ, напоминающихъ своей формой морскихъ ежей, но представляющихъ значительныя уклоненія въ своей организаціи отъ этихъ послѣднихъ. Цистоидеи представляютъ самую низкую форму морскихъ лилій или, что еще вѣроятнѣе, основную форму всѣхъ иглокожихъ, потому что нѣкоторыя цисто-

идеи являются, повидимому, переходными формами къ морскимъ ежамъ, другія—къ морскимъ звѣздамъ, третьи—къ настоящимъ морскимъ лиліямъ. Это, а равно и то обстоятельство, что цистоидеи чрезвычайно характерны для силурійской эпохи, придаетъ этой группѣ весьма большой интересъ. Въ верхнихъ силурійскихъ отложеніяхъ уже встрѣчаются настоящія морскія лиліи — *криноидеи*, и съ этого времени начинается ихъ расцвѣтъ, повидимому онѣ уже въ тѣ времена образовали большіе подводные лѣса.

Изъ *моллюсковъ* или мягкотѣлыхъ въ описываемую эпоху существовали представители всѣхъ трехъ главныхъ классовъ: пластинчатожаберныхъ, брюхоногихъ и головоногихъ. Геологическое значеніе первыхъ двухъ классовъ отступаетъ на второй планъ, во-первыхъ, потому что они не пользовались такимъ широкимъ распространеніемъ, какъ напр. плеченогія и головоногія, и мало пригодны для опредѣленія возраста и сравненія отстоящихъ далеко другъ отъ друга пластовъ, а во-вторыхъ, ихъ раковины не представляютъ такихъ рѣзкихъ отличительныхъ признаковъ, какъ напр. остовы головоногихъ. Наоборотъ, въ послѣдующихъ системахъ это соотношеніе мѣняется въ пользу первыхъ двухъ классовъ.

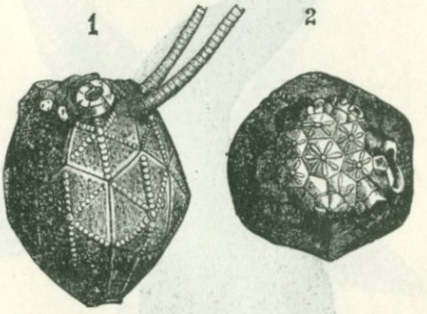



Рис. 105. Caryocrinus ornatus. Цистоидея изъ силурійской системы. 1) Сбоку; 2) сверху.

Когда-то общепринятымъ мнѣніемъ было то, что земля въ прежнія времена была населена исполинскими животными, которыя замѣщались съ теченіемъ времени все болѣе и болѣе мельчавшими поколѣніями. Это мнѣніе совершенно невѣрно. Разсматривая флору и фауну древней и средней эпохи силурійскаго періода, мы не находимъ ни одного вида, который могъ бы сравняться по своимъ размѣрамъ съ средними представителями современной фауны. Водоросли, немногочисленные Protozoa (простѣйшія), губки, кораллы, граптолиты, мшанки, цистоидеи, морскія звѣзды, морскія лиліи, моллюски, черви и членистоногіе—вотъ и вся флора и фауна, населявшія въ теченіе необъятнаго силурійскаго періода нашу планету. Сравненіе съ еще болѣе древними существами, принадлежавшими къ архейской эпохѣ, показало бы, что они представляли еще болѣе простое строеніе и еще меньшіе размѣры.

Во всякой эпохѣ имѣлась одна какая-нибудь группа или классъ, выступавшій на первый планъ и игравшій первенствующую роль, въ силу своей многочисленности или болѣе высокой организаціи.

Иногда нѣсколько типовъ раздѣляли между собою господство и придавали всей эпохѣ характерный отпечатокъ.

Палеонтологи считаютъ господствующимъ типомъ силурійскаго періода *трилобитовъ*, относящихся къ классу ракообразныхъ (Crustacea). Трилобиты, повидимому, близко подходятъ къ современнымъ десятиногимъ рѣчнымъ ракамъ или краббамъ. Долгое время ихъ мѣсто въ зоологической системѣ оставалось совершенно неизвѣстнымъ, благодаря тому обстоятельству, что всегда находили однѣ лишь своеобразныя спинки ихъ. Эти спинки раздѣлены вдоль и поперекъ на

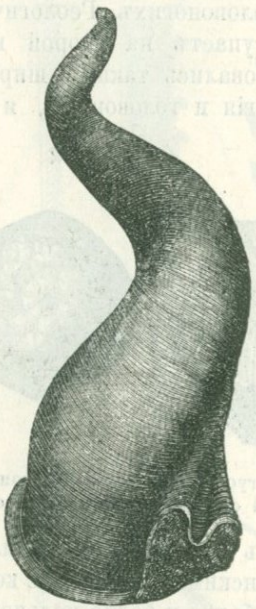


Рис. 106. Acroculia anguis (изъ брюхоногихъ). Верхне-силурійскія отложенія Богеміи.

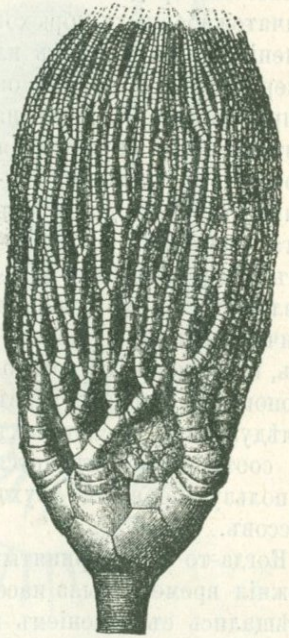


Рис. 107. Cyathocrinus ramosus. Криноидея изъ верхней силуріи о-ва Готланда.

три части, откуда животныя и получили свое названіе трилобитовъ. Если разсматривать спинку по направленію спереди кзади, то различаемъ въ ней прежде всего широкій головной конецъ, имѣющій по большей части форму полумѣсяца, затѣмъ продолговатую среднюю часть, состоящую изъ отдѣльныхъ сегментовъ, и короткій хвостовой щитокъ. Къ нижней поверхности по всей вѣроятности было прикрѣплено большое число ножекъ, но въ теченіе долгаго времени не удавалось найти никакихъ слѣдовъ конечностей. Когда, наконецъ, онѣ были разысканы, то начались споры о значеніи находки, которые удалось, наконецъ, разрѣшить, благодаря ame-

риканскому палеонтологу Валькотту. Этотъ ученый исходилъ изъ того предположенія, что у трилобитовъ, найденныхъ въ свернувшемся положеніи (позднѣйшіе виды ихъ обладали способностью свертываться), должны были сохраниться конечности. На этомъ основаніи онъ подвергнулъ изслѣдованію большое число ископаемыхъ экземпляровъ. Въ его распоряженіи находился обширный матеріалъ изъ 3.500 трилобитовъ въ свернувшемся положеніи, изъ числа которыхъ въ 270 случаяхъ были найдены конечности. На нижней поверхности головы оказались четыре пары членистыхъ ножекъ, изъ которыхъ каждая была снабжена членистымъ придаткомъ и жабрами. Верхнія части этихъ конечностей исполняли роль челюстей, а четвертая пара ногъ имѣла строеніе плавательной ноги. Каждый сегментъ средней и хвостовой части тѣла, вѣроятно, тоже былъ снабженъ парой ногъ, подобно переднимъ парамъ головы. На верхней поверхности головы у трилобитовъ помѣщались сложные глаза, состоявшіе изъ сотенъ и тысячъ отдѣльныхъ хрусталиковъ. Но у нѣкоторыхъ трилобитовъ совершенно отсутствуютъ глаза, причемъ, однако, нерѣдко оказываются сохранившимися глазныя впадины. Это обстоятельство служитъ доказательствомъ того, что слѣпые виды первоначально были снабжены зрячими глазами, и что потеря зрѣнія произошла уже впослѣдствіи. Чрезвычайное развитіе глазъ у однихъ видовъ и полное отсутствіе ихъ у другихъ, родственныхъ имъ, видовъ— весьма просто объясняется теоріей Дарвина. Было замѣчено, что зрительные органы или увеличиваются и развиваются въ темнотѣ, чтобы воспринять возможно большее количество слабыхъ свѣтовыхъ лучей, примѣромъ чего могутъ служить огромные глаза ночныхъ животныхъ, или же, при полномъ отсутствіи свѣта, глаза совершенно атрофируются. Удивительной иллюстраціей этого факта могутъ служить изслѣдованія морскихъ глубинъ. Въ глубинахъ

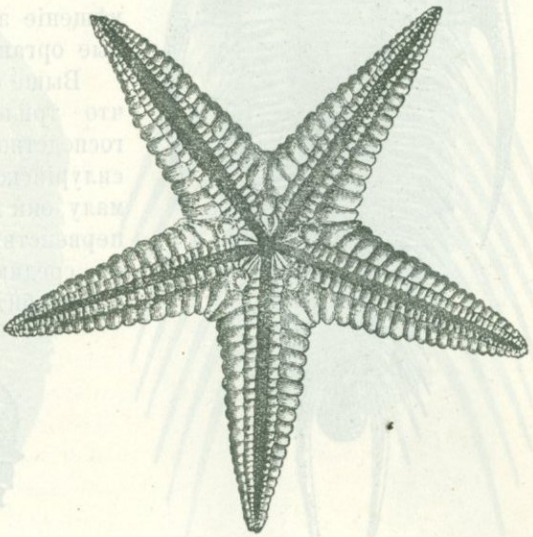


Рис. 108. Palaeaster. Морская звѣзда изъ силурійской системы.

океановъ, куда не достигаетъ ни одинъ солнечный лучъ, рядомъ съ совершенно слѣпыми раками встрѣчаются такіе экземпляры, фасеточные глаза которыхъ занимаютъ четверть всего туловища и даже болѣе.

Трилобиты по всѣмъ вѣроятіямъ тоже принадлежали большей частью къ числу глубоководныхъ обитателей, и этимъ объясняется, должно быть, чрезмѣрное развитіе глазъ у однихъ видовъ и полное отсутствіе ихъ у другихъ. Надо думать, что эти послѣдніе зато были одарены чрезвычайно чувствительными органами обонянія и осязанія, какъ бы въ возмѣщеніе за недостающіе зрительные органы.

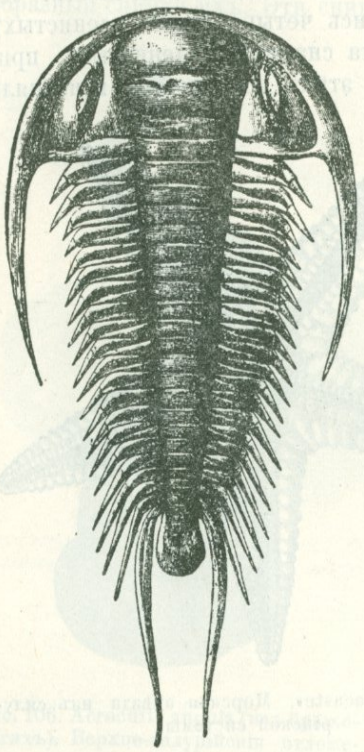


Рис. 109. Paradoxides—трилобитъ изъ кембрійской системы.

Выше было упомянуто о томъ, что трилобитамъ принадлежало господство въ животномъ царствѣ силурійской эпохи. Но мало-помалу они начали утрачивать свое первенствующее значеніе. Уже въ среднюю силурійскую эпоху у трилобитовъ существовали мно-

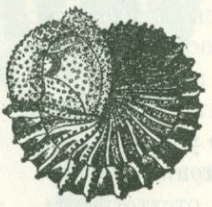


Рис. 110. Columene Blumenbachi въ свернутомъ видѣ—трилобитъ изъ силуріи Богеміи.

гочисленные враги. Они, правда, боролись въ теченіе долгаго времени противъ угрожавшей имъ опасности, и эта необходимость обороны заставляла ихъ пріискивать различные способы защиты. Мы видимъ, что многочисленные виды пріобрѣтаютъ способность свертываться въ клубокъ, подобно ежамъ, при приближеніи опасности. Болѣе старыя формы, очевидно не подвергавшіяся подобнаго рода опасностямъ, были лишены этой способности; позднѣйшіе виды пріобрѣли ее лишь подъ вліяніемъ необходимости. Отдѣльные индивидуумы, богаче одаренные отъ природы, можетъ быть отличались большей подвижностью и вслѣдствіе этого избѣгли гибели при

измѣнившихся условіяхъ. Ихъ потомки унаслѣдовали эти физическія преимущества, и изъ числа этихъ послѣднихъ, въ свою очередь, успѣшно выдержали борьбу за существованіе опять-таки болѣе богато одаренные, т. е. лучше приспособленные къ борьбѣ за существованіе. Иногда какія-нибудь ничтожныя, едва замѣтныя особенности получаютъ рѣшающее значеніе для судьбы будущихъ поколѣній, ведя ихъ или къ быстрой гибели, или къ неожиданному расцвѣту.

Послѣ трилобитовъ господствующая роль перешла къ головоногимъ, а именно—къ семейству Nautilidae. Силурійскіе голово-

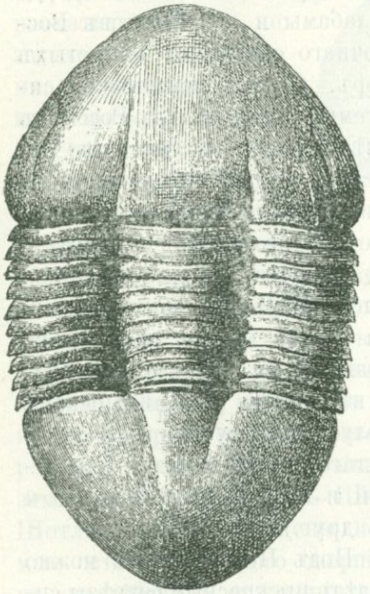


Рис. 111. Haenus Katzeri—трилобитъ изъ нижней силуріи Богеміи (по Барранду).

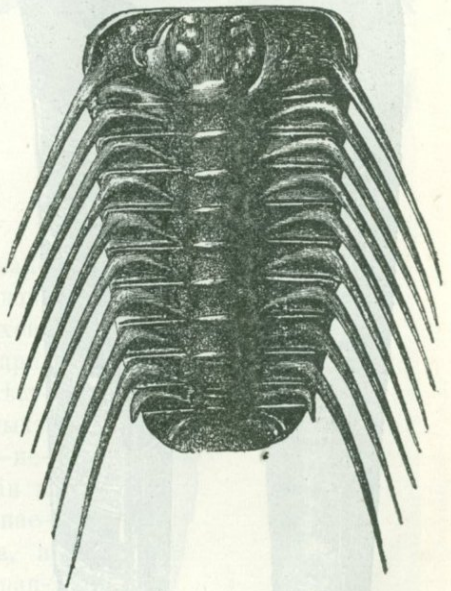


Рис. 112. Acidaspis Buchi—трилобитъ изъ силурійской системы Богеміи (по Барранду).

ногіе отличались, безъ сомнѣнія, большой силой и ловкостью и принадлежали, должно быть, къ самымъ опаснымъ хищникамъ древне и средне-силурійскихъ морей. Изъ всего многочисленнаго семейства наутилидъ въ настоящее время уцѣлѣлъ одинъ только родъ Наутилусъ. Въ силурійскую эпоху они достигли значительнаго развитія: число извѣстныхъ видовъ ихъ превышаетъ 1.600 и своими размѣрами они превосходили всѣхъ остальныхъ животныхъ. Извѣстны раковины ихъ, достигавшія 6 футовъ длины и 1 фута въ поперечникѣ.

Отложенія силурійской системы очень распространены въ Россіи, откуда они тянутся обширнымъ поясомъ черезъ острова Эзель, Даго, Готландъ, Эландъ и черезъ южную Швецію до Великобританіи и Ирландіи. Другая область распространенія простирается отъ Россіи до Португаліи; въ нее входятъ силурійская область Богеміи, Саксоніи, Тюрингіи и Гарца. Въ Альпахъ тоже встрѣчаются мощные пласты силурійскихъ отложеній. Еще большее протяженіе занимаютъ силурійскіе пласты Сѣверной Америки, простирающіеся отъ Канады до Алабамы и отъ береговъ Восточнаго океана до Скалистыхъ горъ. Осадки силурійской системы обнажаются въ Россіи въ слѣдующихъ мѣстностяхъ: въ Эстляндіи, въ сѣверной части Лифляндіи, въ сѣверной части Петербургской губерніи, откуда тянутся на востокъ до р. Сяси; въ Подольской губерніи, на Уралѣ (болѣе значительно развиты на западномъ склонѣ) и въ Сибири (на Таймырскомъ полуостровѣ, у береговъ Ледовитаго океана, между рѣкъ Леной и Яномъ, по р. Енисею и въ друг.).

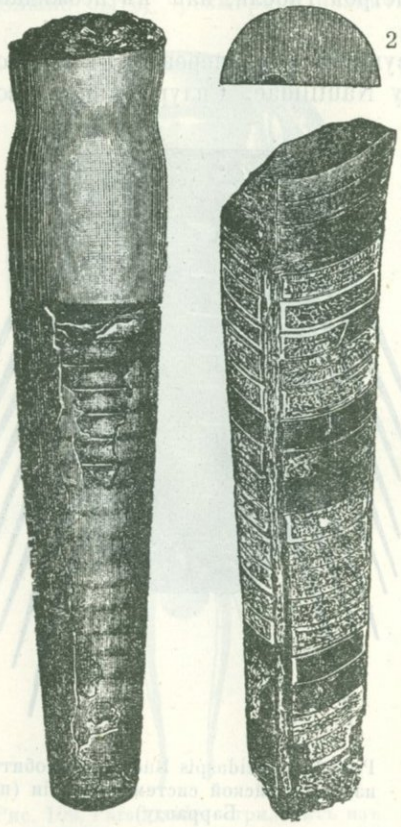



Рис. 113. 1) Orthoceras Neptunium—ортоцератитъ (изъ сем. наутилидъ) изъ силурійской системы. 2) Поперечный разрѣзъ этой же окаменѣлости.

Подъ Петербургомъ можно видѣть прекрасные разрѣзы силурійскихъ отложеній по рѣкамъ Лиговкѣ, Поповкѣ, Славянкѣ и Пулковкѣ. Здѣсь эти отложенія выражены синей глиной, залегающей въ самомъ основаніи, унгулитовымъ песчаникомъ, главконитовымъ пескомъ, главконитовымъ известнякомъ и ортоцератитовымъ известнякомъ.

И въ другихъ частяхъ свѣта извѣстны силурійскія отложенія, но тамъ геологическія изслѣдованія находятся еще въ зачаточномъ состояніи. Классической же страной въ этомъ отношеніи должна считаться Богемія, геологическимъ изслѣдованіямъ силурійскихъ отложеній которой Баррандъ посвятилъ всю свою жизнь.

Достойно вниманія, что почти всѣ силурійскіе органическіе остатки морского, а нѣкоторые несомнѣнно глубоководнаго происхожденія. Наземные же организмы попадаются чрезвычайно рѣдко. На этомъ основаніи предполагали, что въ силурійскій періодъ море покрывало почти весь земной шаръ, и что только отдѣльные каменистые островки, лишенные растительности и не заселенные животными, поднимались надъ необозримой водной поверхностью. Подобное предположеніе однако оказывается совершенно несостоятельнымъ теперь, когда доказано существованіе значительныхъ континентальныхъ массъ уже въ архейскую эру. Далѣе, необходимо принять во вниманіе, что все же извѣстны достовѣрные остатки наземныхъ растеній и—что очень важно—неземныхъ животныхъ: въ Швеціи и Шотландіи были найдены ископаемые остатки большого скорпіона, а въ силурійскихъ отложеніяхъ Франціи—крыло насѣкомаго, которое, по всей вѣроятности, принадлежало животному изъ класса прямокрылыхъ, къ которымъ относятся напримѣръ кузнечики. «Какъ ни скудны эти остатки,—говоритъ Неймайръ,—но они неопровержимо доказываютъ, что суша существовала и что она была обитаема. Но мы можемъ идти еще дальше и заключить о существованіи богатой растительной и животной жизни, потому что нелѣпо было бы думать, что суша была населена только однимъ видомъ насѣкомыхъ и однимъ видомъ скорпіоновъ. Наоборотъ, присутствіе такихъ высокоорганизованныхъ и дифференцирован-



Рис. 114. Реставрированный Эйрюптерусъ (Eurypterus)—ракообразное силурійской системы (изъ верхней силуріи Англіи).

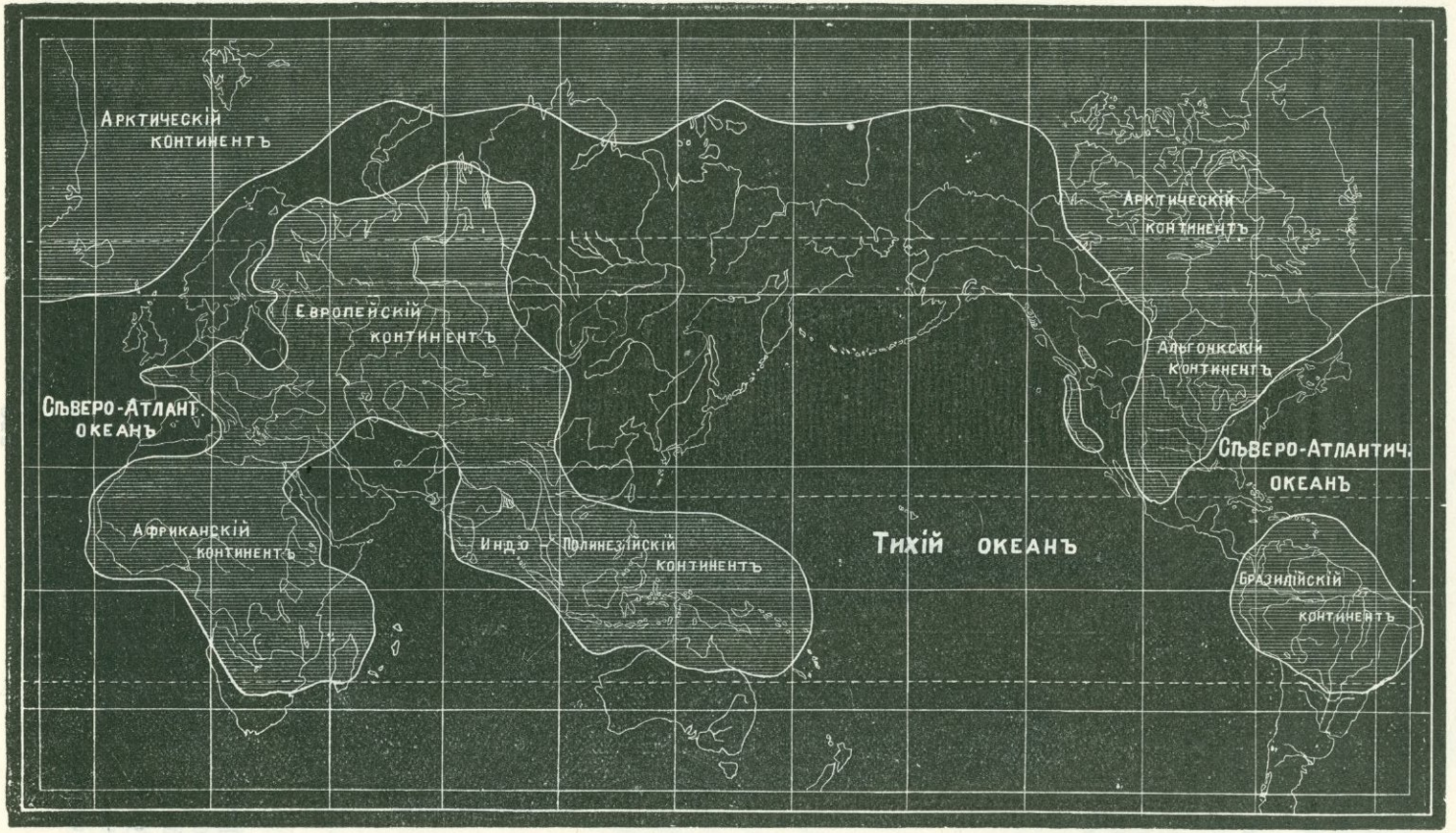



Рис. 115. Континенты и моря нижне-кембрійской эпохи.

ныхъ формъ указываетъ на то, что множество подобныхъ и ниже стоящихъ животныхъ населяли сушу; болѣе того, мы приходимъ къ неизбѣжному заключенію, что суша и живущіе на ней организмы возникли не въ силурійскій, а въ значительно болѣе ранній періодъ».

Имѣется еще цѣлый рядъ другихъ доказательствъ въ пользу существованія въ силурійскій періодъ значительныхъ материковъ и горъ. Укажемъ на огромнѣйшія массы мергелистыхъ, глинистыхъ и песчанистыхъ породъ и конгломератовъ силурійской системы, для образованія которыхъ едва ли могло послужить достаточнымъ матеріаломъ разрушеніе нѣсколькихъ утесовъ и острововъ. По представленному на стр. 263 силурійскому пейзажу не слѣдуетъ судить о характерѣ земной поверхности въ силурійскую эпоху и думать, что вся она представляла такой однообразный видъ: на рисункѣ представленъ клочокъ низменной прибрежной мѣстности, какія попадаются нерѣдко и въ наше время.

Съ каждымъ годомъ растутъ наши знанія о распредѣленіи материковъ и океановъ въ различныя геологическія эпохи. На помощь чисто геологическимъ изслѣдованіямъ приходятъ и спеціальныя изслѣдованія морского дна, особенно разросшіяся за послѣднія 15 лѣтъ.

Палеонтологія позволяетъ установить геологическую одновременность пластовъ, часто отстоящихъ другъ отъ друга на многія тысячи верстъ, внимательное же изученіе породъ, изъ которыхъ сложены эти пласты, даетъ безспорныя указанія, гдѣ отлагалась данная порода—около берега или въ глубокомъ морѣ. Наличность такихъ прибрежныхъ отложеній позволяетъ намѣтить береговую линію бывшаго материка, а отсутствіе въ районѣ этого предполагаемаго материка морскихъ отложеній данной эпохи еще болѣе укрѣпляетъ увѣренность, что въ эту геологическую эпоху здѣсь дѣйствительно была суша.

Кромѣ того, могутъ иногда оказаться и положительные признаки существованія, въ данную эпоху и въ данномъ мѣстѣ, суши—а именно: окаменѣлости наземныхъ организмовъ, или же такъ называемые—континентальныя отложенія.

Такъ, благодаря изслѣдованіямъ проф. Вальтера Сахары и ея песчаныхъ новообразованій, можно въ настоящее время съ большимъ вѣроятіемъ утверждать, что открытые недавно въ архейскихъ пластахъ Индіи темнокрасные песчаники съ діагональною слоистостью и съ несомнѣнными отпечатками песчаной волны, заключающіе въ себѣ прослои богатыхъ солью глинъ, образовались на сушѣ, а именно въ пустынѣ, подобной Сахарѣ.

Сопоставленіе подобныхъ изслѣдованій Зюсса, Лаппарана и Фреха позволяютъ уже и теперь намѣтить, въ грубыхъ чер-

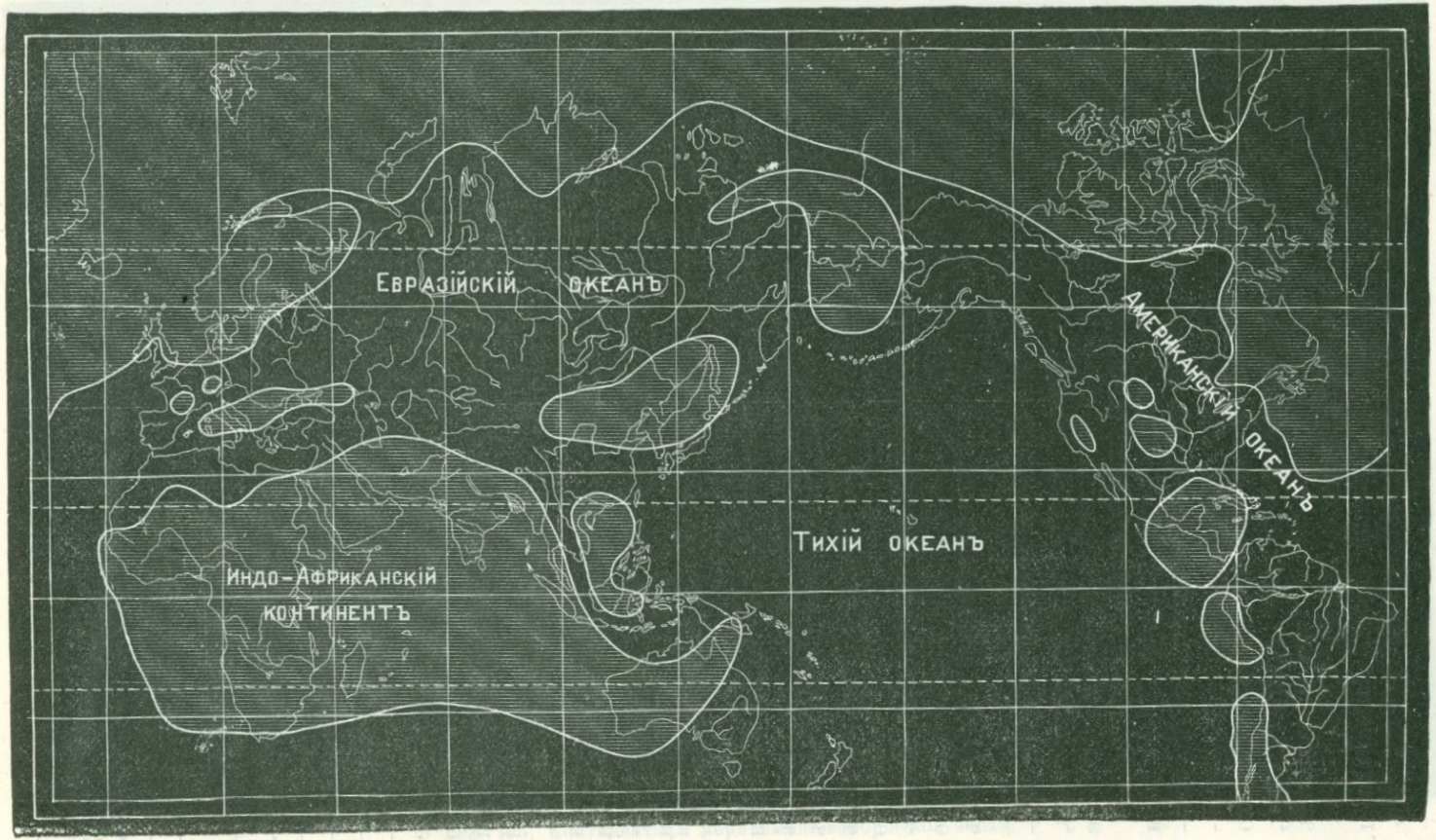



Рис. 116. Континенты и моря нижне-силурійской эпохи.

лахъ конечно, очертанія континентовъ въ различные геологическіе періоды.

На помѣщенной выше картѣ (см. стр. 278) представлено распредѣленіе континентовъ и морей въ то далекое время, когда отлагались нижне-кембрійскіе пласты.

Прошли милліоны лѣтъ—наступила нижне-силурійская эпоха—и мы видимъ (см. карту стр. 280), что соотношеніе суши и моря уже сильно измѣнилось сравнительно съ таковымъ въ нижне-кембрійскую эпоху.

Затѣмъ, во вторую половину силурійскаго періода море заливаетъ уже такія части суши, которыя раньше никогда имъ не были заняты. Наступаетъ верхне-силурійская трансгрессія.

Органическая жизнь въ силурійскій періодъ, какъ мы уже упоминали выше, носила чрезвычайно своеобразный характеръ. Безчисленные трилобиты и моллюски самыхъ причудливыхъ формъ населяли моря; кораллы и губки съ ихъ своеобразнымъ строеніемъ воздвигали известковые рифы, граптолиты, цистоидеи и морскія звѣзды покрывали морское дно, и гигантскіе наутилусы, хищники тогдашней фауны, пожирали свою добычу. Только къ концу силурійскаго періода появляются первыя хрящевыя рыбы и кладутъ начало новому типу,—типу позвоночныхъ. Но въ эту эпоху еще нѣтъ ни одного существа съ костнымъ позвоночникомъ — млекопитающія, птицы, гады и амфибіи еще совершенно отсутствуютъ.

## ГЛАВА XXI.

### Девонскій періодъ.

Кажущаяся остановка въ развитіи природы. — Исчезновеніе нѣкоторыхъ типовъ.—Развитіе рыбъ и каменноугольной флоры.—Девонскія породы и руды.—Мощность девонскихъ отложеній, ихъ распространеніе на земномъ шарѣ.

Девонская эпоха является періодомъ медленнаго и спокойнаго развитія. Несмотря на ея продолжительность, она представляетъ мало характерныхъ особенностей, и нѣкоторыя черты ея органической жизни повидимому указываетъ на остановку развитія. Такъ напр., ископаемыя наземныя животныя встрѣчаются въ эту эпоху въ болѣе скудномъ количествѣ, чѣмъ въ силурійскомъ періодѣ, а нѣкоторые крупные типы начинаютъ вымирать или даже успѣли исчезнуть окончательно, не будучи замѣненными другими типами. На этомъ основаніи нѣкоторые ученые говорятъ объ оскудѣніи органической жизни, повидимому противорѣчащемъ закону постепеннаго развитія. Но открываемыя каждый день все новыя и новыя окаменѣлости и новѣйшія изслѣдованія, не ограничиваю-

щіяся тѣсными предѣлами Европы и Соединенныхъ Штатовъ, показываютъ постепенное приближеніе, совершающееся между организмами девонской и послѣдующей эпохи.

Характерной чертой девонской эпохи является не столько возникновеніе новыхъ типовъ, сколько угасаніе старыхъ, силурійскихъ, главнымъ образомъ исчезновеніе странныхъ цистоидей и таинственныхъ граптолитовъ. Изъ новыхъ типовъ этой эпохи назовемъ *ганоидныхъ рыбъ*, равно какъ характерныя каменноугольныя растенія, многіе виды которыхъ совершенно тождественны съ растеніями каменноугольной эпохи. Вмѣстѣ съ тѣмъ въ прочихъ классахъ рядомъ со старыми, давно извѣстными, видами появляются новые виды и роды; однимъ словомъ, все указываетъ на приближающееся наступленіе новаго періода.

Девонскія породы обнаруживаютъ въ общемъ большое сходство съ силурійскими. Рядомъ съ известняками и песчаниками большимъ распространеніемъ пользуются глинистый сланецъ и сѣрая вакка, нерѣдко пронизанные вулканическими ходами гранита, порфира, базальта, трахита и т. п. Однѣ изъ этихъ породъ болѣе поздняго происхожденія, чѣмъ девонскія отложенія, другія отложились одновременно съ ними и напластовались, подобно лавѣ, мощными пластами, на которыхъ, въ свою очередь, отложились морскіе осадки. И здѣсь можно наблюдать, какъ вулканическіе продукты (лавы, пепелъ и бомбы), благодаря дѣйствію волнъ, спаялись вмѣстѣ съ осадками въ вулканическіе туфы, нерѣдко заключающіе въ себѣ окаменѣлости морскихъ животныхъ.

Необходимо упомянуть, что въ девонской системѣ встрѣчаются кристаллическіе сланцы, которые нѣкогда (о чемъ было сказано уже выше) принимались за первичную земную кору. Неймайръ говоритъ, что въ сѣверной Моравіи кристаллическіе сланцы такъ тѣсно соединяются съ нижними девонскими пластами, что между ними невозможно провести рѣзкой границы и что даже среднія девонскія отложенія представляютъ еще такой кристаллическій видъ, что ихъ принимали за архейскія отложенія до тѣхъ поръ, пока въ нихъ не были найдены окаменѣлости. Аналогичныя условія имѣютъ мѣсто и въ прирейнскихъ провинціяхъ, въ особенности же въ области Таунуса. И тамъ также глинистые сланцы, песчаники и сѣрая вакка тѣсно соединены съ чисто кристаллическими сланцами и могутъ служить отличной иллюстраціей превращенія породъ подъ вліяніемъ силъ, созидающихъ горы.

Девонская система, подобно архейской и силурійской, отличается изобиліемъ рудъ, въ особенности сѣрнаго колчедана, мѣднаго колчедана, мѣднаго блеска, свинцоваго блеска, сѣрнистаго цинка, краснаго, бураго и шпатоваго желѣзняка.

Въ нѣкоторыхъ красныхъ желѣзнякахъ содержатся отложенія

фосфоритовъ, которые очень цѣнятся какъ матеріалъ для удобренія. Выдающееся положеніе среди рудъ девонской, а также и силурійской формаціи занимаетъ свинцовый блескъ — соединеніе свинца съ сѣрой, къ которому обыкновенно еще примѣшиваются серебро, мѣдь, мышьякъ и пр.

Образованію рудныхъ ходовъ способствовали приподнятія и трещины, происшедшія въ девонскихъ пластахъ во время сморщиванія земной коры, и проникновеніе изнутри по трещинамъ раскаленныхъ массъ. Европейскія отложенія лишь въ рѣдкихъ случаяхъ сохранили свое первоначальное горизонтальное положеніе: почти повсюду они оказываются сильно смѣщенными и изборожденными многочисленными разсѣлинами и ущельями. Сѣверозападный Гарцъ можетъ служить рѣзкимъ примѣромъ подобныхъ измѣненій.

Девонскія отложенія получили свое наименованіе отъ англійскаго графства Девонширъ; названіе это впервые было установлено Мурчисономъ. Комплексъ пластовъ, обозначаемый этимъ именемъ, состоитъ большей частью изъ отложеній глины, мергеля, известняка и песчаника. Нѣкогда онъ вмѣстѣ съ силурійскими отложеніями причислялся къ «переходнымъ породамъ» и теперь еще называется нѣкоторыми геологами «переходной или сѣровакковой формаціей». Девонская система въ свою очередь распадается на многочисленные отдѣлы, весьма неравномѣрно распространенные въ различныхъ мѣстахъ, такъ что напр. въ одномъ мѣстѣ встрѣчаются только нижнія отложенія, въ другомъ—только среднія или верхнія. Опредѣлить ихъ сравнительный возрастъ оказывается часто весьма затруднительнымъ, особенно въ тѣхъ случаяхъ, когда отсутствуютъ окаменѣлости или когда онѣ принадлежатъ къ типамъ, неимѣющимъ всеобщаго распространенія, а присущимъ исключительно данному небольшому району. Девонскій періодъ, подобно предыдущимъ, отличался весьма большой продолжительностью, и потому никоимъ образомъ не слѣдуетъ думать, что всѣ породы, причисляемыя къ девонской системѣ, отложились одновременно, т. е. имѣютъ одинаковый возрастъ въ обычномъ смыслѣ этого слова. Геологи приводятъ неодинаковыя цифры для опредѣленія мощности девонской системы: по показаніямъ однихъ, она равняется 10.000 футовъ, другіе же полагаютъ ее равной 20—25.000 футовъ. Хотя эти размѣры и значительно уступаютъ мощности силурійской системы, но все же ихъ нельзя не признать огромными.

Распространеніе девонскихъ отложеній въ горизонтальномъ направленіи тоже очень велико. Они встрѣчаются во всей Европѣ, отъ Россіи до Португаліи и Ирландіи, и отъ Скандинавскаго до Балканскаго полуострововъ. Мы находимъ ихъ въ Сибири, Китаѣ,

Индіи и Персіи, въ сѣверной и южной Африкѣ, въ Австраліи и Америкѣ. «Сѣверная Америка, — говоритъ Неймайръ, — является классической страной, какъ для силурійской, такъ и для девонской системы въ отношеніи мощности залегающихъ пластовъ и обширности площади распространенія: отъ Атлантическаго до Тихаго океана въ многочисленныхъ пунктахъ встрѣчаются девонскія отложенія, и они простираются, повидимому, за предѣлы полярнаго круга до острововъ крайняго сѣвера. На Шпицбергенѣ недавно тоже обнаружены девонскія отложенія». Для девонской эпохи Германіи характерны рейнскія сланцевыя горы.

Достойны вниманія девонскіе пласты, залегающіе во многихъ мѣстностяхъ Англіи, Шотландіи и Ирландіи. Они образованы красными мергелями и песчаниками, извѣстными у англичанъ подъ именемъ *древняго краснаго песчаника*. Этотъ песчаникъ достигаетъ мощности 10.000 футовъ и болѣе, и отличается отъ прочихъ девонскихъ породъ (песчаники, похожіе на сѣрую вакку, и глинистые сланцы, окрашивающіе ихъ въ сѣрый и коричневый цвѣта) не только окраской, но и въ палеонтологическомъ отношеніи. Въ немъ отсутствуютъ типичные морскіе обитатели, какъ напр. кораллы, морскія лиліи, головоногія, плеченогія, трилобиты и т. д., присущіе девонскимъ отложеніямъ, а встрѣчаются остатки гигантскихъ ракообразныхъ, панцырныхъ рыбъ и наземныхъ растеній. Это обстоятельство заставило геологовъ предположить, что древній красный песчаникъ принадлежитъ не къ морскимъ, а къ прѣсноводнымъ, т. е. материковымъ отложеніямъ. Но возможно также и то, что эти отложенія образовались въ опрѣснѣвшемъ морѣ, въ которомъ не могли болѣе жить настоящіе морскіе обитатели. Подобныя же отложенія извѣстны и въ Россіи, Сѣверной Америкѣ и на Шпицбергенѣ.

Древній красный песчаникъ Англіи, Шпицбергена, Скандинавіи и части Россіи отлагался въ прибрежной части морей, или же во внутреннихъ моряхъ, которыя сильно изрѣзывали материкъ, простиравшійся отъ сѣвернаго берега русскаго девонскаго моря до Шпицбергена; материкъ этотъ соединялся, вѣроятно, съ арктическимъ материкомъ.

Изслѣдованіе отложеній древняго краснаго песчаника возбуждаетъ нѣкоторые вопросы, разрѣшеніе которыхъ имѣетъ очень большое значеніе для геологіи. Въ девонскомъ песчаникѣ Шотландіи встрѣчаются конгломераты, причемъ обломки породъ, входящіе въ составъ ихъ, не являются расположенными по степени своей тяжести и величины, а представляютъ безпорядочное смѣшеніе обломковъ различныхъ величинъ. Кромѣ того большинство обломковъ оказываются не округленными, а имѣютъ угловатую форму и нерѣдко изборождены царапинами, что также указываетъ на то, что они не подвергались вліянію текущей воды. Всѣ на-

званныя особенности конгломератовъ въ красномъ шотландскомъ песчаникѣ напоминаютъ свойства такъ называемыхъ ледниковыхъ образованій *), и это обстоятельство заставило нѣкоторыхъ геологовъ предположить, что отложеніе краснаго песчаника девонской системы совпало съ ледниковымъ періодомъ. Нѣкоторые геологи даже въ силурійскихъ отложеніяхъ Шотландіи находятъ нѣкоторые слѣды, какъ бы напоминающіе ледниковый періодъ. Въ тонкихъ глинистыхъ сланцахъ этой системы мѣстами встрѣчаются огромные обломки гранита и гнейса, имѣющіе до 3 метровъ въ поперечникѣ. Нигдѣ поблизости нельзя найти подобныхъ горныхъ породъ и на этомъ основаніи необходимо допустить, что эти обломки принесены издалека. Эти породы въ коренномъ своемъ мѣсторожденіи находятся на Гебридскихъ островахъ, къ сѣверо-западу отъ Шотландіи. Но рѣшить, дѣйствительно ли оттуда явились обломки, встрѣчающіеся въ шотландскихъ глинистыхъ сланцахъ, весьма затруднительно. Со времени силурійскаго и девонскаго періодовъ цѣлыя горы размыты и унесены теченіемъ воды, другія осѣли и покрылись моремъ. «Исчезла ли часть отложеній вслѣдствіе денудаціи, или вслѣдствіе тектоническихъ нарушеній (землетрясеній),—говоритъ Неймайръ,—во всякомъ случаѣ, не подлежитъ сомнѣнію, что эти *обломки* перенесены съ далекаго разстоянія. Вопросъ только въ томъ, какимъ путемъ это произошло? Едва ли можно допустить, что они были просто унесены теченіемъ воды, потому что тамъ, гдѣ море было такъ спокойно, что могъ осѣдать тонкій илистый матеріалъ сланцевъ, оно конечно не въ состояніи было сдвинуть съ мѣста огромныхъ каменныхъ глыбъ. Нельзя также приписать ихъ появленіе вулканическимъ изверженіямъ или думать, что они были выброшены волнами во время землетрясенія. Болѣе правдоподобной является попытка объяснить ихъ появленіе перенесеніемъ помощью плавучаго лѣса. Дѣло въ томъ, что большія рѣки во время половодья нерѣдко уносятъ въ море цѣлыя деревья, между корнями которыхъ часто застряваютъ большіе камни, попадающіе такимъ образомъ въ море и уносимые морскими теченіями на далекія разстоянія. Напр. со времени кругосвѣтнаго путешествія Дарвина извѣстно, что подобные заносы нерѣдко имѣютъ мѣсто на коралловыхъ островахъ Тихаго океана. У жителей атолловъ, благодаря этому, оказываются въ распоряженіи камни, обладающіе большею твердостью, чѣмъ кораллы, и служащіе имъ матеріаломъ для изготовленія орудій и оружія. Но и подобная попытка объяснить появленіе постороннихъ обломковъ въ шотландскихъ силурійскихъ отложеніяхъ представляетъ непреодолимыя трудности. Во-первыхъ, этому противорѣчитъ значительное количество облом-

*) См. ниже главу о ледниковой эпохѣ.

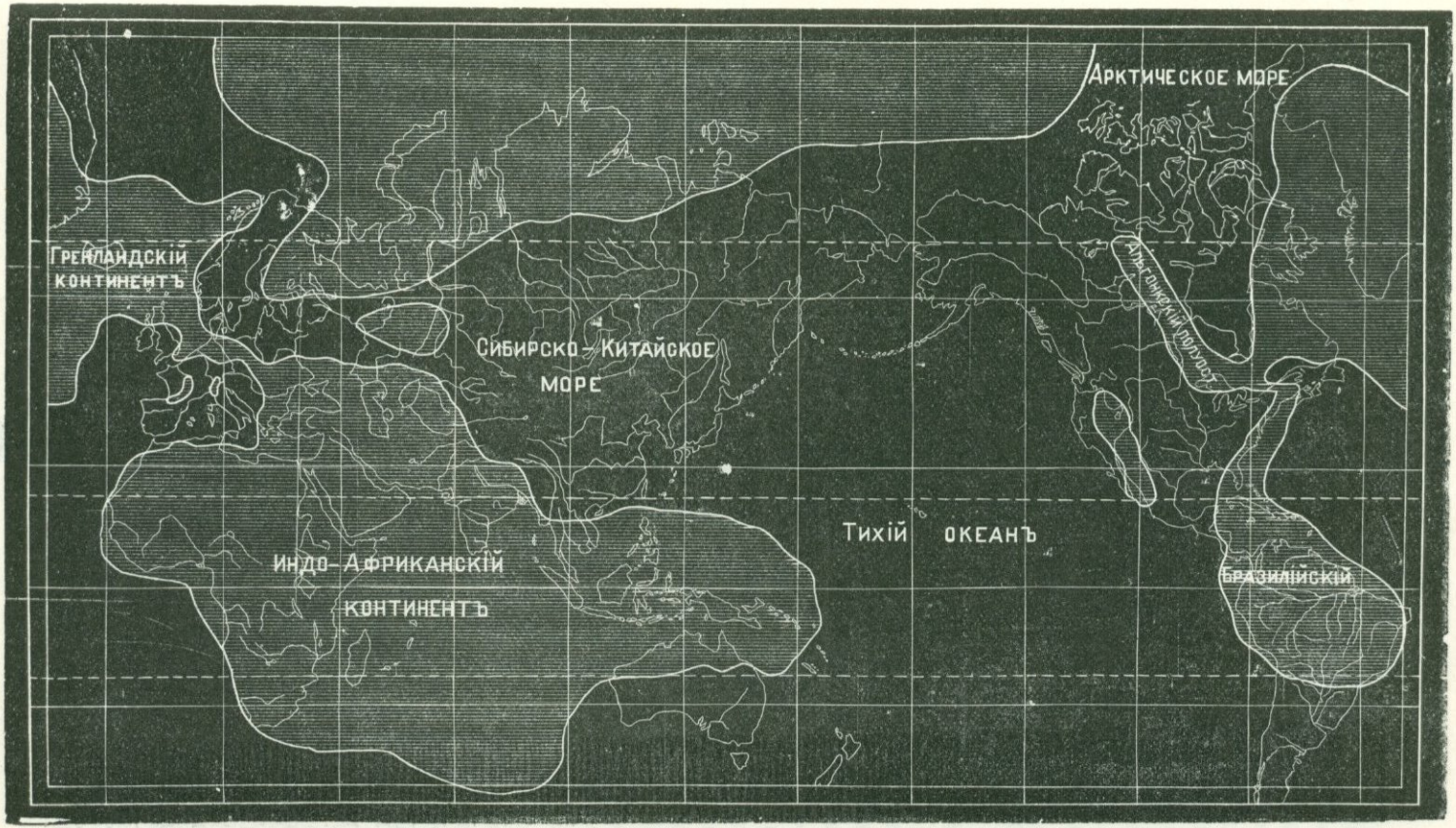



Рис. 117. Континенты и моря верхне-девонской эпохи.

ковъ; во-вторыхъ, странно было бы приписать большую роль перенесенію ихъ посредствомъ деревьевъ въ такую эпоху, когда существованіе наземныхъ растеній составляло величайшую рѣдкость. *Камни и обломки скалъ въ большомъ количествѣ могутъ быть перенесены только плавучими льдами*, и хотя мы въ данное время и не можемъ сдѣлать какого-либо окончательнаго заключенія, но при современномъ состояніи нашихъ знаній возможность подобнаго объясненія является единственнымъ путемъ къ выясненію указаннаго явленія». Мы видимъ такимъ образомъ, что хотя существованіе ледниковъ въ силурійскую и девонскую эпоху нельзя считать доказаннымъ, но что оно весьма вѣроятно.

Отложенія девонской системы занимаютъ въ Европейской Россіи обширныя пространства. «Они покрываютъ,—пишетъ проф. А. А. Иностранцевъ,—сѣверо-западную и центральную ея часть, выступаютъ и на крайнемъ востокѣ—въ Уральскомъ хребтѣ, и на крайнемъ западѣ—въ Польшѣ, они же обнажаются въ Тиманскомъ хребтѣ и въ бассейнѣ рѣки Печоры. Отъ береговъ Онежскаго озера девонскія отложенія тянутся довольно широкою полосою на юго-западъ, постепенно расширяются, налегая къ западу на силурійскіе осадки, а къ востоку покрываясь каменноугольными отложеніями. Изъ Олонецкой губерніи они распространяются по значительной части Новгородской и Петербургской губерній, занимаютъ Псковскую, наконецъ переходятъ въ Лифляндію и Курляндію, достигая береговъ Западной Двины, по которой они протягиваются даже въ Витебскую губернію». Въ центральной Россіи девонскія отложенія обнаружены въ Орловской, Воронежской, Тамбовской и Рязанской губерніяхъ.

Въ концѣ верхне-силурійской эпохи начинается отступаніе моря во всей сѣверной части нынѣшняго Атлантическаго океана; это отступаніе продолжается и въ началѣ девонскаго періода, но къ эпохѣ средняго девона почти всюду наступаетъ новое расширеніе моря, продолжавшееся и въ теченіе верхне-девонской эпохи. Приложенная выше карта и представляетъ распредѣленіе морей и материковъ въ эту послѣднюю эпоху.

## ГЛАВА XXII.

### Девонская флора и фауна.

Скудные остатки девонской флоры.—Антрацитъ и каменный уголь. — Нефть и ея вѣроятное происхожденіе. — Современныя костистыя рыбы и девонскія ганоидныя, панцырныя рыбы и акулы.—Девонскіе кораллы.—Расцвѣтъ морскихъ лилій. — Предшественники аммонитовъ. — Гигантскія ракообразныя.

Растительные остатки девонскаго періода дошли до насъ въ весьма скудномъ количествѣ. Большинство сохранившихся видовъ

этой растительности тождественны съ каменноугольной флорой, поэтому и откладываемъ разсмотрѣніе ихъ до изученія каменноугольнаго періода. Относительно флоры девонскаго періода геологи придерживаются различныхъ мнѣній: такъ, Германъ Креднеръ называетъ девонскую флору чрезвычайно скудной по числу экземпляровъ и видовъ, а Сапорта говоритъ, что эта флора несомнѣнно отличалась большимъ богатствомъ и разнообразіемъ, но что она не сохранилась, вслѣдствіе отсутствія благопріятныхъ для того условій. Достойно вниманія, что между пластами девонской системы залегаютъ прослои антрацита и каменнаго угля, хотя тонкіе и значительно уступающіе таковымъ каменноугольной системы.

Гораздо большее значеніе, чѣмъ эти скудныя залежи каменнаго угля, представляетъ петролеумъ или горное масло, иначе называемое нефтью. Огромныя количества нефти, добываемыя въ Пенсильваніи, находятся въ отложеніяхъ девонской системы. До сихъ поръ еще не установлено, образовалась ли нефть на мѣстѣ ея нахожденія, или же въ глубже или нижележащихъ слояхъ. Это горючее вещество встрѣчается и въ силурійской системѣ, даже въ нѣкоторыхъ первобытныхъ гнейсахъ и сланцахъ и, подобно углю, находится во всѣхъ системахъ, доходя до позднѣйшихъ: такъ напр., американская нефть залегаетъ въ силурійскихъ и девонскихъ отложеніяхъ, карпатская—въ мѣловыхъ, печорская въ девонскихъ, кавказская же въ молодыхъ третичныхъ отложеніяхъ (міоценовыхъ). Нефть обыкновенно встрѣчается въ соединеніи съ соленой водой и газообразными горючими углеводородистыми соединеніями, скопляется по преимуществу въ рыхлыхъ пескахъ, песчаникахъ, конгломератахъ и известнякахъ и представляетъ смѣшеніе различныхъ химическихъ соединеній, состоящихъ изъ различныхъ углеводородовъ (соединенія углерода съ водородомъ), отличающихся другъ отъ друга удѣльнымъ вѣсомъ, точкой кипѣнія, степенью воспламеняемости и пр. Нефть не имѣетъ примѣненія въ необработанномъ видѣ; ее необходимо дистиллировать для очистки отъ летучихъ, легко воспламеняющихся и слѣдовательно опасныхъ примѣсей, а также отъ смолообразныхъ и воскообразныхъ примѣсей (парафинъ), чтобы получить всѣми извѣстный керосинъ. Побочные продукты нефти тоже находятъ себѣ обширное примѣненіе.

По мнѣнію однихъ геологовъ, нефть, подобно асфальту, имѣетъ источникомъ своего происхожденія растительное, по мнѣнію другихъ—животное царство. Первые предполагаютъ, что углеводороды нефти образуются при переходѣ торфа въ бурый уголь, затѣмъ въ каменный уголь и антрацитъ; вслѣдствіе же своей подвижности образующаяся такимъ образомъ нефть можетъ скопляться и вдали отъ мѣста своего образованія.

Геологи, отстаивающіе *животное* происхожденіе нефти, предполагаютъ, что, благодаря морскимъ теченіямъ и случайнымъ прорывамъ перешейковъ, морскія животныя могутъ попадать въ такія условія (напр. сильная соленость воды), что погибаютъ массами; при разложеніи такихъ скопленій труповъ морскихъ животныхъ и происходитъ образованіе углеводородовъ нефти. Но наиболѣе вѣроятная гипотеза происхожденія нефти, это—*неорганическая*, развитая нашимъ знаменитымъ химикомъ Д. И. Менделѣевымъ. Исходя изъ гипотезы Канта-Лапласа, проф. Менделѣевъ принимаетъ, что тяжелые металлы, главнымъ образомъ желѣзо, образуютъ внутри земли значительныя скопленія въ видѣ углеродистыхъ металловъ, или даже просто смѣси съ углеродомъ; конечно, температура этихъ скопленій громадна. Вода, по трещинамъ, достигаетъ этихъ углеродистыхъ металловъ и разлагается, выдѣляющійся водородъ соединяется съ углеродомъ металловъ и образуются различнѣйшіе углеводороды. Эта гипотеза объясняетъ и громадное количество нефти, чего не можетъ объяснить орга-

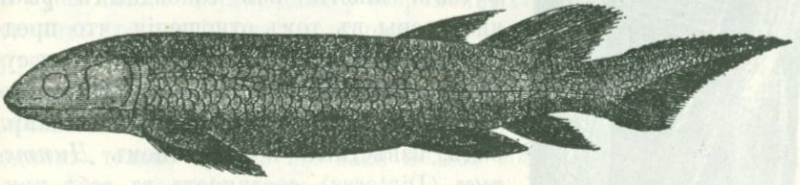


Рис. 118. Девонская рыба—Диптерусъ (Dipterus).

ническая гипотеза, и то, что нефтяныя подземныя скопленія располагаются по зонамъ, параллельнымъ горнымъ кряжамъ: горныя страны представляютъ наиболѣе сильное изогнутіе слоевъ, поэтому здѣсь появленіе трещинъ вдоль хребта является наиболѣе вѣроятнымъ, а разъ появились такія трещины, то открытъ доступъ водѣ, и слѣдовательно являются условія, необходимыя для образованія нефти.

Самымъ характернымъ моментомъ девонской фауны считается появленіе *рыбъ*, этого перваго и низшаго класса позвоночныхъ. Правда, слѣды существованія ихъ находятъ, какъ извѣстно, уже въ верхнихъ силурійскихъ пластахъ, но слѣды эти такъ немногочисленны, что они очевидно не представляли въ тотъ періодъ никакого значенія.

Большинство извѣстныхъ въ настоящее время рыбъ, какъ напр. сельди, лососи, карпы, щуки и т. д., принадлежатъ къ подклассу костистыхъ рыбъ и отличаются, главнымъ образомъ, совершенно окостенѣвшей черепной коробкой и позвоночнымъ хребтомъ, симметрическими хвостовыми плавниками и существованіемъ жабер-

ныхъ крышекъ. Кожа покрыта обыкновенно небольшими чешуйками, имѣющими черепицеобразное расположеніе. Строеніе внутреннихъ органовъ тоже весьма характерно, но по весьма понятнымъ причинамъ ими нельзя пользоваться для сравненія съ ископаемыми рыбами.



Рис. 119. Панцырная рыба—Цефаласписъ (Cephalaspis).

Въ девонскую эпоху *костистыя* рыбы отсутствуютъ и господство принадлежитъ хрящевымъ — ганоиднымъ рыбамъ. Онѣ образуютъ подклассъ, чрезвычайно интересный въ научномъ отношеніи. Въ настоящее время сохранилось только нѣсколько видовъ этого типа; для примѣра назовемъ осетра, обитателя европейскихъ морей, съ характерными костными пластинками, несимметричными хвостовыми плавниками и пастью, похожей на пасть акулы; длина осетра достигаетъ до 6—7 футовъ. Многія изъ ганоидныхъ рыбъ интересны въ томъ отношеніи, что представляютъ переходныя ступени между существующими теперь, весьма отдаленными одна отъ другой, группами. Такъ напр., видъ, извѣстный подъ именемъ *Диптерусъ* (Dipterus), соединяетъ въ себѣ признаки собственно ганоидныхъ рыбъ и почти уже вымершей въ настоящее время своеобразной группы Dipnoi—двоякодышащихъ, въ свою очередь составляющей связующее звено между рыбами и амфибіями.

Другая группа чрезвычайно напоминаетъ собою эмбріональную стадію въ развитіи костистыхъ рыбъ, обладаетъ напр. наружными не покрытыми жабрами и составляетъ вмѣстѣ съ тѣмъ переходную ступень къ акуламъ. Такимъ образомъ эта группа можетъ быть разсматриваема, какъ родословное дерево рыбъ, отъ котораго, подобно вѣтвямъ, отходятъ различные виды, съ теченіемъ времени все болѣе и болѣе удаляющіеся другъ отъ друга, такъ что напр. въ настоящее время оказывается совершенно невозможнымъ соединить всѣ эти виды и произвести ихъ отъ одного основного типа. Подобныя формы, представляющія, такъ сказать, раннюю стадію развитія другого класса, получаютъ

названіе *эмбріональныхъ типовъ* или также и *коллективныхъ типовъ*—вслѣдствіе того, что они соединяютъ въ себѣ признаки многихъ отдаленныхъ теперь группъ животнаго или растительнаго царства и служатъ, такъ сказать, указаніемъ на общее происхожденіе ихъ.

Къ числу самыхъ странныхъ формъ, когда-либо существовавшихъ на земномъ шарѣ, относятся, безъ сомнѣнія, *панцырныя рыбы*, тѣло которыхъ покрыто цѣликомъ или отчасти костными пластинками. Панцырныя и прочія ганоидныя рыбы не были единственными обитателями древнихъ морей. Вмѣстѣ съ ними жили хищныя, прожорливыя рыбы, такъ называемыя *Селахіи* (Selachii), похожія на акулъ. Къ сожалѣнію, точное строеніе ихъ неизвѣстно, такъ какъ до насъ дошли только окостенѣвшія плавниковыя иглы и зубы ихъ. У акулъ, даже у современныхъ, скелетъ хрящевой, легко подвергающійся разрушенію; у нихъ нѣтъ ни костныхъ пластинокъ, ни чешуи, но зубы ихъ имѣютъ чрезвычайно характерный видъ. Конечно по однимъ только зубамъ все таки нельзя возстановить строеніе животнаго.



Рис. 120. Панцырная рыба—Коккостеусъ (Coccosteus).

Девонская фауна тѣсно примыкаетъ къ силурійской въ отношеніи богатства безпозвоночными. Изъ зоофитовъ особенное значеніе представляютъ кораллы, изъ видовъ Zoontharia rugosa и tabulata. Коралловые рифы значительныхъ размѣровъ встрѣчаются въ девонскихъ отложеніяхъ въ Эйфелѣ, Арденнскихъ горахъ, Англіи и Сѣверной Америкѣ.

Граптолиты, столь характерные для силурійской эпохи, исчезаютъ въ девонскій періодъ. Такова же судьба и цистоидей, въ то время какъ криноидеи или морскія лиліи достигаютъ наивысшей точки своего развитія. Число плеченогихъ начинаетъ уменьшаться, но все-таки и въ девонскую эпоху насчитываютъ еще 1.400 видовъ ихъ. Изъ моллюсковъ господство все еще принадлежитъ головоногимъ; кромѣ видовъ, извѣстныхъ еще въ силурійскую эпоху, начинаютъ появляться первые *аммониты*. Различіе между наутилидами и аммонитами въ существенныхъ чертахъ сводится

къ слѣдующему: у наутилидъ перегородки многокамерной скорлупы представляются обыкновенно чуть-чуть изогнутыми, на подобіе часового стеклышка; у аммонитовъ же перегородки имѣютъ чрезвычайно неправильный видъ и края ихъ представляются сильно изогнутыми или же зубчатыми. Настоящіе аммониты достигаютъ наивысшаго развитія лишь въ мезозойскую эру и являются характерными ископаемыми для юрской или мѣловой системы.

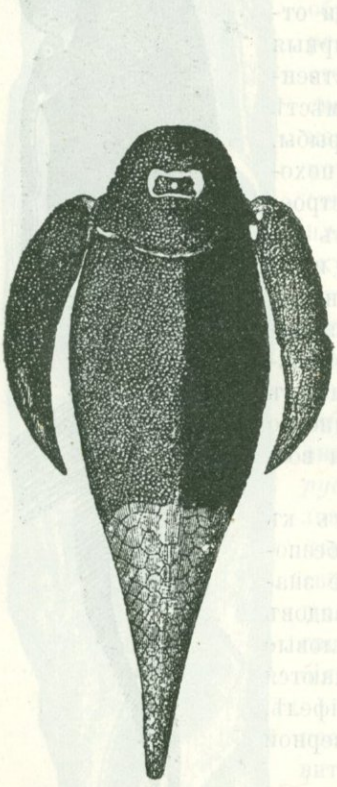


Рис. 121. Панцырная рыба—Птерихтюсъ (Pterichtys).

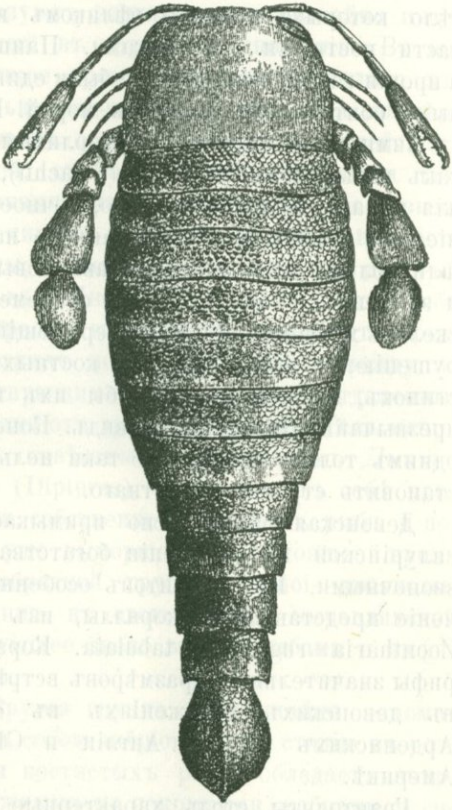


Рис. 122. Ракообразное — Птерюготусъ (Pterygotus anglicus) изъ краснаго песчаника Шотландіи.

Въ заключеніе намъ остается еще сказать нѣсколько словъ о *ракообразныхъ*, игравшихъ такую значительную роль въ предшествовавшую эпоху. Съ девонской эпохой начинается періодъ ихъ упадка: въ силурійскій періодъ число различныхъ видовъ ихъ достигало до 1.600, въ девонскій найдено едва 200 видовъ, изъ числа которыхъ не появляется ни одного новаго вида. Вмѣстѣ съ трилобитами встрѣчаются еще нѣсколько другихъ видовъ ракo-

образныхъ, появившихся тоже впервые въ силурійскій періодъ; изъ числа ихъ укажемъ только на группу *исполинскихъ раковъ* (gigantostraca), превосходящихъ своей величиной всѣ родственные имъ виды. На рисункѣ изображенъ знаменитый Pterygotus anglicus, называемый въ Шотландіи также «серафимомъ», вслѣдствіе сходства его клешней съ крыльями ангеловъ. Онъ достигалъ 6 футовъ въ длину и 1 фута въ ширину, но по своей организаціи значительно ниже нашихъ рѣчныхъ раковъ, омаровъ и краббовъ; всего ближе стоитъ онъ къ теперешнему Лимулусу — *Limulus*, представляющему очень древній типъ и тоже достигающему значительной величины. Такъ напр., одинъ американскій видъ Limulus, извѣстный подъ названіемъ «короля краббовъ» (Limulus polyphemus), достигаетъ въ длину болѣе $2^1/_2$ футовъ. Въ послѣдующемъ, въ каменноугольномъ періодѣ, исполинскіе краббы, равно какъ и трилобиты, вымираютъ и уступаютъ свое мѣсто другимъ классамъ животныхъ.

Обозрѣвая девонскую фауну, мы видимъ, что природа сдѣлала значительный шагъ впередъ въ этотъ періодъ. Міровая сцена медленно, постепенно, почти непримѣтно мѣняетъ свой видъ и только къ концу этого періода мы съ удивленіемъ замѣчаемъ, что формы стараго міра замѣстились новыми, высшими.

## ГЛАВА XXIII.

### Каменноугольный періодъ.

Богатство каменноугольной флоры.—Прогрессъ въ мірѣ животныхъ.—Горныя породы этой системы.—Обширныя болота и ихъ обитатели.—Причудливыя растенія: сигилляріи, лепидодендроны, папоротники, каламиты.—Происхожденіе каменнаго угля.

Это періодъ, въ который не только растительное царство достигло небывалаго расцвѣта, но и въ мірѣ животныхъ произошли существенныя перемѣны. Въ то время какъ въ девонскій періодъ самыми высшими представителями фауны являлись хрящевыя рыбы, въ каменноугольный появляются уже такія сравнительно высоко-организованныя формы, какъ земноводныя животныя, похожія на амфибій и гадовъ.

«Въ каменноугольный періодъ,—говоритъ Сапорта, — растительное царство обнаруживаетъ не только богатство, но прямо расточительность. Физическія и климатическія особенности должны были способствовать не только возникновенію, но и развитію такихъ условій, плодомъ которыхъ явился каменный уголь и о которыхъ можно составить себѣ самое блѣдное представленіе по теперешнимъ торфянымъ болотамъ».

Каменноугольному періоду дано это названіе, чтобы отмѣтить тѣмъ самымъ его богатство ископаемыми горючими углеродистыми веществами. Однако ошибочно было бы думать, что каменноугольная система, почти равняющаяся по своей мощности девонской, состояла сплошь или преимущественно изъ каменнаго угля; напротивъ, въ отношеніи распространенія и мощности слоевъ каменноугольныя отложенія занимаютъ въ ней второстепенное мѣсто и, подобно тому, какъ мы видѣли это въ другихъ системахъ, и здѣсь первенствующую роль играютъ известняки, доломитъ, гипсъ, ангидритъ, глинистый сланецъ и сланцевыя глины, песчаники и конгломераты. Въ нѣкоторыхъ странахъ, какъ напр. въ нѣкоторыхъ мѣстностяхъ Россіи и почти по всей Ирландіи, отложенія каменноугольной системы, несмотря на свое значительное распространеніе, или вовсе не заключаютъ въ себѣ каменнаго угля, или же содержатъ его отдѣльными скудными пластами, такъ что добываніе его оказывается невыгоднымъ.

Не слѣдуетъ думать, что въ теченіе каменноугольнаго періода повсемѣстно на земномъ шарѣ отлагался уголь или, правильнѣе говоря, значительныя количества растительныхъ остатковъ, — несомнѣнно и тогда уже существовали условія, не очень рѣзко отличавшіяся отъ современныхъ условій. Съ другой стороны, начиная съ силурійской эпохи, во всѣхъ системахъ встрѣчается каменный уголь и родственныя ему горючія вещества, залегающія иногда такими мощными пластами, которые составляютъ рѣдкость даже въ собственно каменноугольной системѣ. Образованіе угля происходитъ и въ настоящее время и вѣроятно совершалось во всѣ времена, когда только существовали материки, покрытые растительностью. Правда, передъ нашими глазами происходитъ образованіе не каменнаго угля, а только торфа, который съ теченіемъ времени превращается въ бурый и каменный уголь и наконецъ въ антрацитъ и графитъ.

Конечно не всѣ залежи угля сохранились до настоящаго времени, а изъ сохранившихся далеко не всѣ доступны намъ; нѣтъ никакого сомнѣнія, что безчисленныя залежи были размыты и унесены водой, другія залиты океаномъ, покрывающимъ, какъ извѣстно, почти три четверти всей поверхности земного шара.

Геологи высказываются различнымъ образомъ относительно того, имѣется ли научное основаніе для присвоенія каменноугольному періоду его названія. Рудольфъ Людвигъ въ своемъ сочиненіи «Buch der Geologie» говоритъ: «Съ тѣхъ поръ какъ было дознано и признано, что во всѣ времена на поверхности земли совершалось образованіе мощныхъ пластовъ каменнаго угля и что собственно каменноугольная формація содержитъ уголь лишь на небольшихъ участкахъ обширной площади своего протяженія,

опредѣленіе этой формаціи словомъ «каменноугольная», строго говоря, не можетъ считаться правильнымъ. Мы должны однако держаться этого названія до тѣхъ поръ, пока не будутъ введены научныя опредѣленія для всѣхъ системъ». Но справедливость требуетъ признать, что по богатству каменнымъ углемъ никакая другая система не можетъ соперничать съ каменноугольной и что, повидимому, никогда болѣе не повторятся подобныя благопріятныя условія, совокупность которыхъ произвела накопленіе такихъ огромныхъ массъ горючаго матеріала.



Рис. 123. Лѣсъ каменноугольнаго періода.

Перенесемся мысленно въ одинъ изъ тѣхъ густыхъ лѣсовъ, которые въ каменноугольный періодъ покрывали низменные острова и материки сѣвернаго полушарія. Насъ охватываетъ мрачное безмолвіе, лишь изрѣдка прерываемое однообразнымъ трещаніемъ сверчка или глухими порывами вѣтра. Напрасно стали бы мы искать яркаго цвѣтка или пестрой бабочки—первобытный лѣсъ лишенъ разнообразія красокъ и ароматовъ. Напрасно стали бы мы прислушиваться къ птичьимъ голосамъ — ни одна птица не оживляетъ глубокой тишины; напрасно охотникъ сталъ бы искать

слѣдовъ дичи—ея нѣтъ; одни только прожорливыя ящерицы, гигантскіе паукообразные, да сверчки—вотъ представители царства животныхъ. Подъ корой и въ дуплахъ старыхъ деревьевъ, да въ

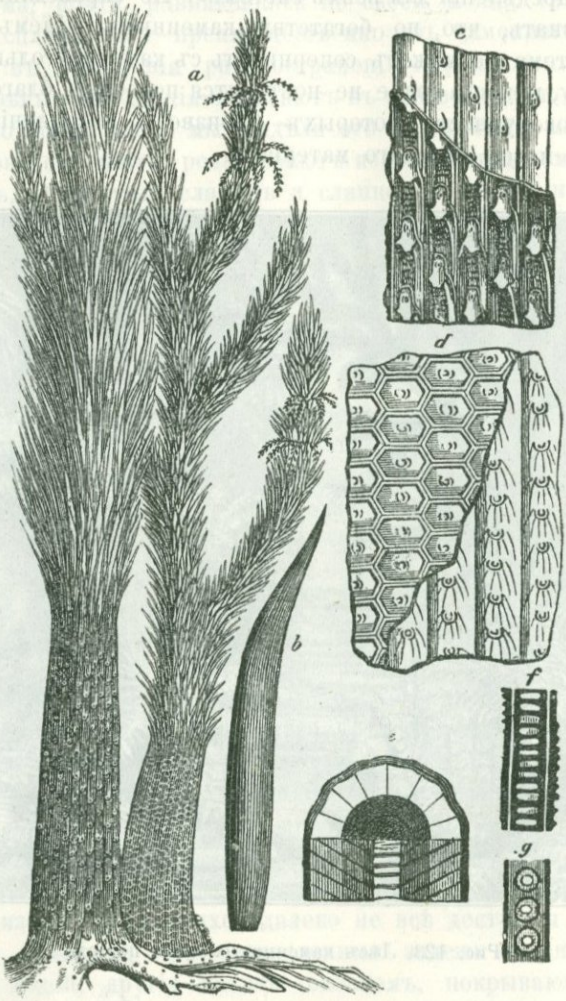



Рис. 124. Сигиллярія (Sigillaria Brong): *a*—реставрированное дерево; *b*—вайя; *c* и *d*—куски ствола съ корой различныхъ видовъ; *e*—разрѣзъ ствола; *f*—лѣстничный сосудъ изъ древеснаго кольца, окружающаго древесину; *g*—трубчато-точечный сосудъ изъ древеснаго кольца, окружающаго древесину.

гніющей дресвѣ, повсюду покрывающей сырую почву, копошатся ядовитые скорпіоны и отвратительныя тысяченожки. А изъ топкаго болота, тянущагося отъ подошвы отлогихъ лѣсистыхъ холмовъ на далекое пространство, выползаютъ лѣнивыя, тупоумныя

четвероногія: крокодилообразная саламандра и лягушки величиною съ вола. Въ полномъ соотвѣтствіи съ этимъ страннымъ міромъ животныхъ находится и царство растеній. Въ каменноугольномъ лѣсу нѣтъ ни березы, ни бука, ни дуба, ни привычныхъ нашему глазу кустарниковъ. Онъ не напоминаетъ и тропическаго пейзажа. Каменноугольный лѣсъ представляетъ своеобразную, совершенно незнакомую намъ картину, не встрѣчающуюся теперь нигдѣ на земномъ шарѣ. Изъ топкой почвы поднимаются причудливыя деревья съ немногочисленными вѣтвями, заканчивающимися въ видѣ кисточекъ, состоящихъ изъ не менѣе своеобразныхъ листьевъ, или же вовсе лишенныя вѣтвей и представляющія на своей верхушкѣ пучокъ листьевъ, торчащій щеткой. Это такъ называемыя *сигилляріи*. Листья на этихъ деревьяхъ повидимому были мечевидные и придавали столпообразному стволу странный щетинистый видъ. Отпадая, они оставляли на деревѣ кругловатые или шестиугольные рубчики, схожіе съ отпечаткомъ, оставленнымъ сургучной печатью. На основаніи этого сходства и было дано растеніямъ названіе *сигиллярія*—*Sigillaria* (Sigillum—печать).

Сигилляріи принадлежали къ великанамъ каменноугольнаго лѣса: высота ихъ доходила до 100 фут., а въ поперечникѣ они имѣли отъ 1—4 фут. Ихъ мѣсто въ царствѣ растеній до сихъ поръ еще не выяснено окончательно. По всей вѣроятности они принадлежали къ классу Lycopodiaceae—плауновымъ, но весьма возможно также и то, что они представляли переходную ступень отъ высшихъ споровыхъ растеній къ низшимъ цвѣтковымъ растеніямъ, потому что они соединяютъ въ своемъ микроскопическомъ строеніи признаки тѣхъ и другихъ, т. е. представляютъ коллективный типъ.

Съ сигилляріями по величинѣ могутъ соперничать *лепидодендроны*. Стволъ ихъ также покрытъ чешуйчатыми рубчиками, слѣдами отпавшихъ листьевъ. Отсюда растеніе получило свое названіе (lepis—чешуя, dendron—дерево). Лепидодендроны были богаче вѣтвями, чѣмъ сигилляріи, но и они не обладали тѣнистой листвой и вмѣстѣ съ сигилляріями представляли довольно жалкую картину, плохо согласовавшуюся съ представленіемъ о пышномъ тропическомъ лѣсѣ, какое принято связывать съ лѣсомъ каменноугольной эпохи. Для классификаціи этихъ растеній чрезвычайно важны остатки плодовъ; они неопровержимо доказываютъ близкое родство ихъ съ нашими плауновыми. О корняхъ сигиллярій и лепидодендроновъ долгое время не имѣли никакихъ достовѣрныхъ свѣдѣній; знали только о существованіи своеобразныхъ палокъ, сильно развѣтвлявшихся книзу и переходившихъ кверху въ короткій, нерѣдко куполообразный конецъ. Ихъ долгое время принимали за особый видъ растеній, которыя получили названіе

*стигмарій*, на томъ основаніи, что вилообразно развѣтвляющіеся корни ихъ, доходившіе до 20—25 фут. длины, представлялись густо усѣянными точками—stygmata. Однако и дальнѣйшія изслѣдованія показали, что эти stygmata соотвѣтствуютъ мѣстамъ отхожденія корешковъ, слѣд. опять-таки суть не что иное, какъ рубцы.

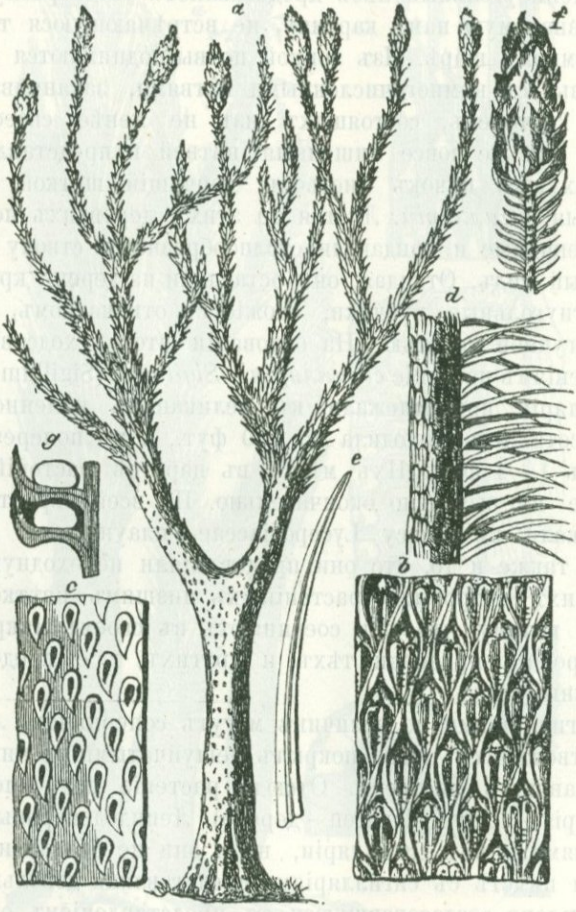



Рис. 125. Лепидодендронъ: *a*—реставрированное дерево; *b* и *c*—куски коры; *d*—сучокъ съ вайями; *e*—вайя; *f*—плодовая шишка; *g*—два листа изъ плодовой шишки съ плодами.

Эти стигмаріи нерѣдко встрѣчаются въ соединеніи со стволами сигиллярій, и въ настоящее время считается доказаннымъ, что они суть не что иное, какъ корни этихъ растеній. Но повидимому не всѣ эти образованія являются корнями сигиллярій. Дѣло въ томъ, что стигмаріи встрѣчаются и въ такихъ мѣстахъ, гдѣ отсутствуютъ сигиллярiи, изъ чего слѣдуетъ, что и другія растенія,

преимущественно же лепидодендроны, тоже обладали вѣроятно такими корнями.

Но не одни сигиллярiи и лепидодендроны существовали въ каменноугольный перiодъ. Рядомъ съ ними возвышались древовидные папоротники со стволами, носящими слѣды листьевъ, съ великолѣпными кронами, состоящими изъ длинныхъ перистыхъ листьевъ. Вмѣстѣ съ древовидными папоротниками существовали



Рис. 126. Selaginella spinulosa (изъ плауновыхъ) — ближайшiй родственникъ лепидодендронамъ.

и травянистые виды, маскировавшiе свѣжей зеленью своихъ изящныхъ листьевъ черную, болотистую почву. Подобно теперешнимъ мхамъ и травамъ, — говоритъ Карусъ Штернъ, — они образовали пышные луга, какъ это и теперь еще можно видѣть въ сыромъ климатѣ нѣкоторыхъ острововъ Южнаго океана.

Классификацiя и номенклатура каменноугольныхъ папоротниковъ до сихъ поръ еще недостаточна, такъ какъ она основана исключительно на распредѣленiи нервовъ листьевъ. На основанiи

этого признака различаютъ многіе виды. Несмотря на всю простоту и практическое удобство, представляемыя этой классификаціей, нельзя не признать ея несостоятельности съ научной точки зрѣнія, такъ какъ теперь доказано, что направленіе нервовъ листа

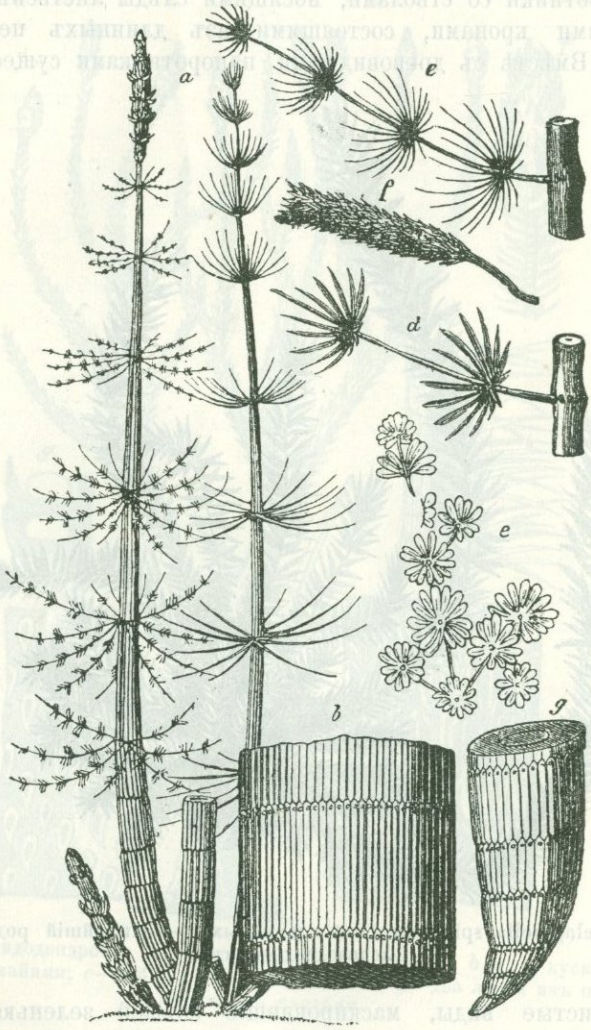



Рис. 127. Каламиты (Calamites Suck.): *a*—реставрированныя деревья; *b*—кусокъ ствола; *c*, *d*, *e*—вѣтви съ листьями; *f*—плодовая шишка; *g*—корень.

не можетъ служить отличительнымъ признакомъ. Въ основу современной классификаціи кладется строеніе и расположеніе органовъ воспроизведенія, подобно тому, какъ цвѣтковыя растенія классифицируются на основаніи строенія цвѣтка.

Кромѣ папоротниковъ, въ каменноугольной формаціи встрѣчаются остатки *каламитовъ*—растеній, близкихъ къ современнымъ хвощамъ. Они имѣли видъ толстыхъ, членистыхъ, утончающихся кверху, стволовъ, раздѣленныхъ поперечными перегородками на многочисленные этажи, скудно покрытыхъ вѣтвями и листьями и снабженныхъ большими булавовидными спорогоніями, заключавшими въ себѣ споры. Обыкновенно въ отложеніяхъ находятъ лишь отдѣльные обломки стволовъ, покрытые обуглившейся корой, почти всегда лишенные листьевъ и вѣтвей и нерѣдко заполненные, вмѣсто сердцевины, окаменѣвшимъ иломъ.

Изъ другихъ растительныхъ остатковъ, находимыхъ въ большомъ количествѣ въ отложеніяхъ каменноугольной эпохи, слѣдуетъ назвать *аннуляріи*, *астерофиллиты и стенофиллиты*. Мѣсто, занимаемое ими въ царствѣ растеній, до сихъ поръ еще не установлено окончательно; они принимались то за самостоятельныя растенія, то за отдѣльныя листья и вѣтки. Это относится въ особенности къ астерофиллитамъ и стенофиллитамъ.

По мнѣнію нѣкоторыхъ ученыхъ, настоящіе астерофиллиты были растенія съ высокими стеблями, сгибавшимися подъ тяжестью листьевъ, и нуждавшіяся въ поддержкѣ, подобно ползучимъ пальмамъ первобытныхъ тропическихъ лѣсовъ. Аннуляріи же и стенофиллиты были водяныя, на половину погруженныя въ воду, растенія, листья которыхъ разстилались на поверхности воды: ихъ тонкіе, длинные стебли не были въ состояніи удержать растеніе въ вертикальномъ положеніи.

Кромѣ вышеупомянутыхъ споровыхъ растеній, въ каменноугольныхъ лѣсахъ встрѣчались и низшіе представители сѣмянныхъ растеній, а именно виды, родственные нашимъ саговымъ пальмамъ или цикадовымъ и аурокаріевиднымъ хвойнымъ деревьямъ. Мы пока располагаемъ еще слишкомъ скудными свѣдѣніями о строеніи и наружномъ видѣ этихъ растеній, для того чтобы вдаваться въ какія-либо подробности относительно ихъ. Во всякомъ случаѣ, можно предположить, что каменноугольная флора не знала еще высшихъ или настоящихъ представителей *цвѣтковыхъ* растеній.

Несмотря на исполинскій ростъ и причудливыя формы сигиллярій и лепидодендроновъ, несмотря на своеобразное изящество папоротниковъ и разнообразіе формъ каламитовъ, аннуларій, астерофиллитовъ и сфенофиллитовъ, каменноугольная флора должна была производить суровое, непріятное впечатлѣніе.

Циттель (Zittel) въ своемъ сочиненіи «Aus der Urzeit» *) тоже

*) Русскій переводъ этой книги, подъ ред. проф. А. И. Иностранцева, носитъ названіе «Первобытный міръ».

отмѣчаетъ мрачный, угрюмый характеръ тогдашней растительности: «Печальный, монотонный видъ представляли, должно быть, первобытные лѣса той эпохи, гдѣ господствовали одни лишь растенія, лишенныя цвѣтовъ, гдѣ скудно поросшіе листьями каламиты, или столбообразныя, покрытыя рубчиками, почти лишенныя вѣтвей,

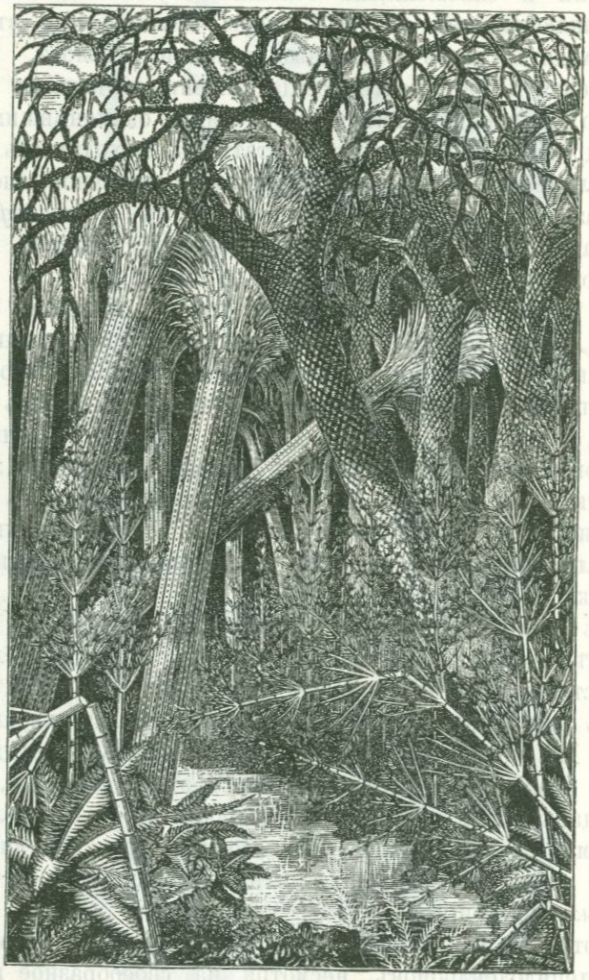


Рис. 128. Каламиты, сигиллярія, лепидодендроны.

сигиллярія тѣснились другъ возлѣ друга, гдѣ лепидодендроны, съ ихъ вилообразными развѣтвляющимися верхушками, усаженными щетинистыми листьями, возвышались надъ всѣми остальными деревьями, а блѣдная зелень папоротниковъ или травянистыхъ хвощей заступала мѣсто подлѣска, травы и цвѣтовъ. Даже самое

пылкое воображеніе съ трудомъ можетъ представить себѣ весь этотъ своеобразный міръ. Напрасно стали бы мы искать теперь гдѣ-нибудь подобныхъ картинъ. Развѣ только въ Новой Зеландіи, съ ея первобытной, нетронутой флорой, первые путешественники могли найти нѣчто родственное давно минувшимъ временамъ. И тамъ туземная флора состоитъ преимущественно изъ высокихъ аурокарій и древовидныхъ и кустарниковидныхъ папоротниковъ, и тамъ отсутствіе живыхъ существъ производитъ истинно удручающее впечатлѣніе». «Въ глубинѣ этихъ лѣсовъ,—говоритъ Гохштетеръ, извѣстный изслѣдователь Новой Зеландіи, — все мрачно и мертво; ни пестрыя бабочки, ни птицы, ничто не нарушаетъ однообразія; вся жизнь какъ будто вымерла, и послѣ многодневныхъ странствованій по этимъ мрачнымъ и пустыннымъ лѣсамъ съ восторгомъ выходишь на открытое мѣсто и привѣтствуешь снова дневной свѣтъ»...

---

Какъ извѣстно, черный каменный уголь находится въ близкомъ родствѣ съ блестящимъ алмазомъ, красивѣйшимъ изъ камней, встрѣчающихся на землѣ. Алмазъ состоитъ изъ чистаго углерода, и этотъ же углеродъ входитъ въ составъ каменнаго угля въ количествѣ 75—90%.

Исторія происхожденія алмаза до сихъ поръ далеко еще не выяснена; что же касается каменнаго угля, то въ настоящее время уже извѣстны съ большой точностью условія его возникновенія. Прежде всего слѣдуетъ сказать, что воззрѣніе, по которому морскія водоросли послужили матеріаломъ для образованія каменнаго угля, встрѣчаетъ очень много серьезныхъ возраженій. Сланцы и песчаники, залегающіе между отдѣльными каменноугольными пластами, заключаютъ въ себѣ *наземныя* растенія, а не водоросли; кромѣ того, въ современныхъ моряхъ, несмотря на самое роскошное развитіе водорослей, не происходитъ образованія каменнаго угля. Если вблизи каменноугольныхъ залежей и встрѣчаются иногда морскія отложенія, то присутствіе ихъ легко объяснить предположеніемъ, что части материка временно заливались моремъ, которое оставляло тутъ свои отложенія, или же тѣмъ, что торфяныя и каменноугольныя массы, образовавшіяся на материкѣ, были унесены въ море и погребены тамъ. Большія количества плавучаго лѣса тѣмъ же способомъ могли отлагаться въ морѣ и обугливаться. Чрезвычайный интересъ въ этомъ отношеніи представляютъ изслѣдованія, произведенныя въ Саргасскомъ морѣ,— той части Атлантическаго океана, которая настолько переполнена плавучими водорослями, что суда иногда съ трудомъ пробираются сквозь нихъ. Въ этомъ Саргасскомъ морѣ нигдѣ нельзя было найти скопленій опустившихся на дно водорослей—почва дна вездѣ

состояла изъ ила, въ образованіи котораго принимали участіе глобигерины, а не водоросли. Отбросы растительныхъ массъ, находящихся на поверхности Саргасскаго моря, вѣроятно пожираются морскими животными, и поэтому ихъ не находятъ на днѣ океана, а слѣдовательно они и не могли послужить матеріаломъ для образованія каменнаго угля.

Въ настоящее время установлено почти съ несомнѣнностью, что каменный уголь состоитъ не изъ водорослей, а изъ остатковъ сигиллярій, лепидодендроновъ и каламитовъ. Папоротники дали сравнительно мало матеріала для образованія каменнаго угля; только рѣдкія залежи состоятъ почти исключительно изъ стволовъ папоротниковъ, между тѣмъ какъ листья ихъ находятся въ изобиліи въ вышележащемъ слоѣ сланцевой глины.

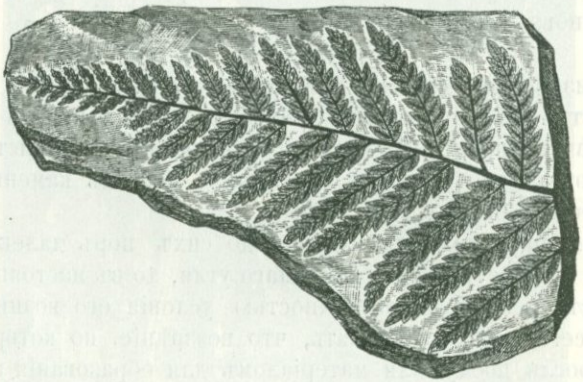


Рис. 129. Pecopteris dentata. Водоросль изъ каменноугольныхъ отложеній.

Какимъ образомъ могло совершиться накопленіе такихъ огромныхъ растительныхъ массъ, какія понадобились для образованія колоссальныхъ по своему богатству каменноугольныхъ залежей? Даже предположивши, что тогдашняя флора далеко превосходила по быстротѣ роста и обилію флору современныхъ тропическихъ странъ—что требуетъ еще доказательствъ,—мы все-таки не разрѣшимъ вопроса. Одно время предполагали, что погибшіе лѣса послужили матеріаломъ для образованія каменнаго угля; но вычисленія доказали всю несостоятельность этой теоріи. Оказалось, что для образованія каменноугольнаго пласта мощностью въ 1 метръ понадобился бы слой растительности вышиной въ 9 метровъ, а по Шеландье, столѣтній буковый лѣсъ, превращенный въ уголь, покрылъ бы почву слоемъ толщиной не болѣе 16 миллиметровъ. Болѣе состоятельной оказалась *теорія плавучаго лѣса.* Какъ извѣстно, нѣкоторыя рѣки увлекаютъ въ своемъ теченіи огромныя количества лѣса и другихъ наземныхъ растеній и отла-

гаютъ ихъ вблизи устья. Примѣромъ такого явленія, совершающагося въ грандіозныхъ размѣрахъ, можетъ служить устье рѣки Миссисипи. Туда сплавляются иногда такія громадныя количества древесныхъ стволовъ, что они занимаютъ площадь, простирающуюся на многія квадратныя мили и имѣющую нѣсколько метровъ въ высоту. Болѣе, чѣмъ вѣроятно, что при подобныхъ условіяхъ могутъ образоваться довольно значительныя отложенія каменнаго угля. Несомнѣнно, что нѣкоторые тонкіе каменноугольные пласты обязаны своимъ происхожденіемъ именно такого рода условіямъ, но происхожденіе *большинства* каменноугольныхъ залежей не можетъ быть объяснено этимъ путемъ. Не только пласты горныхъ породъ, среди которыхъ залегаетъ каменный уголь, не только степень сохраненія растительныхъ остатковъ и строеніе самаго угля, но прежде всего и главнымъ образомъ *мощность* каменноугольныхъ пластовъ и *громадное протяженіе* ихъ въ горизонтальномъ направленіи говорятъ противъ этой гипотезы. Вѣдь извѣстны такія залежи, которыя простираются на 30, 40 и даже на сотни квадратныхъ миль, сохраняя на всемъ этомъ громадномъ протяженіи болѣе или менѣе одинаковую мощность.

Въ послѣднее время теорія плавучаго лѣса претерпѣла различныя видоизмѣненія, предложенныя съ той цѣлью, чтобы согласовать ее съ значительнымъ распространеніемъ каменноугольныхъ залежей въ вертикальномъ и горизонтальномъ направленіяхъ, равно какъ и съ тѣмъ, доказаннымъ теперь, фактомъ, что каменный уголь представляетъ почти исключительно материковыя, а не морскія отложенія. Въ виду этихъ фактовъ было высказано мнѣніе, что въ странахъ, чрезвычайно богатыхъ растительностью и представляющихъ поверхность въ видѣ котловинъ, обрушившіяся въ силу тѣхъ или другихъ причинъ деревья, а также опавшая листва и перегной были унесены водой и погребены въ большихъ прѣсноводныхъ бассейнахъ, вслѣдствіе чего въ этихъ растительныхъ остаткахъ прекращалось дальнѣйшее гніеніе и начинался процессъ обугливанія.

Такъ напримѣръ, Сапорта говоритъ въ своемъ сочиненіи «Le monde des plantes avant l'apparition de l'homme»: «Накопившіеся растительные остатки, послужившіе матеріаломъ для образованія угля, уносились водой и осѣдали на дно, причемъ эти воды во время періода, потребнаго для образованія каждаго отдѣльнаго каменноугольнаго пласта, не содержали никакихъ другихъ осадковъ, которые могли бы нарушать чистоту каменноугольныхъ флецовъ».

Легко можно допустить, что *незначительные* флецы угля дѣйствительно могли образоваться такимъ путемъ, но эта теорія оказывается совершенно несостоятельной, для объясненія происхожде-

нія мощныхъ залежей чистаго угля, простирающихся на огромныя пространства, какъ мы видимъ это напримѣръ въ Англіи, Сѣверной Америкѣ, Китаѣ, потому что тогда мы должны были бы предположить, что въ теченіе продолжительныхъ періодовъ времени всѣ воды, вливавшіяся въ какое-нибудь огромнѣйшее внутреннее озеро, по своимъ размѣрамъ равное величайшимъ американскимъ озерамъ, содержало лишь слѣды глинистыхъ осадковъ и огромнѣйшія количества растительныхъ остатковъ. Но подобное допущеніе находилось бы въ прямомъ противорѣчіи со всѣмъ, что намъ извѣстно относительно дѣятельности текучей воды. Немыслимо, чтобы рѣки и ручьи, увлекавшіе въ своемъ теченіи мощныхъ великановъ тогдашнихъ лѣсовъ и отлагавшіе буквально цѣлыя древесныя горы, не сносили бы и не осаждали бы вмѣстѣ съ тѣмъ и большихъ массъ обломочнымъ породъ, гравія, песку и ила. Сапорта и его послѣдователи дѣлаютъ совершенно невѣроятное допущеніе, что два различныя состоянія чередовались другъ съ другомъ, что при одномъ изъ нихъ осаждались исключительно осадочныя породы, а при другомъ—растительные остатки. Въ настоящее время текучая вода не обнаруживаетъ подобнаго чередованія, и мы не имѣемъ никакого основанія допустить, что оно имѣло мѣсто въ минувшія времена.

Противъ теоріи плавучаго лѣса между прочимъ говоритъ еще слѣдующій фактъ. Нерѣдко отложенія, лежащія подъ каменноугольными пластами, оказываются густо заполненными корнями и корневищами каменноугольныхъ растеній, между тѣмъ какъ стволы и листья ихъ находятся въ вышележащемъ слою. По западному берегу Новой Шотландіи (Сѣверная Америка), по даннымъ Креднера, находится комплексъ слоевъ, мощностью въ 4.700 метровъ, въ которомъ повторяется 76 такихъ горизонтовъ, изъ нихъ каждый заполненъ корнями растеній, покрытъ хотя бы скуднымъ слоемъ каменнаго угля и нерѣдко заключаетъ въ себѣ вертикально стоящіе стволы сигиллярій и каламитовъ. Такіе же вертикальные стволы, часто находящіеся еще въ соединеніи съ корнями, встрѣчаются и въ нѣмецкихъ, французскихъ и англійскихъ каменноугольныхъ копяхъ, притомъ въ такомъ громадномъ количествѣ, которое заставляетъ окончательно отказаться отъ мысли, что всѣ эти деревья нѣкогда были сплавлены сюда издалека и случайно сохранили свое первоначальное вертикальное положеніе. Иногда такія нижнія части растеній оказываются удивительно хорошо сохранившимися; едва ли они могли бы уцѣлѣть въ такомъ видѣ, если бы сплавлялись по ручьямъ и рѣкамъ. Однимъ словомъ, вся совокупность извѣстныхъ намъ фактовъ указываетъ на то, что *большая часть каменнаго угля образовалась тамъ, гдѣ выросли растенія, послужившія матеріаломъ для ихъ образованія.*

*Торфяныя болота*, представляющія всевозможныя переходныя ступени къ залежамъ минеральнаго угля, показываютъ намъ, какимъ образомъ въ настоящее время можетъ совершаться образованіе каменнаго угля. Весьма естественнымъ является поэтому предположеніе, что каменный уголь каменноугольнаго періода есть не что иное, какъ видоизмѣненный торфъ. Это мнѣніе и было высказано впервые, уже девяносто лѣтъ тому назадъ, женевцемъ Де-Люкъ. Теорія эта, однако, долгое время отвергалась, и прошло почти цѣлое столѣтіе, прежде чѣмъ она окончательно восторжествовала.

Какъ было указано уже въ предыдущей главѣ, источниками происхожденія угля должны считаться не какія-либо экстраординарныя явленія природы и грандіозныя катастрофы, повлекшія за собою гибель каменноугольныхъ лѣсовъ, а преимущественно— и по отношенію къ большимъ каменноугольнымъ районамъ почти исключительно—такого рода процессы, которые можно наблюдать и въ настоящее время во всякомъ торфяномъ болотѣ.

Вотъ какъ описываетъ образованіе торфяныхъ болотъ извѣстный цюрихскій ученый, Освальдъ Гееръ. «Всякая органическая жизнь,—говоритъ онъ,—начинается съ безконечно малыхъ организмовъ, замѣтныхъ лишь вооруженному глазу и способныхъ размножаться въ неограниченномъ количествѣ. На сушѣ прежде всего появляются лишаи, покрывающіе пестрыми пятнами скалы и кору деревьевъ. За ними слѣдуютъ мхи, подготовляющіе твердыя породы къ воспріятію болѣе высоко организованныхъ растительныхъ формъ. Въ водѣ органическая жизнь начинается съ водорослей. Она зарождается, повидимому, въ совершенно чистой водѣ, подъ вліяніемъ воздуха и солнца, потому что и такая вода содержитъ въ себѣ зародыши крошечныхъ растеній и животныхъ, обладающихъ необычайно большой способностью размноженія и въ короткое время превращающихся въ цѣлыя полчища особей. Такимъ образомъ въ озерахъ и канавахъ, содержавшихъ первоначально чистую воду, создается цѣлый міръ микроскопическихъ организмовъ, безчисленное множество которыхъ погибаетъ ежегодно, осѣдая на дно въ видѣ слоя органическаго вещества. Правда, эти органическіе остатки постоянно уносятся текучей водой, и даже въ озерахъ и прудахъ не происходитъ накопленія ихъ, если дно состоитъ изъ водопроницаемыхъ пластовъ и слѣдовательно допускаетъ постоянное возобновленіе воды. Совсѣмъ иначе происходитъ дѣло при наличности условій, благопріятствующихъ застаиванію водъ. Образованіе естественнаго затвора, превращающаго воду въ стоячую, совершается благодаря дѣятельности маленькихъ ракообразныхъ животныхъ, въ невѣроятномъ количествѣ населяющихъ воду. Они умираютъ, ихъ скорлупки осѣдаютъ на дно

и вмѣстѣ съ известковыми осадками воды образуютъ мало-по-малу плотный известковый покровъ, покрывающій дно сѣровато-бѣлымъ слоемъ, извѣстнымъ подъ именемъ *озернаго мѣла*. Послѣ того какъ образовался этотъ водоупорный слой, цементирующій дно, въ стоячей водѣ начинается безпрепятственное осажденіе органическихъ остатковъ. Эта органическая масса является источникомъ новыхъ, болѣе высоко организованныхъ формъ. За водорослями слѣдуютъ плавучіе мхи, способные произвести нѣсколько милліоновъ сѣмянъ въ одной сѣменной коробочкѣ, очень быстро размножающіеся и образующіе поэтому, несмотря на свою ничтожную величину, огромныя массы органическаго вещества. Такимъ образомъ они подготовляютъ почву для цвѣтковыхъ растеній, изъ которыхъ раньше другихъ появляются пузырчатки (Utricularia vulgaris) съ изящно очерченными бокальчиками, наполненными водою. Во время цвѣтенія вода въ этихъ бокальчикахъ замѣщается воздухомъ, и растенія, въ силу своей легкости, поднимаются со дна на поверхность воды, гдѣ они и цвѣтутъ подъ дѣйствіемъ солнца и воздуха. Лишь только кончилось цвѣтеніе, какъ бокальчики снова наполняются водою и растеніе погружается на дно, гдѣ происходитъ созрѣваніе его плодовъ и сѣмянъ. Жалга (Potamogeton) и тысячелистики (Myriophyllum), въ изобиліи растущіе рядомъ съ пузырчатками, гнѣздятся своими корнями на днѣ протоковъ, и стебли ихъ доходятъ до поверхности воды, для того чтобы цвѣты могли выставляться изъ воды. Послѣ цвѣтенія эти растенія погружаются въ воду, между тѣмъ какъ кувшинчики разстилаютъ свои листья по поверхности воды и вмѣстѣ съ рясками (Lemna) образуютъ плавучій зеленый покровъ. Въ то же время съ береговъ навстрѣчу имъ надвигается тростникъ (Phragmites), безчисленные хвощи, осока, ситникъ и друг.; всѣ эти растенія тѣсно переплетаются между собой и понемногу затягиваютъ всю поверхность протоковъ. Поразительно, какую обширную сѣть могутъ образовать корни этихъ растеній въ мягкомъ илѣ или мхѣ. Камышъ выпускаетъ изъ себя длинные, съ многочисленными боковыми развѣтвленіями, отпрыски, изъ узловъ которыхъ вырастаютъ цѣлые пучки корней; они образуютъ понемногу толстый войлокъ, волокна котораго сплошными массами покрываютъ дно, а безколѣнокъ (Molinia) и другія образуютъ обширную, густо переплетающуюся, сѣтку, которая является въ видѣ массивныхъ островковъ, разстилающихся на мягкой кашицеобразной массѣ. Такимъ образомъ вмѣсто прежнихъ плавучихъ массъ получается болѣе солидный покровъ, на которомъ начинаетъ размножаться довольно большое число изящныхъ торфяныхъ растеній. Въ это время уже нигдѣ не замѣтно водной поверхности— все заполнено органической массой. Правда, нерѣдко образовав-

шійся покровъ дотого тонокъ, что люди или крупныя животныя, ступившіе на него, проваливаются въ болото. Иногда часть этой коры отрывается отъ берега и тогда получаются плавучіе острова.

«Въ кашицеобразныхъ органическихъ массахъ, находящихся подъ плотной корой, продолжается образованіе торфа, благодаря тому, что все новые и новые растительные остатки медленно разлагаются безъ доступа воздуха и понемногу превращаютъ кашицеобразную массу въ болѣе плотный торфъ. Но и сверху продолжаетъ разростаться кора. Торфяные мхи (Sphagnum), растущіе большими колоніями, или же окружающіе корни крупныхъ растеній играютъ при этомъ существенную роль. Они, подобно губкамъ, всасываютъ въ себя воду, притягивая ее изъ глубины, и поддерживаютъ почву постоянно влажной, чему, впрочемъ, содѣйствуютъ также роса и дождь. Среди мягкихъ, сырыхъ мховъ ютится трилистникъ (Menyanthes), съ цвѣтами, опушенными бѣлой бахрамой; къ нему присоединяется клюква и росянка.

Послѣ того, какъ озерко затянулось плотной корой, начинаетъ появляться древесная растительность, предвѣстниками которой служатъ верескъ (Calluna) и ползучая ива (Salix repens). Прежде всего появляются береза, большіе кусты крушины и ольха. Изрѣдка среди болота виднѣется сосна, но она плохо развивается на этой почвѣ. Какъ только дерево достигнетъ извѣстной вышины, а слѣдовательно и извѣстнаго вѣса, почва не можетъ болѣе выдержать его тяжести, оно проваливается и подвергается превращенію въ торфъ, подобно травянистой растительности. Кромѣ того, деревья легко опрокидываются вѣтромъ, благодаря чему верхніе слои торфа такъ часто оказываются пронизанными стволами березъ и сосенъ» *).

Итакъ, торфъ образуется частью изъ мховъ, частью изъ корней и отбросовъ болотныхъ и водяныхъ растеній, въ особенности болотныхъ травъ и осоки, частью же изъ деревянистыхъ растеній. Болѣе стойкія части этихъ растеній сохраняются, и мы встрѣчаемъ ихъ еще въ очень древнемъ торфѣ, между тѣмъ какъ мягкія травянистыя части превращаются въ кашицеобразную массу. Разложившіяся растенія превращаются мѣстами въ коричневую студенистую массу, становящуюся при высыханіи твердой и ломкой; она встрѣчается большей частью въ видѣ небольшихъ гнѣздъ или жилъ, а иногда и бо́льшими массами.

*) Ходъ заростанія озеръ и превращенія ихъ въ болота можетъ быть и иной, какъ то показали изслѣдованія Г. И. Танфильева. Часто на озерѣ *прежде всего* появляются *цвѣтковыя* растенія, затягивающія озеро съ береговъ; они служатъ почвою для мховъ и другихъ растеній. Тотъ же ученый объясняетъ нахожденіе на днѣ торфяниковъ *деревьевъ*, главнымъ образомъ, не проваливаніемъ ихъ, а постепеннымъ обростаніемъ болотной растительностью.

«Кора торфяныхъ болотъ первоначально образуетъ горизонтальную плоскость, но по мѣрѣ того, какъ она наростаетъ, середина ея мало-по-малу начинаетъ приподыматься надъ окружающими частями; такимъ образомъ получается такъ называемое *выпуклое* болото, нерѣдко достигающее значительной толщины. Такое болото получаетъ свою влагу только отъ дождя и росы, впитываетъ ее, подобно губкѣ, и въ состояніи удерживать влагу въ теченіе долгаго времени, отдавая ее въ видѣ водяныхъ паровъ. Вслѣдствіе этого подобное болото постоянно окружено атмосферой, пропитанной испареніями, что еще болѣе содѣйствуетъ развитію болотной растительности.

«Болота, лежащія въ низинахъ, носятъ названіе *низинныхъ* болотъ. Кромѣ дождя, они получаютъ воду еще и другими путями. Низинныя болота часто возникаютъ вблизи рѣкъ съ спокойнымъ теченіемъ и по берегамъ внутреннихъ озеръ. Пфеффикерское озеро въ Цюрихскомъ кантонѣ окружено со всѣхъ сторонъ такими болотами, и здѣсь можно видѣть, какъ разрастающееся болото постепенно оттѣсняло берега озера. Тамъ, гдѣ Аабахъ беретъ начало изъ Пфеффикерскаго озера (вблизи извѣстнаго своими свайными постройками Робенгаузена), простирается теперь болото. Изслѣдованіе подпочвы показываетъ, что нѣкогда на этомъ мѣстѣ было озеро. Оказывается, что торфъ покоится на озерномъ мѣлѣ, содержащемъ на себѣ безчисленное множество раковинъ, а надъ этимъ слоемъ мѣстами находятъ многочисленные слѣды прежнихъ обитателей свайныхъ построекъ, устраивавшихъ въ водѣ свои жилища. Пластъ, содержащій эти остатки, покрытъ торфянымъ слоемъ, толщиной отъ 5 до 7 фут., образовавшимся, стало быть, уже позднѣе и оттѣснившимъ воду. Сваи, на которыхъ покоилось деревянное основаніе свайныхъ построекъ, проходятъ насквозь черезъ слои озернаго мѣла; между тѣмъ обугленные плоды, сѣмена растеній, употреблявшихся въ пищу свайными жителями, и кости ихъ домашнихъ животныхъ оказываются лежащими непосредственно на отложеніяхъ озернаго мѣла, изъ чего необходимо заключить, что они упали на дно озера раньше, чѣмъ сталъ отлагаться торфъ. Но образованіе его, очевидно, началось еще въ то время, когда въ этомъ мѣстѣ существовали свайныя постройки, потому что въ самомъ торфѣ—по крайней мѣрѣ въ нижнихъ его слояхъ—встрѣчаются остатки человѣческой культуры. Повидимому свайнымъ жителямъ было неудобно это образованіе торфа, и они старались препятствовать ему; такъ напр., въ одномъ мѣстѣ среди торфа находятъ груду камней, очевидно наваленныхъ съ цѣлью задержать дальнѣйшее накопленіе торфа. Временныя наводненія тоже останавливали образованіе торфа; такъ напр., на восточной сторонѣ болота мы находимъ среди торфа слой озернаго мѣла,

происхожденіе котораго можно объяснить только этимъ путемъ. Дѣло не дошло здѣсь до образованія *выпуклаго* болота, хотя можно съ увѣренностью сказать, что развитіе этого торфянаго болота началось за нѣсколько тысячъ лѣтъ тому назадъ, потому что Робенгаузеновскія свайныя постройки относятся къ каменному вѣку. Оружіе и орудія, открытыя тамъ, изготовлены исключительно изъ камня, рога, кости и дерева. Хорошо сохранившееся состояніе, въ которомъ найдены не только эти предметы, но и необугленные плоды, какъ напр. водяные орѣхи, сосновыя шишки, сѣмена земляники и малины, и даже такія нѣжныя образованія, какъ листья буковъ и мха,—указываетъ на консервирующую способность торфяныхъ болотъ, зависящую преимущественно отъ содержанія въ нихъ ульминовой кислоты. Эта кислота безпрерывно образуется разлагающимися растеніями, и такъ какъ она никуда не уносится въ стоячей водѣ, то и можетъ безпрепятственно совершать свою работу—образованіе торфа.

«У Пфеффикерскаго озера, а также и вблизи многихъ другихъ небольшихъ швейцарскихъ озеръ, образованіе торфа началось подъ водой, и понадобились цѣлыя столѣтія и даже тысячелѣтія, прежде чѣмъ на торфяномъ болотѣ могла возникнуть лѣсная растительность, какъ послѣднее звено въ длинной цѣпи постепеннаго развитія. Иногда явленія идутъ и въ обратномъ порядкѣ: лѣсъ предшествуетъ образованію торфа. Если вслѣдствіе какой-либо случайности является препятствіе для оттока воды изъ лѣса, то она накопляется въ углубленіяхъ почвы. Вслѣдъ за тѣмъ наступаетъ развитіе водяной растительности, а впослѣдствіи и образованіе торфа. Нѣкоторые лѣсные мхи препятствуютъ росту близъ стоящихъ деревьевъ, которыя постепенно погибаютъ. Такимъ образомъ мало-по-малу прежняя лѣсная почва превращается въ торфяную, гдѣ деревья служатъ первымъ основаніемъ для торфа и принимаютъ участіе въ его образованіи. Однако существенная роль и тутъ принадлежитъ мхамъ, камышамъ и болотнымъ растеніямъ. Лишь только торфъ достигъ извѣстной вышины, какъ на немъ снова начинаютъ произрастать березы и сосны.

«Благодаря такимъ условіямъ, на днѣ торфяныхъ болотъ нерѣдко находятъ большіе стволы сосенъ, дубовъ и буковъ».

Итакъ, независимо отъ существованія болотныхъ растеній, причинами, обусловливающими происхожденіе торфа, слѣдуетъ считать стоячую воду, непроницаемую подпочву и присутствіе извѣстныхъ консервирующихъ кислотъ. Существенную роль играютъ также свойства притекающей воды, такъ какъ вода, содержащая много минеральныхъ составныхъ частей, нейтрализуетъ кислоты, дѣлаетъ ихъ недѣйствительными.

Изъ дальнѣйшихъ факторовъ, имѣющихъ вліяніе на образо-

ваніе торфа, слѣдуетъ назвать климатическія условія. Постоянно влажная атмосфера содѣйствуетъ развитію не только растительности, но и торфа, между тѣмъ какъ временная засуха оказываетъ противоположное дѣйствіе. Жаркій климатъ препятствуетъ образованію торфа, какъ это показываетъ намъ примѣръ тропическихъ странъ, гдѣ повидимому не происходитъ сколько-нибудь значительныхъ процессовъ обугливанія. Геэръ полагаетъ, что отсутствіе торфяныхъ болотъ въ тропическихъ странахъ можетъ быть находится въ связи съ періодическимъ высыханіемъ болотъ въ сухое время года. Но это объясненіе не во всѣхъ случаяхъ оказывается удовлетворительнымъ. Скорѣе слѣдуетъ допустить, что причина этого страннаго явленія заключается въ чрезвычайно высокой температурѣ, обусловливающей слишкомъ быстрое и интенсивное разложеніе растеній, при которомъ не можетъ происходить накопленія сколько-нибудь значительныхъ количествъ органическаго вещества.

Съ теченіемъ времени торфъ подвергается постепеннымъ измѣненіямъ, какъ въ отношеніи своего физическаго строенія, такъ и химическаго состава: онъ становится плотнѣе, тяжелѣе и богаче углеродомъ, между тѣмъ какъ содержаніе въ немъ кислорода я водорода уменьшается. Эти измѣненія происходятъ гораздо скорѣе, если торфъ претерпѣваетъ значительное давленіе. Но вообще степень измѣненій соотвѣтствуетъ возрасту торфа, т. е. чѣмъ старше торфъ, тѣмъ сильнѣе измѣняется его видъ и химическій составъ. Къ югу отъ описаннаго выше торфяного болота, близъ Роденгаузена, находятся обширныя старыя залежи торфа толщиной въ 10 футовъ; онѣ покрыты отложеніями гравія, песку и глины, мощность которыхъ доходитъ мѣстами до 30 футовъ. Въ основаніи этихъ пластовъ залегаетъ сѣровато-бѣлый слой съ многочисленными остатками мелкихъ раковинъ различныхъ моллюсковъ—это озерный мѣлъ, сцементировавшій почву, сдѣлавшій ее непроницаемой и слѣдовательно пригодной для образованія торфа. Среди однородной массы торфа, получившагося очевидно путемъ разложенія травянистыхъ растеній, попадаются цѣлые слои торфяныхъ мховъ, камышей, осоки и многочисленные древесные стволы. Нерѣдко здѣсь встрѣчаются и остатки животныхъ, частью обитавшихъ въ этомъ болотѣ, частью случайно въ немъ погибшихъ. Вслѣдствіе давленія вышележащихъ отложеній песку, глины и гравія, древесные стволы оказываются сплющенными. Изъ плодовъ мы находимъ здѣсь въ большомъ количествѣ сосновыя шишки и сѣмена трилистника. Этотъ древній торфъ, добываемый во многихъ мѣстахъ и весьма цѣнимый какъ топливо, обнаруживаетъ уже большое сходство съ углемъ древнѣйшихъ системъ и извѣстенъ подъ именемъ сланцеваго угля. Въ то время, какъ дерево содержитъ

52,6% углерода, молодой торфъ—57—58%, въ сланцевомъ углѣ Цюрихскаго кантона найдено около 64% углерода. Если пробуравить сланцевый уголь, то наткнешься на такъ называемые молассы, состоящіе преимущественно изъ песчаника и мергеля. Въ нѣкоторыхъ мѣстахъ молассы оказываются очень богатымн ископаемымъ топливомъ, а именно бурымъ углемъ. Послѣдній добывается во многихъ копяхъ Германіи, Австріи и Швейцаріи. Въ Австро-Венгріи онъ успѣшно замѣняетъ почти отсутствующій тамъ каменный уголь, на который онъ очень походитъ, являясь, подобно ему, въ видѣ однородной, блестящей массы. Нерѣдко подъ именемъ каменнаго угля продается бурый уголь, такъ какъ отличить одинъ отъ другого нерѣдко возможно только путемъ тщательнаго микроскопическаго и химическаго изслѣдованія. Иногда, впрочемъ, можно еще различить растенія, послужившія матеріаломъ для бураго угля. Изъ характерныхъ болотныхъ растеній въ немъ были найдены: камышъ, различныя осоки и ситники (Cyperus, Carex, Juncus), ежеголовникъ, иръ и кувшинки. Тутъ же встрѣчаются также стволы и листья болотныхъ кипарисовъ, папоротниковъ, пальмъ, кленовъ, орѣшниковъ, ивъ и пр. Озерной мѣлъ содержитъ ясно различимые остатки болотныхъ и озерныхъ моллюсковъ,—однимъ словомъ, все указываетъ на то, что залежи бураго угля суть образованіе древняго торфа.

Происхожденіе собственно каменнаго угля относится къ еще болѣе древнимъ періодамъ, но онъ представляетъ еще значительныя измѣненія, которыя зависятъ не только отъ его возраста, но и отъ испытываемаго имъ давленія и нарушеннаго расположенія слоевъ. Такъ напр., по западному склону Урала встрѣчаются древнія залежи каменнаго угля изъ каменноугольной системы, сохранившія строеніе бураго угля, между тѣмъ какъ болѣе поздняя «мѣловая система» содержитъ уже настоящій каменный уголь. А каменный уголь Альпъ и восточной части Донецкаго каменноугольнаго бассейна одновременнаго происхожденія съ уральскимъ, т. е. относящійся тоже къ каменноугольной системѣ, превратился въ антрацитъ, т. е. въ плотную, черную, съ металлическимъ блескомъ, породу, содержащую 90—98% углерода и лишь слѣды водорода, кислорода и азота. Мы видимъ, слѣдовательно, что антрацитъ близко подходитъ къ графиту, въ составъ котораго входитъ одинъ лишь углеродъ.

Въ нижеслѣдующей таблицѣ читатель найдетъ сопоставленіе химическаго состава вышеназванныхъ твердыхъ породъ углерода; въ ней ярко выступаетъ постепенное возрастаніе относительнаго содержанія углерода по мѣрѣ увеличенія возраста породъ.

| | | Углеродъ. % | Водородъ. % | Кислородъ и азотъ. % |
|---|---|---|---|---|
| Современная эпоха. | Дерево . . . . . | 52,65 | 5,25 | 42,10 |
| | Молодой торфъ . . . . . | 56,60 | 43,40 | |
| Дилювіальная эпоха. | Ирландскій торфъ. . . . . | 60,02 | 5,88 | 34,10 |
| | Сланцевый уголь . . . . | 64,16 | 35,84 | |
| Третичный періодъ. | Кельнскій бурый уголь . | 66,96 | 5,25 | 27,76 |
| | Эльгтскій » » . | 67 | 4,8 | 28,2 |
| | Кепфнахскій » » . | 71,8 | 5,3 | 22,9 |
| | Виртатобельскій » » . | 73,08 | 5,03 | 21,89 |
| Каменноугольный періодъ. | Саарбрюкенск. битуминозн. каменный уголь. . . . . | 81,62 | 3,30 | 14,50 |
| | Виганскій . . . . . | 85,81 | 5,85 | 8,34 |
| | Эшвейнерскій битуминозный каменн. уголь. . . . . | 89,16 | 3,21 | 6,45 |
| Каменноуг. Девонск. Силурійск. | Антрацитъ . . . . . | 94 | 3 | 3 |
| Архейская эра. | Графитъ . . . . . | 100 | — | — |

Вопросъ о томъ, стоитъ ли разрабатывать данный каменноугольный флецъ или нѣтъ, рѣшается не только въ зависимости отъ протяженія его въ горизонтальномъ или вертикальномъ направленіи, но и отъ множества другихъ причинъ, а именно: отъ одновременнаго присутствія рудъ, отъ глубины шахтъ и т. д., въ особенности же отъ того или другого расположенія слоевъ. Одни флецы имѣютъ горизонтальное направленіе, другіе претерпѣли значительное нарушеніе расположенія слоевъ, изборождены изломами и разсѣлинами, сдвинуты съ своего первоначальнаго мѣста, смяты, перевернуты или раздроблены.

Значительныя нарушенія расположенія слоевъ производятъ вліяніе на строеніе угля, ускоряя процессъ разложенія его и превращая жирный, легко горючій, такъ называемый «битуминозный» уголь въ *антрацитъ*. Антрацитъ горитъ лишь при сильной тягѣ воздуха, но даетъ весьма большой жаръ, не образуя при этомъ сажи и дыма, и, на основаніи всѣхъ этихъ свойствъ, считается отличнымъ топливомъ. Въ Альпахъ, а также и въ восточной части Пенсильваніи, въ антрацитъ превратился почти весь уголь.

Количество потребляемаго на земномъ шарѣ каменнаго угля возрастаетъ съ каждымъ днемъ. Поэтому становятся понятными такъ часто высказываемыя опасенія, что накопленные въ землѣ запасы каменнаго угля могутъ истощиться съ теченіемъ времени.

Для выясненія этого вопроса были произведены многочисленныя изслѣдованія и разсчеты, давшіе, правда, разнородные результаты, но показавшіе вмѣстѣ съ тѣмъ, что въ близкомъ будущемъ человѣчеству не угрожаетъ истощеніе каменноугольныхъ богатствъ. По вычисленіямъ однихъ, каменнаго угля Англіи должно хватить на 1.270 лѣтъ, по другимъ даннымъ—всего на 360 лѣтъ. Всѣ эти цифры мало достовѣрны, но весьма вѣроятно, что нѣкоторыя залежи истощатся уже черезъ нѣсколько сотъ лѣтъ. Не слѣдуетъ упускать изъ виду, что въ Америкѣ и Азіи погребены почти неистощимые запасы каменнаго угля, эксплоатація которыхъ еще почти не началась. Кромѣ того, наука вѣроятно найдетъ пути для успѣшнаго развитія промышленности и при ограниченномъ добываніи каменнаго угля, и мы не знаемъ, будетъ ли онъ черезъ нѣсколько столѣтій такъ же необходимъ для этихъ цѣлей, какъ въ настоящее время...

Разсматривая торфяное болото какъ мастерскую, въ которой совершается производство каменноугольнаго матеріала, мы не должны упускать изъ виду, что флора каменноугольной эпохи существенно отличалась отъ нашей и что тогдашнія болота носили совершенно иной, своеобразный характеръ. Вмѣсто нашихъ карликовыхъ болотныхъ растеній въ ту эпоху господствовали могучіе древовидные каламиты, сигилляріи и лепидодендроны. Все сходство между тогдашними и теперешними болотами ограничивается одинаковыми внѣшними условіями—неполнымъ разложеніемъ болотныхъ растеній, обусловленнымъ отсутствіемъ доступа воздуха. «Каменноугольныя поля этой эпохи мы должны представлять себѣ, — говоритъ Неймайръ, — въ видѣ обширныхъ, неглубокихъ внутреннихъ котловинъ, подверженныхъ въ теченіе милліоновъ лѣтъ многократнымъ измѣненіямъ. Въ нѣкоторые періоды это были озера, куда текучія воды приносили глину, песокъ, гальки, растительные остатки; благодаря этому, въ нихъ совершалось образованіе сланцеватыхъ глинъ, песчаниковъ, конгломератовъ, заключавшихъ въ себѣ нерѣдко значительныя примѣси органическихъ веществъ и хорошо сохранившіяся окаменѣлости наземныхъ растеній. Съ теченіемъ времени притокъ воды становился скуднѣе, или же водный бассейнъ, вслѣдствіе какихъ-либо другихъ причинъ, подвергался высыханію и на днѣ его разросталась болотная растительность, умирающія части которой постепенно превращались въ торфъ—получался слой угля. Позднѣе на этомъ мѣстѣ снова образовалось озеро и такимъ образомъ происходило постоянное чередованіе внѣшнихъ условій, такъ что въ нѣкоторыхъ мѣстностяхъ сотни каменноугольныхъ залежей чередуются съ промежуточными отложеніями сланцевъ и песчаниковъ. Въ нѣкоторыхъ каменноугольныхъ копяхъ находятъ отложенія, содер-

жащія, правда, весьма ограниченное количество морскихъ животныхъ, какъ это можно видѣть напр. въ Вестфаліи, Верхней Силезіи, Бельгіи и различныхъ пунктахъ Англіи и Сѣверной Америки. Это были очевидно бассейны, лежавшіе близъ океана и временно заливавшіеся моремъ, вслѣдствіе измѣненій въ соотношеніи между сушей и океаномъ».

Въ самое послѣднее время изслѣдованія многихъ ученыхъ съ несомнѣнностью доказываютъ, что въ превращеніи растительныхъ остатковъ въ уголь большую роль играютъ бактеріи. Нѣкоторые авторы (Лемьеръ, Гофманъ) предлагаютъ даже цѣлыя разработанныя теоріи этого бактеріальнаго процесса, сравниваемаго ими съ процессомъ алкогольнаго броженія.

Этотъ процессъ образованія каменнаго угля бактеріями, по мнѣнію *Лемьера*, можетъ варьировать въ извѣстныхъ предѣлахъ во-первыхъ—въ зависимости отъ различія самихъ дѣйствующихъ ферментовъ и отъ различія растительныхъ остатковъ, подвергающихся броженію, во-вторыхъ—отъ того, что преобладаетъ въ процессѣ—дѣятельность ли живыхъ (бактерій) или не живыхъ ферментовъ (подобныхъ діастазу),—наконецъ, въ зависимости отъ того, какъ скоро процессъ броженія смѣняется здѣсь процессомъ развитія дубильной кислоты, останавливающей дѣятельность бактерій. Эти различія вызываютъ и различія въ окончательныхъ продуктахъ: появляются — антрацитъ, каменный уголь, бурый уголь, торфъ. По мнѣнію Лемьера, никакое внѣшнее воздѣйствіе—ни давленіе, ни высокая температура не въ состояніи уже превратить одну разновидность ископаемаго угля въ другую, напр.—торфъ въ бурый уголь или каменный уголь въ антрацитъ.

Особенно сильное развитіе этихъ углеобразующихъ ферментовъ въ каменноугольный періодъ Лемьеръ объясняетъ высокой (около 60° Ц.) и постоянной температурой, царившей тогда на землѣ; тогда не было еще временъ года. Это предположеніе Лемьеръ основываетъ на изслѣдованіяхъ *Гранд'Эри* каменноугольныхъ растеній: строеніе ихъ указываетъ, что они не сбрасывали въ теченіе года своихъ листьевъ и, слѣдовательно, не испытывали вліянія періодическихъ измѣненій погоды.

*Гофманъ* нѣсколько видоизмѣняетъ теорію Лемьера. Онъ не безъ основанія доказываетъ, что выдѣленіе углерода изъ углеводовъ должно сопровождаться сильнымъ выдѣленіемъ тепла и, слѣдовательно, повышать температуру (до 130°—900°), что, конечно, должно уничтожить бактерій. Поэтому, по мнѣнію Гофмана, процессъ превращенія растительныхъ остатковъ въ уголь идетъ подъ вліяніемъ бактерій только въ началѣ, потомъ повышеніе температуры вызываетъ нагрѣваніе и даже самовозгараніе растительныхъ остатковъ и тѣмъ способствуетъ ужъ дальнѣйшему превращенію ихъ въ уголь.

Эти двѣ гипотезы противорѣчатъ и другъ другу, а въ своихъ подробностяхъ и многимъ уже установившимся фактамъ, но мы все же сочли нужнымъ познакомить съ ними читателей, такъ какъ несомнѣнно, что бактеріи участвовали въ образованіи каменнаго угля, старыя же теоріи (сплавная и болотная) не учитывали жизнедѣятельности бактерій въ процессѣ углеобразованія.

## ГЛАВА XXIV.

### Важнѣйшіе каменноугольные районы и подраздѣленія каменноугольной системы.

Отложенія каменноугольной системы распространены по всему земному шару. Они встрѣчаются и въ Старомъ, и въ Новомъ Свѣтѣ, въ сѣверномъ и въ южномъ полушаріи, но не вездѣ представляютъ одинаковое развитіе, не вездѣ состоятъ изъ однѣхъ и тѣхъ же породъ и не вездѣ заключаютъ въ себѣ каменный уголь. Если мы говоримъ, что въ какой-нибудь странѣ имѣются образованія каменноугольной системы, то отсюда вовсе не слѣдуетъ, что тамъ находятся большія скопленія ископаемаго горючаго матеріала. Съ другой стороны, извѣстны, хотя и незначительныя залежи каменнаго угля въ силлурійской и девонской системахъ, встрѣчается каменный уголь и въ болѣе новыхъ системахъ, начиная отъ каменноугольнаго періода и вплоть до третичнаго. Къ этой категоріи относятся многочисленныя мѣсторожденія угля въ Альпахъ, Южной Германіи, Силезіи и Польшѣ, Шреціи, Франціи и главнымъ образомъ въ Китаѣ. Меньше всего встрѣчается залежей каменнаго угля въ системахъ пермской и тріасовой. Каменный уголь, встрѣчающійся въ Фюнфкирхенѣ, въ Венгріи, относится къ такъ называемой юрской системѣ, и одинаковый съ ними возрастъ вѣроятно имѣютъ многочисленныя значительныя залежи каменнаго угля на Кавказѣ и въ Персіи. Въ мѣловой системѣ также встрѣчается настоящій каменный уголь, а именно въ сѣверозападной Германіи, Испаніи и другихъ странахъ. Какъ было упомянуто уже выше, и въ каменноугольную эпоху образованіе торфа или угля ограничивалось отдѣльными областями, представлявшими ничтожные размѣры по сравненію съ остальной поверхностью земли, потому что очевидно и въ тѣ времена рядомъ съ низменными островами и болотами существовали материки съ исполинскими горами и глубокіе океаны, благопріятствовавшіе отложенію минеральныхъ осадковъ, но не угля.

Въ Германіи наибольшее богатство угольными копями приходится на Вестфалію и Силезію. Неоцѣнимое значеніе для Германіи имѣютъ каменноугольные бассейны: Рурскій, Саарскій и Бельгій-

скій, переходящіе у Аахена на германскую территорію. Богемія, Моравія и Галиція богаты каменнымъ углемъ, между тѣмъ какъ остальныя части Австріи скудно снабжены имъ, но изобилуютъ зато мощными залежами бураго угля. Швейцарія и Италія бѣдны углемъ. Богатыя каменноугольныя копи встрѣчаются во Франціи (особенно у С.-Этьена вблизи Ліона и у бельгійской границы), далѣе въ Испаніи и Португаліи. Въ Россіи каменноугольная система имѣетъ огромное распространеніе, но, какъ мы увидимъ ниже, тамъ отложились почти одни только морскія образованія. Аналогичныя условія существуютъ въ Ирландіи, гдѣ каменноугольная система представлена по большей части известняками, песчаниками и сланцами. Великобританія отличается необычайнымъ богатствомъ каменнаго угля. Въ настоящее время она считается первой страной въ мірѣ по добычѣ каменнаго угля. Ея каменноугольная территорія занимаетъ протяженіе въ 480 квадр. миль. Но Сѣверная Америка въ недалекомъ будущемъ вѣроятно опередитъ Англію, потому что ея каменноугольныя богатства во многихъ мѣстахъ еще не начаты. По вычисленіямъ Дана, каменноугольная территорія Сѣверной Америки занимаетъ площадь въ 9.000 географическихъ квадратныхъ миль, т. е. въ двадцать разъ превышаетъ каменноугольный районъ Англіи и Шотландіи.

Только одна страна можетъ соперничать съ Америкой по отношенію богатствъ каменнымъ углемъ, это—Китай. Наибольшіе каменноугольные бассейны его находятся въ провинціяхъ Шензи и Шанзи на сѣверѣ и въ Сетчуано на югѣ страны, вдоль рѣкъ Гоанго и Янтце-Кіангъ. Каменноугольная территорія Китая, по даннымъ Рихтгофена, занимаетъ площадь въ 600 нѣмецкихъ квадратныхъ миль и содержитъ на всемъ этомъ протяженіи пластъ превосходнѣйшаго антрацита мощностью отъ 5 до 10 метровъ. Въ настоящее время, несмотря на наличность въ Китаѣ всѣхъ условій, благопріятныхъ для добычи каменнаго угля, онъ вырабатывается тамъ еще въ очень ограниченныхъ размѣрахъ.

Чрезвычайно большой научный интересъ представляетъ присутствіе угля и каменноугольныхъ растеній на крайнемъ сѣверѣ, на Медвѣжьемъ о., на Новой Землѣ и Шпицбергенѣ, по ту сторону полярнаго круга. Но въ тропическомъ поясѣ, на разстояніи 30 градусовъ широты къ сѣверу и къ югу отъ экватора, т. е. на протяженіи около 7.000 километровъ, не имѣется отложеній каменноугольной системы, содержащихъ уголь и остатки сигиллярій и лепидодендроновъ. Главное развитіе угля приходится на сѣверное полушаріе между 30 и 60 градусами широты. Мы впослѣдствіи еще вернемся къ этому факту, получившему правильное освѣщеніе и оцѣнку лишь въ самое недавнее время и способному значительно измѣнить существовавшій до сихъ поръ взглядъ на

распредѣленіе каменноугольной растительности и климатическія условія каменноугольнаго періода.

Каменноугольная система Англіи распадается въ вертикальномъ направленіи на слѣдующіе три отдѣла: 1) нижній состоитъ изъ морскихъ известковыхъ отложеній съ окаменѣлостями морскихъ животныхъ и называется *горнымъ известнякомъ;* 2) средній состоитъ изъ сѣраго «жерноваго песчаника», и 3) верхній—собственно каменноугольный слой (продуктивный ярусъ), въ которомъ преобладаютъ песчаники и сланцевыя глины съ залегающими среди нихъ каменноугольными флецами.

Въ Ирландіи, такъ же какъ и въ Россіи, развитъ преимущественно нижній отдѣлъ—горный известнякъ, представляющій собою морское образованіе, между тѣмъ какъ верхній отдѣлъ почти отсутствуетъ. Въ другихъ странахъ, какъ напр. во Франціи и Бельгіи, отсутствуютъ средніе пласты песчаника и собственно каменноугольные пласты лежатъ непосредственно на каменноугольномъ известнякѣ. Этотъ послѣдній (нижній) въ Германіи, исключая Рейнъ (въ Вестфаліи), замѣщенъ береговыми или материковыми отложеніями: глинистымъ сланцемъ, мергелемъ, конгломератами, песчаниками и пр. Это такъ называемый «*кульмъ*», заключающій въ себѣ иногда и угольные флецы.

Обнаженія каменноугольной системы занимаютъ въ *Европейской Россіи* громадныя пространства. Хотя отложенія этой системы являются въ нашей странѣ въ видѣ непрерывной серіи осадковъ, все же ихъ разбиваютъ на отдѣльныя площади—это: московскій каменноугольный бассейнъ, донецкій каменноугольный бассейнъ, отложенія Симбирской, Самарской и Саратовской губерній, отложенія на Уралѣ — на Тиманскомъ кряжѣ, и восточная часть Силезскаго бассейна—въ Польшѣ.

*Московскій каменноугольный бассейнъ* занимаетъ въ Европейской Россіи не менѣе 310.000 квадр. километровъ; отъ Бѣлаго моря онъ тянется по губерніямъ Архангельской, Олонецкой, Новгородской, занимаетъ почти всю Тверскую, Московскую и Рязанскую, части Ярославской, Тульской и Калужской губерній.

Свое названіе этотъ бассейнъ получилъ отъ города Москвы, которая находится въ самой глубокой части котловины, занятой каменноугольными отложеніями, что прекрасно видно на прилагаемомъ рисункѣ.

Каменноугольныя отложенія московскаго бассейна весьма однообразны: они сложены мощною толщею известняковъ, которые подстилаются песками и песчаниками; известняки подраздѣляются нашими геологами на два отдѣла: 1) *нижній горный известнякъ*, сложенный изъ известняка и подстилающихъ его песчаниковъ, песковъ и глины, которые и содержатъ каменный уголь, и 2) *верх-*

*ній горный известнякъ*, сложенный мѣлоподобными известняками, который является въ Москвѣ весьма распространеннымъ строительнымъ матеріаломъ — ему наша древняя столица и обязана своимъ прозвищемъ «бѣлокаменной».

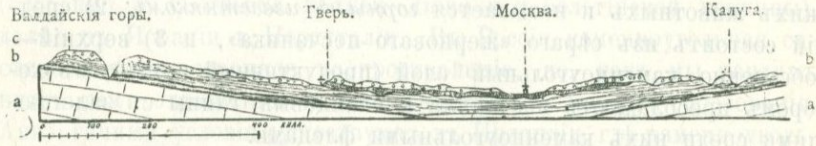



Рис. 130. Схематическій разрѣзъ отъ Валдайскихъ горъ до Калуги (по Мурчисону). *a*—девонскія отложенія; *b*—каменноугольныя отложенія; *c*—ледниковый наносъ. Въ центрѣ подъ ледниковымъ наносомъ показаны осадки юрской системы.

На болѣе подробныхъ дѣленіяхъ московскаго бассейна мы останавливаться не будемъ.

Для нижняго известняка руководящей формой является *Productus giganteus* изъ плеченогихъ, а для верхняго—*Spirifer Mosquensis*, тоже изъ плеченогихъ (послѣдняя форма изображена на прилагаемомъ рисункѣ); вообще же въ верхнемъ известнякѣ преобладаетъ глубоководная морская фауна—главнымъ образомъ плеченогія, тогда какъ въ нижнемъ наиболѣе распространены представители мелководной морской фауны—брюхоногіе и пластинчатожаберные моллюски; этотъ же характеръ фауны подтверждается нахожденіемъ въ нѣкоторыхъ мѣстахъ *нижняго* горнаго известняка скопленій строящихъ *коралловъ*, а также остатковъ наземныхъ растеній.

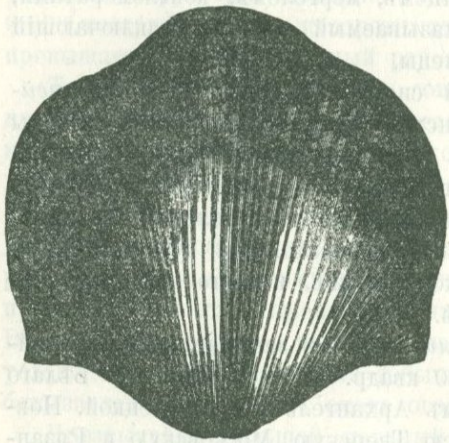


Рис. 131. Спириферъ (изъ плеченогихъ). Spirifer Mosquensis Fisch. изъ верхняго горнаго известняка Россіи.

Какъ мы уже сказали выше, каменный уголь залегаетъ подъ нижнимъ горнымъ известнякомъ; залежи его встрѣчены на югозападѣ московскаго бассейна: въ Новгородской, Калужской, Тульской и Рязанской губерніяхъ, на глубинѣ отъ 25—65 метровъ, толщина пластовъ колеблется отъ 0,15 до 10 метровъ, количество пластовъ отъ 3—5. Каменный уголь московскаго бассейна приближается по своимъ свойствамъ скорѣе къ бурымъ углямъ и

вообще очень плохого качества. Одно только мѣсторожденіе въ *Мураевнѣ*, Рязанской губерніи, даетъ хорошій каменный уголь, совершенно тожественный съ шотландскимъ *богхедомъ*. По мѣрѣ движенія на востокъ московскаго бассейна угленосные слои исчезаютъ и постепенно замѣщаются нижнимъ горнымъ известнякомъ.

Гораздо большее значеніе въ практическомъ отношеніи имѣетъ *Донецкій каменноугольный бассейнъ*—онъ занимаетъ площадь теперешней Екатеринославской губерніи и часть Земли Войска Донского—въ общемъ не менѣе 19.000 квадратныхъ верстъ. Господствующею горной породой каменноугольныхъ отложеній донец-

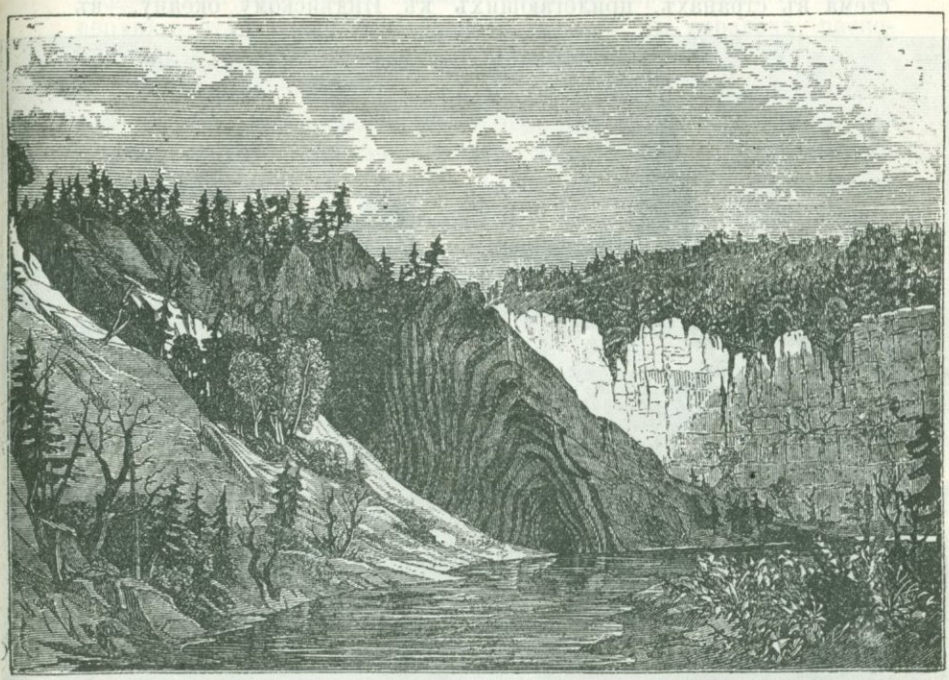


Рис. 132. Изгибы нижняго горнаго известняка при впаденіи р. Койвы въ р. Чусовую (по Мурчисону).

каго бассейна является *песчаникъ*, часто слюдяный; песчаникамъ подчинены сланцеватыя глины и глинистые сланцы, въ которыхъ и залегаетъ *каменный уголь* и *антрацитъ*, причемъ послѣдній почти исключительно встрѣчается въ восточной части бассейна, а первый въ западной.

И каменный уголь, и антрацитъ донецкаго бассейна превосходнаго качества; промышленное значеніе его увеличивается еще и тѣмъ, что въ донецкихъ каменноугольныхъ отложеніяхъ находятся и желѣзныя руды.

*На Уралѣ* каменноугольныя отложенія развиты и на западномъ, и на восточномъ склонѣ, но на первомъ развитіе ихъ гораздо значительнѣе: каменный уголь встрѣчается главнымъ образомъ въ видѣ гнѣздъ, и только на восточномъ склонѣ гнѣзда эти иногда переходятъ въ пластообразныя скопленія. По качеству уральскій каменный уголь невысокаго достоинства и приближается къ углю московскаго бассейна. На прилагаемомъ рисункѣ представленъ прекрасный разрѣзъ отложеній каменноугольной системы Урала (рис. 132).

Своеобразный характеръ представляетъ каменноугольная система въ странахъ, прилегающихъ къ Индѣйскому океану,—въ

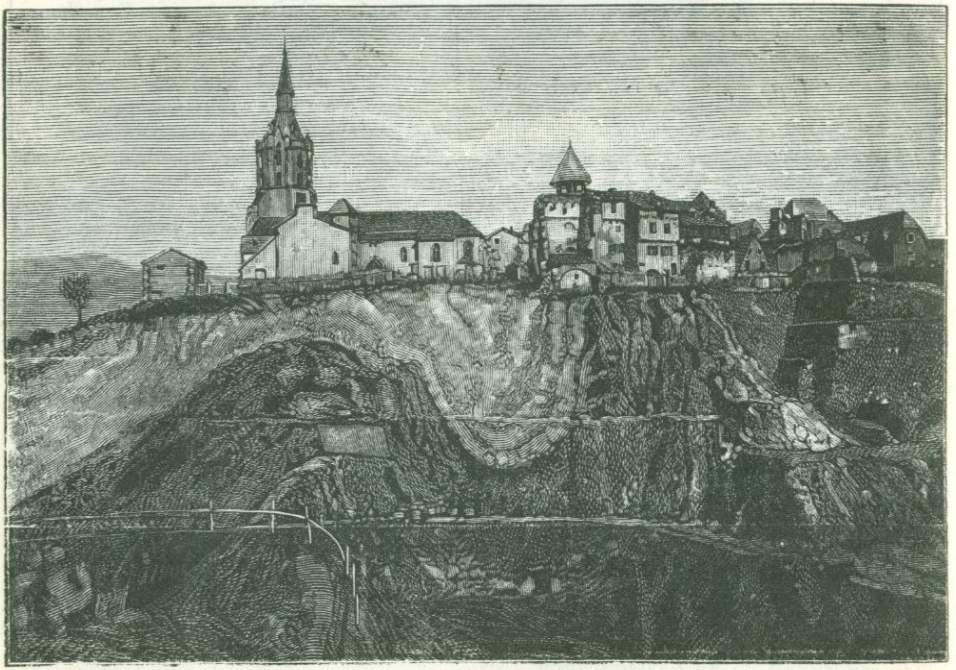


Рис. 133. Изогнутые каменноугольные пласты подъ деревней Декацвиль (Сѣв. Франція).

Южной Африкѣ, Австраліи, Передней Индіи и Афганистанѣ, отчасти въ Китаѣ, Персіи и Арменіи. Несмотря на все разнообразіе, каменноугольныя отложенія различнѣйшихъ странъ Европы и Америки представляютъ извѣстную общность типа. Въ противоположность этому, мы видимъ другую, весьма обширную, область, во многихъ существенныхъ пунктахъ настолько уклоняющуюся отъ обыкновеннаго типа, что долгое время нельзя было доказать принадлежности этихъ отложеній къ каменноугольной системѣ. Чрезвычайно своеобразныя свойства этихъ отложеній

опровергаютъ тотъ взглядъ, что на всемъ земномъ шарѣ въ эпоху каменноугольной формаціи господствовало однообразіе жизненныхъ условій и населенія. Въ флорѣ «продуктивныхъ» отложеній *Китая* мы видимъ первыя существенныя отличія отъ европейскаго и сѣверо-американскаго типа, состоящія въ томъ, что именно самыя характерныя каменноугольныя растенія нашихъ странъ или совершенно отсутствуютъ, или попадаются весьма рѣдко. Такъ напримѣръ, до настоящаго времени тамъ не найдено ни одной сигилляріи; лепидодендроны же и каламиты встрѣчаются весьма рѣдко и въ очень скудномъ количествѣ. Эти же уклоненія, но выраженныя въ болѣе сильной степени, представляетъ флора верхняго отдѣла каменноугольной системы въ странахъ, расположенныхъ вблизи *Индѣйскаго океана.*

Начнемъ съ *Австраліи.* Самый широкій отдѣлъ каменноугольной системы составляютъ здѣсь угольные пласты, ископаемыя растенія которыхъ имѣютъ обычный характеръ; среди нихъ имѣются лепидодендроны и другія характерныя формы, и они безъ натяжки могутъ быть поставлены въ параллель съ европейскими образованіями, извѣстными подъ именемъ «кульма». Надъ этимъ отдѣломъ залегаютъ отложенія, въ которыхъ морскія отложенія чередуются со слоями, содержащими растенія и уголь. Окаменѣлости морскихъ животныхъ, находящіяся въ этихъ отложеніяхъ, не оставляютъ сомнѣнія въ томъ, что настоящая фауна «продуктивнаго» яруса каменноугольной системы. Растительные остатки, лежащіе подъ и надъ этими морскими отложеніями, обнаруживаютъ зато совершенно иной характеръ: мы не встрѣчаемъ здѣсь ни одной формы, характерной для каменноугольной системы,—ни сигиллярій, ни лепидодендроновъ, ни каламитовъ, ни слѣдовъ астерофиллитовъ, аннулярій и пр. Папоротники, хвощи, саговыя пальмы и хвойныя растенія—вотъ изъ чего состоитъ эта флора, и отдѣльные виды ея скорѣе приближаются къ типамъ, встрѣчающимся въ мезозойскихъ отложеніяхъ, чѣмъ въ каменноугольной системѣ. Эти факты, обнаруженные впервые изслѣдованіями Кларка, были встрѣчены общимъ недовѣріемъ. Казалось невозможнымъ, чтобы флора, носящая характеръ мезозойской эпохи, могла существовать одновременно съ морской каменноугольной фауной.

Но многочисленные геологи, занявшись провѣркой этихъ наблюденій, не замедлили убѣдиться въ правильности ихъ. На этомъ основаніи мы имѣемъ полное право сказать, что въ то время, какъ въ Европѣ и Сѣверной Америкѣ еще существовали лепидодендроны и сигилляріи, въ Австраліи появилась новая флора того же типа, какъ и та, которая господствовала у насъ гораздо позже, въ такъ называемый тріасовый періодъ. Уже одинъ этотъ

фактъ имѣетъ огромное значеніе, тѣмъ болѣе, что мы встрѣчаемся съ нимъ и въ другихъ странахъ.

Въ Индіи мы не находимъ отложеній съ типичной каменноугольной флорой, подобныхъ тѣмъ, которыя мы видѣли напр. въ Австраліи въ нижнемъ отдѣлѣ каменноугольной системы, но въ передней Индіи надъ отложеніями кристаллическихъ и полукристаллическихъ сланцевъ, глинистыхъ сланцевъ и песчаниковъ, лишенныхъ окаменѣлостей, самымъ древнимъ горизонтомъ, содержащимъ окаменѣлости, является такъ называемая *гондванская* система—мощная свита слоевъ, окаменѣлости которыхъ состоятъ изъ остатковъ наземныхъ растеній и позвоночныхъ животныхъ. Эта система распадается на два отдѣла, изъ которыхъ нижній расчленяется въ свою очередь на три горизонта. Самый древній изъ этихъ горизонтовъ получилъ названіе *толчирскихъ пластовъ*. Характеръ флоры, содержащейся во всѣхъ этихъ отложеніяхъ, представляетъ поразительное совпаденіе съ растительностью вышеописанныхъ австралійскихъ отложеній. Наибольшій интересъ, представляютъ несомнѣнно толчирскіе пласты. Ихъ, хотя и скудная, флора наиболѣе подходитъ къ растительности, встрѣчающейся въ Австраліи вмѣстѣ съ морскими ископаемыми известняка. Но всего поразительнѣе ихъ горныя породы. Толчирскіе пласты состоятъ главнымъ образомъ изъ нѣжныхъ глинъ и мелкозернистыхъ песчаниковъ, въ которыхъ расположены въ видѣ большихъ или меньшихъ скопленій, но безъ всякаго порядка и безъ яснаго напластованія, валуны и глыбы различныхъ, чуждыхъ этой мѣстности породъ. Размѣры и вѣсъ ихъ чрезвычайно разнообразны: отъ величины кулака до 4 метровъ въ поперечникѣ и до вѣса въ 30 тоннъ. Валуны эти большей частью имѣютъ округленную форму, часто представляются сильно изборожденными и принадлежатъ, главнымъ образомъ, къ такимъ породамъ, которыя не встрѣчаются нигдѣ поблизости. Если мы спросимъ себя, какимъ образомъ могли возникнуть подобныя образованія, занимающія обширныя площади, то прежде всего должны сказать, что происхожденіе ихъ не можетъ быть объяснено одной только дѣятельностью воды. Вода всегда распредѣляетъ наносной матеріалъ по степени его тяжести и величины, она никогда не отлагаетъ огромныхъ обломковъ рядомъ съ мелкозернистыми осадками глины или песку. Возможно только одно объясненіе—нагроможденный здѣсь матеріалъ перенесли ледники. Дѣйствительно, всѣ, изслѣдовавшіе вышеописанные пласты, высказались въ пользу этого объясненія. Въ виду этого остановились на предположеніи, что рѣки принесли весь этотъ матеріалъ вмѣстѣ со льдинами въ водный бассейнъ, въ которомъ отложились толчирскіе пласты, и что послѣ того, какъ растаялъ ледъ, валуны упали на дно и залегли среди мелкозернистыхъ глинисто-песчаныхъ осадковъ.

Въ такомъ положеніи находился вопросъ, когда было произведено новое, чрезвычайно важное наблюденіе, окончательно разсѣявшее всѣ оставшіяся на этотъ счетъ сомнѣнія. Оказалось, что гораздо сѣвернѣе, *въ Соляныхъ горахъ*, по верхнему теченію Инда встрѣчаются пласты, заключающіе въ себѣ валуны, совершенно напоминающіе толчирскія отложенія и, подобно имъ, возникшіе, должно быть, единственно при содѣйствіи ледниковъ. По сообщеніямъ Ольдгама, въ *Австраліи* въ томъ же каменноугольномъ горизонтѣ встрѣчаются валуны, происхожденіе которыхъ должно быть объяснено тѣми же причинами. Австраліей, однако, еще не исчерпывается географическое распространеніе этихъ удивительныхъ образованій каменноугольной системы. Мы встрѣчаемъ ихъ еще дальше, къ западу отъ Инда въ Афганистанѣ и въ Южной Африкѣ—въ Капской колоніи и прилегающихъ областяхъ. Конгломераты, похожіе на валунныя отложенія гондванскихъ слоевъ, найдены и на восточномъ склонѣ Урала.

Резюмируя все вышесказанное, мы можемъ установить тотъ фактъ, что въ Австраліи, Индіи, Афганистанѣ и Южной Африкѣ одновременно съ флорой европейскаго «продуктивнаго» яруса каменноугольной системы появляется растительность совершенно иного характера, находящаяся въ самомъ близкомъ родствѣ съ нашей флорой тріасовой системы. Эта новая группа растеній, характеризующаяся въ особенности видомъ папоротниковъ Clossopteris, получила названіе Глоссоптерисъ-флора—«Glossopteris-flora». Она прежде всего появляется въ такихъ пластахъ, присутствіе въ которыхъ большихъ изборожденныхъ валуновъ, залегающихъ среди глинистыхъ и песчаныхъ породъ, указываетъ на то, что они возникли при содѣйствіи ледниковъ. Область, въ которой были найдены остатки этой флоры, простирается на 60 градусовъ широты и около 130 градусовъ долготы, слѣдовательно занимаетъ огромную площадь, едва ли уступающую которой-либо изъ нашихъ частей свѣта. Въ настоящее время большая часть этой площади занята Индѣйскимъ океаномъ, но мы имѣемъ всѣ основанія думать, что въ тѣ времена существовало другое соотношеніе между сушей и моремъ и что въ каменноугольную эпоху на мѣстѣ, занимаемомъ теперь Индѣйскимъ океаномъ, простирался большой материкъ, которому дали названіе *Гондвана*. Уже одно то обстоятельство, что одна и та же наземная флора свойственна всѣмъ вышеназваннымъ странамъ, говоритъ въ пользу этого мнѣнія; кромѣ того и наземная фауна, являющаяся въ позднѣйшихъ отложеніяхъ, одинакова и въ Африкѣ, и въ Индіи. Ниже, при разсмотрѣніи позднѣйшихъ системъ, мы найдемъ многочисленныя доказательства въ пользу того, что, начиная съ каменноугольнго періода до средины тріасоваго, Южная и Центральная Африка составляли одно

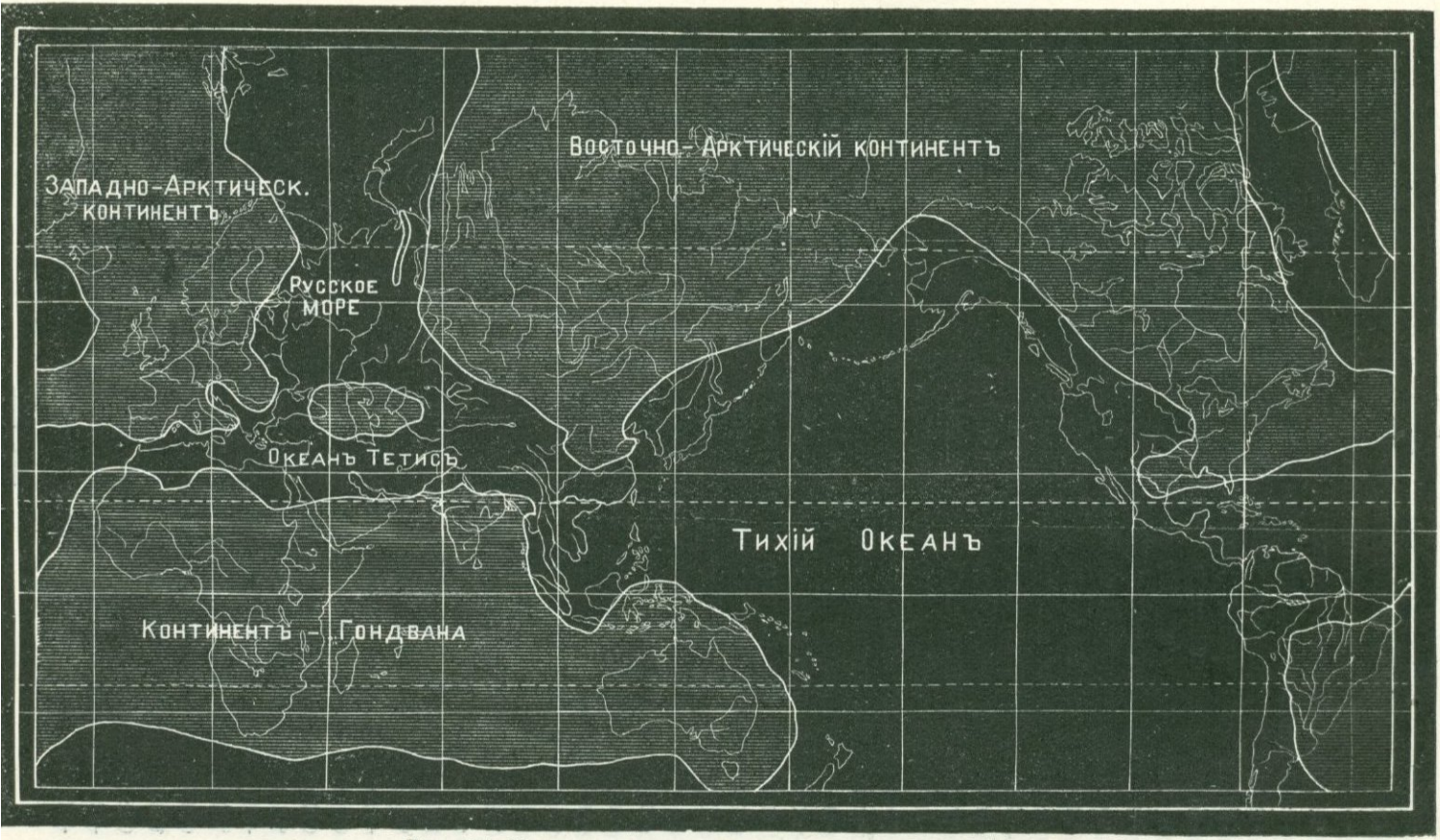



Рис. 134. Материки и океаны верхне-каменноугольной эпохи.

цѣлое съ полуостровомъ Индостаномъ, а въ болѣе раннія эпохи сюда же примыкала Австралія и Бразилія. Есть и другія соображенія, заставляющія насъ склоняться къ тому мнѣнію, что въ прежнія времена здѣсь дѣйствительно простирался огромный материкъ. Мы видимъ, что въ этихъ странахъ впервые появляется типъ флоры, получившей впослѣдствіи повсемѣстное распространеніе, мы имѣемъ слѣдовательно дѣло съ группой растеній, вступившей въ борьбу за существованіе съ остальными растеніями, вытѣснившей ихъ и завоевавшей себѣ всемірное господство. Извѣстно, что органическія формы, населяющія небольшія территоріи, напр. острова, оказываются менѣе способными выдержать борьбу за существованіе, чѣмъ обитатели большихъ материковъ, и если, вслѣдствіе какой-либо причины, органическія формы острова вступаютъ въ соперничество съ органическими формами материка, то побѣда оказывается на сторонѣ послѣднихъ. Этотъ-то законъ превосходства въ борьбѣ за существованіе организмовъ большихъ материковъ надъ организмами острововъ и маленькихъ материковъ—все равно, будутъ ли это растенія или животныя—заставляетъ насъ предположить, что эта флора принадлежала очень большому материку, занимавшему по всей вѣроятности территорію нынѣшняго Индѣйскаго океана, Австралію, бо́льшую часть Африки, Индостанъ и Бразилію.

Впрочемъ, за послѣднее время глоссопторіева флора открыта и во многихъ другихъ мѣстахъ: въ Альпахъ, по Сѣв. Двинѣ, по р. Печорѣ, и въ Кузнецкомъ бассейнѣ Алтая. Такимъ образомъ теперь можно утверждать, что къ концу каменноугольнаго періода глоссопторіева флора получила распространеніе почти по всей поверхности тогдашней суши.

Въ началѣ каменноугольнаго періода общая поверхность суши значительно возросла, несмотря на то, что въ нѣкоторыхъ мѣстностяхъ (напр. въ сѣверной части нынѣшней Европейской Россіи) море даже расширилось сравнительно съ девонскимъ временемъ. Вообще для каменноугольнаго періода характерны частичныя колебанія границъ моря и суши.

Какъ видно изъ приложенной выше карты, къ концу каменноугольнаго періода рѣзко очертилось большое Средиземное море—океанъ Тетисъ. Къ концу этой же эпохи установлено (акад. Чернышевымъ) и широкое наступленіе моря на Азію и арктическія области.

Что касается горообразовательныхъ процессовъ, то они начались еще въ началѣ каменноугольнаго періода, когда въ земной корѣ начали образовываться складки *); эти процессы усилились во

*) Какъ извѣстно, горообразовательные процессы достигали еще большей силы въ архейскую эру и до-кембрійская складчатость обнаружена почти

второй половинѣ даннаго періода и продолжались въ пермское время. Слѣды этихъ складокъ въ Западной Европѣ объединены Зюссомъ подъ общимъ названіемъ *арморикапскихъ горъ*, они открыты и въ центральной и Сѣверной Азіи.

## ГЛАВА XXV.

### Климатъ каменноугольнаго періода.

До недавняго времени господствовало воззрѣніе, что климатъ каменноугольной эпохи былъ равномѣрно теплый какъ на экваторѣ, такъ и въ холодномъ и умѣренномъ поясѣ и что климатическія различія, замѣчаемыя въ настоящее время у полюсовъ и у экватора, или вовсе отсутствовали въ то время, или же существовали въ весьма незначительной степени.

Источникомъ для опредѣленія климатическихъ условій, имѣвшихъ мѣсто въ прежнія эпохи, служитъ изученіе состава и распространенія органическаго міра, населявшаго данный районъ, преимущественно же царства растительнаго. Успѣшное развитіе растеній, въ гораздо большей степени, чѣмъ животныхъ, находится въ зависимости отъ опредѣленныхъ предѣловъ температуры и что въ то время, какъ одни растенія произростаютъ при очень низкихъ температурахъ, другія требуютъ значительнаго тепла. Всѣмъ извѣстна разница, существующая въ этомъ отношеніи между тропической растительностью, съ ея пальмами, бананами, древовидными папоротниками, и скудной растительностью сѣвера, съ ея лишаями, мхами, низкорослыми кустарниками. Разсматривая растительность каменноугольной системы—хвощи, являющіеся въ наше время въ видѣ крошечной травки и поднимавшіеся тогда огромными деревьями вышиной до 40 фут. и толщиной до 3 фут., лепидодендроны и сигилляріи, возвышавшіеся на сто футовъ, гигантскіе древовидные папоротники съ листьями въ 6, 7 футовъ длиною, мы видимъ, что она ближе всего подходитъ къ растительности нашихъ тропическихъ лѣсовъ. Вотъ что говоритъ о ней Освальдъ Гееръ, одинъ изъ лучшихъ знатоковъ каменноугольной флоры и фауны.

«Растительность, хотя и пышная, отличалась, должно быть, большимъ однообразіемъ, потому что она состояла всего изъ нѣсколькихъ видовъ. Кромѣ того, она была лишена цвѣтовъ съ ихъ разнообразной окраской. Птицы еще не качались на вѣтвяхъ де-

---

всюду въ архейскихъ отложеніяхъ. Нужно отмѣтить также такъ называемыя *каледонскія складки*,, расположенныя въ Западной Европѣ сѣвернѣе арморикапскихъ горъ и относимыя геологами къ до-девонскому времени.

ревьевъ, млекопитающія не оживляли еще чащи лѣсовъ. Душный, насыщенный водяными парами воздухъ, горячая, дымящаяся испареніями почва, безмолвная тишина, нарушаемая не голосами одушевленныхъ существъ, а лишь шумомъ дождя и завываніемъ вѣтра въ вершинахъ темныхъ деревьевъ! Земля въ то время была вѣроятно окутана густымъ покровомъ облаковъ, такъ какъ, благодаря высокой температурѣ почвы, атмосфера заключала въ себѣ гораздо больше водяныхъ паровъ, чѣмъ въ настоящее время. Весь характеръ каменноугольной флоры указываетъ на болотистую почву и воздухъ, насыщенный испареніями, потому что только въ сырыхъ тропическихъ странахъ современной намъ эпохи можно встрѣтить растенія, родственныя формамъ каменноугольной эпохи. Достойно вниманія, что нынѣшніе папоротники и плауновыя растенія растутъ по большей части въ тѣни, т. е. менѣе нуждаются для своего развитія въ непосредственномъ вліяніи солнечнаго свѣта, чѣмъ цвѣтковыя растенія. Тѣмъ же свойствомъ отличались вѣроятно и предки ихъ, и такъ какъ они именно и составляютъ большую часть каменноугольной флоры, то мы имѣемъ право сказать, что она могла процвѣтать при постоянно облачномъ небѣ. Сюда присоединяется еще одно обстоятетьство: каменноугольная флора какого-нибудь небольшого района, напр. Швейцаріи, даетъ вѣрную картину каменноугольной флоры вообще. Мы находимъ ту же самую растительность и въ остальныхъ областяхъ Европы и Америки. Еще важнѣе то, что въ каменноугольную эпоху тѣ же самыя растенія встрѣчаются и на крайнемъ сѣверѣ. Каменноугольная флора, открытая въ 1873 году на Шпицбергенѣ, подъ 77 градусомъ сѣверной широты, профессоромъ Норденшильдомъ, состоитъ почти на половину изъ видовъ, извѣстныхъ въ среднеевропейской каменноугольной флорѣ».

Переходя къ выясненію причинъ, произведшихъ эти своеобразныя климатическія условія, мы наталкиваемся на серьезныя затрудненія. Прежде всего является весьма существенный и трудно разрѣшимый вопросъ, дѣйствительно ли въ каменноугольную эпоху по всей землѣ господствовалъ *равномѣрно* теплый климатъ, какъ это принимаетъ большинство геологовъ. Въ настоящее время солнце является единственнымъ значительнымъ источникомъ тепла для земли, и этимъ обусловливается различіе климатовъ на земномъ шарѣ, такъ какъ температура даннаго пункта зависитъ отъ угла, подъ которымъ солнечные лучи падаютъ на поверхность его. Правда, существуетъ еще цѣлый рядъ различныхъ факторовъ, оказывающихъ свое вліяніе на климатъ, но дѣйствіе всѣхъ ихъ ничтожно сравнительно съ вліяніемъ солнечныхъ лучей. Равномѣрное распредѣленіе теплоты въ каменноугольную эпоху старались объяснять различными путями. Одна изъ многочислен-

ныхъ гипотезъ, предложенныхъ съ этой цѣлью, предполагаетъ, что въ каменноугольную эпоху земля заключала въ себѣ еще очень много собственной теплоты. Такъ напр., Освальдъ Гееръ говоритъ о «горячей, дымящейся испареніями почвѣ» каменноугольнаго періода. Предположеніе, что въ то время земная кора на всемъ своемъ протяженіи отъ сѣвернаго полюса до экватора имѣла высокую температуру, которая не зависѣла отъ согрѣванія солнечными лучами, весьма заманчиво. Но изъ такого предположенія неизбѣжно слѣдовало бы, что въ болѣе древніе періоды, напр. въ девонскій и силлурійскій, температура земной коры была еще выше и исключала всякую возможность существованія какой бы то ни было животной или растительной жизни на землѣ, что находится въ прямомъ противорѣчіи съ извѣстными намъ уже фактами. Несмотря на это, многіе выдающіеся геологи все еще придерживаются взгляда, что въ каменноугольную эпоху земная кора заключала очень много собственной теплоты, т. е., другими словами, что климатъ ея не находился въ зависимости отъ освѣщенія солнцемъ. Они находятъ, что солнце оказывало въ то время не только относительно, но и абсолютно, болѣе слабое вліяніе, чѣмъ теперь, по той причинѣ, что лучи его съ трудомъ проникали сквозь густую, туманную атмосферу, окутывавшую земной шаръ. По ихъ представленіямъ, въ каменноугольную эпоху дневной свѣтъ замѣнялся сумеречнымъ освѣщеніемъ, но зато отъ одного полюса до другого господствовалъ сырой, удушливый зной,— состояніе, напоминающее температуру оранжерей въ нашихъ ботаническихъ садахъ. Является вопросъ: могла ли процвѣтать пышная растительность въ вѣчныхъ сумеркахъ? Многіе ботаники разрѣшаютъ этотъ вопросъ въ утвердительномъ смыслѣ. Нынѣшніе папоротники и плауновыя растенія, говорятъ они, растутъ по большей части въ густой чащѣ лѣсовъ, т. е. нуждаются для своего развитія въ дѣйствіи прямого солнечнаго свѣта гораздо менѣе, чѣмъ цвѣтковыя растенія, и этими же свойствами, безъ сомнѣнія, обладали ихъ предшественники въ каменноугольную эпоху. А такъ какъ папоротники и плауны образуютъ главную массу каменноугольной флоры, то можно утверждать, что они жили и успѣшно развивались подъ облачнымъ небомъ. Животныя, населявшія лѣса каменноугольной эпохи, по мнѣнію Геера, тоже подтверждаютъ это мнѣніе, такъ какъ нѣкоторые изъ нихъ, какъ напр. тараканы, термиты и сверчки, относятся къ ночнымъ животнымъ. Но при этомъ упускаютъ изъ виду, говоритъ Неймайръ, что и въ тѣ времена жили насѣкомыя, существованіе которыхъ говоритъ самымъ рѣшительнымъ образомъ противъ такого допущенія. Къ тому же новѣйшія изслѣдованія показали, что многія насѣкомыя неправильно отнесены прежними изслѣдователями къ термитамъ и что число дневъ-

ныхъ насѣкомыхъ, жившихъ въ каменноугольную эпоху, гораздо значительнѣе, чѣмъ это думали прежде. Точно такъ же и составъ каменноугольной флоры не имѣетъ въ данномъ случаѣ рѣшающаго значенія, потому что, не говоря уже о томъ, что многочисленные папоротники, хвощи и плауны предпочитаютъ яркій свѣтъ сумеркамъ и успѣшнѣе всего развиваются подъ вліяніемъ прямыхъ солнечныхъ лучей, сдѣланныя выше заключенія относительно привычекъ, свойственныхъ тѣмъ или другимъ растеніямъ, вообще весьма шатки. Пышная растительность требуетъ всегда интенсивнаго освѣщенія, потому что, только благодаря ему, возможна ассимиляція, то есть превращеніе неорганическихъ веществъ въ органическія составныя части растеній, потому что ассимиляція идетъ параллельно свѣту. Мы знаемъ, почему растеніе поворачивается всегда къ свѣту, почему растенія, любящія темноту, остаются маленькими и слабыми, почему въ густой чащѣ лѣсовъ нижнія вѣтви засыхаютъ.

Возвращаясь къ вопросу о согрѣваніи почвы внутренней теплотой земли, мы не можемъ не привести здѣсь мнѣнія Неймайра по этому предмету. «Воззрѣніе, что согрѣваніе земли изнутри настолько значительно, что солнечная теплота въ сравненіи съ нимъ не можетъ быть принята въ разсчетъ, могло удержаться только до тѣхъ поръ, пока не были провѣрены его основы. Извѣстный физикъ, Вилльямъ Томсонъ (лордъ Кельвинъ) доказалъ самымъ неопровержимымъ образомъ, что подобное предположеніе относится прямо къ области невозможнаго, и мы можемъ вполнѣ положиться на результаты его изслѣдованій. Существенное повышеніе температуры этимъ путемъ исключается разъ навсегда уже потому, что тогда на самой незначительной глубинѣ она должна была достигать невѣроятной высоты».

Изъ многочисленныхъ предположеній, къ которымъ прибѣгали для объясненія климата каменноугольной эпохи, ни одно не является достаточно удовлетворительнымъ и не можетъ объяснить всѣхъ извѣстныхъ въ настоящее время фактовъ. Въ виду этого, не благоразумнѣе ли будетъ отказаться отъ нѣкоторыхъ сдѣланныхъ допущеній? Мы предполагали до сихъ поръ, что климатъ каменноугольной эпохи на *всемъ* земномъ шарѣ или по крайней мѣрѣ на большомъ протяженіи его былъ *равномѣрно теплый и сырой*, т. е. тропическій. Но есть ли это несомнѣнный фактъ? Каменноугольная фауна повидимому представляетъ нѣкоторыя доказательства въ пользу этого допущенія. Чрезвычайно важнымъ въ этомъ отношеніи является слѣдующій фактъ: на крайнемъ сѣверѣ находятся слѣды рифовыхъ коралловъ, а намъ извѣстно, что нынѣшніе рифовые кораллы успѣшно развиваются только въ такихъ моряхъ, температура которыхъ никогда не бываетъ ниже

20 градусовъ. Но подобныя доказательства все-таки недостаточно вѣски, потому что кораллы каменноугольной эпохи принадлежатъ къ другимъ видамъ, о жизненныхъ условіяхъ которыхъ мы ничего не знаемъ. Если извѣстная группа животныхъ требуетъ для своего развитія высокой температуры, то изъ этого вовсе не слѣдуетъ, что родственные имъ виды нуждаются въ такой же температурѣ. Такъ напр., многія домашнія животныя приспособились къ различнѣйшимъ климатамъ, а изъ дикихъ животныхъ мы встрѣчаемъ лисицу во всѣхъ широтахъ, начиная отъ холодныхъ до самыхъ жаркихъ странъ. Слонъ и носорогъ встрѣчаются въ настоящее время только подъ тропиками, а между тѣмъ родственные имъ виды жили въ ледниковую эпоху въ Европѣ и въ Сѣверной Азіи. Относительно мамонта извѣстно, что онъ былъ покрытъ, въ защиту отъ холода, длинной, густой шерстью, между тѣмъ какъ родственные ему слоны, водящіеся въ тропическихъ странахъ, почти лишены шерсти. Въ ледниковую эпоху въ средней Европѣ водились львы, гіены и тигры, сосредоточенные теперь въ жаркомъ поясѣ Азіи и Африки.

Обратимся къ царству растеній. По общепринятому мнѣнію, каменноугольная флора далеко превосходила, по своему богатству, флору нынѣшнихъ тропическихъ лѣсовъ; при этомъ обыкновенно ссылаются на древовидные папоротники, исполинскіе хвощи и на огромныя массы залегающаго въ землѣ каменнаго угля. Правда, что древовидные папоротники встрѣчаются въ настоящее время преимущественно въ жаркихъ или теплыхъ странахъ, но въ Южной Америкѣ мы встрѣчаемъ ихъ и въ умѣренномъ климатѣ. Что же касается сигиллярій, лепидодендроновъ и каламитовъ, то, вслѣдствіе значительной разницы между ними и нынѣшними родственными имъ видами, совершенно невозможно опредѣлить, какія условія были необходимы для ихъ произрастанія. Въ общемъ можно сказать, что растительность не отличалась большей пышностью, чѣмъ современная форма умѣренныхъ широтъ; наоборотъ, великаны каменноугольнаго лѣса въ отношеніи вышины и толщины значительно уступали нашимъ крупнымъ лиственнымъ и хвойнымъ деревьямъ. Для развитія богатой растительности вовсе и не нужно очень высокой температуры. Первобытные лѣса Южной Америки и нѣкоторыхъ странъ съ умѣреннымъ климатомъ обладаютъ невѣроятно богатой растительностью, которая вполнѣ можетъ соотвѣтствовать всѣмъ условіямъ для образованія каменнаго угля. Скажемъ даже болѣе: какъ было упомянуто уже выше, первобытные *тропическіе* лѣса, несмотря на свою роскошную растительность, совсѣмъ не дали матеріала для образованія каменнаго угля. Наиболѣе богатое накопленіе каменнаго угля происходитъ въ торфяныхъ болотахъ и

ограничивается исключительно странами съ *умѣреннымъ и холоднымъ климатомъ*. Такимъ образомъ весьма ошибочно думать, что образованіе торфа или каменнаго угля въ большихъ размѣрахъ служитъ указаніемъ на существованіе жаркаго климата и пышной растительности. Зато, повидимому, не можетъ быть сомнѣнія въ томъ, что въ каменноугольную эпоху на сѣверномъ полушаріи господствовала значительная сырость—первое условіе для образованія торфа—и что, въ силу приспособленія, вся тогдашняя растительность получила характеръ болотной растительности. Вѣроятно въ то время на сѣверномъ полушаріи простирались низменные острова съ сырымъ, скорѣе прохладнымъ, чѣмъ жаркимъ климатомъ, способствовавшимъ накопленію обильныхъ растительныхъ остатковъ. Характерно также и то, что продуктивный ярусъ каменноугольной системы распространенъ въ сѣверномъ полушаріи между 30 и 60 градусами, между тѣмъ какъ тропическій поясъ очень бѣденъ каменнымъ углемъ. Этотъ послѣдній фактъ не можетъ не потрясти въ значительной степени ученія объ однообразіи климата на всемъ земномъ шарѣ въ каменноугольную эпоху. Хотя каменноугольная флора дѣйствительно представляетъ поразительное однообразіе, но весьма существенная роль принадлежитъ въ этомъ отношеніи способу распространенія сѣмянъ, а не исключительно климату. Даже Гееръ, которому не были извѣстны результаты новѣйшихъ изслѣдованій, говоритъ по этому поводу: «Не трудно объяснить большое однообразіе каменноугольной флоры. Она состояла изъ споровыхъ растеній, содержащихъ чревычайно мелкія сѣмена*). Они весьма легко разносятся вѣтромъ по воздуху и развиваются вездѣ, гдѣ они встрѣчаютъ для себя благопріятныя условія. И теперь происходитъ то же самое. Лишаи и мхи, а также папоротники и хвощи имѣютъ огромнѣйшее распространеніе; нѣкоторые изъ нихъ распространены почти по всей поверхности земного шара, несмотря на различіе климатовъ. Довольно вспомнить тотъ фактъ, указанный Эренбергомъ, что инфузоріи и діатомовыя переносятся вѣтромъ изъ тропической Америки въ Европу, или что споры картофельнаго грибка (Peronospora) разносятся воздухомъ по всей Европѣ, Атлантическому океану и Греческому архипелагу, для того, чтобы понять, что споры каменноугольныхъ растеній могли разсѣяваться по всему свѣту и создать такимъ образомъ огромнѣйшіе районы распространенія каменноугольной флоры. Споровыя растенія американскихъ торфяныхъ болотъ и въ настоящее

*) Въ ботаническомъ смыслѣ это не сѣмена, а такъ называемыя споры—микроскопическія образованія, скопленіе которыхъ представляется невооруженному глазу въ видѣ тонкой пыли.

время состоятъ по большей части изъ тѣхъ же видовъ, какъ и въ Европѣ, между тѣмъ какъ между цвѣтковыми растеніями существуетъ рѣзкая разница. Но такъ какъ въ каменноугольную эпоху древовидныя растенія принадлежали къ споровымъ, то они и являлись одинаковыми въ различныхъ частяхъ свѣта».

Выше было уже указано на то, что въ странахъ, прилегающихъ къ Индѣйскому океану, открыты явственные слѣды ледниковой дѣятельности, простиравшейся на значительныя территоріи. На Новой Землѣ, Шпицбергенѣ и въ полярныхъ странахъ Сѣверной Америки мы видимъ пышную растительность и сырой, теплый климатъ, а въ Остъ-Индіи, Африкѣ и Австраліи—ледниковый періодъ. Это обстоятельство окончательно разбиваетъ всѣ наши гипотезы и показываетъ намъ, что климатъ каменноугольной эпохи зависѣлъ отъ большого числа разнообразныхъ факторовъ, точное знаніе и оцѣнка которыхъ составляетъ неразрѣшимую до сихъ поръ задачу.

## ГЛАВА XXVI.

### Каменноугольная фауна.

Связь каменноугольной и девонской фауны. — Фораминиферы и фузулиновые известняки.— Исчезновеніе цистоидей и расцвѣтъ бластоидей.—Угасаніе трилобитовъ.—Наземныя животныя.—Плеченогія.—Прѣсноводные молюски.—Рыбы.

Каменноугольная фауна, подобно флорѣ этой эпохи, составляетъ прямое и непосредственное продолженіе девонской. Это относится въ особенности къ морскимъ животнымъ. Начнемъ съ низшаго типа—простѣйшихъ или Protozoa. Изъ нихъ въ большомъ числѣ видовъ и индивидовъ встрѣчаются foraminifera, составляющія подклассъ корненожекъ (Rhizopoda). Особеннымъ распространеніемъ пользуется семейство фузулинидъ (fusulinidae). Они имѣютъ шарообразную или цилиндрическую форму и снабжены известковыми остовами. Почти исключительно изъ этихъ известковыхъ остововъ сложены весьма распространенныя и мощныя

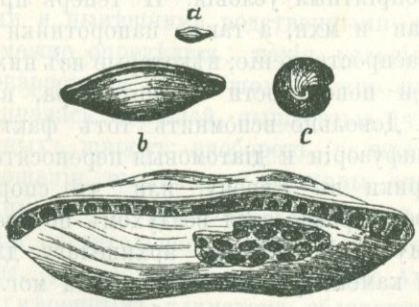



Рис. 135. Фузулина. Fusulina cylindrica Fisch. *a*—натуральная величина; *b* и *c*—увеличена. Нижняя фигура при значительномъ увеличеніи.

породы, такъ называемые фузулиновые известняки, встрѣчающіеся въ Россіи, Китаѣ, Японіи и Сѣверной Америкѣ.

Ни кораллы, ни губки не играютъ существенной роли въ эту эпоху. Кораллы каменноугольной системы относятся еще къ палеозойскимъ типамъ и не представляютъ существенныхъ отличій изъ девонскихъ коралловъ.

Болѣе значительныя уклоненія представляютъ иглокожія. Цистоидеи почти всѣ уже вымерли въ каменноугольную эпоху, и мѣсто ихъ заступили *бластоидеи*, но и они исчезаютъ вмѣстѣ съ окончаніемъ каменноугольной эпохи. Морскія лиліи или криноидеи представляютъ въ описываемую эпоху чрезвычайное разнообразіе формъ, между тѣмъ какъ морскіе ежи все еще попадаются довольно рѣдко. Раки претерпѣваютъ въ эту эпоху значительныя видоизмѣненія. Изъ трилобитовъ уцѣлѣли лишь отдѣльные экземпляры—послѣдніе представители этого вида. Исполинскіе раки (gigantostraca) окончательно исчезли. Хотя раки со времени девонской и силлурійской эпохи никогда уже не играли такой важной роли, но, несмотря на это, они все еще продолжаютъ прогрессировать въ своемъ развитіи, такъ какъ только въ каменноугольную эпоху появляются наивыше организованныя формы—десятиногіе, къ которымъ относится напр. обыкновенный рѣчной ракъ (Astachus fluviatilis). Рядомъ съ ними попадаются нѣкоторыя другія формы, о которыхъ еще неизвѣстно ничего положительнаго. Къ числу ихъ относится такъ называемый Бострихопусъ (Bostrichopus) — животное, которое, какъ говоритъ Неймайръ, представляетъ такія значительныя уклоненія въ своемъ строеніи отъ всѣхъ другихъ живущихъ или ископаемыхъ формъ, что отнесеніе этого страннаго животнаго къ какому-либо зоологическому классу представляетъ для палеонтолога величайшія затрудненія. Всего удивительнѣе въ этомъ животномъ его восемь ногъ, кончающихся длинными, извилистыми придатками, числомъ до 60. Эти придатки, толщиною въ волосъ, во много разъ превосходятъ длину туловища и состоятъ изъ большого числа отдѣльныхъ члениковъ. Неймайръ говоритъ, что хотя въ настоящее время и нѣтъ никакой возможности опредѣлить это маленькое чудовище, но что тѣмъ не менѣе оно представляетъ чрезвычайный интересъ въ другомъ отношеніи. Нѣтъ никакого сомнѣнія, что въ каменноугольную эпоху бострихопусъ не былъ единственнымъ типомъ въ системѣ животныхъ формъ, потому что въ природѣ нѣтъ изолированныхъ типовъ. Слѣдовательно, нѣкогда должны

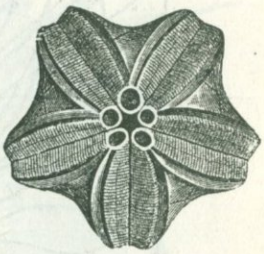


Рис. 136. Пентатрематитъ. Pentatrematites florealis изъ каменноугольнаго известняка Америки. Нѣсколько увеличенъ.

были существовать виды и роды, родственные бострихопусу и составлявшіе переходную ступень между нимъ и другими типами. Можно сказать положительно, что это животное представляетъ такія рѣзкія отличія отъ всѣхъ другихъ извѣстныхъ намъ животныхъ, что оно можетъ быть разсматриваемо, какъ представитель самостоятельнаго класса. Изъ всѣхъ—вѣроятно многочисленныхъ—формъ, принадлежавшихъ къ этому классу, случайно дошелъ до насъ единственный экземпляръ одной только формы. До сихъ поръ не найдено второго экземпляра этого страннаго животнаго, и мы не имѣли бы даже понятія о существованіи по-

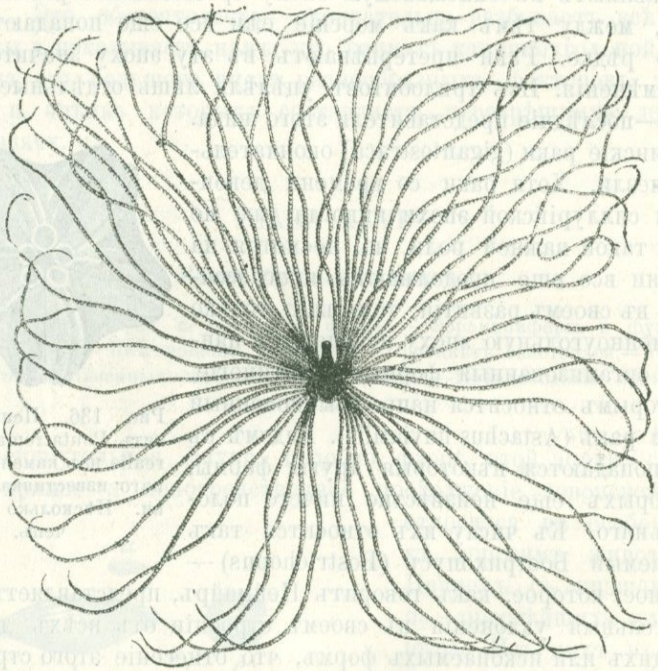


Рис. 137. Bostrichopus antiquus. Бострихопусъ.

добнаго типа, если бы не была сдѣлана эта случайная находка. Вотъ внушительный примѣръ неполноты нашихъ познаній древнихъ фаунъ. Сколько удивительныхъ типовъ, можетъ быть, скрыты еще въ нѣдрахъ горъ, сколько изъ нихъ разрушены вывѣтриваніемъ!

Изъ прочихъ представителей суставчатоногихъ особенный интересъ представляютъ слѣдующія наземныя животныя: тысяченожки, пауки и насѣкомыя. Существованіе въ описываемую эпоху истинныхъ пауковъ, правда, еще не доказано съ полной достовѣрностью, но существованіе *фалангидовъ* (ложныхъ пауковъ) и *скорпіоновъ*

несомнѣнно. Изъ послѣднихъ очень интересенъ видъ, извѣстный подъ названіемъ Циклофтальмусъ (Cyclophtalmus Bucklandi), очень похожій на раковъ; это сходство еще увеличивается, благодаря клешнямъ, которыми снабженъ этотъ видъ.

*Скорпіоны*, подобно всѣмъ паукообразнымъ, имѣютъ четыре пары ногъ и дышатъ легкими, чѣмъ и отличаются отъ ракообразныхъ. Головной конецъ и грудь ихъ срослись въ одно цѣлое, задняя же часть тѣла является удлиненной, раздѣленной на членики, чрезвычайно подвижной и снабженной на концѣ ядовитымъ жаломъ, служащимъ для убиванія добычи, состоящей большею частью изъ насѣкомыхъ, — между тѣмъ какъ у пауковъ задняя часть закруглена, не представляетъ дѣленія на членики и снабжена железами.

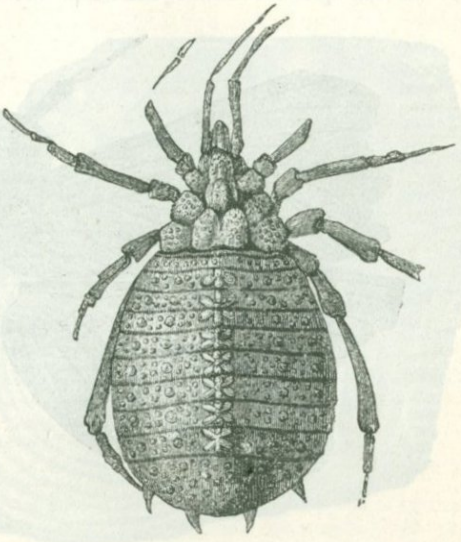


Рис. 138. Паукъ изъ каменноугольной системы—Eophrynus Prestwichi.

Гораздо ближе къ паукообразнымъ стоятъ *фалангиды*. Они дышатъ, подобно насѣкомымъ, посредствомъ развѣтвляющихся воздухоносныхъ трубокъ, такъ называемыхъ трахей. Задняя часть тѣла коротка, состоитъ изъ шести члениковъ и никогда не отдѣляется глубокой выемкой отъ головогруди.

Достойно вниманія, что изъ *насѣкомыхъ* въ каменноугольную эпоху совершенно отсутствуютъ бабочки, мухи, пчелы, осы, муравьи и родственныя имъ формы. Это совершенно понятно: вѣдь всѣ эти животныя питаются сладкими соками цвѣтовъ, которыхъ не было въ каменноугольныхъ лѣсахъ съ ихъ папоротниками, хвощами, плауновыми и хвойными деревьями. Существовали ли въ то время жуки и клопы, какъ это утверждаютъ многіе изслѣдователи, представляется пока сомнительнымъ; по мнѣнію Неймайра, эти догадки требуютъ еще подтвержденія. Зато съ несомнѣнностью доказано существованіе въ каменноугольную эпоху сѣтчатокрылыхъ и прямокрылыхъ, если только не ограничивать эти отряды слишкомъ тѣсными рамками. Дѣло въ томъ, что каменноугольныя насѣкомыя представляютъ въ сущности коллективные типы, которые лишь съ большой натяжкой можно подвести подъ нынѣшніе отряды и семейства, сформи-

ровавшіеся лишь впослѣдствіи, можетъ быть, въ юрскій періодъ, а еще вѣроятнѣе—въ теченіе мезозойской эры. Изъ отряда сѣтчатокрылыхъ въ каменноугольныхъ отложеніяхъ найдены виды, близкіе къ тѣмъ, которые водятся у насъ возлѣ болотъ, ручьевъ и прудовъ, изъ прямокрылыхъ—тараканы, саранча и кузнечики. Все это были виды, питавшіеся или листвой и деревомъ каменноугольныхъ лѣсовъ, или же живой добычей.

Въ древнемъ мірѣ происходила ожесточенная борьба на жизнь и на смерть между этими жадными маленькими работниками и пышной растительностью, заполнявшей землю. Въ это время на-

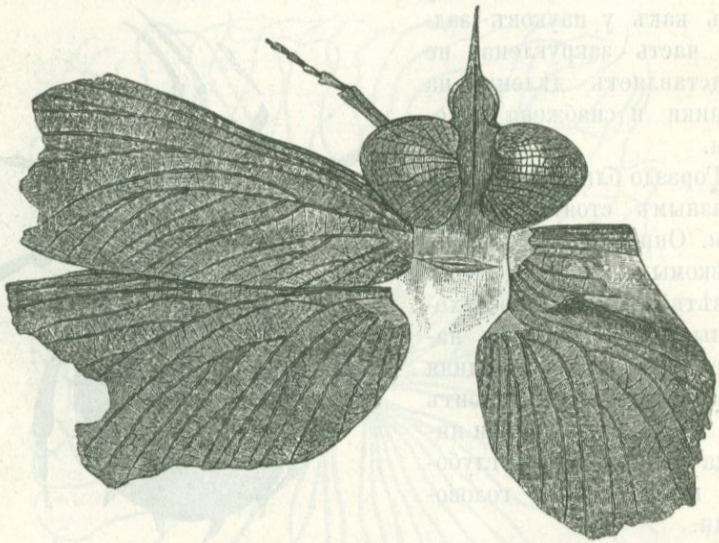


Рис. 139. Литомантисъ—Lithomantis carbonaria. Прямокрылое насѣкомое изъ каменноугольныхъ отложеній Англіи.

сѣкомыя-грызуны проявляли неутомимую дѣятельность, разгрызая, размалывая и пожирая растенія. Сколько первобытныхъ лѣсовъ исчезло подъ ихъ челюстями?!

Бросимъ еще бѣглый взглядъ на остальные классы каменноугольной фауны. *Брахіоподы*, повидимому, находятся въ періодѣ упадка. Впрочемъ, это, можетъ быть, только кажущееся явленіе, такъ какъ изъ каменноугольнаго періода извѣстно сравнительно мало глубоководныхъ образованій. Въ описываемую эпоху высокаго расцвѣта достигаетъ видъ брахіоподъ, извѣстный подъ названіемъ *Продуктусъ (Productus)*. По большей части это довольно крупныя животныя, напримѣръ, раковины Productus giganteus достигаютъ 1 фута.

*Пластинчатожаберныя*, *брюхоногія* и *головоногія* имѣютъ

большое распространеніе въ каменноугольную эпоху, но не представляютъ никакихъ особенностей по сравненію съ предыдущей эпохой. Нѣкоторое значеніе представляетъ только присутствіе прѣсноводныхъ моллюсковъ. Своимъ наружнымъ видомъ и образомъ жизни они чрезвычайно походятъ на нынѣшнихъ наземныхъ моллюсковъ. Одинъ изъ видовъ ихъ, извѣстный подъ названіемъ *Пупа (Pupa)*, живетъ часто подъ корой гнилыхъ деревьевъ, и совершенно въ томъ же положеніи въ пластахъ каменноугольной системы найдены ископаемыя вида Пу́па подъ корой окаменѣлаго дерева. Неймайръ выводитъ отсюда заключеніе, что наземные моллюски каменноугольнаго періода не суть самыя древнія на земномъ шарѣ и что слѣдовательно этимъ подтверждается неоднократно высказанное выше мнѣніе объ очень древнемъ существованіи материковъ.

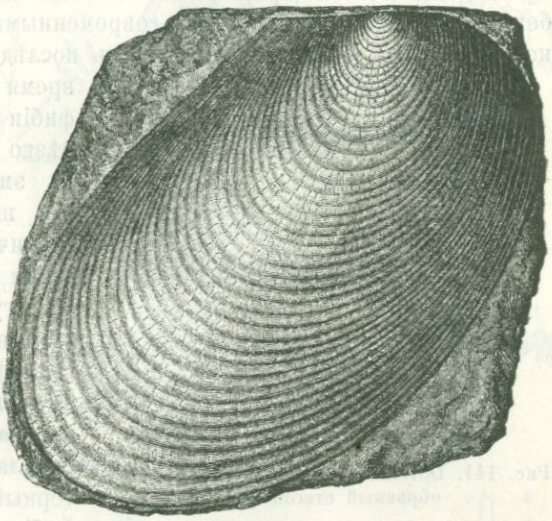


Рис. 140. Посидономія—Posidonomya Becheri. Пластинчатожаберный моллюскъ изъ каменноугольной системы.

*Рыбы* каменноугольной эпохи не отличаются большимъ разнообразіемъ и дошли до насъ въ небольшомъ числѣ плохо сохранившихся экземпляровъ. Всѣ онѣ, безъ исключенія, относятся къ хрящевымъ рыбамъ; костистыя рыбы еще отсутствуютъ совершенно. Отъ акулообразныхъ хрящевыхъ рыбъ до насъ дошли лишь зубы и отчасти плавниковыя иглы длиною до 1 фута; ганоидныя рыбы съ небольшими чешуйками оставили по себѣ явственные отпечатки. Панцырныя же рыбы, встрѣчающіяся въ такихъ разнообразныхъ и причудливыхъ формахъ въ девонской системѣ, успѣли уже вымереть въ каменноугольный періодъ. Нѣкоторыя дошедшія до насъ части рыбъ, въ особенности разрозненные зубы и жевательныя пластинки, имѣютъ настолько своеобразное строеніе и представляютъ такъ мало точекъ опоры для опредѣленія ихъ, что нѣтъ никакой возможности сказать, какимъ рыбамъ они принадлежали.

Въ каменноугольную эпоху на землѣ впервые появились *пре-*

*смыкающіяся*. Можетъ быть, они начали развиваться еще въ предшествовавшую эпоху, потому что разнообразіе типовъ, встрѣчающихся въ каменноугольномъ періодѣ, довольно значительно. Во всякомъ случаѣ, только въ верхнихъ слояхъ ихъ находятъ въ особенно большомъ количествѣ. Каменноугольныя пресмыкающіяся по своему наружному виду напоминаютъ то лягушекъ, то саламандръ или ящерицъ, то наконецъ змѣй. При ближайшемъ разсмотрѣніи однако оказывается, что это сходство только поверхностное и что классификація каменноугольныхъ пресмыкающихся представляется чрезвычайно затруднительной. Эти животныя обнаруживаютъ извѣстные типическіе признаки амфибій, но, несмотря на это, ихъ нельзя причислить къ амфибіямъ. Нѣкоторыя особенности сближаютъ ихъ съ современными пресмыкающимися, но вполнѣ ихъ нельзя отнести и къ послѣднимъ. Въ настоящее время оба эти класса—амфибіи и пресмыкающіяся—рѣзко разграничены. Уже въ эмбріональномъ состояніи выступаетъ явственно различіе между ними. Амфибіи родятся на болѣе низкой ступени развитія и претерпѣваютъ извѣстную метаморфозу. Пресмыкающіяся не подвержены подобному превращенію, они съ самаго начала имѣютъ свой характерный наружный видъ. Амфибіи въ продолженіе всей своей жизни или по крайней мѣрѣ въ юномъ возрастѣ дышатъ жабрами, подобно рыбамъ; пресмыкающіяся же съ перваго момента своего рожденія дышатъ легкими. Лягушки и саламандры голы; змѣи, ящерицы, крокодилы и черепахи покрыты чешуей, костными пластинками и костнымъ панцыремъ. Однимъ словомъ, между обѣими группами, причислявшимися долгое время къ одному классу, существуютъ бо̀льшія различія въ отношеніи развитія и анатомическаго строенія, чѣмъ между гадами и птицами съ одной стороны и амфибіями и рыбами—съ другой.

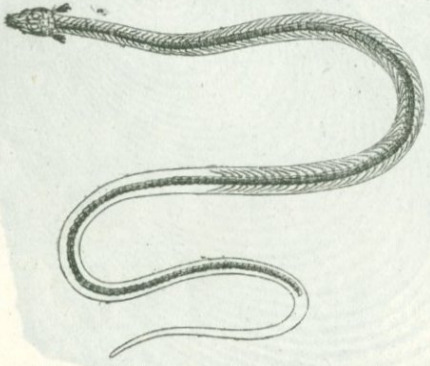


Рис. 141. Dolichosoma. Долихозома.—Змѣеобразный стегоцефалъ.

У пресмыкающихся каменноугольнаго періода мы находимъ жабры въ теченіе всей жизни или по крайней мѣрѣ въ начальномъ періодѣ. Строеніе скелета, позвонковъ, реберъ и ногъ тоже обнаруживаетъ признаки, свойственные амфибіямъ; голова же защищена костными пластинками и вообще представляетъ признаки, характерные для пресмыкающихся. Черепъ *архегозавра*

(Archegosaurus) напр. не представляетъ сверху никакихъ существенныхъ отличій отъ черепа крокодила. Однимъ словомъ, эти животныя однѣми частями скелета походятъ на пресмыкающихся, другими на амфибій. Куда же ихъ отнести? Сюда присоединяется еще то обстоятельство, что скелетъ этихъ *стегоцефаловъ*—такъ называются каменноугольныя пресмыкающіяся—благодаря своей головѣ, покрытой костными пластинками (stego — покрываю,

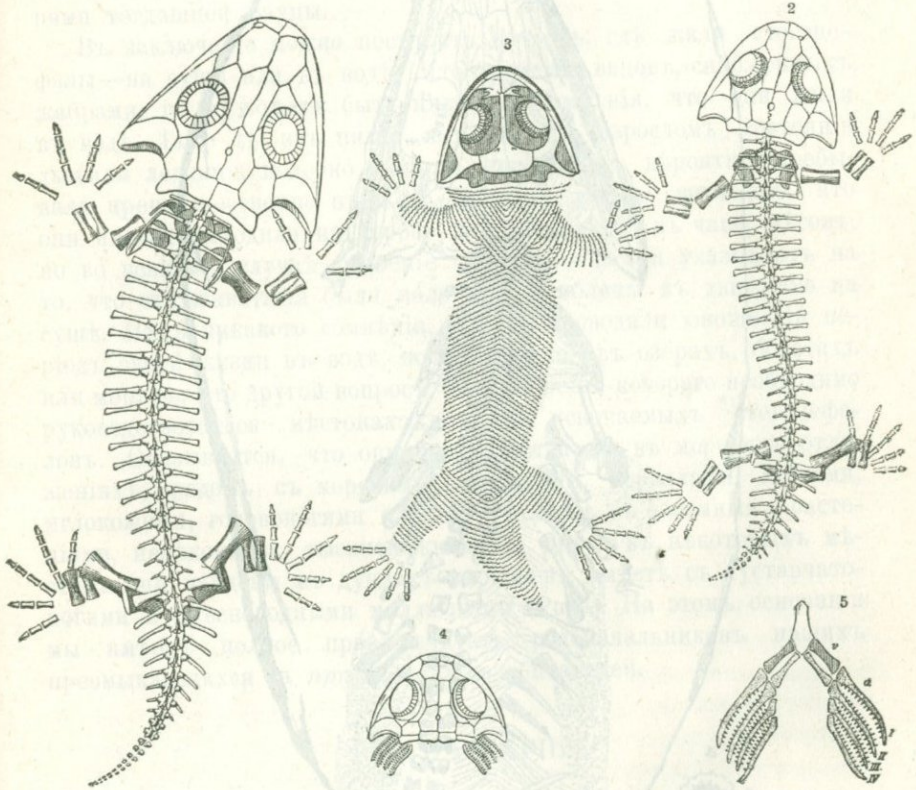



Рис. 142. Ископаемые остатки стегоцефаловъ (по Неймайру).

cephale—голова), представляетъ весьма неполное окостенѣніе и напоминаетъ такимъ образомъ эмбріональныя стадіи нынѣшнихъ пресмыкающихся и амфибій. Мы имѣемъ, значитъ, передъ собою не только коллективные типы, соединяющіе въ себѣ признаки рыбъ, лягушекъ, саламандръ, ящерицъ и крокодиловъ, но вмѣстѣ съ тѣмъ и эмбріональные типы. Изъ стегоцефаловъ, извѣстныхъ также подъ названіемъ лабиринтодонтовъ, назовемъ здѣсь три вида: *долихозомы*, походившіе на змѣю, *архегозавры*, родоначаль-

ники ящерицъ (archegos—родоначальникъ, saurus—ящерица), болѣе всего напоминали собою маленькихъ крокодиловъ, между тѣмъ какъ *антракозавры* (anthracosaurus) являлись въ видѣ не-

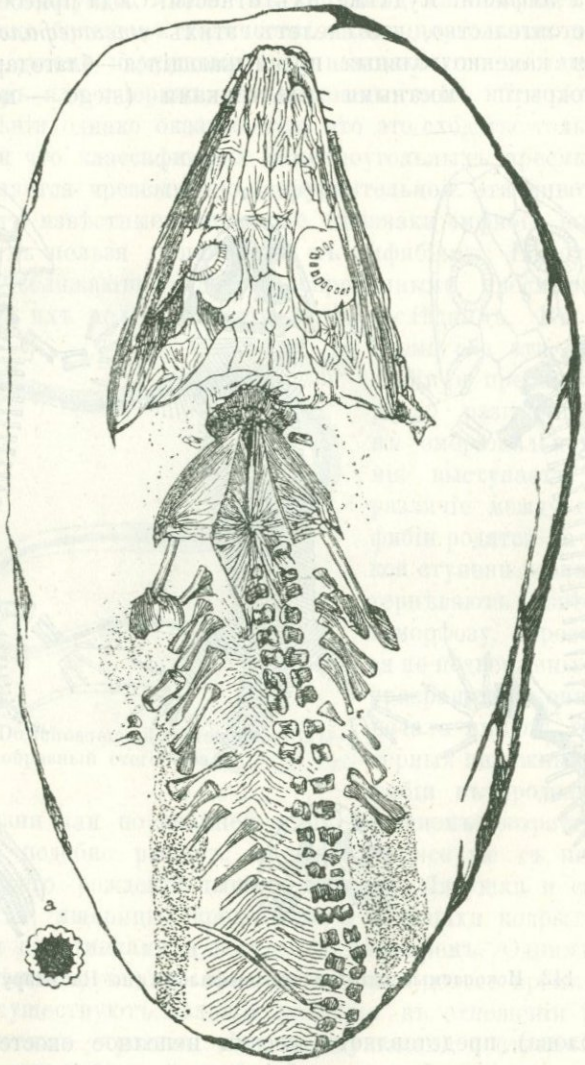



Рис. 143. Остатки архегозавра. Archegosaurus Decheni Goldf.—Въ натуральную величину. *a*—зубъ архегозавра, увеличенный.

уклюжихъ чудовищъ, похожихъ на лягушекъ, но такихъ огромныхъ, что голова ихъ далеко превосходила своими размѣрами голову быка. Мы видимъ, слѣдовательно, что между амфибіями каменноугольной эпохи и нынѣшними лягушками существовало

такое же соотношеніе, какъ между огромными каламитами, лепидодендронами и сигилларіями съ одной стороны и нашими плауновыми растеніями—съ другой.

Какъ было упомянуто уже выше, въ каждомъ періодѣ какая-нибудь одна группа организмовъ выдѣлялась среди остальныхъ числомъ и разнообразіемъ экземпляровъ или же размѣрами. Въ каменноугольную эпоху господство принадлежало амфибіоподобнымъ стегоцефаламъ, по всей справедливости считающимся царями тогдашней фауны.

Въ заключеніе можно поставить вопросъ: гдѣ жили стегоцефалы—на сушѣ или въ водѣ? Что касается видовъ, снабженныхъ жабрами, то не можетъ быть никакого сомнѣнія, что они жили въ водѣ. Даже тѣ изъ нихъ, которые въ взрослом состояніи дышали легкими, подобно нашимъ лягушкамъ, вѣроятно пребывали преимущественно въ водѣ. Конечно весьма возможно, что они иногда выходили на берегъ или забирались въ чащу лѣсовъ, но во всякомъ случаѣ строеніе ихъ конечностей указываетъ на то, что эти животныя были мало приспособлены къ движенію на сушѣ. Нѣтъ никакого сомнѣнія, что они проводили юношескій періодъ своей жизни въ водѣ, но гдѣ именно—въ озерахъ, болотахъ или моряхъ, это другой вопросъ, при рѣшеніи котораго необходимо руководствоваться мѣстонахожденіемъ ископаемыхъ стегоцефаловъ. Оказывается, что они встрѣчаются не въ морскихъ отложеніяхъ, рядомъ съ морскими раковинами, кораллами, губками, иглокожими, головоногими и т. п., а вмѣстѣ съ наземными растеніями, насѣкомыми, тысяченожками и друг.; въ нѣкоторыхъ мѣстахъ они найдены въ дуплахъ деревьевъ вмѣстѣ съ суставчатоногими и прѣсноводными моллюсками (Pupa). На этомъ основаніи мы имѣемъ полное право считать родоначальниковъ нашихъ пресмыкающихся за *прѣсноводныхъ* обитателей.

## ГЛАВА XXVII.

### Пермскій или діасовый періодъ и конецъ палеозойской эры.

Надъ продуктивнымъ ярусомъ каменноугольной системы въ Германіи и Англіи залегаетъ комплексъ пластовъ незначительной мощности, получившій названіе *діасовой* или *пермской* системы. Названіе діасовой системы дано на томъ основаніи, что въ Германіи и Англіи можно различить въ этой системѣ *два* отдѣла; въ тѣхъ же мѣстахъ, гдѣ не наблюдается подобнаго раздѣленія, названіе это конечно утрачиваетъ свой смыслъ. Мурчисонъ назвалъ всю систему *пермской*—отъ русскаго города Пермь.

Незначительная мощность пластовъ, входящихъ въ составъ

упомянутой системы, равно какъ полное соотвѣтствіе между окаменѣлостями животныхъ и растеній, заключенныхъ въ нихъ и въ каменноугольной системѣ, служитъ причиной того, что многіе не разсматриваютъ пермскую систему, какъ самостоятельную, а относятъ ее къ каменноугольной системѣ. Но мы знаемъ, что и вообще между системами, слѣдующими другъ за другомъ во времени, не существуетъ рѣзкихъ границъ, какъ это думали прежде, что флоры и фауны переходятъ изъ одной системы въ другую и лишь медленно и постепенно мѣняютъ свой характеръ. Кромѣ того, нельзя не признать въ пермскомъ періодѣ рѣзкихъ измѣненій, состоящихъ въ томъ, что обитатели каменноугольныхъ лѣсовъ исчезаютъ и мѣсто ихъ заступаютъ новые типы, характерные собственно для послѣдующей мезозойской эры.

Подраздѣленіе и петрографическій характеръ пермской системы были изучены впервые въ Германіи—въ отложеніяхъ Тюрингена и Гарца. Мы находимъ тамъ комплексъ пластовъ, мощностью отъ 500 до 2,000 метровъ, состоящій изъ конгломератовъ и песчаниковъ и содержащихъ остатки прѣсноводныхъ раковъ, рыбъ, насѣкомыхъ, амфибій и наземныхъ растеній. Конгломераты состоятъ изъ валуновъ, т.-е. изъ обломковъ (величиной отъ орѣха до человѣческой головы) всевозможныхъ породъ: гранита, діабаза, гнейса, глинистаго сланца, кварцита, порфира, мелафира и пр., отшлифованныхъ, впрочемъ, дѣйствіемъ текущей воды. Эти валуны спаяны между собой болѣе или менѣе плотно глинистымъ, песчанымъ или кварцевымъ цементомъ, имѣющимъ въ большинствѣ случаевъ характерную красную окраску, обусловленную присутствіемъ окиси желѣза. Песчаники отличаются отъ конгломератовъ главнымъ образомъ только болѣе мелкими зернами и почти безъ исключенія содержатъ то же красное связующее вещество. Весь рядъ пластовъ чрезвычайно напоминаетъ «старый красный песчаникъ» въ англійской девонской системѣ и поэтому въ Англіи получилъ названіе *«новый красный песчаникъ»*, въ Германіи же—*красный лежень*. Мѣстами, однако, красная окраска исчезаетъ и тогда песчаникъ называютъ сѣрымъ или бѣлымъ. Нижніе горизонты заключаютъ въ себѣ прослои каменнаго угля, которые, однако, далеко не достигаютъ той мощности и распространенія, которыми они отличались въ каменноугольномъ періодѣ. Причиной этому служитъ, вѣроятно, наступившее измѣненіе въ соотношеніи между сушей и водой, а также и медленное измѣненіе климатическихъ условій; всѣ эти факторы находятся во взаимной зависимости между собою, т.-е. измѣненіе одного изъ нихъ влечетъ за собою измѣненіе другихъ. Валуны конгломератовъ часто относятся къ вулканическимъ породамъ; весьма часто встрѣчаются красные порфиры, не только отдѣльными глы-

бами и штоками, но иногда даже въ видѣ потоковъ, разстилающихся на подобіе нашихъ лавъ. Здѣсь происходило не спокойное изліяніе расплавленныхъ массъ, а имѣли мѣсто сильныя изверженія, подобныя изверженіямъ теперешнихъ вулкановъ; на это указываетъ присутствіе шлаковъ, бомбъ, лапилли и песку, то нагроможденныхъ рыхлыми грудами, то спаянныхъ въ видѣ твердыхъ туффовъ и брекчій.

Надъ краснымъ лежнемъ, составляющимъ нижній отдѣлъ пермской системы Германіи, залегаетъ второй, верхній отдѣлъ, состоящій изъ *мѣдистаго сланца*. Это черный битуминозный мергелистый сланецъ, толщиной всего около шести дециметровъ, но зато имѣющій громадное горизонтальное протяженіе; названіе свое онъ получилъ потому, что заключаетъ въ себѣ разсѣянныя въ видѣ пыли зернышки мѣднаго колчедана, мѣднаго блеска, самородной мѣди, свинцоваго блеска, сѣрнаго колчедана, серебра и пр.

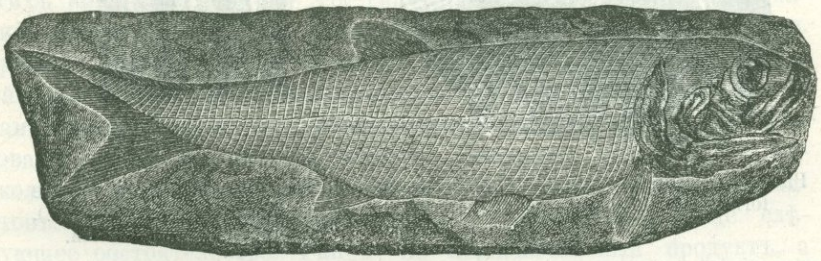


Рис. 144. Палеонискусъ—пермская ганоидная рыба. Palaeoniscus Freisleberi (изъ мѣдистаго сланца).

Мѣдистый сланецъ мѣстами очень богатъ органическими остатками, особенно же мелкочешуйчатыми ганоидными рыбами, изъ которыхъ назовемъ здѣсь два вида, Палеонискусъ (Palaeoniscus) и Платизомусъ (Platysomus). Далѣе находятъ вѣтви, листья и плоды хвойныхъ, а также и первые остатки настоящаго пресмыкающагося *Протерозауруса* (Proterosaurus).

Присутствіе въ пермской системѣ мѣдныхъ рудъ, почти не встрѣчающихся ни въ какихъ другихъ отложеніяхъ въ такомъ изобиліи, до сихъ поръ еще не получило удовлетворительнаго объясненія. Изъ многочисленныхъ гипотезъ наиболѣе вѣроятной намъ представляется та, по которой мѣдистый сланецъ отложился въ какомъ-нибудь прѣсноводномъ озерѣ, причемъ минеральные источники, содержавшіе въ растворѣ большое количество мѣди, превратили озеро въ растворъ мѣдныхъ солей и отравили его воду. Вслѣдствіе этого погибли всѣ организмы, населявшіе озеро, а въ томъ числѣ и ганоидныя рыбы, погребенныя подъ образо-

вавшимися осадками. Но, благодаря разложенію органическихъ веществъ, образовались трудно растворимыя сѣрнистыя соединенія, въ родѣ мѣднаго колчедана и мѣднаго блеска, осѣвшихъ въ видѣ тончайшихъ частицъ и обогатившихъ рудами илистое дно, которое въ теченіе послѣдующихъ тысячелѣтій превратилось въ сланецъ.

Надъ мѣдистымъ сланцемъ въ Германіи залегаетъ группа «*цехштейновыхъ известняковъ*». Это система пластовъ, состоящихъ изъ глинистыхъ известняковъ, доломитовъ, гипса, ангидрита и каменной соли, общая мощность которыхъ доходитъ мѣстами до нѣсколькихъ тысячъ метровъ. Известнякъ, имѣющій обыкновенно отъ пяти до десяти метровъ въ толщину и только въ рѣдкихъ

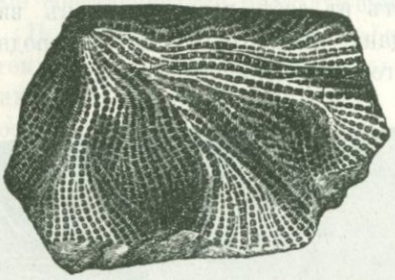


Рис. 145. Колонія мшанки. Fenestella retiformis (въ натуральную величину).



Рис. 146. Кусочекъ той же мшанки (Fenestella ret.), сильно увеличенный.

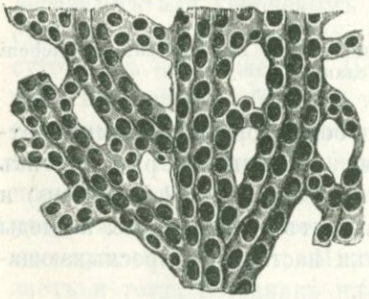


Рис. 147. Кусочекъ мшанки Synocladia virgulacea, увеличенный.

случаяхъ достигающій мощности до 30 метровъ, заключаетъ въ себѣ остатки иглокожихъ, кораловъ, мшанокъ, головоногихъ, плеченогихъ и пр. и оказывается такимъ образомъ типичнымъ *морскимъ* образованіемъ въ противоположность красному песчанику. Довольно значительную роль въ этихъ морскихъ отложеніяхъ играютъ крошечныя *мшанки*, образовавшія въ пермскомъ періодѣ береговые рифы, подобно нынѣшнимъ коралламъ тропическихъ морей. На прилагаемомъ рисункѣ представлены наиболѣе распространенныя мшанки пермскаго періода.

Главная роль въ верхнемъ отдѣлѣ пермскихъ отложеній принадлежитъ *гипсу* и *доломиту*. Оба встрѣчаются при такихъ своеобразныхъ условіяхъ, что ихъ долгое время принимали за вулканическія образованія. Дѣло въ томъ, что пласты, залегающіе надъ

гипсомъ, оказываются смѣщенными, сдвинутыми въ складки, перевернутыми самымъ страннымъ образомъ. Подобныя явленія сами по себѣ не представляютъ, правда, ничего необычайнаго: мы находимъ ихъ выраженными въ большей или меньшей степени въ каждой горной цѣпи, которая въ сущности есть не что иное, какъ сдвиги осѣвшей земной коры. Въ Альпахъ, напр., различнѣйшіе пласты оказываются буквально перемѣшанными другъ съ другомъ. Но въ пермской системѣ средней Германіи, особенно вблизи Эйслебена, *нижніе* слои—красный известнякъ, мѣдистый сланецъ—представляютъ совершенно правильное, *не нарушенное* напластованіе. Въ особенности мѣдистый сланецъ разстилается на огромныхъ протяженіяхъ ровно, какъ коверъ или скатерть. Изъ этого ясно, что здѣсь не происходило сдвиговъ земной коры, потому что въ такомъ случаѣ нарушенное расположеніе слоевъ должно было бы захватить весь комплексъ пластовъ. Но съ такой же несомнѣнностью можно исключить и вулканическое происхожденіе этихъ нарушеній, потому что гипсъ никогда не бываетъ вулканическаго происхожденія. Упомянутыя нарушенія обязаны своимъ происхожденіемъ не дѣйствію огня, а воды. Напр., цехштейнъ близъ Эйслебена (средняя Германія) пронизанъ многочисленными пещерами, происшедшими отъ размывающей дѣятельности воды. Образовавшіяся въ различныхъ мѣстахъ отверстія, сливаясь по нѣскольку вмѣстѣ, повлекли за собою провалы вышележащихъ пластовъ. Этому въ значительной степени содѣйствовало еще слѣдующее обстоятельство. Гипсъ—не первоначальный продуктъ, а образуется изъ ангидрита, поглощающаго воду и вступающаго съ ней въ химическое соединеніе. Это превращеніе ангидрита (безводной сѣрнокислой извести) въ гипсъ (водную сѣрнокислую известь) совершается въ верхнихъ и наружныхъ частяхъ, между тѣмъ какъ внутри еще содержатся зерна неизмѣненнаго ангидрита. Благодаря поглощенію воды, отложенія увеличиваются въ объемѣ и даютъ трещины, содѣйствующія образованію проваловъ.

Постояннымъ спутникомъ ангидрита и гипса является *каменная соль*. Пермская система содержитъ такія огромныя залежи каменной соли, какъ никакая другая система. Сюда относятся знаменитыя Стассфуртскія соляныя копи вблизи Магдебурга. Общая мощность этихъ соляныхъ залежей равняется приблизительно 900 метрамъ. Главная масса ихъ, занимающая нижележащіе пласты, состоитъ изъ чистой каменной соли, раздѣленной тонкими, совершенно параллельными, прослоями ангидрита на пласты, толщиной отъ 8 до 16 сантиметровъ, носящіе всѣ одинъ и тотъ же характеръ. Большинство геологовъ предполагаетъ, что стассфуртскія соляныя залежи являются продуктомъ спокойнаго процесса осажденія морскихъ солей, подобнаго тѣмъ, которыя можно наблю-

дать еще и теперь у Средиземнаго моря, по берегамъ Мертваго моря и Эльтонскаго озера. Онѣ заключаютъ въ себѣ соли, содержавшіяся нѣкогда въ видѣ растворовъ въ морѣ. Осажденіе солей произошло по законамъ растворимости: труднорастворимыя соли осѣдали раньше, а легкорастворимыя—позже.

Но какъ ни грандіозны стассфуртскія соляныя залежи, ихъ далеко превосходятъ соляныя копи у Шперенберга, къ югу отъ Берлина. Приблизительно на глубинѣ 90 метровъ начинаются пласты чистой каменной соли, безъ малѣйшей примѣси, и простираются книзу на неизмѣримую глубину. При буреніи земли до глубины 1,550 метровъ все еще не было достигнуто дна этого баснословнаго соляного штока.

Въ настоящее время почти общее признаніе получила теорія, объясняющая и богатство каменноугольнаго періода залежами каменнаго угля и широкое распространеніе гипса, ангидрита и каменной соли въ пермскій періодъ—тѣмъ, что въ каменноугольной системѣ геологи знакомы, главнымъ образомъ, съ окраинными отложеніями тогдашнихъ материковъ, гдѣ климатъ былъ достаточно влаженъ для образованія каменнаго угля,—въ пермской же системѣ извѣстны, главнымъ образомъ, центральныя части материковъ, гдѣ въ озерахъ пустынь съ сухимъ климатомъ могли отлагаться и гипсъ, и каменная соль, и другія соли стассфуртскихъ пластовъ.

Мы уже указывали, какія трудности встрѣчаетъ опредѣленіе температуры, царившей въ данную геологическую эпоху, напр., въ каменноугольную. По отношенію къ пермскому періоду геологъ находится въ болѣе благопріятныхъ условіяхъ, такъ какъ теперь можно уже съ несомнѣнностью утверждать, что температура этого періода, по крайней мѣрѣ въ областяхъ, по характеру своихъ отложеній близкихъ къ стассфуртскимъ, была не ниже 22° Цельзія. Установлено это извѣстнымъ химикомъ *Вант'Гоффомъ*, который доказалъ, что многія соли, отлагающіяся изъ водныхъ растворовъ, могутъ выкристаллизовываться только не ниже опредѣленной для каждаго даннаго соединенія температуры; онъ назвалъ эти соли «геологическими термометрами». Въ пластахъ ангидрита, залегающихъ въ стассфуртскомъ мѣсторожденіи каменной соли, находятся иногда прослои минерала *тахидрита* (двойная соль хлористаго кальція и хлористаго магнія съ 12 частями воды). Изслѣдованія Вант'Гоффа показали, что тахидритъ можетъ образоваться только при температурахъ не ниже 22° Цельзія, при болѣе низкихъ температурахъ эта соль въ присутствіи воды распадается на составныя части. Отсюда ясно, что температура верхне-пермской эпохи, въ теченіе которой отлагались стассфуртскіе пласты, не могла быть ниже 22° Цельзія. Въ на-

стоящее время средняя годовая температура окрестностей Стассфурта равняется 9° Цельз., слѣдовательно на 13° Ц. ниже, чѣмъ въ верхне-пермскую эпоху.

Читателю, конечно, ясно, какое громадное значеніе для геологіи можетъ получить дальнѣйшее развитіе метода Вант' Гоффа, когда будутъ открыты и другіе «геологическіе термометры».

«Сравнительно скудныя флора и фауна краснаго песчаника сохранили рѣзкій палеозойскій характеръ и тѣснѣйшимъ образомъ примыкаютъ къ флорѣ и фаунѣ каменноугольнаго періода, являясь нѣкоторымъ образомъ послѣдними представителями исчезающаго палеозойскаго органическаго міра». Такими словами характеризуетъ Германъ Креднеръ органическій міръ пермскаго періода, и дѣйствительно такое впечатлѣніе получается при тщательномъ изслѣдованіи ископаемыхъ этого періода. Еще болѣе бросается въ глаза скудость органическихъ остатковъ, обѣднѣніе животнаго и растительнаго міра въ пермскій періодъ. Причины этого явленія до сихъ поръ еще не выяснены.

Флора пермской системы въ нижнихъ горизонтахъ ея представляетъ большое сходство съ каменноугольной флорой. Мы и здѣсь встрѣчаемъ, какъ и въ каменноугольной системѣ, характерные каламиты, аннуларіи, астерофиллиты, сигилляріи и лепидодендроны. Мало-по-малу однако господство переходитъ къ папоротникамъ и хвойнымъ растеніямъ, и уже въ мѣдистомъ сланцѣ сигилляріи, лепидодендроны, аннуларіи и астерофиллиты исчезаютъ. Но зато въ большомъ количествѣ встрѣчаются окаменѣлые стволы древовидныхъ папоротниковъ, и ауракаріевидныхъ хвойныхъ деревьевъ, а также и цикадовыхъ или саговыхъ пальмъ. Геппертъ нашелъ въ Богеміи, близъ Слатина, окаменѣвшій лѣсъ, состоящій по его разсчету изъ 20,000—30,000 стволовъ, имѣющихъ отъ $^1/_3$ до 1 метра въ поперечникѣ. Флора верхнихъ горизонтовъ пермской системы слѣдовательно утратила уже палеозойскій характеръ и приближается къ флорѣ мезозойской и спеціально къ флорѣ тріасоваго періода. Нѣкоторые изслѣдователи старались объяснить причину этого явленія оставленной нынѣ теоріей катастрофъ. Но это совершенно невѣрно: происшедшія измѣненія совершались весьма медленно и постепенно и состояли совсѣмъ не въ внезапномъ уничтоженіи всего живущаго, а въ постепенномъ вытѣсненіи старыхъ органическихъ формъ новыми, болѣе выносливыми. Въ этой борьбѣ сигилляріи и лепидодендроны оказались побѣжденными, одержали верхъ хвойныя, цикадовыя и папоротники. Подобныя явленія происходили во всѣ времена и въ различнѣйшихъ странахъ.

Нельзя отрицать, что палеонтологическій характеръ иногда остается неизмѣннымъ въ теченіе невѣроятно долгихъ періодовъ

и потомъ какъ бы сразу мѣняется. Это, повидимому, плохо согласуется съ ученіемъ о медленномъ и постепенномъ развитіи. Ключъ къ объясненію этого кажущагося противорѣчія даютъ намъ нѣкоторыя явленія, совершающіяся и въ настоящее время. Фауна и флора острововъ Мадейры, св. Елены, Новой Зеландіи, Новой Голландіи и др. совершенно измѣнили свой характеръ въ историческое время, можно сказать, на нашихъ глазахъ. Здѣсь произошло то же самое, что происходило и происходитъ съ населеніемъ Америки, Австраліи, да и большинства европейскихъ государствъ—переселеніе. Хотя растенія находятся въ бо́льшей зависимости отъ почвы и климата, чѣмъ люди и животныя, но между ними встрѣчается не мало космополитовъ, разсыпающихъ во всѣ стороны свои сѣмена, которыя легко принимаются на новой почвѣ. Сѣмена эти переносятся водой, людьми и животными, преимущественно же вѣтромъ.

Интереснымъ примѣромъ такого «естественнаго посѣва» можетъ служить островъ Кракатау. Читатели, вѣроятно, помнятъ картину ужаснаго вулканическаго изверженія на этомъ островѣ въ августѣ 1883 года, уничтожившаго тамъ всякую жизнь. Послѣ того какъ остылъ вулканическій пепелъ, здѣсь оказалась дѣвственная земля, на которой нагляднѣе, чѣмъ гдѣ-либо, могли проявиться творческія силы природы. Надъ поверхностью моря возвышалась голая, покрытая пепломъ, могила. Несмотря на это, ботаникъ Трейбъ уже черезъ три года нашелъ на мѣстѣ катастрофы новый растительный міръ, покрывшій гору отъ самаго берега до высоты 2,000 футовъ. Къ этой почвѣ не прикасалась человѣческая рука; въ теченіе трехъ лѣтъ островъ Кракатау, изолированный, отстоящій отъ Явы на 40 километровъ и отъ острова Себезія на 18½ километровъ, былъ совершенно покинутъ людьми, и, несмотря на это, изъ пепла выросли пальмы, лиственныя деревья и кусты, травы и папоротники, камыши и лиственные мхи.

Итакъ, слѣдовательно, микроскопическія споры бактерій, грибовъ, мховъ, папоротниковъ и вообще споровыхъ растеній могутъ разноситься естественными путями—вѣтромъ, водой и пр., черезъ громадныя пространства суши и моря. Но и тяжелыя сѣмена цвѣтковыхъ растеній могутъ переселяться на значительныя разстоянія. Сѣмена и плоды многихъ растеній, говоритъ Додель-Портъ, являются прекрасно приспособленными къ переселенію. Хотя сѣмена цвѣтковыхъ растеній, вообще говоря, гораздо тяжелѣе микроскопическихъ споръ лишаевъ, мховъ, грибовъ и пр., но есть нѣкоторыя группы растеній, зрѣлыя сѣмена которыхъ представляютъ все же весьма незначительный удѣльный вѣсъ и долгое время могутъ держаться въ воздухѣ при спокойномъ состояніи его, а слѣдовательно тѣмъ болѣе могутъ переноситься вѣ-

тромъ на большія разстоянія. Сюда относятся многіе виды орхидей, колокольчикъ, макъ, горечавка, каменоломка и пр.

Сѣмена нѣкоторыхъ лилій и тюльпановъ снабжены широкими придатками, въ видѣ крыльевъ, содѣйствующими ихъ передвиженію по воздуху.

Въ другихъ случаяхъ зрѣлыя сѣмена разносятся по воздуху вмѣстѣ съ сѣменными коробочками, въ которыхъ они заключены. Мы нерѣдко видимъ, что природа снабдила сѣменныя коробочки придатками въ видѣ крыльевъ, какъ это, напр., можно наблюдать на березѣ, ясени, вязѣ, кленѣ, ольхѣ, зонтичныхъ растеніяхъ; рѣже засохшій цвѣточный вѣнчикъ или чашечка остаются на плодѣ и исполняютъ роль летательнаго снаряда. Очень большое число сѣмянъ и плодовъ снабжены для этой цѣли волосистыми или перистыми придатками. Наиболѣе типичнымъ примѣромъ этого служатъ покрытые длинными волосками сѣмена хлопчатника. Эти волоски, извѣстные въ продажѣ подъ именемъ хлопчатой бумаги, представляютъ не что иное, какъ летательные органы сѣмянъ хлопчатника. Сѣмена ивъ и тополей снабжены у своего основанія для этой цѣли пучкомъ волосковъ, и въ маѣ и іюнѣ они въ такомъ большомъ количествѣ носятся по воздуху; что напоминаютъ собою снѣгъ, падающій мелкими хлопьями. Укажемъ еще на шарообразныя головки одуванчика. Каждый изъ этихъ воздушныхъ шаровъ состоитъ изъ сотенъ маленькихъ плодовъ, сидящихъ на утолщенномъ концѣ общаго цвѣточнаго стержня и снабженныхъ легкими пластинками-парашютами, весьма удобными для перелета на далекія разстоянія.

Растенія, сѣмена которыхъ переносятся водой, менѣе многочисленны, но и они встрѣчаются въ природѣ въ немаломъ числѣ. Для насъ имѣютъ наибольшій интересъ растенія, сѣмена которыхъ переносятся морскими теченіями и слѣдовательно должны быть совершенно непроницаемы для морской воды, губительно дѣйствующей на зародыши. Сюда относятся прежде всего кокосовые орѣхи, растущіе всюду на вулканическихъ и коралловыхъ островахъ Индѣйскаго океана. Напомнимъ здѣсь, между прочимъ, и о томъ, что теперешними морскими теченіями переносятся плоды изъ Мексики до Сѣвернаго мыса въ Европѣ.

Между многими другими способами распространенія укажемъ на чрезвычайно своеобразный способъ, состоящій въ томъ, что плоды репейника помощью колючекъ пристаютъ къ животнымъ или къ животнымъ продуктамъ (волосы, шерсть, перья). «Знаменитый репейникъ,—Xanthium spinosum,—говоритъ профессоръ Додель-Портъ,—въ 1814 году еще былъ неизвѣстенъ въ Крыму; въ 1856 году онъ уже успѣлъ заполнить весь полуостровъ. Въ Валахію онъ былъ завезенъ русскими войсками въ 1828 году, оттуда

перевезенъ въ Сербію, а сербскія свиньи перенесли репейникъ въ Венгрію и Нижнюю Австрію. Въ Южной Австраліи это растеніе впервые было замѣчено въ 1850 году; съ тѣхъ поръ оно распространилось съ невѣроятной быстротой по всей территоріи, при помощи лошадей и овецъ, переносившихъ повсюду приставшіе къ нимъ плоды репейника, которые, падая на подходящую почву, принимались тамъ».

Послѣ всего сказаннаго становится понятнымъ, что рѣзкое измѣненіе характера флоры въ концѣ палеозойской эры могло быть обусловлено однимъ только переселеніемъ растеній. Оно конечно совершалось не всегда съ одинаковой интенсивностью и не въ одинаковомъ направленіи. Предположимъ, что между двумя отдѣленными прежде другъ отъ друга материками установилось сообщеніе, или же наоборотъ; ясно, что такое измѣненіе немедленно отразится на обитателяхъ материковъ. Измѣненія въ соотношеніи между сушей и моремъ влекутъ за собой и измѣненіе морскихъ теченій, направленія вѣтровъ, а вмѣстѣ съ тѣмъ и климатическихъ условій. Вода морей опрѣсняется, океанъ заливаетъ сушу, однимъ словомъ, происходитъ полнѣйшій переворотъ всѣхъ прежнихъ условій. Представимъ себѣ, что морской проливъ, идущій отъ Чернаго моря до Ледовитаго океана, отдѣлилъ Европу отъ Азіи, но что зато у Гибралтара произошло соединеніе Европы съ «чернымъ материкомъ» и что Суэзскій перешеекъ исчезъ, и мы поймемъ, какой огромный переворотъ въ флорѣ и фаунѣ соотвѣтствующихъ странъ, въ особенности же Средиземнаго и Чернаго моря, повлекли бы за собою эти, сравнительно ничтожныя въ геологическомъ смыслѣ, измѣненія въ отношеніи между сушей и моремъ. Мы совсѣмъ не нуждаемся, слѣдовательно, въ теоріи катастрофъ для того, чтобы объяснить измѣненія фауны и флоры, совершившіяся въ концѣ палеозойской эры. Но если смотрѣть на растенія, находящіяся въ верхнихъ отдѣлахъ пермской системы, какъ на пришельцевъ, вытѣснившихъ прежнія туземныя формы, то вмѣстѣ съ тѣмъ необходимо допустить, что эти пришельцы существовали гдѣ-нибудь уже раньше. Мы дѣйствительно имѣемъ тому доказательства. Читатель вспомнитъ, что въ странахъ по берегамъ Индѣйскаго океана уже въ каменноугольную эпоху исчезли каламиты, сигиллярія и лепидодендроны, и что мѣсто ихъ заступила флора, имѣющая поразительное сходство съ флорой мезозойской эры.

Повидимому, эти измѣненія шли рука объ руку съ пониженіемъ температуры, потому что отложенія, относящіяся къ тому же періоду, позволяютъ съ большой вѣроятностью предполагать существованіе въ эту эпоху грандіозныхъ ледниковъ. Можетъ быть, ледники и содѣйствовали исчезанію сигиллярій и лепидодендро-

новъ и замѣщенію ихъ менѣе изнѣженными растеніями, наступавшими съ юга. Цикадовыя и хвойныя, привыкшія къ низкой температурѣ и кромѣ того имѣвшія своей родиной большой материкъ, должны были одержать верхъ надъ сочными, слабо деревянистыми, болотными растеніями каменноугольнаго лѣса, изнѣженными равномѣрно мягкимъ климатомъ. Конечно, все это одни только предположенія, но они подтверждаются тѣмъ обстоятельствомъ, что въ нѣкоторыхъ пунктахъ пермской системы средней Европы найдены большія изборожденныя глыбы камней, по всей вѣроятности перенесенныя сюда посредствомъ льда.

Какое вліяніе оказалъ предполагаемый ледниковый періодъ на фауну, трудно опредѣлить, но скудость ея невольно заставляетъ предполагать такое воздѣйствіе. Такъ напр., въ европейскомъ цехштейнѣ найдено всего 200 видовъ животныхъ, несмотря на то, что эти отложенія были изслѣдованы многократно и весьма тщательно. Если сопоставить эту скудную цифру съ богатствомъ силурійской фауны, гдѣ одни только моллюски и плеченогія представляли въ совокупности нѣсколько тысячъ видовъ, то дѣйствительно получается такое впечатлѣніе, какъ будто органическая жизнь была въ описываемую эпоху въ періодѣ угасанія. Но ледниковый періодъ не могъ оказать повсемѣстно своего воздѣйствія: для морскихъ, въ особенности же для глубоководныхъ обитателей, климатическія колебанія не играютъ такой важной роли, какъ для наземныхъ организмовъ. Силурійское глубоководное море, вѣроятно, представляло приблизительно тотъ же характеръ, что и наши нынѣшнія моря, и, вѣроятно, имѣло даже въ различныхъ широтахъ одинаковую температуру. Поэтому морскіе типы, въ особенности же глубоководные, являются гораздо болѣе постоянными и во всѣ періоды сохраняютъ бо́льшее однообразіе, чѣмъ наземные и прибрежные виды. Кромѣ того едва ли правильно, на основаніи изслѣдованій европейскихъ и спеціально германскихъ цехштейновыхъ отложеній, дѣлать заключенія относительно отложеній всего этого періода. Многіе геологи указываютъ на то, что пермская система не вездѣ такъ бѣдна формами, какъ въ Германіи, и что въ нѣкоторыхъ пунктахъ Азіи она представляетъ удивительное богатство видовъ. Скудость германскаго цехштейна представляетъ только мѣстное явленіе, обусловливающееся и причинами мѣстнаго, а отнюдь не общаго свойства.

Естествоиспытатель Фуксъ объясняетъ это явленіе довольно правдоподобнымъ образомъ. Онъ указываетъ на то, что фауна Чернаго моря представляетъ большое соотвѣтствіе съ фауной цехштейна, что она, подобно этой послѣдней, лишена органическихъ формъ, характерныхъ для открытыхъ морей. На этомъ основаніи представляется весьма вѣроятнымъ, что германскій цехштейнъ

отложился во внутреннемъ морѣ, подобномъ Черному морю, и что его фауна произошла изъ остатковъ населенія, первоначально богатаго, но постепенно обѣднѣвшаго подъ вліяніемъ внѣшнихъ неблагопріятныхъ условій.

Вообще говоря, пермскій періодъ отнюдь не представляетъ остановки развитія, на это указываетъ, напримѣръ, появленіе впервые въ эту эпоху настоящаго пресмыкающагося, перваго представителя *высшихъ позвоночныхъ*. Это—такъ называемый *Протерозавръ—Proterosaurus Speneri*, нѣчто среднее между ящерицами, крокодилами и вымершими динозаврами, одинъ изъ лучшихъ извѣстныхъ намъ коллективныхъ типовъ, а потому имѣющій выдающееся значеніе въ исторіи эволюціи организмовъ.

---

*Пермская система Россіи*, если къ ней причислять и такъ называемыя *пестрыя породы*, покрывающія нашъ цехштейнъ, занимаетъ громадное пространство—большую часть востока Европейской Россіи; на западѣ и востокѣ этого района отложенія пермской системы налегаютъ на каменноугольныя образованія, на сѣверѣ уходятъ подъ юрскіе осадки, на югѣ же покрыты юрскими, мѣловыми и даже прямо третичными образованіями. Но кромѣ этого громаднаго района пермскія отложенія обнаружены еще въ Кѣлецкой, Ковенской, Курляндской, Астраханской (Чапчачи) и Екатеринославской губерніяхъ.

Пермскія отложенія Россіи довольно однообразны: они сложены известняками, доломитами *) и рухляками, въ которыхъ часто залегаютъ гипсъ, ангидритъ и каменная соль.

До изслѣдованій проф. Амалицкаго въ Россіи была извѣстна, главнымъ образомъ, фауна морскихъ пермскихъ отложеній хотя и отличавшаяся представителями моллюсковъ и плеченогихъ отъ пермской системы Западной Европы, но все же приравнивавшаяся нашими геологами къ германскому цехштейну.

Пермскія отложенія по рр. Волгѣ и Камѣ проф. *Головкинскій* разбиваетъ на три яруса: 1) *верхній*, образованный рухляками, глинами и песчаниками, съ остатками ящеровъ и наземныхъ растеній; 2) *средній*—сложенный известняками, богатый плеченогими и пластинчатожаберными моллюсками, и 3) *нижній*—такого же характера, какъ и верхній. Но, при движеніи на востокъ—по Камѣ, средній ярусъ выклинивается и переходитъ въ известняки, сильно обогащенные пескомъ. Такое расположеніе осадковъ, по мнѣнію проф. Головкинскаго, объясняется тѣмъ, что пермскій бассейнъ Европейской Россіи сначала медленно опускался, на западѣ сильнѣе, чѣмъ на востокѣ, а затѣмъ опусканія смѣнились

*) Доломиты отсутствуютъ въ сѣверной части нашего пермскаго района.

поднятіемъ. Вслѣдствіе этого мы и видимъ, что мелководныя пермскія отложенія кольцомъ облегаютъ глубоководныя, и соотвѣтственно этому мѣняется характеръ фауны.

Каменная соль, гипсъ и мѣдныя руды, столь характерныя для пермской системы Западной Европы, встрѣчаются и въ пермскихъ отложеніяхъ Россіи, напримѣръ на западномъ склонѣ Уральскаго хребта и въ Екатеринославской и Харьковской губерніяхъ. Въ послѣднихъ пермскія образованія разбиваются на три яруса.

1) *Нижній ярусъ пермскаго песчаника*—въ немъ часто залегаютъ мѣдистые песчаники и даже мѣдистые сланцы и конгломераты. Изъ ископаемыхъ встрѣчены только растенія. 2) *Ярусъ пермскаго известняка*, въ верхнихъ слояхъ котораго встрѣчается гипсъ и каменная соль, и 3) *Ангидритовый ярусъ*, образованный рухляковыми глинами и рыхлымъ песчаникомъ; въ нижнихъ горизонтахъ онъ также содержитъ гипсъ и каменную соль. Пермскія отложенія этой мѣстности окружены каменноугольными отложеніями Донецкаго бассейна.

Проф. *Гуровъ* считаетъ нижній ярусъ—песчаникъ—одновременнымъ известняку (средн. яр.), но только образованіемъ не глубоководнымъ, а мелководнымъ. Въ фаунѣ же самаго известняка глубоководныя формы (плеченогія) преобладаютъ въ центральныхъ частяхъ этой области, а на окраинахъ получаютъ господство мелководныя формы — пластинчатожаберные и брюхоногіе моллюски.

Ангидритовый и известковый ярусы донецкаго бассейна очень богаты каменной солью. Наиболѣе извѣстныя выработки ведутся въ деревнѣ Брянцевкѣ, находящейся въ 12 верстахъ къ СВ. отъ города Бахмута (Екатериносл. губ.). Буреніе началось здѣсь въ 1876 г., когда и былъ открытъ на глубинѣ 40 саж. первый слой соли толщиною въ $4^1/_2$ фута; затѣмъ на 46-й сажени былъ встрѣченъ второй слой громадной мощности въ 17 саж.; оба эти слоя залегаютъ въ ангидритовомъ ярусѣ. Глубже шелъ уже известняковый ярусъ и въ немъ обнаружено еще 7 пластовъ каменной соли. Въ 1895 г. въ Бахмутскомъ (иначе Брянцевскомъ) мѣсторожденіи работало 3 копи, добывшія въ этомъ году около 16 милліоновъ пуд. соли. Бахмутская соль потребляется. главнымъ образомъ, въ юго-западной Россіи и въ царствѣ Польскомъ. Незначительная часть добываемой здѣсь соли перерабатывается на мѣстномъ содовомъ заводѣ.

Мѣдныя руды, въ видѣ мѣдной сини, лазури, черни, рѣже—малахита, красной мѣдной руды и самородной мѣди, встрѣчены въ пермскихъ осадкахъ западнаго Урала; чаще всего руда скопляется здѣсь около ископаемыхъ деревьевъ и костей ящеровъ; въ этой же уральской полосѣ пермской системы находятся богатые соляные ключи и залежи каменной соли; назовемъ знамени-

тую Илецкую Защиту (въ 68 вер. отъ Оренбурга); соль залегаетъ здѣсь сплошной массою на протяженіи 3 кв. верстъ и идетъ въ глубину болѣе чѣмъ на 65 саженъ. Илецкая соль отличается необыкновенной чистотой.

Пермскіе осадки Россіи покрыты мощной толщей отложеній,— такъ называемыми «*пестрыми рухляками или мергелями*». Въ нихъ находятся прослои глинъ, песчаниковъ, конгломератовъ, а иногда тонкіе пропластки мѣлоподобныхъ или туфовидныхъ известняковъ. Всѣ эти породы сцементированы углекислой известью и являются въ видѣ полосъ, окрашенныхъ въ самые разнообразные цвѣта солями закиси и окиси желѣза, отчего и получили названіе «*пестрыхъ*».

Въ нижнихъ горизонтахъ «пестрыхъ рухляковъ» очень часто залегаетъ гипсъ, иногда въ такихъ количествахъ, что служитъ предметомъ разработки.

Фауна этого яруса въ пластахъ морского происхожденія довольно однообразная — преобладаютъ пластинчатожаберные моллюски, гораздо рѣже встрѣчаются ракообразныя, рыбы и ящеры, что указываетъ на мелководный характеръ «пестрыхъ рухляковъ».

Новѣйшія изслѣдованія многихъ русскихъ ученыхъ, въ особенности же проф. *В. Амалицкаго*, показали, что эти «*пестрыя*» породы—отложенія прѣсноводныя, образовавшіяся въ озерахъ и лагунахъ верхне-пермскаго материка. Вообще, по мнѣнію этого ученаго, во всей пермской системѣ Россіи преобладаютъ прѣсноводно-материковыя и лагунныя отложенія, морскія же отложенія— известняки—развиты очень слабо.

Для этихъ прѣсноводныхъ образованій пермской системы Россіи особенно характерной оказалась фауна прѣсноводныхъ моллюсковъ, близкихъ къ современнымъ намъ уніямъ и анодонтамъ, такъ наз. *антракозидъ*. Проф. Амалицкій, подробно изучившій эту фауну, пришелъ къ выводу, что она совершенно отлична отъ фауны соотвѣтственныхъ пермскихъ отложеній Западной Европы, но зато имѣетъ поразительное сходство съ пермской фауной Южной Африки. Дальнѣйшія изслѣдованія Амалицкаго подтвердили это заключеніе. Многолѣтнее изученіе имъ, главнымъ образомъ, Сухоно-Двинскаго бассейна установило характерную фауну и флору верхне-пермской эпохи въ Россіи. Кромѣ антракозидъ, здѣсь были найдены ракообразныя (роды Estheria и Cyprіs), отпечатки и чешуи ганоидныхъ рыбъ, а изъ наземныхъ—остатки амфибій, стегоцефалъ и, наконецъ, громадныя скопленія костей и цѣлыхъ скелетовъ разнообразныхъ пресмыкающихся, изъ отряда *теромофоръ*, принадлежащихъ, главнымъ образомъ, къ родамъ *парейазавровъ* и *дицинодонтовъ*, извѣстныхъ до того времени только изъ пермскихъ отложеній Южной Африки и Индіи. Кромѣ

этихъ родовъ встрѣчены также скелеты пресмыкающихся—*рапалодонтовъ* и еще нѣсколько совершенно новыхъ родовъ.

Для извлеченія этихъ громадныхъ ископаемыхъ чудовищъ нужно было затратить много труда и времени,—достаточно сказать, что было извлечено и упаковано нѣсколько тысячъ пудовъ конкрецій, — но еще болѣе энергіи, искусства и настойчивости потребовалось, чтобы организовать мастерскія для отдѣленія костей извлеченныхъ ископаемыхъ отъ облекавшей ихъ породы. Здѣсь необходимо отмѣтить, что всѣ отдѣльныя кости и даже цѣлые скелеты парейазавровъ, дицинодонтовъ и рапалодонтовъ были заключены въ твердыя известково-песчаниковыя конкреціи

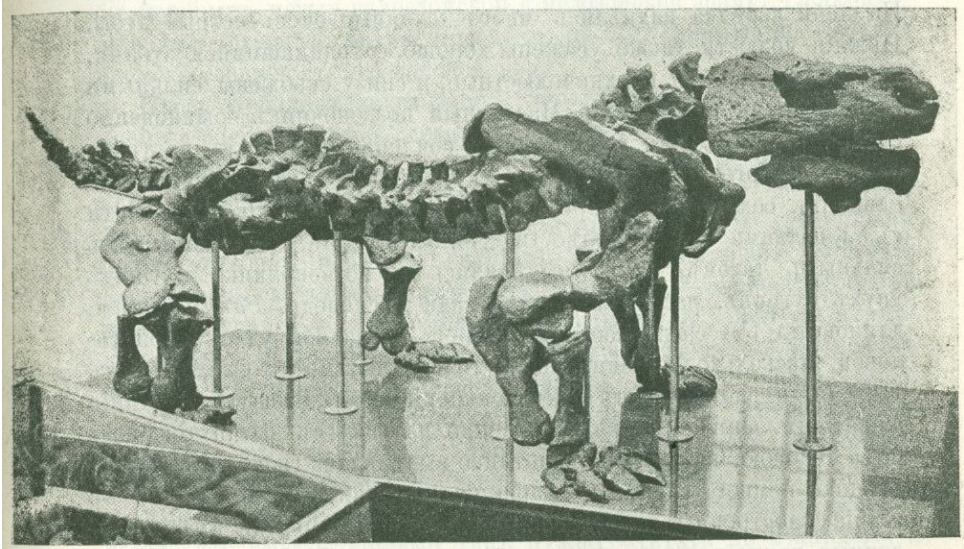


Рис. 148. Парейазавръ (Parciasaurus Baini). Капская земля (Южн. Африка).

и для того, чтобы отчистить кости отъ этой твердой породы, не поломавъ самыхъ костей, требуется большое искусство и навыкъ. Подобная работа, даже и при большихъ матеріальныхъ средствахъ, можетъ быть окончена не менѣе, чѣмъ въ 10, 15 лѣтъ. Такъ, въ Брюссельскомъ естественно-историческомъ музеѣ 13 скелетовъ динозавровъ были отпрепарированы въ теченіе 22 лѣтъ.

Вотъ какъ описываетъ проф. Амалицкій открытыхъ имъ пермскихъ динозавровъ *).

«Особенно интересны *парейазавры* (до 2 саж. длиною). Ихъ громадные скелеты, облеченные каменнымъ чахломъ, производили

*) «Міръ Божій». 1901. Январь, стр. 77.

грандіозное впечатлѣніе. Особенно рѣзко выдѣлялись ихъ громадныя головы съ выступающею впередъ полукруглою мордою, окаймленною съ боковъ громадными спускающимися внизъ скулами—щеками, украшенными причудливыми раковидными выступами, съ передними челюстями, усаженными въ видѣ частокола ровными, красивыми, хорошо сохранившимися, обыкновенно чернаго цвѣта, блестящими зубами съ расширенной, лопатовидной, пильчато-зазубренной коронкой. На поверхности головы и по краямъ также можно было видѣть роговидные выступы и щиты; небольшое темянное отверстіе, громадныя орбиты для глазъ, глубокія носовыя отверстія, выдвинутыя впередъ, со скульптурными украшеніями по бокамъ, дополняли причудливый обликъ черепа. На нёбѣ изрѣдка виднѣлись многочисленные очень острые зубы. Нижнія челюсти также усажены хорошо сохранившимися зубами, такими же, какъ и верхнечелюстные, и снизу снабжены сильными сосковидными придатками. Массивный позвоночникъ обыкновенно сохраненъ, такъ что всѣ позвонки сочленены другъ съ другомъ, какъ у живого животнаго; часто при нихъ, въ сочленовномъ соединеніи, сохранились и ребра. Массивныя переднія конечности съ лопатками и еще болѣе массивныя заднія, съ громаднымъ сильнымъ тазомъ, рѣзко выдѣлялись у позвоночника въ видѣ двухъ бугровъ, расположенныхъ сзади и спереди. *Рапалодонты*, длиною до $1^1/_2$ саж., поражали своей громадной удлиненной головой, нѣсколько напоминавшей голову бегемота. Скелеты ихъ тоже были включены въ одну конкрецію, передающую очертаніе животнаго. Они лежали обыкновенно на боку съ вытянутою впередъ головою, на которой отчетливо выдѣлялись громадные клыки, длиною немного менѣе $^1/_4$ аршина, съуживающіеся кверху въ остріе, заостренные и пильчатые по бокамъ, впереди ихъ округленные конусовидные рѣзцы, а сзади меньшей величины коренные зубы и короткая, но толстая шея, массивный позвоночникъ, сильныя переднія конечности и меньшія заднія; наконецъ, короткій хвостъ дополняли общій видъ этого громаднаго хищника. *Дицинодонты* (двузубые) болѣе изящны, по размѣрамъ не больше тигра, отличаются своимъ оригинальнымъ черепомъ, вооруженнымъ по бокамъ тупой морды двумя очень сильными клыками; другихъ зубовъ нѣтъ. Скелеты ихъ встрѣчались въ видѣ кучъ разрозненныхъ костей».

Флора этихъ верхнепермскихъ отложеній состоитъ главнымъ образомъ изъ папоротниковъ—преимущественно *глоссоптерисовъ* и *гангомоптерисовъ*. Отпечатки листьевъ глоссоптериса напоминаютъ по внѣшнему виду листья нашего ландыша, но, въ большинствѣ случаевъ, крупнѣе ихъ; иногда эти отпечатки такъ хорошо сохранены, что видна не только тонкая нервація листьевъ,

но даже подъ лупой можно различить строеніе кожицы. Кромѣ этихъ папоротниковъ, встрѣчены также и нѣкоторые хвощи.

Вообще, по мнѣнію проф. Амалицкаго, весь органическій міръ этой эпохи указываетъ на сходство съ организмами такъ называемой *глоссоптеріевой области* (слои Кару Южной Африки, Гондванскіе слои Индіи, соотвѣтственныя отложенія Австріи, Бразиліи и Техаса) и вмѣстѣ съ тѣмъ сближаетъ пермскій міръ съ мезозойскимъ, чего не позволяли сдѣлать верхне-пермскія отложенія Западной Европы, такъ какъ эти послѣднія морского происхожденія, пласты же западно-европейскаго нижняго тріаса, налегающіе на нихъ,—прѣсноводные; потому и получался какъ бы перерывъ между палеозойской и мезозойской эрами. Глоссоптеріева же флора и фауна пресмыкающихся связываетъ верхнепермское время съ мезозойской эрой.

Проф. Цейллеръ доказываетъ, что въ концѣ каменноугольнаго періода наземная флора всюду на земномъ шарѣ утратила свое однообразіе и распалась на двѣ «провинціи», для одной изъ нихъ характернымъ остались лепидодендровыя растенія, для другой же—глоссоптеріевыя; эти провинціи оставались обособленными почти до конца пермскаго періода, когда произошло смѣшеніе растительныхъ типовъ этихъ двухъ областей,—лепидодендроновъ и глоссоптерисовъ. Это смѣшеніе доказывалось совмѣстнымъ нахожденіемъ лепидодендроновъ и глоссоптерисовъ въ пермскихъ отложеніяхъ Бразиліи и Южной Африки.

Благодаря этому, сначала мѣстному, смѣшенію, къ началу мезозойской эры, въ началѣ тріасоваго періода, снова возстановилось однообразіе флоры на всемъ земномъ шарѣ.

Проф. Амалицкій высказываетъ подобное же мнѣніе и утверждаетъ, что глоссоптеріевый типъ нужно считать не мѣстнымъ, а общераспространеннымъ, это—опредѣленное звено въ развитіи материковыхъ отложеній, связывающее нижнепермскія и тріасовыя континентальныя отложенія и соотвѣтствующее морскому—цехштейну Западной Европы.

Непосредственныя изслѣдованія Амалицкаго также подтвердили мнѣніе Цейллера о связи лепидодендроноваго и глоссоптеріеваго типа отложеній: ему удалось найти въ Сухоно-Двинскомъ бассейнѣ въ пластахъ, залегающихъ непосредственно подъ глоссоптеріевыми, представителей лепидодендроновой флоры, а съ другой стороны, какъ мы уже упоминали выше, установить связь антракозидъ и теромофоръ (парейазавры, дицинодонты, рапалозовары) верхне-пермскихъ русскихъ пластовъ съ нижне-пермскими.

# XXVIII.

## Мезозойская эра.

Общая характеристика мезозойской эры.—Господство пресмыкающихся и голосѣмянныхъ растеній.

Обширный періодъ, примыкающій съ одной стороны къ каменноугольному періоду съ его исполинскими лягушками, а съ другой—къ эпохѣ бураго угля съ ея мастодонтами и динотеріумами, или, иначе, занимающій середину между господствомъ споровыхъ растеній и преобладаніемъ высшихъ цвѣтковыхъ растеній, получилъ названіе *мезозойской эры* (отъ mesos—средній и zoon—существо).

Продолжительность этой эры такъ же мало извѣстна намъ, какъ и продолжительность предыдущихъ періодовъ. Если бы на основаніи мощности даннаго комплекса отложеній можно было судить о времени, въ теченіе котораго онъ образовался, то слѣдовало бы заключить, что мезозойская эра отличалась сравнительно малой продолжительностью, потому что мощность всего комплекса пластовъ, составляющихъ мезозойскую группу, достигаетъ, по Креднеру, всего 1,000 метровъ, между тѣмъ какъ палеозойская группа равняется 25,000 метровъ, а архейская исчисляется даже въ 30,000 метровъ. Но, во-первыхъ, эти цифры нельзя признать вполнѣ точными, а во-вторыхъ, мы знаемъ, что одинаковымъ періодамъ времени не всегда соотвѣтствуетъ одинаковая мощность отложеній. Во всякомъ случаѣ мы и здѣсь, по всей вѣроятности, имѣемъ дѣло съ періодами громадной продолжительности.

Характерное отличіе мезозойской эры составляетъ господство пресмыкающихся. Хотя они и въ настоящее время встрѣчаются еще въ довольно большомъ количествѣ отчасти весьма опасныхъ видовъ, но число ихъ съ каждымъ годомъ уменьшается. Время ихъ расцвѣта миновало, они отошли въ область далекаго прошлаго. Четыре современныхъ отряда пресмыкающихся—ящерицы, змѣи, крокодилы и черепахи—только скудные остатки мезозойскаго населенія, многіе виды и роды котораго теперь уже изучены геологами. Но и эти виды, по всей вѣроятности, составляютъ лишь незначительную часть всѣхъ тѣхъ пресмыкающихся, которыя населяли землю въ мезозойскую эру. Въ тѣ отдаленныя времена они отличались не только большимъ разнообразіемъ формъ, но и чудовищными размѣрами. Одни напоминали собою морскихъ млекопитающихъ *); другія—нашихъ слоновъ, далеко

*) Т. е. дельфиновъ, китовъ, кашелотовъ.

превосходя ихъ однако своими размѣрами; третьи являлись въ видѣ хищныхъ животныхъ съ кинжаловидными зубами; динозавры, нѣкоторые экземпляры которыхъ достигали длины свыше 100 футовъ, могли двигаться и въ вертикальномъ положеніи, на заднихъ лапахъ; но рядомъ съ этими исполинскими животными не было недостатка и въ маленькихъ пресмыкающихся, напоминавшихъ нашихъ ящерицъ. Въ то же время въ воздухѣ носились драконы, безобразные птеродактили и первобытныя птицы (Archaeopterux). Потомки стегоцефаловъ, нѣчто среднее между амфибіями и пресмыкающимися, уцѣлѣли еще изъ палеозойской эпохи и по своей величинѣ соперничали съ исполинскими ящерицами.

Въ морской фаунѣ палеозойской эры тоже находимъ нѣкоторые новые типы, не имѣющіе ничего общаго съ палеозойскими. Вмѣсто 4-хъ-лучистыхъ коралловъ (Zoantharia rugosa и tabulata) появляются шестилучистые—Zoantharia perforata и porosa, къ которымъ относятся, напр., современные строющіе кораллы. Цистоидеи, бластоидеи, палеозойскія криноидеи и морскіе ежи съ числомъ пластинокъ, превышающимъ 20, замѣщаются новыми морскими лиліями—неокриноидеями и морскими ежами, число пластинокъ которыхъ не превышаетъ 20. Плеченогіе и наутилиды утрачиваютъ свое господствующее значеніе, и на первый планъ теперь выступаютъ *аммониты и белемниты*. Белемниты, близко подходившіе къ современнымъ каракатицамъ, должно быть, наводняли палеозойскія моря и пожирали мелкихъ животныхъ. Аммониты, родственники современнаго Наутилуса, тоже встрѣчаются въ большомъ числѣ видовъ и экземпляровъ; нѣкоторые изъ нихъ были снабжены раковинами величиной въ колесо. Изъ ракообразныхъ, рядомъ съ длиннохвостыми формами, появляются первые краббы, составляющіе самый высшій разрядъ этого класса.

Рыбы описываемой эпохи тоже обнаруживаютъ рѣзкія измѣненія: ганоидныя рыбы съ несимметричными хвостовыми плавниками, расцвѣтъ которыхъ совпадаетъ съ палеозойской эрой, понемногу вымираютъ и замѣщаются рыбами съ симметрическими хвостовыми плавниками, достигающими въ теченіе мезозойской эры наивысшей ступени своего развитія, но затѣмъ и эти постепенно доходятъ до той скудости экземпляровъ и формъ, которой они отличаются въ настоящее время. Рядомъ съ ними появляются первые представители истинныхъ акулъ и костистыхъ рыбъ, т. е. типовъ, господствующихъ въ настоящее время.

Въ царствѣ растеній тоже замѣчается большой шагъ впередъ. Вмѣсто палеозойскихъ болотистыхъ лѣсовъ изъ каламитовъ, сигиллярій и лепидодендроновъ простираются обширные хвойные лѣса, среди которыхъ растутъ въ изобиліи многочисленные и исполин-

скіе представители хвощей; цикадовыя и саговыя пальмы достигаютъ наивысшей степени своего развитія, встрѣчаются новые папоротники и наконецъ появляются первые представители скрытосѣмянныхъ или высшихъ цвѣтковыхъ растеній, въ видѣ покрытыхъ сравнительно скудной листвой ивы, дуба, клена и др.—эти немногочисленные предшественники группы растеній, которая становится все богаче и разнообразнѣе въ послѣдующіе періоды и наконецъ оттѣсняетъ на задній планъ цикадовыя и хвойныя растенія. Если палеозойскую эру можно было характеризовать, какъ царство споровыхъ растеній, говоритъ Креднеръ, то мезозойская эра есть эпоха выше организованныхъ голосѣмянныхъ растеній. Но подобно тому, какъ рядомъ со споровыми растеніями въ палеозойскую эру попадались уже и типы, свойственные мезозойской флорѣ, точно такъ же и въ концѣ мезозойской эры уже появляются первые представители скрытосѣмянныхъ цвѣтковыхъ растеній, достигшихъ господства лишь въ новѣйшее время.

Суша была покрыта въ эту отдаленную эру мрачнымъ, однообразнымъ лѣсомъ и населена существами, уродливый видъ которыхъ далеко превосходитъ самую дикую фантазію.

## ГЛАВА XXIX.

### Тріасовый періодъ.

Тріасовая система Германіи.—Каменная соль и залежи ея.—Элтонское и Баскунчакское озера.—Происхожденіе соляныхъ залежей.—Мертвое море.—Кара-Бугасъ.

Палеозойская эра распадается на три главныхъ періода: тріасовый, юрскій и мѣловой.

*Тріасовый* періодъ получилъ свое названіе отъ латинскаго слова tres, tria (что обозначаетъ три) на томъ основаніи, что въ нѣкоторыхъ мѣстахъ, напримѣръ въ Германіи, эта система расчленяется на три отдѣла: *пестрый песчаникъ*, *раковистый известнякъ* и *кейперъ*.

Петрографическій характеръ этой системы, какъ и всѣхъ другихъ, весьма разнообразенъ: въ одномъ мѣстѣ отложились конгломераты и песчаники, въ другомъ—мергель, глины, гипсъ и ангидритъ, въ третьемъ—известняки и доломитъ и т. д.

Тріасовая система была прежде извѣстна также подъ названіемъ *соляной* (Salzgebirge), такъ какъ долгое время думали, что она превосходитъ всѣ прочія формаціи богатствомъ своихъ соляныхъ залежей и что въ этомъ періодѣ существовали исключительно благопріятныя условія для накопленія соли. Думали, что за періодомъ рудныхъ отложеній слѣдовалъ каменноугольный, а за нимъ—соляной періодъ и т. д., подобно тому, какъ продуктами

вулканическихъ изверженій въ древнѣйшія времена являлись граниты, позднѣе—діабазы, порфиры, трахиты, базальты и наконецъ лавы. Легко понять и происхожденіе подобнаго воззрѣнія и всю ошибочность его.

Соль встрѣчается во всѣхъ системахъ, хотя и распредѣлена въ нихъ неравномѣрно. Важнѣйшія мѣсторожденія соли въ средней Европѣ относятся къ тріасовой системѣ. Назовемъ изъ нихъ слѣдующіе пункты: Галль въ Тиролѣ, Галлейнъ у Зальцбурга, Ишль, Галльштатъ въ Зальцкаммергутѣ (Австрія), Рейхенгалль, Траунштейнъ и Розенгеймъ въ баварскихъ Альпахъ, Вильгельмсглюкъ и Фридрихсгалль въ Вюртембергѣ и пр. Въ Лотарингіи, Франціи и въ Англіи тоже находятся соляныя залежи, относящіяся къ тріасовой системѣ. Но съ другой стороны есть не мало весьма обширныхъ соляныхъ отложеній, принадлежащихъ то къ болѣе древнимъ, то къ позднѣйшимъ системамъ. Для примѣра укажемъ на слѣдующіе пункты: Стассфуртъ, Шперенбергъ, Величку, Зегебергъ, Кардова (Испанія), соляныя залежи въ Индіи и т. д.

Каменный уголь пріобрѣлъ свое значеніе лишь въ теченіе послѣдняго столѣтія,—говоритъ Гееръ,—и только съ примѣненіемъ пара онъ сдѣлался главнымъ рычагомъ промышленности и путей сообщенія. Соль же составляетъ одну изъ жизненныхъ потребностей человѣка уже въ продолженіе тысячелѣтій съ тѣхъ поръ, какъ вообще извѣстна человѣческая культура. Хищныя животныя не ѣдятъ поваренной соли, должно быть, потому, что она содержится въ мясѣ въ достаточномъ количествѣ. То же самое сообщаютъ о народахъ, питающихся исключительно мясной пищей, напр. о камчадалахъ. Зато у древнихъ культурныхъ народовъ соль занимала очень почетное мѣсто. Римляне приносили соль въ жертву богамъ наравнѣ съ плодами.

Способъ добыванія соли находится въ зависимости отъ условій ея нахожденія на землѣ, или внутри ея. Въ испанской провинціи Каталоніи находится гора изъ чистой соли, вышиной въ 100 метровъ, настолько разъѣденная и размытая дождевой водой, что она своими разсѣлинами, отрогами и причудливыми зубцами напоминаетъ дикій глетчеръ. Несмотря на то, что соль добывается изъ этой горы уже въ теченіе многихъ столѣтій, соляные запасы ея неистощимы. Въ Зибенбюргенѣ тоже тянутся на большомъ протяженіи соляныя горы съ отвѣсными, какъ стѣна, склонами, вышиной въ нѣсколько сотъ футовъ. Въ Соляныхъ горахъ Индіи дорога на большомъ протяженіи вырублена прямо въ соляныхъ утесахъ. Въ нѣкоторыхъ подземныхъ копяхъ соль тоже прямо откалывается совершенно чистыми глыбами большей или меньшей величины. Иногда каменная соль принимаетъ красную окраску отъ примѣси окисловъ желѣза, зеленую или синюю—отъ примѣси

мѣдныхъ, а также и органическихъ соединеній, сѣрую—отъ органическихъ остатковъ. Нерѣдко въ каменной соли встрѣчаются примѣси другихъ горныхъ породъ—чаще всего глины.

Въ подземныхъ копяхъ соль часто добывается посредствомъ впуска воды, которая растворяетъ соль. Когда вода достаточно насытилась солью, ее отводятъ, выпариваютъ и при этомъ процессѣ изъ нея кристаллизуется соль. Если разсолъ недостаточно концентрированъ, то его пропускаютъ чрезъ градирни, гдѣ большая часть воды испаряется, вслѣдствіе чего разсолъ становится насыщеннѣе и изъ него выпадаетъ трудно растворимая сѣрнокислая и углекислая известь.

Остается сказать еще нѣсколько словъ о добываніи соли изъ морей и озеръ. Изъ морей она извлекается слѣдующимъ образомъ: морская вода отводится въ плоскіе бассейны, гдѣ испаряется и выдѣляетъ изъ себя соль. Этотъ способъ примѣняется въ южной Франціи, Испаніи, Португаліи, Италіи, Далмаціи и во многихъ мѣстахъ въ Россіи. Такъ, напр., почти во всѣхъ крымскихъ соляныхъ озерахъ, отдѣленныхъ отъ моря только узкими песчаными перевалами, соляной растворъ не доходитъ до насыщенія и потому самостоятельной садки соли не происходитъ. Для добычи соли здѣсь перекачиваютъ воду изъ озеръ въ особые плоскіе бассейны, гдѣ испареніе идетъ быстрѣе и соль кристаллизуется.

Многія степныя озера содержатъ большія количества солей. Такія озера встрѣчаются во всѣхъ частяхъ свѣта, преимущественно же въ Сѣверной Африкѣ и Средней Азіи. Такъ какъ воды, изливающіяся въ подобныя степныя озера, всегда содержатъ извѣстное количество солей и въ числѣ ихъ также и поваренную соль, и такъ какъ вода, не имѣя оттока изъ озера, понемногу испаряется, то растворъ солей становится съ теченіемъ времени все насыщеннѣе — получается соляное озеро, при нѣкоторыхъ условіяхъ весьма пригодное для добычи соли. Въ одной только Каспійской низменности насчитывается не менѣе 2,000 подобныхъ соляныхъ озеръ. Соляныя озера юго-восточной Россіи имѣютъ весьма важное значеніе. Изъ нихъ наибольшую величину имѣетъ *Эльтонское* озеро; оно находится въ Царевскомъ уѣздѣ Астраханской губ., въ 140 верстахъ отъ Волги; наибольшая длина этого озера достигаетъ до 18 вер. 150 с., а ширина до 13 вер. 50 с. Площадь его составляетъ около 20.000 десятинъ. Оно имѣетъ довольно правильную овальную форму и настолько мелко, что его можно пройти вбродъ, питается оно водой рѣки, протекающей среди возвышенностей, богатыхъ солью; так. обр. здѣсь на лицо два условія, благопріятствующія полученію соли. По мѣрѣ испаренія воды, процентное содержаніе солей въ озерѣ все увеличивается. Оно равняется теперь 29%, а такъ какъ при 27-процентномъ содер-

жаніи солей вода достигаетъ точки насыщенія, то избытокъ солей осаждается по берегамъ, въ видѣ коры. Буреніе, произведенное въ 2-хъ верстахъ отъ берега, показало, что залежь соли не исчезаетъ даже на двухсаженной глубинѣ. Изъ Элтонскаго озера добывается ежегодно не менѣе 6 милліоновъ пудовъ соли.

Къ югу отъ Элтонскаго оз., при подошвѣ горы Богдо, лежитъ второе по величинѣ самосадочное озеро—Баскунчакское, имѣющее форму неправильнаго вытянутаго овала; наибольшая длина его около 17, а наибольшая ширина около 9 вер.; площадь же около 1.000 десятинъ. На днѣ этого озера, такъ же какъ и Элтонскаго, отложены громадные запасы соли: въ одномъ только верхнемъ пластѣ, который теперь разрабатывается, находится около 45 милліардовъ пудовъ соли. Каждый годъ на днѣ озера осаждается новый слой соли, такъ назыв. «новосадки», подъ которой залегаетъ «чугунный слой», а подъ послѣднимъ идетъ третій пластъ —рыхлая «гранатка». Разрабатываются послѣднія два слоя.

Баскунчакское озеро по добычѣ соли опередило Элтонское, такъ какъ оно соединено теперь желѣзной дорогою съ Волгой. Въ 1895 г. здѣсь было добыто $14^1/_2$ милліоновъ пудовъ соли. Кромѣ этихъ двухъ озеръ въ Астраханской губ. находится не менѣе 700 мелкихъ соляныхъ озеръ и около 1.200 солончаковъ.

Астраханская соль находитъ большое примѣненіе на мѣстныхъ рыбныхъ промыслахъ,—для посола рыбы, но, кромѣ того, благодаря близости Волги, обслуживаетъ и центральныя губерніи Россіи.

Количество добываемой ежегодно на земномъ шарѣ соли растетъ съ каждымъ днемъ и соотвѣтственно этому увеличивается и потребленіе ея. Она служитъ не только въ качествѣ необходимой приправы къ пищѣ, но примѣняется также во многихъ отрасляхъ химическаго производства (фабрикація соляной кислоты, сѣрной кислоты, мыла, соды и пр.).

Вопросъ о происхожденіи обширныхъ залежей соли еще до сихъ поръ является спорнымъ. Каменная соль находится почти всегда вмѣстѣ съ гипсомъ и ангидритомъ. Какъ извѣстно, условія, при которыхъ встрѣчаются оба только что названныя вещества, легко могли возбудить мысль о вулканическомъ происхожденіи ихъ. На этомъ основаніи и спутнику ихъ, каменной соли, тоже приписывали вулканическое происхожденіе. Это предположеніе подкрѣплялось еще тѣмъ обстоятельствомъ, что каменная соль обыкновенно не содержитъ окаменѣлостей и чаще всего встрѣчается въ видѣ ходовъ и штоковъ, однимъ словомъ, лишена признаковъ, характерныхъ для осадочныхъ образованій. Къ тому же было замѣчено, что изъ вулкановъ выдѣляются соляные пары, и что внутреннія стѣнки кратеровъ покрываются корой изъ соли. Въ

настоящее время наиболѣе распространеннымъ является слѣдующее объясненіе образованія пластовъ гипса и каменной соли. Гипсъ вовсе не вулканическаго происхожденія, а образовался путемъ осажденія изъ воды и слѣдовательно представляетъ такое же осадочное образованіе, какъ известнякъ или песчаникъ. Также несомнѣнно для большинства ученыхъ осадочное происхожденіе и каменной соли. Она не только чередуется съ другими отложеніями, т.-е. представляетъ напластованіе, но въ ней находятъ, хотя и не часто, окаменѣлости. Нынѣшніе вулканы никогда не выдѣляютъ сколько-нибудь значительныхъ количествъ солей, а большое выдѣленіе ихъ происходитъ во многихъ водныхъ бассейнахъ, преимущественно же въ такихъ внутреннихъ озерахъ, въ которыя воды приносятъ большія количества солей. Соль весьма распространена въ природѣ: во всякой рѣчкѣ, во всякомъ ручейкѣ можно встрѣтить слѣды ея; поэтому каждое озеро, не имѣющее оттока воды и получающее постоянно большія количества растворенаго матеріала, а отдающее лишь чистую воду въ видѣ паровъ, съ теченіемъ времени должно превратиться въ соляное озеро. Само собою понятно, что это явленіе наступитъ тѣмъ скорѣе, чѣмъ быстрѣе совершается испареніе и чѣмъ больше притокъ минеральныхъ растворовъ.

Мы уже видѣли, въ какомъ количествѣ осаждается постоянно соль въ знаменитомъ Элтонскомъ озерѣ; то же самое происходитъ во многихъ другихъ озерахъ: въ Мертвомъ морѣ, въ большомъ соляномъ озерѣ Ута и т. д. Большое соляное озеро въ Сѣверной Америкѣ нѣкогда имѣло гораздо большее протяженіе и глубину, чѣмъ теперь, потому что на высотѣ 1.000 футовъ надъ теперешнимъ уровнемъ воды можно различить еще слѣды прежнихъ береговыхъ линій. Въ силу постояннаго испаренія воды, озеро уменьшилось до своихъ настоящихъ размѣровъ и представляетъ теперь концентрированный растворъ, изъ котораго осаждается кристаллическая соль. Вода этого озера содержитъ въ настоящее время около 19% солей (въ морской водѣ содержится всего 3,5%), среди которыхъ преобладаетъ поваренная соль.

Относительное содержаніе солей не только различно въ различныхъ озерахъ, но и въ одномъ и томъ же озерѣ составъ раствора, а слѣдовательно и кристаллизація солей подвержены разнообразнымъ колебаніямъ. Особенно рѣзкое вліяніе оказываютъ въ этомъ смыслѣ времена года. Во время дождей, когда воды, изливающіяся въ озера, мутнѣютъ отъ примѣси глины, на днѣ осѣдаютъ глинистые пласты, содержащіе довольно равномѣрно распредѣленныя частицы соли, и тогда получается соляная глина. Въ сухое время года, наоборотъ, осаждается чистая каменная соль. Если въ водѣ содержатся большія количества сѣрно-

кислой извести (гипса), то она, въ силу своей меньшей растворимости, осаждается раньше, чѣмъ хлористый натръ (каменная соль). Этимъ объясняется, почему дно многихъ соляныхъ залежей состоитъ изъ гипса и ангидрита, или почему эти вещества тянутся въ видѣ узкихъ лентъ между отдѣльными пластами каменной соли, какъ это можно видѣть напр. въ Стассфуртскихъ соляныхъ залежахъ. Если въ водѣ, кромѣ сѣрнокислой извести и хлористаго натра, содержатся еще другія, легче растворимыя соли, хлористый калій, хлористый кальцій, сѣрнокислый натръ и пр., то они, послѣ выпаденія изъ раствора поваренной соли, остаются еще въ растворѣ и осаждаются лишь послѣ того, какъ произошло окончательное испареніе воды. Такимъ образомъ, при высыханіи внутренняго соляного озера, образуются залежи, нижній отдѣлъ которыхъ сложенъ изъ сѣрнокислой извести, далѣе идутъ пласты чистой каменной соли, чередующіеся съ тонкими слоями глины, мергеля или гипса, и наконецъ самый верхній отдѣлъ займутъ легко растворимыя сѣрнокислыя или хлористыя соли. Конечно, процессъ испаренія совершается не повсюду съ одинаковой правильностью; кромѣ того, какъ было упомянуто уже выше, и химическій составъ воды соляныхъ озеръ весьма измѣнчивъ, и это оказываетъ, въ числѣ прочихъ причинъ, вліяніе на петрографическій и химическій составъ различныхъ соляныхъ залежей.

Большинство соляныхъ озеръ отличается небольшой глубиной и скорѣе заслуживаютъ названія болотъ, чѣмъ озеръ; поэтому надо думать, что они не могли бы служить источникомъ происхожденія тѣхъ обширныхъ залежей, которыя разсѣяны по различнымъ мѣстамъ земного шара. Но есть и такія озера, которыя отвѣчаютъ всѣмъ условіямъ, необходимымъ для возникновенія величайшихъ соляныхъ залежей. Къ числу ихъ относится Мертвое море или Бахръ-Лутъ.

До девятнадцатаго столѣтія, говоритъ Фраасъ, о Мертвомъ морѣ знали не болѣе того, что было извѣстно со времени Діодора и Страбона, т. е. почти за двѣ тысячи лѣтъ тому назадъ. Всевозможныя небылицы объ ужасахъ Мертваго моря, порожденныя легковѣрной фантазіей, переходили отъ однихъ къ другимъ. Разсказывали объ удушливой атмосферѣ, окутывавшей море сѣрными испареніями, о птицахъ, падавшихъ мертвыми на лету, о зловѣщихъ водахъ, въ которыхъ не тонетъ ни одинъ предметъ, о стѣнахъ Содома и Гоморры, виднѣющихся въ глубинѣ водъ, и т. д.

Профессоръ Фраасъ, совершившій путешествіе на востокъ съ ученой цѣлью и посѣтившій также Мертвое море, окончательно разоблачаетъ всѣ эти небылицы и снимаетъ съ него всякій покровъ таинственности. «Я долженъ сознаться, — говоритъ онъ, —

что самъ находился еще подъ вліяніемъ разныхъ предразсудковъ и предвзятыхъ мыслей, когда предпринялъ свое путешествіе къ Мертвому морю... Я ожидалъ найти по крайней мѣрѣ сольфатару, хаосъ лавъ и базальтовъ. Ничего подобнаго! Сѣрные пары и лава существовали только въ фантазіи европейскихъ путешественниковъ. Когда я взглянулъ съ утеса Расъ-Эль-Феска на разстилавшуюся передо мною, подъ лучами солнца, темно-синюю поверхность Мертваго моря съ серебристыми волнами, то оно напомнило мнѣ Фирвальдштетерское озеро, когда на него смотришь съ Риги, или Нейенбургское озеро съ высоты швейцарскихъ горъ. Съ гораздо большимъ правомъ можно назвать мертвымъ побережье отъ Александріи до Суэцкаго перешейка или все побережье Краснаго моря, чѣмъ эту зеленую степь, волнующуюся вокругъ береговъ Бахръ-Лутъ. Я спустился тропинкой по отвѣсному склону. У самой воды цвѣли лиліи и анемоны, на цвѣтущихъ кустахъ вздувались почки; улитки, ящерицы, мыши оживляли берегъ, и пѣніе сирійскаго соловья нарушало тишину ночи».

Мертвое море во всѣ времена служило бассейномъ, въ который собиралась дождевая вода со всей страны. Для того, чтобы убѣдиться въ этомъ, достаточно взглянуть на неглубокіе овраги, вырытые нѣкогда напоромъ воды, на груды обломковъ, принесенныхъ сюда теченіемъ и оставленныхъ на склонахъ холмовъ, на массы валуновъ, висящихъ на высотѣ 300 футовъ надъ поверхностью воды. Все это указываетъ на то, что нѣкогда уровень воды въ Мертвомъ морѣ былъ по крайней мѣрѣ на 100 метровъ выше, чѣмъ теперь. Давно прошли тѣ времена, когда поверхность Мертваго моря разстилалась такъ высоко; это было, должно быть, еще въ ту эпоху, когда на Синаѣ и Ливанѣ лежали глетчеры и когда Средиземное море покрывало весь Египетъ. Послѣ того какъ на всемъ сѣверномъ полушаріи измѣнился климатъ, постепенно сталъ понижаться уровень Мертваго моря, воды начали изливаться въ него въ меньшемъ количествѣ и соотвѣтственно этому начало усиливаться испареніе ихъ. Чѣмъ дольше продолжалось испареніе, тѣмъ концентрированнѣе становилась вода, пока она наконецъ не насытилась солями. Въ настоящее время Мертвое море содержитъ около 24% солей, среди которыхъ преобладаютъ хлористый магній и хлористый натръ (поваренная соль). Глубина Мертваго моря равняется 30 метрамъ; здѣсь, стало быть, дана полная возможность для образованія мощныхъ соляныхъ залежей.

Совершенно понятно, что существованіе органической жизни въ Мертвомъ морѣ немыслимо. Въ окрестностяхъ Мертваго озера въ большомъ изобиліи встрѣчается асфальтъ, вообще весьма часто сопутствующій поваренной соли.

Мы ознакомились вкратцѣ съ образованіемъ соляныхъ залежей

въ степныхъ озерахъ. Спрашивается теперь, не происходитъ ли осажденія солей и въ океанѣ, который принимаетъ вѣдь главное участіе въ образованіи горныхъ породъ вообще. Кромѣ того извѣстно, что морская вода заключаетъ въ себѣ довольно значительное количество солей, а именно 3,5%—3,6%, изъ числа которыхъ 2,7%—2,8% приходится на хлористый натръ.

Балтійское и Черное моря, соединенныя съ океаномъ узкими проливами и содержащія большія количества прѣсной воды, сравнительно бѣдны солями; Средиземное же море, подверженное очень сильному испаренію, богаче солями, чѣмъ открытый океанъ. Еще въ болѣе сильной степени имѣетъ мѣсто это явленіе въ Красномъ морѣ, содержаніе солей въ которомъ достигаетъ до 4%. Если бы всѣ океаны высохли, то на днѣ ихъ образовался бы осадокъ солей въ 300—400 футовъ толщиной. Но, несмотря на такія огромныя количества растворенныхъ въ морской водѣ солей, въ океанѣ не можетъ произойти осажденія ихъ, такъ какъ процентное содержаніе ихъ въ морской водѣ значительно ниже точки насыщенія. Наоборотъ, если бы гдѣ-нибудь въ океанѣ оказались соляныя залежи, то онѣ немедленно растворились бы. Совершенно другія условія получаются въ томъ случаѣ, когда часть моря отдѣляется отъ него и превращается во внутреннее море. Въ этомъ случаѣ рано или поздно вода доходитъ до своей точки насыщенія и начинается выпаденіе солей изъ раствора. Раньше всего осѣдаетъ гипсъ, затѣмъ поваренная соль, а позже всего хлористый калій, хлористый магній и пр. Самыя благопріятныя условія будутъ въ томъ случаѣ, когда глубокая бухта, въ которую изливаются весьма незначительныя количества прѣсныхъ водъ, отдѣляется косой отъ моря, такъ что притокъ морской воды продолжаетъ постоянно замѣщать испаряющуюся воду. Подобныя условія мы находимъ въ знаменитой бухтѣ Каспійскаго моря — Кара-Бугазъ, въ которой осаждается, главнымъ образомъ, гипсъ, а поверхъ его въ центральной части залива глауберова соль. Это—обширный бассейнъ, представляющій приблизительно очертанія треугольника и соединяющійся съ моремъ узкимъ, мелкимъ проливомъ. Кара-Бугазъ окруженъ со стороны суши безводной степью, изъ которой въ него не изливается ни одного ручейка. Зато постоянные вѣтры, проносящіеся надъ поверхностью воды, поддерживаютъ сильнѣйшее испареніе въ бухтѣ, и она уже давно высохла бы, если бы испаряющаяся вода не замѣщалась постоянно притокомъ морской воды изъ Каспійскаго моря. Въ настоящее время мощность пласта глауберовой соли на днѣ Кара-Бугаза исчисляется не менѣе 1-й сажени, а вѣсъ этого запаса не менѣе 9 милліардовъ пудовъ; ежегодно же отлагается не менѣе 180,000 этой соли, имѣющей, какъ извѣстно, громадное значеніе въ химическомъ производствѣ

соды и сѣрной кислоты. Въ водѣ Кара-Бугаза растворено не менѣе 20% солей, изъ нихъ поваренной соли около 10,5%, глауберовой около 5%, хлористаго магнія—5,5% и гипса около 0,5%.

Легко представить себѣ, что при условіяхъ, подобныхъ только-что описаннымъ, должны образоваться соляныя залежи невѣроятной мощности, и мы едва ли ошибемся, приписавши солянымъ залежамъ Стассфурта, Шперенберга, Велички и т. д. именно подобное происхожденіе.

Теперь читателю ясно, что возможность для образованія залежей каменной соли существовала во всѣ времена съ тѣхъ поръ, какъ появились материки и моря. Дѣйствительно, мы встрѣчаемъ болѣе или менѣе богатыя отложенія солей въ самыхъ различныхъ системахъ, только древнія системы—до пермской—бѣдны каменной солью. Но весьма вѣроятно, что въ нѣдрахъ земли скрыты залежи каменной соли, пока неизвѣстныя намъ: можетъ быть, нѣкоторыя соляныя залежи залиты моремъ, можетъ быть, наконецъ, многія изъ нихъ—и именно самыя древнія—растворены и унесены дѣйствіемъ воды.

Въ послѣднее время выдвигается другая теорія образованія залежей каменной соли, развитая нѣмецкимъ ученымъ *Вальтеромъ*. Вальтеръ предполагаетъ, что эти залежи образованы той солью, которая выщелачивается изъ осадочныхъ породъ, всегда заключающихъ, по его мнѣнію, около 1% легко растворимыхъ солей. Эти выщелоченныя соли, сносимыя въ озеро или участокъ моря, отдѣленный отъ него пересыпью, будутъ въ концѣ концовъ выдѣляться изъ раствора, если климатъ данной мѣстности, достаточно жарокъ и сухъ или, иначе говоря, если мѣстность эта—*пустыня*.

Въ защиту своей гипотезы проф. Вальтеръ приводитъ, между прочимъ, тотъ безспорный фактъ, что въ большинствѣ пластовъ каменной соли и въ сопровождающихъ ее пластахъ гипса и глины нѣтъ остатковъ морскихъ организмовъ, и наоборотъ во многихъ залежахъ гипса (Парижскій бассейнъ, Силезія и др.) находятся многочисленные остатки наземныхъ организмовъ. Изслѣдованія Вальтера заставили многихъ геологовъ признать, что часть залежей каменной соли и гипса дѣйствительно образованія материковыя, отлагавшіяся въ «пустыняхъ» съ жаркимъ и сухимъ климатомъ; но съ другой стороны другія залежи безспорно морского происхожденія, такъ какъ, помимо различныхъ соображеній чисто химическаго характера, на это указываетъ и присутствіе въ такихъ пластахъ остатковъ морскихъ организмовъ.

## ГЛАВА XXX.

### Подраздѣленія тріасовой системы.

Германія: 1) пестрый песчаникъ; 2) раковистый известнякъ; 3) кейперъ. Ихъ флора и фауны.—Первое млекопитающее.—Новый красный песчаникъ Англіи и Сѣверной Америки. — Сходство между тріасовыми отложеніями Южной Африки и Остъ-Индіи.—Альпійскія или морскія отложенія тріасовой системы.—Тріасовая система Россіи.

Мы остановимся сначала на Германіи, такъ какъ эта страна является классической для изученія тріасовой системы.

Нижній отдѣлъ тріасовой системы въ Германіи состоитъ изъ мощнаго комплекса пластовъ *пестраго песчаника*. Но вмѣстѣ съ этими отложеніями, особенно въ верхнихъ частяхъ нижняго отдѣла, залегаютъ красный и пестрый сланецъ, глины и мергеля, нерѣдко заключающіе въ себѣ гипсъ и каменную соль. Конгломераты и известняки хотя и присутствуютъ, но играютъ второстепенную роль. Большинство песчаниковъ имѣютъ красную, бѣлую, зеленую или пеструю окраску—въ зависимости отъ цвѣта цементирующаго вещества—и нерѣдко содержатъ большія массы глины простой и фарфоровой. Прослои каменной соли встрѣчаются въ Брауншвейгѣ, въ Ганноверѣ и въ Англіи. Иногда въ пестромъ песчаникѣ встрѣчаются руды, напр. свинцовый блескъ, мѣдный блескъ и даже желѣзныя руды. Въ хозяйственномъ отношеніи пестрый песчаникъ долженъ считаться одной изъ самыхъ непроизводительныхъ породъ, потому что продукты вывѣтриванія его даютъ безплодную почву, непригодную для земледѣлія, зато мѣстами на этой почвѣ растутъ отличные лѣса.

Пестрый песчаникъ составляетъ для геолога неблагодарный предметъ изслѣдованія, такъ какъ содержитъ чрезвычайно малое число окаменѣлостей. Это объясняется, по всей вѣроятности, тѣмъ, что нижній отдѣлъ германской тріасовой системы представляетъ береговое образованіе, мало пригодное для скопленія животныхъ и растительныхъ остатковъ. Несмотря на это, въ пестромъ песчаникѣ, въ особенности въ верхнихъ мягкихъ пластахъ его, уцѣлѣли нѣкоторыя, весьма интересныя, окаменѣлости. Изъ наземныхъ растеній найдены гигантскіе хвощи, папоротники и хвойныя растенія. Изъ числа послѣднихъ назовемъ характерный видъ, извѣстный подъ названіемъ Вольція—Voltzia heterophylla, покрытый иглами неодинаковой длины. Кромѣ стволовъ и вѣтвей этого растенія найдены также и хорошо сохранившіяся шишки его.

Изъ животныхъ остатковъ найдены стегоцефалы и лабиринтодонты, присутствіе которыхъ можно прослѣдить во всемъ тріасо-

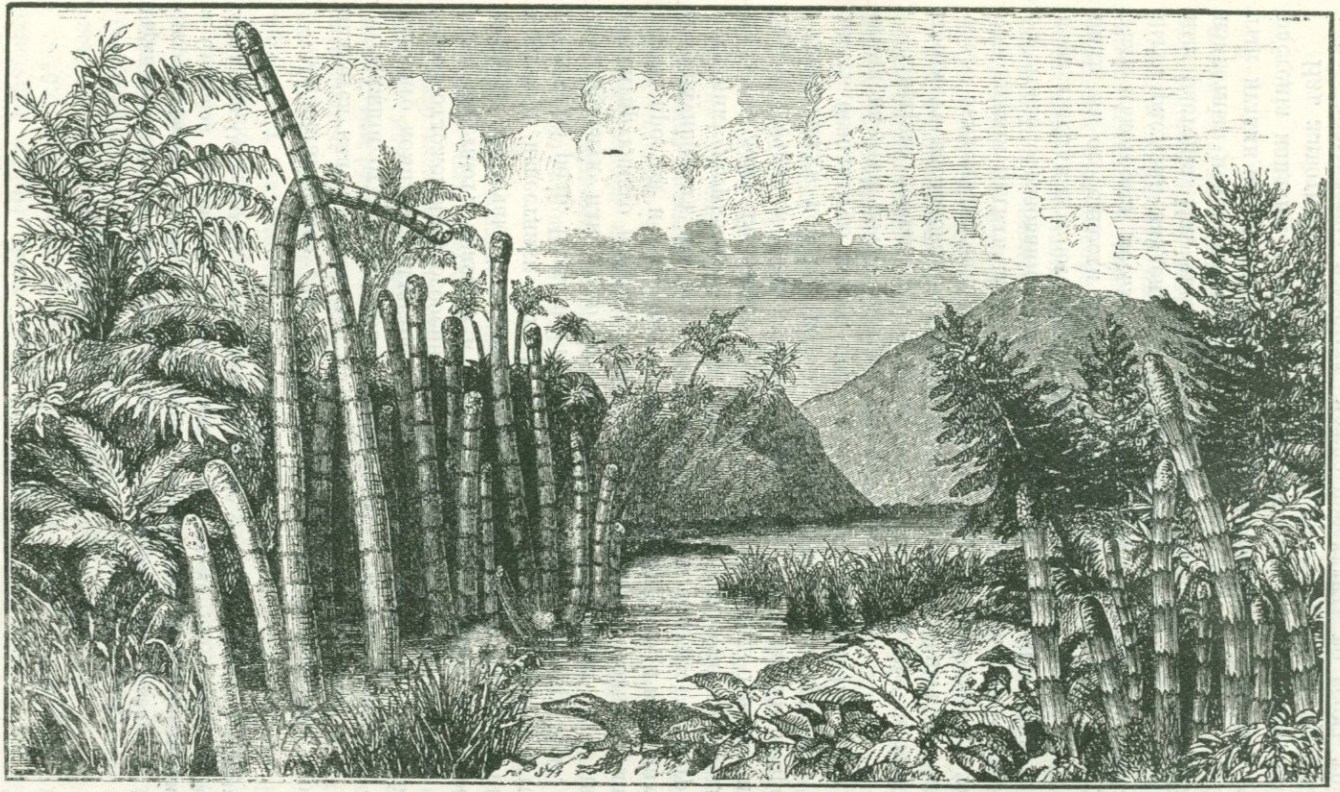


Рис. 149. Идеальный ландшафтъ тріасоваго періода (эпоха Кейпера). Хвощи и Вольтціи (Voltzia).

вомъ періодѣ. Мѣстами попадаются въ большомъ количествѣ чешуйки ганоидныхъ рыбъ, а также нѣкоторые виды аммонитовъ. Довольно часто встрѣчаются слѣды, оставленные лапами огромнаго наземнаго четвероногаго, получившаго названіе *Хиротерій* (Chirotherium). Въ сохранившихся отпечаткахъ ясно можно различить четыре пальца съ когтями и пятый—большой палецъ, безъ когтя. Кромѣ того слѣды эти показываютъ, что заднія лапы были по крайней мѣрѣ въ три раза больше переднихъ. Хиротерія относятъ къ лабиринтодонтамъ, но нигдѣ не найдено никакихъ остатковъ этихъ животныхъ, кромѣ слѣдовъ ихъ лапъ. Это служитъ наглядным доказательствомъ недостаточности нашихъ палеонтологическихъ находокъ, потому что трудно себѣ представить, чтобы такія крупныя животныя, населявшія вѣроятно въ большомъ количествѣ илистый или песчаный берегъ, не оставили по себѣ никакихъ частей своего скелета. Рядомъ съ отпечатками лапъ можно видѣть сѣтчатые отпечатки трещинъ, образовавшихся въ почвѣ при высыханіи ея.

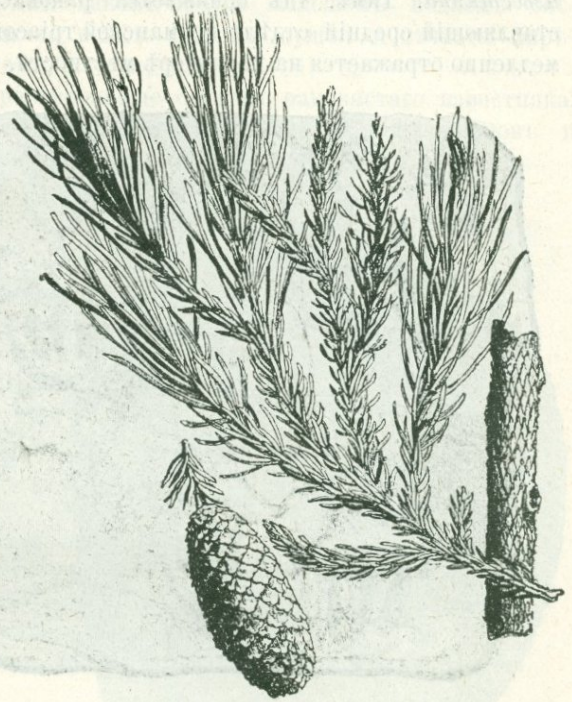


Рис. 150. Вольтція. Voltzia heterophylla (изъ пестраго песчаника).

Неймайръ предполагаетъ на этомъ основаніи, что почва пестраго песчаника нѣкогда представляла огромное соляное болото, наполнявшееся водой во время дождей и высыхавшее вполнѣ или отчасти въ сухое время года, на подобіе тѣхъ болотъ, которыя такъ часто встрѣчаются въ Африкѣ и центральной Азіи. Здѣсь слѣдуетъ упомянуть, что въ пестромъ песчаникѣ найдены отпечатки сравнительно большихъ кристалловъ поваренной соли, что также говоритъ въ пользу вышеприведеннаго предположенія.

Къ концу періода пестраго песчаника мало-по-малу обнаруживается измѣненіе въ распредѣленіи суши и моря: береговыя линіи съ ихъ мощными песчаными отложеніями отступаютъ и море надвигается на сушу. Вслѣдствіе этого мѣняется конечно и характеръ горныхъ породъ: мѣсто песчаниковъ заступаютъ известняки и доломиты, мергель, гипсъ, ангидритъ. Это формація *раковистаго известняка*. Тамъ, гдѣ обнажается раковистый известнякъ, составляющій средній отдѣлъ германской тріасовой системы, это немедленно отражается на характерѣ мѣстности, на свойствахъ почвы, на воздѣлываемыхъ растеніяхъ и даже на населеніи. Въ настоящее время съ несомнѣнностью доказано, что въ числѣ прочихъ факторовъ и почва оказываетъ многообразное вліяніе на обитателей, ихъ условія жизни, занятія, характеръ, плотность населенія и пр. Прослѣдить это вліяніе во всѣхъ частностяхъ не всегда возможно, но въ общихъ чертахъ оно проявляется вездѣ. Едва ли оно обнаруживается гдѣлибо такъ рѣзко, какъ въ мѣстностяхъ, лежащихъ надъ различными отдѣлами тріасовой системы, представляющихъ такія значительныя петрографическія отличія. Сравнимъ, напр., пестрый песчаникъ съ остальными отдѣлами тріасовой системы. Какъ только мы выходимъ изъ области пестраго песчаника, немедленно исчезаетъ лѣсъ и передъ нашими глазами разстилаются поля, засѣянныя хлѣбными растеніями; тамъ лѣсное хозяйство, здѣсь полевое, тамъ отдѣльные хутора, здѣсь города и деревни съ характернымъ для нихъ населеніемъ.

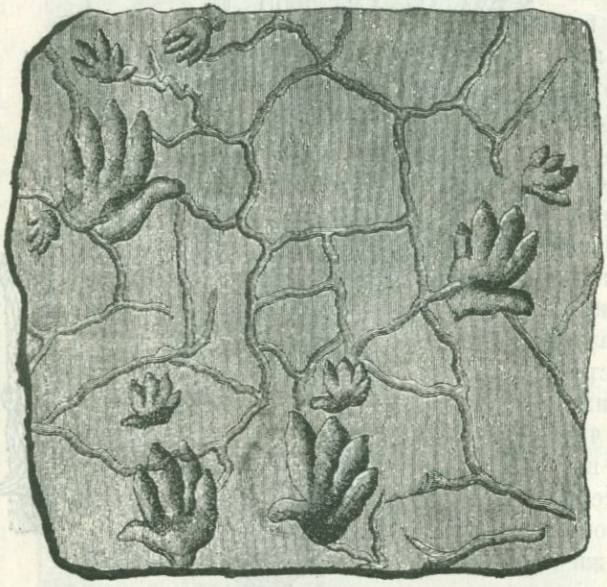


Рис. 151. Слѣды хиротерія (Chirotherium).

Большое значеніе для раковистаго известняка имѣютъ соляныя и рудныя залежи.

Что касается палеонтологическаго характера *раковистаго известняка*, то здѣсь слѣдуетъ отмѣтить малое число видовъ, найденныхъ въ этомъ, несомнѣнно морскомъ, образованіи. Общій характеръ раковистаго известняка поразительно напоминаетъ цехштейнъ, и мы имѣемъ всѣ основанія предполагать, что раковистый известнякъ, подобно цехштейну, образовался не въ открытомъ океанѣ, а въ какомъ-нибудь большомъ водномъ бассейнѣ, окруженномъ со всѣхъ сторонъ сушей и отчасти опрѣснѣвшемъ.

Всего скуднѣе растительные остатки раковистаго известняка: они ограничиваются нѣсколькими обрывками папоротниковъ и иглами хвойныхъ растеній.



Рис. 152. Энкринусъ. Encrinus liliiformis.

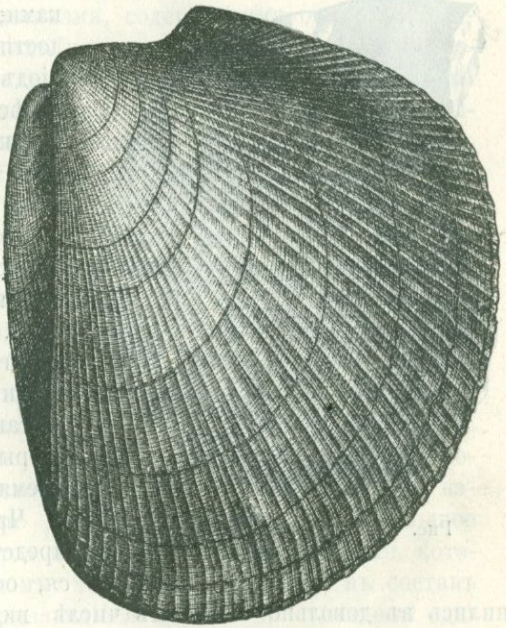


Рис. 153. Lima lineata. Пластинчатожаберный моллюскъ изъ раковистаго известняка Германіи.

Фауна представляетъ нѣсколько характерныхъ ископаемыхъ. Первое мѣсто среди иглокожихъ занимаютъ Энкринусъ—*Encrinus liliiformis*, морская лилія, съ прекрасной чашечкой и спиральнымъ стеблемъ. Животное это производитъ впечатлѣніе окаменѣлаго цвѣтка лиліи, приросшаго ко дну моря. Верхняя часть животнаго, чашечка, встрѣчается въ отложеніяхъ не особенно часто, но зато стебли его попадаются въ такомъ большомъ количествѣ,

что иногда составляютъ главный матеріалъ обширныхъ известковыхъ отложеній. Encrinus liliiformis образовали по всей вѣроятности на днѣ тріасовыхъ морей густые луга или, вѣрнѣе говоря, лѣса.

Изъ моллюсковъ самымъ широкимъ распространеніемъ пользуется классъ *пластинчатожаберныхъ*; наиболѣе характерны роды *Лима* (Lima), *Пектенъ* (Pecten) и *Гервиллія* (Gervillia).

*Головоногіе* встрѣчаются рѣдко, но въ характерныхъ экземплярахъ. Назовемъ здѣсь Наутилусъ—Nautilus bidorsatus, похожій на нынѣ живущій видъ наутилусъ—и Цератитесъ—Ceratites nodosus, съ волнисто-изогнутыми камерными стѣнками. Въ то же время однако уже появляются настоящіе аммониты съ сложно изогнутыми камерными стѣнками; но полнаго расцвѣта они достигаютъ лишь въ юрскій періодъ. Изъ суставчатоногихъ извѣстенъ длиннохвостый ракъ, близко стоящій къ нашему рѣчному раку; щупальцы его достигали длины одного фута.

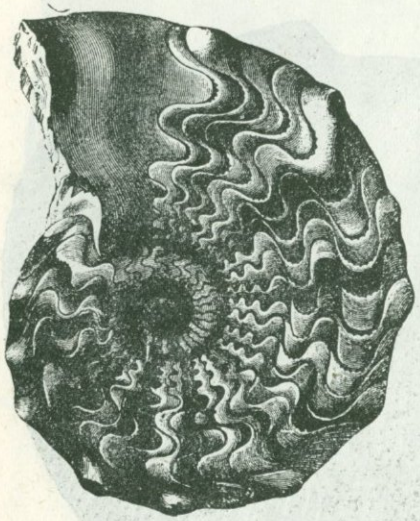


Рис. 154. Цератитесъ нодозусъ.
Ceratites nodosus.

Особенной скудостью отличаются остатки рыбъ, встрѣчающіеся въ раковистомъ известнякѣ. Хотя довольно часто находятъ зубы и чешуйки, но по нимъ совершенно нельзя составить себѣ представленія о рыбахъ, жившихъ въ то время.

Чрезвычайный интересъ представляютъ *пресмыкающіяся*, остатки которыхъ сохранились въ довольно большомъ числѣ видовъ и родовъ. По своему внѣшнему виду они напоминаютъ отчасти ихтіозавровъ или плезіозавровъ слѣдующаго юрскаго періода, отчасти же ящерицъ и крокодиловъ. Всего чаще встрѣчается пресмыкающееся, получившее названіе нотозавра—Nothosaurus. Это крупное животное, имѣющее чрезвычайно странное строеніе. Продольный размѣръ черепа превышаетъ 2 фута, большіе заостренные книзу зубы сидятъ въ отдѣльныхъ углубленіяхъ. Туловище и хвостовой конецъ, повидимому, коротки, шейная же часть состояла по крайней мѣрѣ изъ 20 позвонковъ. Но всего интереснѣе въ этомъ животномъ его плавательныя ноги. Рядомъ съ исполинскими экземплярами нотозавра встрѣчаются и маленькіе; и эти-то по-

слѣдніе имѣютъ наибольшее значеніе. Чрезвычайно интересно, что нѣкоторые нотозавры еще не имѣютъ плавательныхъ ногъ, а лишь обыкновенныя конечности для хожденія, или же мы находимъ только переднія конечности ихъ превращенными въ плавники. Вѣроятно они именно и представляютъ исходный пунктъ морскихъ ящеровъ юрской и мѣловой системы, которые имѣли организацію, совершенно уже приспособленную для жизни въ открытомъ океанѣ.

Въ области германской тріасовой системы къ концу періода раковистаго известняка наступаетъ вторичное измѣненіе въ соотношеніи между сушей и моремъ: море отступаетъ назадъ, или—правильнѣе говоря—суша поднимается. Соотвѣтственно этому въ описываемую эпоху морскіе известняки замѣщаются пестрыми рухляками, глинами и песчаниками, содержащими остатки наземныхъ организмовъ. Среди нихъ попадаются лишь въ самомъ ничтожномъ количествѣ известняки и доломиты, заключающіе остатки морскихъ животныхъ, въ особенности же устрицы, что указываетъ на мелководные бассейны, подвергавшіеся многократнымъ колебаніямъ уровня воды. Въ связи съ этимъ же явленіемъ находится также присутствіе въ пластахъ описываемой эпохи соляныхъ залежей.

Этотъ верхній отдѣлъ тріасовой системы получилъ названіе *кейперъ*. Онъ содержитъ въ сравнительно небольшомъ количествѣ руды, уголь и вообще породы, имѣющія техническое примѣненіе; зато песчаники, входящіе въ составъ его, служатъ отличнымъ строительнымъ матеріаломъ, и такія важныя отложенія, какъ гипсъ и соль, тоже попадаются въ довольно большихъ количествахъ. Изъ пластовъ, входящихъ въ составъ кейпера, берутъ начало многочисленные минеральные источники, изъ которыхъ назовемъ напримѣръ знаменитые теплые источники Бадена. Но наибольшее значеніе кейпера заключается не въ этомъ, а въ той роли, которую онъ играетъ въ сельскомъ хозяйствѣ. Входящіе въ составъ его жирные и легко вывѣтривающіеся мергель и суглинокъ одинаково пригодны какъ для воздѣлыванія хлѣбныхъ растеній, такъ и для насажденія фруктовыхъ деревьевъ и виноградниковъ. Въ области этихъ отложеній мы почти вездѣ встрѣчаемъ пашни, фруктовыя деревья и виноградники, составляющіе пріятный контрастъ съ безплоднымъ пестрымъ песчаникомъ и доломитомъ раковистаго известняка.

Въ палеонтологическомъ отношеніи кейперъ не богатъ. Встрѣчающіеся въ немъ морскіе органическіе остатки не отличаются ни количествомъ, ни разнообразіемъ формъ. Большее значеніе представляютъ наземныя растенія и остатки позвоночныхъ. Растенія нерѣдко можно встрѣтить въ такомъ хорошо сохранившемся

состояніи, что листья легко отдѣляются отъ камня и оказываются нисколько не утратившими своей гибкости. Подъ микроскопомъ еще можно распознать клѣточное строеніе ихъ и даже отверстія, черезъ которыя совершается обмѣнъ воздуха. Нерѣдко растительные остатки образуютъ небольшіе прослои каменнаго угля, почти всегда, къ сожалѣнію, загрязненнаго примѣсью глины и сѣрнистыхъ соединеній и слѣдовательно негоднаго къ употребленію.

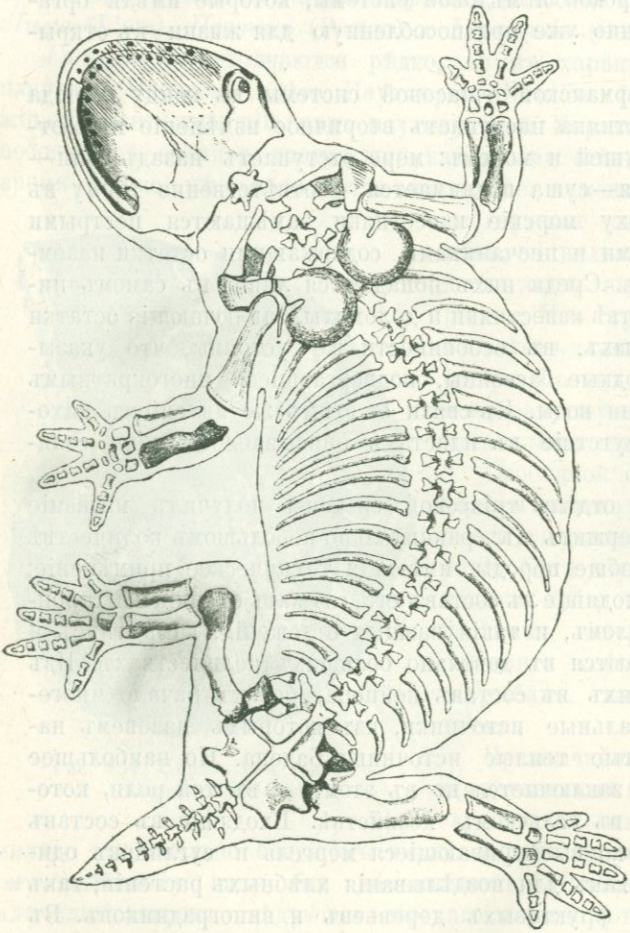


Рис. 155. Лабиринтодонъ. Labyrinthodon Ruetimeyeri (въ $^1/_4$ натуральной величины).

Постараемся нарисовать лѣсъ эпохи кейпера. Въ болотахъ на сырыхъ глинистыхъ берегахъ поднимались *исполинскіе хвощи*, достигавшіе вышины по крайней мѣрѣ 20 футовъ. Прямые стволы ихъ, напоминавшіе огромныя колонны, состояли изъ цилиндрическихъ полыхъ частей, входившихъ одна въ другую, и заканчивались наверху толстыми, булавовидными сѣменными коробочками. Эти растенія играли въ тріасовомъ періодѣ ту же роль, что каламиты—въ каменноугольномъ. Наиболѣе распространенный и извѣстный видъ исполинскихъ хвощей носитъ названіе *Equisetum arenaceum*. Кромѣ этихъ растеній, въ описываемую эпоху въ довольно большомъ количествѣ расли папоротники, саговыя пальмы и хвойныя деревья.

Изъ позвоночныхъ животныхъ назовемъ прежде всего классъ *стегоцефаловъ* или *лабиринтодонтовъ*, получившихъ свое названіе благодаря тому, что зубная ткань этихъ животныхъ представляетъ изогнутое лабиринтообразное строеніе. Такой зубъ въ поперечномъ разрѣзѣ представляетъ весьма сложный рисунокъ, состоящій изъ извилистыхъ ходовъ, между тѣмъ какъ снаружи въ немъ замѣтны лишь продольные рубчики. Лабиринтодонты, повидимому, достигли своего полнаго расцвѣта въ эпоху кейпера и затѣмъ быстро начали исчезать.

Очень важную роль уже въ эту эпоху играли настоящія пресмыкающіяся. Самый извѣстный видъ изъ нихъ — *Белодонъ (Belodon)* *). Это было крупное крокодилообразное пресмыкающееся съ вытянутой мордой, усаженной зубами, числомъ отъ 175 до

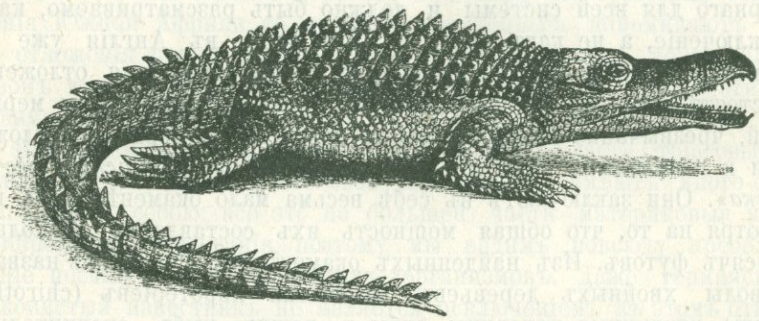


Рис. 156. Белодонъ (реставрированъ Фраасомъ).
Belodon изъ песчаника кейпера.

180, и крѣпкимъ панцыремъ. Длина его вѣроятно превышала 20 футовъ.

Гораздо большіе размѣры представляло другое пресмыкающееся, получившее названіе *Цанклодонъ (Zanclodon)*. Длина его туловища равнялась приблизительно 30—40 футамъ; одни когти были длиною въ 5 дюймовъ, а вся лапа съ 5 пальцами занимала площадь по крайней мѣрѣ въ три четверти квадратнаго фута.

Кромѣ Белодона и Цанглодона, въ эпоху кейпера жило еще множество другихъ пресмыкающихся и малыхъ, и большихъ.

Чрезвычайно важное значеніе представляетъ тотъ фактъ, что въ отложеніяхъ описываемой эпохи найдены первыя млекопитающія. «Никто не подозрѣвалъ до тѣхъ поръ,—говоритъ Неймайръ,—что высшій типъ позвоночныхъ существовалъ уже въ такихъ древнихъ отложеніяхъ, и поэтому многіе ученые отнеслись съ большимъ недовѣріемъ, когда Плинингеръ, найдя близъ Штутгарта зубъ съ двумя корнями, сдѣлалъ заключеніе, что этотъ зубъ при-

*) Belos—стрѣла, odous, odontos—зубъ.

надлежалъ млекопитающему». Необходимо замѣтить, что коренные зубы млекопитающихъ имѣютъ по меньшей мѣрѣ два корня и этимъ отличаются отъ зубовъ всѣхъ прочихъ животныхъ. Потомъ были найдены еще подобные зубы и даже болѣе или менѣе полныя нижнія челюсти, изслѣдованіе которыхъ показало, что животныя, которымъ они принадлежали, относились къ отряду сумчатыхъ. Дѣло въ томъ, что у современныхъ сумчатыхъ въ углу нижней челюсти находится крючковидный отростокъ и совершенно такой же отростокъ найденъ въ челюстяхъ млекопитающихъ тріасоваго періода.

Уже выше было указано на то, что тріасовая система далеко не вездѣ представляется раздѣленной на три отдѣла, какъ въ Германіи. Наоборотъ, это раздѣленіе не представляетъ ничего характернаго для всей системы и должно быть разсматриваемо, какъ исключеніе, а не какъ правило. Такъ напр., въ Англіи уже не замѣчается болѣе этого расчлененія, и тамъ тріасовыя отложенія состоятъ изъ непрерывнаго ряда красныхъ песчаниковъ и мергелей, чрезвычайно напоминающихъ девонскія и пермскія отложенія и извѣстныхъ подъ именемъ *«верхняго новаго краснаго песчаника»*. Они заключаютъ въ себѣ весьма мало окаменѣлостей, несмотря на то, что общая мощность ихъ составляетъ нѣсколько тысячъ футовъ. Изъ найденныхъ окаменѣлостей слѣдуетъ назвать стволы хвойныхъ деревьевъ, отпечатки хиротеріевъ (chirotherium), различныя раковины, зубы и чешую рыбъ, сравнительно многочисленные остатки пресмыкающихся и нижнія челюсти перваго млекопитающаго—Микролестесъ — Microlestes. Подобныя же образованія находили въ тріасовой системѣ Сѣверной Америки. И тамъ тоже найдено въ общемъ мало окаменѣлостей.

Крайне интересны многочисленные отпечатки, оставленные въ американскихъ тріасовыхъ отложеніяхъ слѣдами позвоночныхъ. Величина и форма этихъ отпечатковъ чрезвычайно разнообразны, и американцы различаютъ, на основаніи ихъ, около 60 различныхъ видовъ. Одни отпечатки оставлены животными съ 5-ю пальцами на лапахъ, другіе—съ 3; одни едва достигаютъ нѣсколькихъ миллиметровъ, другіе превышаютъ 5—6 дециметровъ (2 фута). Къ числу послѣднихъ относятся слѣды, оставленные животными, получившими названіе Бронтоцоумъ — Brontozoum giganteum. Очевидно, что въ описываемую эпоху многочисленныя и разнообразныя животныя населяли морской берегъ и оставили въ сѣромъ пескѣ и илѣ слѣды, впослѣдствіи окаменѣвшіе. Достойно вниманія, что отъ всѣхъ этихъ животныхъ не сохранилось никакихъ частей скелета и никакихъ другихъ слѣдовъ, кромѣ окаменѣвшихъ отпечатковъ лапъ,— фактъ, снова указывающій на всю отрывочность и недостаточность нашихъ палеонтологическихъ

данныхъ. Вслѣдствіе этого до сихъ поръ не выяснено, принадлежатъ ли эти окаменѣвшіе отпечатки пресмыкающимся или птицамъ. Въ заключеніе упомянемъ, что и въ американскихъ тріасовыхъ отложеніяхъ найдены остатки млекопитающихъ, отнесенныхъ, подобно европейскому Микролестесъ, тоже къ сумчатымъ.

Въ послѣднее десятилѣтіе большую извѣстность пріобрѣли тріасовыя отложенія въ Южной Африкѣ, содержащія, кромѣ типичныхъ остатковъ млекопитающихъ, большое количество самыхъ странныхъ позвоночныхъ ископаемыхъ, не представляющихъ ни малѣйшаго сходства съ извѣстными намъ типами. Одни изъ нихъ напоминаютъ ящерицъ, другія—черепахъ, третьи — млекопитающихъ, но нѣтъ никакой возможности подвести ихъ подъ какой-либо классъ или отрядъ. Достойно вниманія, что тріасовыя отложенія Южной Африки во многихъ отношеніяхъ напоминаютъ тѣ же отложенія передней Индіи, что служитъ новымъ доказательствомъ въ пользу существовавшаго прежде соединенія между этими обѣими территоріями.

Всѣ разсмотрѣнныя нами до сихъ поръ области тріасовыхъ отложеній, несмотря на все свое разнообразіе, имѣютъ много общаго между собою; все это по большей части материковыя или прибрежныя образованія, поэтому мы видимъ повсюду преобладаніе песчаниковъ и наземныхъ организмовъ. Даже германскій раковистый известнякъ не является исключеніемъ въ этомъ отношеніи, потому что онъ по всей вѣроятности отложился въ опрѣснѣвшемъ внутреннемъ морѣ, а не въ открытомъ океанѣ. Это предположеніе подтверждается многочисленными мѣсторожденіями въ упомянутомъ отдѣлѣ каменной соли, которая, какъ мы знаемъ теперь, никогда не осаждается въ открытыхъ моряхъ, а еще болѣе—скудостью фауны, заключающейся въ тріасовыхъ отложеніяхъ. Какъ извѣстно, море всегда занимало большее протяженіе, чѣмъ суша, слѣдовательно морскія отложенія должны во всѣхъ системахъ преобладать надъ материковыми. Ошибочно поэтому было бы считать германскія тріасовыя отложенія, составляющія континентальное образованіе, нормой для всей тріасовой системы. Дѣйствительно, въ восточныхъ Альпахъ главная масса горнаго хребта сложена мощными тріасовыми отложеніями *известняка* и *доломита*, среди которыхъ въ самомъ ничтожномъ количествѣ залегаютъ песчаныя и глинистыя породы. Кромѣ восточныхъ Альпъ, тріасовыя отложенія морского происхожденія встрѣчаются еще въ Карпатахъ, на о. Сициліи, въ Гималаяхъ, въ Японіи, въ Новой Каледоніи, въ Киргизскихъ степяхъ, въ Сибири, въ Новой Зеландіи, въ Калифорніи, Невадѣ, въ Перу и на Шпицбергенѣ.

*Морскія* или, какъ принято называть, *альпійскія* тріасовыя отложенія отличаются отъ континентальныхъ тріасовыхъ не только

составомъ горныхъ породъ и инымъ расчлененіемъ, но конечно и своимъ палеонтологическимъ характеромъ. Прежде всего обращаетъ на себя вниманіе необычайное разнообразіе формъ, особенно по сравненію съ нѣмецкимъ раковистымъ известнякомъ. Чрезвычайно интересенъ тотъ фактъ, что въ альпійской тріасовой системѣ встрѣчаются такіе типы, которые или считались уже давно вымершими, или же относились къ позднѣйшему геологическому періоду; другими словами, мы находимъ здѣсь смѣшеніе палеозойскихъ и мезозойскихъ типовъ. Этимъ самымъ заполняется пропасть, существовавшая между верхними пластами каменноугольной и нижними пластами тріасовой системы, и мы видимъ, что обѣ эры—палеозойская и мезозойская—переходятъ одна въ другую.

Характернымъ отличіемъ альпійской тріасовой формаціи считается ея богатство истинными *аммонитами*, которыхъ насчитывается въ настоящее время до тысячи видовъ. Рядомъ съ ними встрѣчаются предшественники белемнитовъ, далѣе моллюски, плеченогіе, морскіе ежи, кораллы, губки, раки, рыбья чешуя, остатки пресмыкающихся; изъ растеній назовемъ известковыя водоросли. Мы встрѣтимъ многіе изъ этихъ типовъ въ юрской системѣ, поэтому пока воздерживаемся отъ болѣе подробнаго разсмотрѣніяхъ ихъ.

Представимъ въ краткихъ чертахъ распредѣленіе суши и моря въ тріасовый періодъ. Какъ было упомянуто уже выше, отложенія въ Южной Африкѣ и Остъ-Индіи указываютъ на существовавшее въ то время соединеніе между ними; слѣдовательно, по всей вѣроятности, на мѣстѣ теперешняго Индѣйскаго океана простирался большой материкъ.—*Гондванскій*—какъ это было еще въ каменноугольномъ періодѣ. Такое же соединеніе существовало вѣроятно между Европой и Африкой съ одной стороны и Америкой—съ другой; Атлантическаго океана въ то время, должно быть, еще не было, потому что нигдѣ по побережью его мы не находимъ теперь морскихъ отложеній тріасовой системы. Но такія отложенія составляютъ повсемѣстное явленіе въ прибрежныхъ странахъ Великаго океана и въ области Сѣвернаго Ледовитаго моря, что указываетъ на давнее существованіе этихъ обоихъ океановъ. Оттуда море вѣроятно доходило до средней Европы, которая была занята большимъ Средиземнымъ моремъ, раздѣлявшимся на альпійскій и германскій бассейны. Послѣдній постепенно превратился въ совершенно замкнутое море, вода въ немъ подверглась опрѣсненію и только на короткое время оно заливалось морской водой, оставлявшей по себѣ небольшія известковыя банки съ раковинами, которыя мы видимъ въ нѣмецкомъ кейперѣ. Отсюда вѣроятно простирался къ западу обширный материкъ съ огромными вну-

третичными озерами, въ которыхъ отложился новый красный песчаникъ Англіи и Сѣверной Америки. Такимъ образомъ, въ теченіе почти всего тріасоваго періода существовалъ океанъ *Тетисъ*, раздѣлявшій Гондванскій и Ангарскій материки. Гондванскій материкъ сталъ, вѣроятно, еще больше, чѣмъ въ пермскій періодъ, такъ какъ тріасовыя морскія отложенія не встрѣчаются ни въ Австраліи, ни въ Южной Америкѣ.

«Отъ Уссурійскаго края, говоритъ проф. К. Богдановичъ *), простирался Сѣверный проливъ черезъ западную часть Охотскаго моря на устьѣ Олекма къ Ново-Сибирскимъ островамъ; Тихій океанъ и Арктическій соединяются въ одну арктически-тихоокеанскую провинцію. Къ концу періода океанъ Тетисъ, вѣроятно, продолжается черезъ Атлантическій океанъ и Центральную Америку до соединенія съ восточной частью Тихаго океана, несомнѣнно продолжавшаго существовать почти все въ тѣхъ же размѣрахъ... Сухой и жаркій климатъ пустынь, повидимому, безъ измѣненій сохранился на значительныхъ пространствахъ земной поверхности и въ теченіе тріаса, напр. въ средней и сѣверной Европѣ».

Фауна пресмыкающихся и крупныхъ земноводныхъ распространена до сѣверныхъ областей цикадовыхъ пальмъ и позволяетъ сдѣлать предположеніе, что климатъ тріасоваго періода не зналъ морозовъ, что онъ былъ близокъ къ современному намъ тропическому или, по крайней мѣрѣ, субтропическому климату.

Въ Европейской Россіи тріасовая система имѣетъ весьма незначительное распространеніе: отложенія ея встрѣчены только въ Польшѣ и въ Киргизскихъ степяхъ. Въ первой развитъ *германскій* типъ, и напр. въ Кѣлецкомъ кряжѣ прекрасно выражены всѣ три германскіе отдѣла—пестрый песчаникъ, раковистый известнякъ и кейперъ. Тріасовая система Польши богата соляными ключами (Буски, Сольцы).

Въ Киргизскихъ степяхъ тріасовая система обнаружена всего въ двухъ пунктахъ—въ горахъ *Большой* и *Малой Богдо*; первая изъ нихъ поднимается на 170 метровъ надъ уровнемъ моря; на основаніи изслѣдованій Мойсисовича тріасовыя отложенія горъ Богдо должны быть приравнены въ *альпійскому* типу тріасовой системы. Въ сѣверовосточной Сибири также обнаружены тріасовыя отложенія альпійскаго типа.

*) См. проф. К. И. Богдановичъ. «Геологическіе климаты». «Міръ Божій» 1903. Іюль. Изъ этой же статьи мы заимствовали карты распредѣленія суши и моря въ различные геологическія періоды, составленныя по Зюссу, Лаппарану и Фреху.

# ГЛАВА XXXI.

## Юрскій періодъ.

Общая характеристика этого періода. — Фауна юрскаго періода; ея цари— ихтіозавръ, телеозавръ, динозавръ, атлантозавръ, бронтозавръ, игуанодонъ.— Летающія рептиліи.—Млекопитающія.

Какъ было только что указано, конецъ тріасоваго періода совпадаетъ съ рѣзкимъ измѣненіемъ въ распредѣленіи суши и моря, обусловившимъ послѣдовательныя измѣненія флоры и фауны. Поэтому геологи и проводятъ здѣсь разграничительную черту, обозначая тѣмъ самымъ наступленіе новаго періода въ исторіи развитія земли и ея обитателей.

Періодъ этотъ получилъ названіе *юрскаго*—отъ горнаго хребта Юра, сложеннаго преимущественно изъ породъ, принадлежащихъ описываемой нами системѣ.

Само собою разумѣется, что отложенія юрской системы не ограничиваются исключительно Юрой, а распространены и во многихъ другихъ мѣстахъ. Мы встрѣчаемъ ихъ въ Альпахъ, Карпатахъ, въ Россіи, Испаніи, Португаліи, Франціи, Англіи, Германіи, Китаѣ, Японіи, Остъ-Индіи, Аравіи, Малой Азіи, Африкѣ, на Мадагаскарѣ, въ Новой Зеландіи, Новой Голландіи, а также въ Сѣверной и Южной Америкѣ.

Что касается палеонтологическаго характера юрской системы, то относительно флоры ея слѣдуетъ отмѣтить, что хвощи и папоротники постепенно вытѣсняются голосѣмянными цвѣтковыми растеніями, а именно *саговыми* пальмами и *хвойными* деревьями. О фаунѣ же юрской эпохи можно сказать то же самое, что было сказано уже выше о фаунѣ всей мезозойской эры. Пресмыкающіяся достигли въ юрскую эпоху наивысшей точки своего расцвѣта. Они водились въ то время повсюду: и въ темныхъ хвойныхъ лѣсахъ, и въ болотахъ, и въ рѣкахъ, и озерахъ, и въ океанахъ; они населяли даже воздухъ, подобно птицамъ. Кромѣ пресмыкающихся, въ числѣ животныхъ, характерныхъ для юрскаго періода, слѣдуетъ назвать *аммонитовъ* и *белемнитовъ*, населявшихъ въ невѣроятно большомъ числѣ видовъ и экземпляровъ юрскія моря и совершенно исчезнувшихъ въ послѣдующемъ мѣловомъ періодѣ. Новый типъ, впервые появившійся на землѣ въ юрскій періодъ—это *птицы*, мало, впрочемъ, похожія на современные типы. Ихъ длинный хвостъ и челюсти, вооруженныя зубами, напоминаютъ пресмыкающихся и ясно указываютъ на связь ихъ съ послѣдними.

Горныя породы юрской системы не представляютъ ничего достопримѣчательнаго. Нѣсколько странно, что вулканическія по-

роды попадаются чрезвычайно рѣдко; но изъ этого вовсе не слѣдуетъ, что вулканическая дѣятельность прекратилась въ юрскомъ



Рис. 157. Море въ юрскій періодъ Коралловые острова и рифы.

періодѣ. Весьма возможно, что продукты вулканическихъ изверженій находятся въ еще неизслѣдованныхъ районахъ или что они

покрыты океаномъ. Вертикальное подраздѣленіе юрской системы чрезвычайно сложно, и было бы совершенно безполезно перечислять различные отдѣлы, подъотдѣлы, горизонты, пояса и пласты ея. Известняки, оолиты, рухляки, глины, битуминозные сланцы, песчаники, песчаные известняки чередуются другъ съ другомъ, придавая юрской системѣ необычайно пестрый видъ; прибавимъ сюда еще весьма сложныя и запутанныя отношенія известковыхъ отложеній губокъ и коралловыхъ рифовъ въ верхнихъ горизонтахъ юрской системы. По предложенію Леопольда фонъ-Буха, юрская система подраздѣляется на три главныхъ отдѣла: нижняя или *черная*, средняя или *бурая* и верхняя или *бѣлая* юра. Эта номенклатура, въ основу которой положена различная окраска горныхъ породъ, оказывается примѣнимой только для Германіи. Въ Альпахъ или Карпатахъ напр. она уже не имѣетъ никакого смысла, такъ какъ тамъ мы находимъ въ нижнемъ отдѣлѣ свѣтлыя отложенія, а въ верхнемъ, т.-е. въ «бѣлой юрѣ»,—темныя. Кромѣ

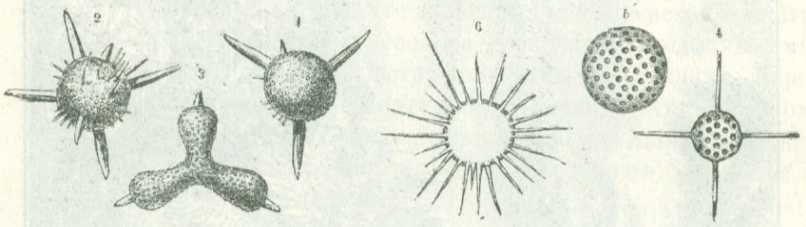


Рис. 158. Радіоляріи. 1—3—изъ альпійскаго лейяса, 4—6—изъ итальянскаго лейяса. Всѣ сильно увеличены.

приведенной номенклатуры, въ Англіи называютъ нижній отдѣлъ—*лейясъ*, средній—*доггеръ*, а верхній—*мальмъ*.

Такъ какъ юрская система заключаетъ въ себѣ весьма мощныя известковыя отложенія, которыя, какъ извѣстно, очень легко размываются водой, то становится понятно, почему въ этой системѣ такъ часто встрѣчаются подземныя пещеры, гроты, озера, провалы почвы и пр. Въ тѣсной связи съ этой легкой растворимостью известковыхъ отложеній и существованіемъ подземныхъ ходовъ и пещеръ находится обиліе источниковъ въ областяхъ, принадлежащихъ къ юрской системѣ.

*Корненожки* сохранились въ отложеніяхъ юрской системы въ большомъ числѣ родовъ и видовъ. Въ геологическомъ отношеніи наибольшее значеніе среди нихъ представляетъ отрядъ—фораминиферы (foraminifera). Тѣло этихъ крошечныхъ животныхъ состоитъ изъ комочка однородной протоплазмы безъ признака какихъ бы то ни было органовъ. Они снабжены продырявленнымъ известковымъ остовомъ, сквозь отверстія котораго просовываютъ лучеобразные отростки своего тѣла, такъ называемыя ложноножки —

псевдоподіи. Несмотря на свои крошечные размѣры, животныя эти играютъ весьма важную роль въ геологіи, благодаря невѣроятному изобилію экземпляровъ и видовъ. Фораминиферы, какъ простѣйшія изъ животныхъ, существовали, должно быть, въ большомъ количествѣ во всѣ времена, а слѣдовательно и въ палеозойскую эру, но изъ этой эры онѣ не дошли до насъ или потому что не уцѣлѣли въ древнѣйшихъ системахъ, или же потому что отложенія, въ которыхъ онѣ погребены и въ образованіи которыхъ принимали участіе, непригодны для извлеченія ихъ оттуда. Большое число и разнообразіе форминиферъ въ юрской системѣ

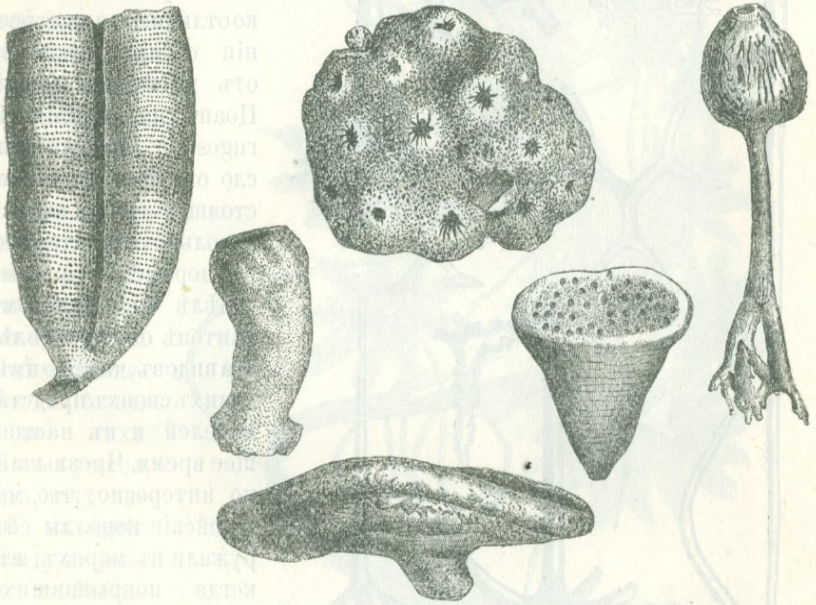


Рис. 159. Губки изъ юрской системы.

объясняется по Неймайру тѣмъ, что эта система содержитъ большое количество мягкихъ глинъ морского происхожденія, изъ которыхъ легко извлечь глобигериновыя скорлупки простымъ вымываніемъ, между тѣмъ какъ этотъ же способъ непримѣнимъ по отношенію къ глинистымъ сланцамъ и сланцевымъ глинамъ болѣе древнихъ системъ.

Кромѣ форминиферъ, въ юрской системѣ встрѣчается болѣе высоко организованный отрядъ *радіолярій*. Тѣло ихъ тоже состоитъ изъ студенистой протоплазмы, но внутри его находится центральная капсула, окруженная плотной оболочкой. Животныя эти образуютъ не известковый, а чрезвычайно изящный кремневый скелетъ разнообразной формы. По всей вѣроятности радіо-

ляріямъ принадлежитъ первенствующая роль въ постройкѣ нѣкоторыхъ горныхъ породъ.

*Кораллы* играли большую роль уже въ тріасовый періодъ; нѣтъ никакого сомнѣнія, что знаменитые доломитовые рифы южнаго Тироля суть не что иное, какъ видоизмѣненные коралловые рифы. Но особенное значеніе они пріобрѣли лишь въ юрскій періодъ, когда цѣлые участки горъ сформировались исключительно изъ известковыхъ построекъ, сооруженныхъ кораллами. Юрскіе кораллы нѣсколько отличаются въ строеніи своихъ бокаловъ отъ прежнихъ формъ Цоантаріа—Zoantharia rugosa и tabulata. Число описанныхъ въ настоящее время видовъ довольно значительно; въ верхнемъ юрскомъ отдѣлѣ въ Бернскомъ кантонѣ описано болѣе ста видовъ, частью имѣющихъ своихъ представителей и въ настоящее время. Чрезвычайно интересно, что мезозойскіе кораллы сооружали въ моряхъ, нѣкогда покрывавшихъ среднюю Европу, береговые рифы и атоллы, подобные тѣмъ, которые нынѣ можно видѣть въ Индѣйскомъ и Тихомъ океанахъ. Въ швейцарской юрѣ сохранилось множество подобныхъ коралловыхъ рифовъ.

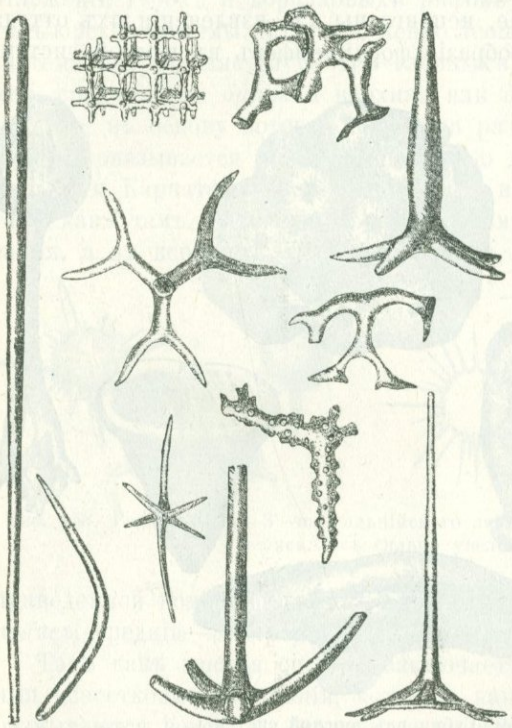


Рис. 160. Кремневыя иглы различныхъ губокъ; значительно увеличены.

На коралловыхъ рифахъ ютятся многочисленные виды животныхъ; изъ нихъ въ геологическомъ отношеніи наибольшій интересъ представляютъ *губки*, встрѣчающіяся въ огромныхъ количествахъ въ юрѣ. Самыя распространенныя изъ нихъ—это *кремневыя бокаловидныя губки*, имѣющія своихъ представителей и въ настоящее время. Скелетъ этихъ губокъ состоитъ изъ кремнистыхъ иголъ самой разнообразной формы.

Изъ *иглокожихъ* юрской системы слѣдуетъ назвать два класса: морскія лиліи и морскіе ежи. *Морскія лиліи*, правда, не встрѣчаются уже въ такомъ количествѣ видовъ, какъ въ предшествовавшіе періоды, но возмѣщаютъ этотъ недостатокъ обиліемъ экземпляровъ, величиной ихъ и количествомъ члениковъ въ отдѣльныхъ индивидуумахъ. Особенной извѣстностью среди нихъ пользуется видъ, получившій названіе *Пентакринусъ* (*Pentacrinus*), имѣющій своихъ представителей и въ нашихъ современныхъ моряхъ. Длинные, переплетающіеся другъ съ другомъ стебли ихъ вѣроятно не были прикрѣплены ко дну, а свободно сидѣли въ илѣ; болѣе или менѣе

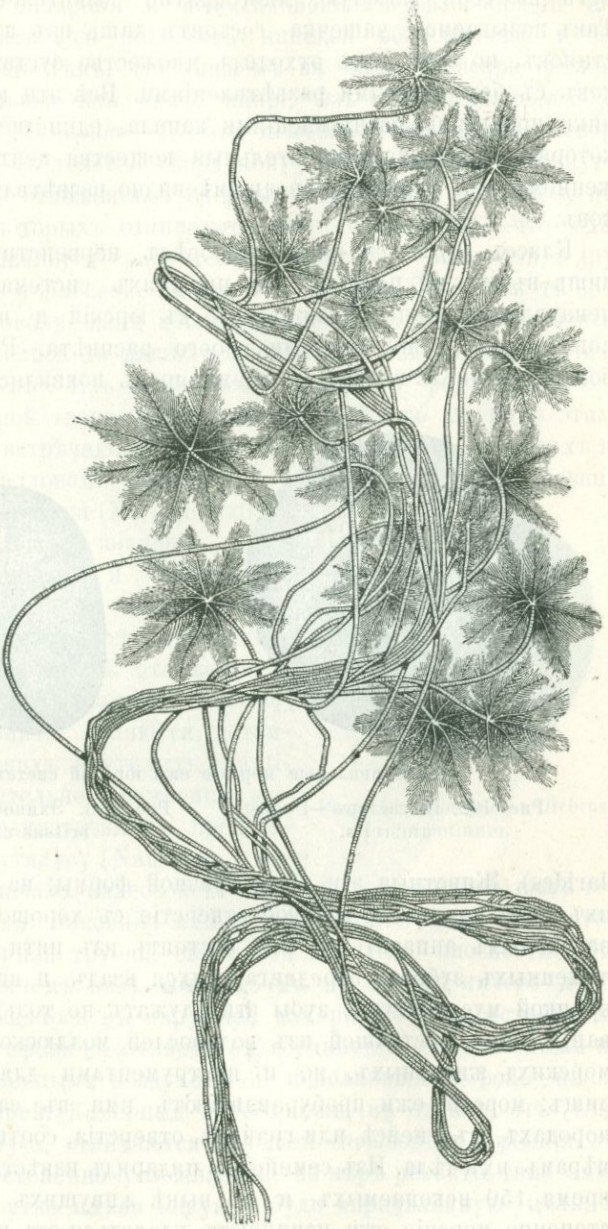
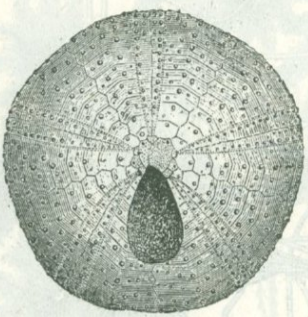
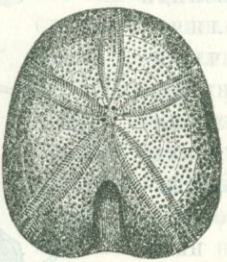


Рис. 161. Колонія исполинскихъ пентакринусовъ изъ лейяса. Сильно уменьшена.

явственно пятигранные стебли, постепенно утолщаясь кверху, несутъ на себѣ тяжелую, многократно развѣтвленную верхушку. Такъ называемая чашечка состоитъ лишь изъ нѣсколькихъ пластинокъ, но отъ нихъ отходитъ множество суставчатыхъ отростковъ съ безконечными развѣтвленіями. Всѣ эти известковые членики пронизаны развѣтвленіями канала, единственное назначеніе котораго—доставлять питательныя вещества центрально расположенному рту, скрытому среди змѣевидно развѣтвляющихся отростковъ.

Классъ *морскихъ ежей* пріобрѣлъ первенствующее значеніе лишь въ юрскій періодъ. Въ прежнихъ системахъ морскіе ежи попадались крайне рѣдко; только въ юрскій и послѣдующій мѣловой періодъ они достигли своего расцвѣта. Раньше всего въ большомъ числѣ видовъ и экземпляровъ появились *цидариды* (Ci-





Неправильные морскіе ежи юрской системы.

Рис. 162. Пюгастеръ—Pygaster umbrella.

Рис. 163. Эхинобриссусъ—Echinobrissus clunicularis.

darides). Животныя эти шарообразной формы; на нижнемъ полюсѣ ихъ тѣла находится ротовое отверстіе съ хорошо развитымъ жевательнымъ аппаратомъ. Онъ состоитъ изъ пяти радіально расположенныхъ зубовъ, передвигающихся взадъ и впередъ помощью крѣпкой мускулатуры; зубы эти служатъ не только для разжевыванія пищи, состоящей изъ водорослей, моллюсковъ и маленькихъ морскихъ животныхъ, но и инструментами для постройки жилищъ: морскіе ежи пробуравливаютъ ими въ самыхъ твердыхъ породахъ, въ гнейсѣ или гранитѣ, отверстія, соотвѣтствующія размѣрамъ ихъ тѣла. Изъ семейства цидаридъ извѣстно въ настоящее время 150 ископаемыхъ и 15 нынѣ живущихъ видовъ. Но постепенно морскіе ежи начинаютъ удаляться отъ шаровой формы—появляются *неправильные морскіе ежи*, начиная съ эпохи средняго лейяса; изъ нихъ довольно широкимъ распространеніемъ пользуется родъ Пюгастеръ—*Pygaster*.

*Моллюски* встрѣчаются въ юрскихъ отложеніяхъ въ огромномъ количествѣ экземпляровъ и необыкновенномъ разнообразіи видовъ. Перечислить ихъ всѣ нѣтъ никакой возможности, и мы ограничимся лишь тѣмъ, что укажемъ на самыя распространенные и оригинальные изъ нихъ, напр., изъ *пластинчатожаберныхъ* назовемъ *Дицерасъ—Diceras arietinum*—это неравностворчатая раковина съ толстой скорлупой; далѣе слѣдуетъ упомянуть, что въ юрскихъ отложеніяхъ впервые появляются *устрицы*, нѣкоторые виды которыхъ отличаются той особенностью, что одна створка представляется сравнительно большой и выпуклой, а другая—маленькой и плоской, на подобіе крышки. Уже и въ тѣ времена онѣ образовали, какъ и теперь, обширныя устричныя банки, которыя сохранились до нашихъ временъ въ нѣкоторыхъ мѣстахъ юрскихъ отложеній. Изъ *брюхоногихъ* назовемъ родъ Неринея—Nerinea. Въ одной только Бернской юрѣ найденъ 21 видъ этихъ Nerinea, и онѣ встрѣчаются въ такихъ большихъ количествахъ въ тамошнемъ коралловомъ известнякѣ, что онъ получилъ названіе нериноваго известняка (Nerineenkalk).

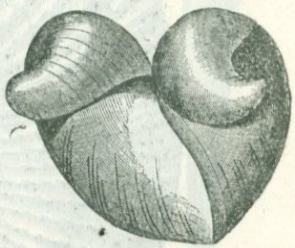


Рис. 164. Дицерасъ—Diceras arietinum.

Гораздо большее значеніе, чѣмъ пластинчатожаберные и брюхоногіе, имѣетъ третій классъ моллюсковъ—*головоногіе*. Они играютъ первенствующую роль въ юрскихъ отложеніяхъ; въ особенности это относится къ *аммонитамъ*. Аммониты являются потомками палеозойскихъ наутилидъ (Nautilidae) и слѣдовательно родственны живущему нынѣ единственному представителю ихъ наутилусу (Nautilus), уцѣлѣвшему отъ начала палеозойской эры до современной намъ геологической эпохи. Раковина аммонита состоитъ изъ тонко-стѣнной, многокамерной трубки, свернутой въ одной плоскости. Животное, о наружномъ видѣ котораго мы не знаемъ ничего достовѣрнаго,—помѣщалось въ наружной камерѣ, но посредствомъ кожистаго тяжа-сифона находилось въ соединеніи съ остальными камерами, наполненными воздухомъ и исполнявшими роль плавательныхъ пузырей. Камерныя перегородки, въ отличіе отъ таковыхъ у наутилуса, отличаются большой сложностью строенія. Эта особенность постепенно усложнялась, по мѣрѣ развитія типа аммонитовъ, и вѣроятно имѣла какую-нибудь опредѣленную цѣль, къ сожалѣнію не совсѣмъ ясную для насъ. Весьма возможно, что этимъ достигалась большая прочность тонкаго остова, безъ утолщенія его стѣнокъ, которое неминуемо должно было бы повлечь за собой уменьшеніе подвижности животнаго.

Аммониты жили въ открытомъ морѣ, ихъ образъ жизни вѣроятно представлялъ большое сходство съ образомъ жизни нашего наутилуса, обитающаго въ Индѣйскомъ океанѣ и отличающагося необыкновеннымъ проворствомъ. Аммониты извѣстны въ большомъ числѣ видовъ (нѣсколько тысячъ) съ многочисленными переходными формами между ними. Величина ихъ чрезвычайно разнообразна: отъ размѣровъ пуговицы до колеса.

Говоря объ аммонитахъ, нельзя не упомянуть о постоянныхъ спутникахъ ихъ—*белемнитахъ*. Несмотря на то, что они въ нѣ-

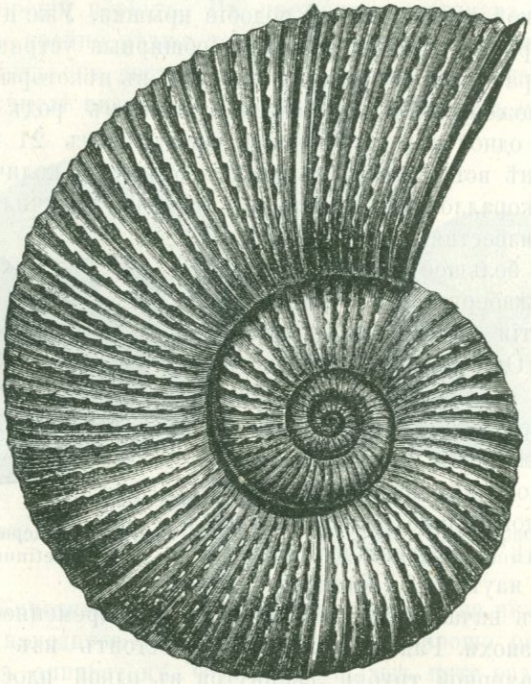


Рис. 165. Lytoceras fimbriatum. Юрскій аммонитъ (изъ лейяса).

которыхъ отложеніяхъ встрѣчаются еще чаще, чѣмъ аммониты, они представляютъ гораздо меньшее значеніе въ геологическомъ отношеніи, потому что сохранились значительно хуже. Конусовидныя или пальцевидныя образованія изъ углекислой извести, извѣстныя подъ именемъ «чортовыхъ пальцевъ»,—вотъ и все, что въ большинствѣ случаевъ осталось отъ этихъ животныхъ. Иногда впрочемъ находятъ еще рудиментарные многокамерные остовы съ перегородками, имѣющими форму часового стекла, съ сифономъ, равно какъ и окаменѣлости, напоминающія внутреннія части скелета каракатицъ, а въ англійскомъ лейясѣ даже было найдено

цѣлое животное съ сохранившимся мѣшкомъ съ сепіей. Все это заставляетъ думать, что белемниты находились въ близкомъ родствѣ съ двужаберными головоногими—каракатицами. Циттель полагаетъ, что белемниты отличались отъ истинныхъ каракатицъ только болѣе тонкимъ туловищемъ и большей подвижностью. Рудиментарный многокамерный остовъ помѣщался внутри тѣла, а известковый конусовидный придатокъ, подобно шипу, торчалъ изъ задней части туловища и содѣйствовалъ передвиженію животнаго, разсѣкая воду и ослабляя силу ея удара. Можетъ быть, онъ кромѣ того служилъ также и цѣлямъ обороны и нападенія.

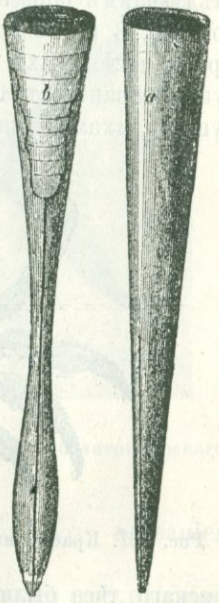


Рис. 166. Белемниты.
1) Belemnites giganteus.
2) B. hastatus.

*Раки* хотя и не играютъ большой роли въ юрскую эпоху, но все-таки представляютъ нѣсколько довольно интересныхъ типовъ. Изъ нихъ назовемъ прежде всего десятиногихъ. Въ южной Германіи, Швейцаріи и Франціи найдены многочисленные экземпляры ихъ, хорошо сохранившіеся. Одинъ видъ очень похожъ на нашего рѣчного рака. Въ юрской системѣ впервые появляется высшій классъ ракообразныхъ—*краббы*.

Наземныя безпозвоночныя встрѣчаются въ юрской системѣ гораздо рѣже, чѣмъ морскія, какъ этого впрочемъ и слѣдовало ожидать. Изъ моллюсковъ находимъ только нѣсколько раковинъ и улитокъ, изъ суставчатоногихъ совершенно отсутствуютъ пауки и тысяченожки; можетъ быть, они и существовали въ этотъ періодъ, но окаменѣлые остатки ихъ до сихъ поръ не найдены. Зато *насѣкомыя* встрѣчаются здѣсь въ чрезвычайно большомъ количествѣ, причемъ нерѣдко оказываются удивительно хорошо сохранившимися. Такъ, напр., литографскій сланецъ въ Золенгофенѣ (Баварія) заключаетъ въ себѣ окаменѣлости гигантскихъ стрекозъ, крылья которыхъ, съ ихъ тончайшими усиками, съ поразительной отчетливостью отпечатлѣлись на мелкозернистыхъ известняковыхъ пластинкахъ. Тутъ же находятъ и водяныхъ клоповъ, кузнечиковъ и жуковъ.

Точно такъ же и въ англійскомъ лейясѣ извѣстны ископаемыя многочисленныхъ насѣкомыхъ. Самое большое разнообразіе видовъ представляютъ жуки, за ними слѣдуютъ сѣтчатокрылыя, прямокрылыя, а также травяныя вши и клопы. Бабочки, осы, пчелы, муравьи и вѣроятно мухи все еще отсутствуютъ.

Самыя замѣчательныя отложенія по богатству юрскими насѣкомыми находятся въ лейясѣ кантона Ааргау, недалеко отъ слія-нія Аара съ Лиматомъ и Рейсомъ. Тамъ обнажается сѣровато-черный мергель, въ которомъ погребены многочисленные остатки погибшаго растительнаго и животнаго міра: здѣсь найдены мор-скія звѣзды, морскіе ежи, аммониты, раки, рыбья чешуя, обуг-ленныя деревья, папоротники, морскія водоросли и насѣкомыя. Въ общемъ итогѣ, въ упомянутыхъ отложеніяхъ найдено 26 видовъ растеній и 182 вида животныхъ. Эти послѣдніе распредѣляются слѣдующимъ образомъ: 12 позвоночныхъ, 17 моллюсковъ, 4 иглокожихъ, 6 ракообразныхъ и 143 различныхъ вида насѣкомыхъ. Среди насѣкомыхъ встрѣчаются грибные жуки, что говоритъ о существованіи въ ту эпоху грибовъ. Далѣе присутствіе жуковъ, живущихъ мхами, указываетъ на то, что почва и древесные стволы

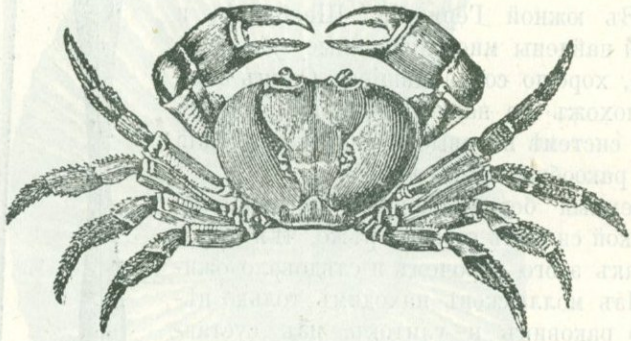


Рис. 167. Краббъ изъ юрской системы Вестъ-Индіи. Gecarcinus rusticula.

юрскаго лѣса были покрыты мхами. Жуки, водящіеся въ листвен-ныхъ лѣсахъ, совершенно отсутствуютъ въ юрской системѣ, и изъ тысячи видовъ, питающихся двусѣмянодольными деревьями, кустарниками и травами, въ отложеніяхъ лейяса нельзя найти ни одного представителя. Это служитъ подтвержденіемъ того факта, что двусѣмянодольныя растенія, составляющія въ настоящее время преобладающій классъ растеній, отсутствовали въ эпоху лейяса.

*Рыбы юрскихъ морей.* Въ отложеніяхъ юрской системы рыбы встрѣчаются въ довольно большомъ числѣ видовъ и экземпляровъ. Почти всѣ онѣ относятся къ ганоиднымъ рыбамъ. Одинъ изъ са-мыхъ крупныхъ видовъ юрской эпохи—это *Лепидотусъ*—Lepido-tus giganteus, имѣвшій отъ шести до семи футовъ въ длину. Въ противоположность предшествующимъ періодамъ, юрскія рыбы представляютъ *симметрическіе* хвостниковые плавники, какъ и большинство современныхъ рыбъ; начиная съ этого времени, несимметричность хвостовыхъ плавниковъ составляетъ лишь пере-

ходное явленіе въ эмбріональной жизни рыбъ. Нужно отмѣтить и тотъ фактъ, что въ юрскій періодъ впервые появляется настоящій представитель *костистыхъ* рыбъ, въ видѣ крошечной рыбки,

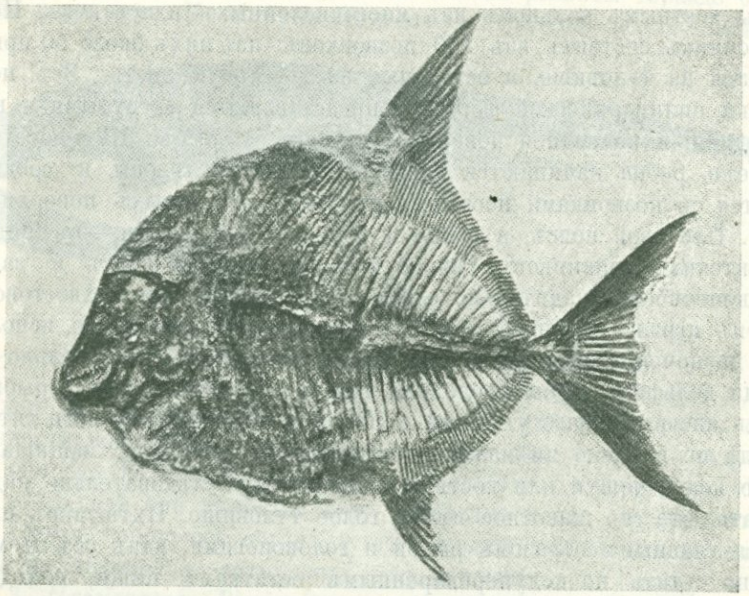


Рис. 168. Микродонъ. (Microdon elegans изъ Золенгофскаго литографскаго сланца).

длиною всего въ нѣсколько дюймовъ, извѣстной подъ названіемъ лептолеписъ (Leptolepis).

*Цари юрской фауны.* 1. *Ихтіозавръ* появляется еще въ тріасовый періодъ и царитъ въ продолженіе всего юрскаго періода вплоть до мѣлового. Это было животное огромныхъ размѣровъ, длиной до

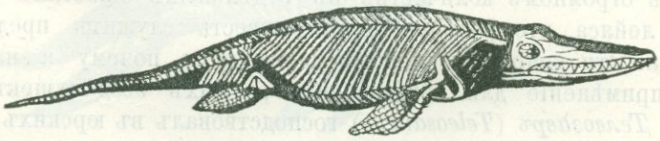


Рис. 169. Ихтіозавръ. Ichthyosaurus communis.

30 фут. и болѣе. Голова его, около 7 футовъ длиною, заканчивалась удлиненными челюстями, состоявшими изъ множества отдѣльныхъ костей: напр. нижняя челюсть состояла изъ шести костей. Зубы, числомъ отъ 40 до 56 въ каждой челюсти, помѣща-

лись не въ отдѣльныхъ альвеолахъ, а въ общемъ жолобѣ, тянувшемся вдоль челюсти. Подобное устройство зубовъ наблюдается въ настоящее время лишь у двухъ видовъ китовъ. Замѣчательны глаза ихтіозавра: они огромной величины, какъ тарелки, и защищены костнымъ кольцомъ изъ многочисленныхъ пластинокъ. Позвоночникъ состоитъ изъ 150 позвонковъ; изъ нихъ около 50 приходится на туловище, а остальные на хвостовую часть. Всѣ позвонки цилиндрической формы и представляются вогнутыми и на передней, и на задней поверхности, какъ у рыбъ. Шея отсутствуетъ, ребра начинаются непосредственно у головы и соединяются съ позвонками посредствомъ двухъ суставныхъ поверхностей. Плечевой поясъ, а равно и переднія конечности,—въ видѣ гигантскихъ плавниковъ, сильно развиты. Тазовой поясъ и заднія конечности значительно слабѣе, зато вертикальный хвостовой конецъ игралъ большую роль при передвиженіи животнаго, исполняя назначеніе руля. Все въ этомъ животномъ удивительно—морда дельфина, зубы крокодила, голова ящерицы, позвонки рыбы, грудь австралійскаго утконоса и широкія плавниковыя ноги кита. Нигдѣ не найдено ни малѣйшихъ остатковъ панцыря, защищавшаго кожу, чешуи или костныхъ пластинокъ, слѣдовательно, надо думать, что это животное имѣло голое туловище. Ихтіозавръ питался главнымъ образомъ рыбой и головоногими, какъ объ этомъ можно судить по полупереваренымъ остаткамъ пищи, находимымъ въ тѣлѣ животныхъ, и по сохранившимся въ большомъ количествѣ каловымъ массамъ, такъ называемымъ *копролитамъ*. Они очень интересны въ томъ отношеніи, что на нихъ всегда съ большей или меньшей отчетливостью можно различить спиральную борозду, происходящую, должно быть, отъ спиральной складки кишечника. Изъ современныхъ животныхъ такая кишечная складка встрѣчается только у китовъ и у нѣкоторыхъ ганоидныхъ рыбъ, напр. у осетровъ. Копролиты отличаются большимъ содержаніемъ фосфорнокислой извести и мѣстами встрѣчаются въ такомъ огромномъ количествѣ въ отдѣльныхъ пластахъ англійскаго лейяса, что фосфорнокислая известь служитъ предметомъ добычи. Эти копролиты хорошо шлифуются, почему и находятъ себѣ примѣненіе для изготовленія разныхъ бездѣлушекъ.

2. *Телеозавръ* (*Teleosaurus*) господствовалъ въ юрскихъ моряхъ наравнѣ съ ихтіозавромъ. Это было животное, длиною приблизительно въ 20 футовъ, защищенное толстымъ панцыремъ, покрывавшимъ трудь, спину и животъ. Черепъ во многомъ напоминаетъ черепъ крокодиловъ, живущихъ въ Гангѣ, удлиненная морда вооружена острыми зубами. Пища телеозавра состояла вѣроятно изъ моллюсковъ, главнымъ образомъ изъ каракатицъ, кромѣ того въ желудкѣ его часто находили слѣды водорослей. Позвонки

обнаруживаютъ большое сходство съ рыбьими—они двояковогнутые, чѣмъ и отличаются рѣзко отъ позвонковъ крокодила. Конечности не носятъ характера плавниковъ, а снабжены хорошо развитыми пальцами. Кромѣ того, заднія ноги развиты гораздо сильнѣе переднихъ. По мнѣнію Циттеля, телеозавры вели такой же

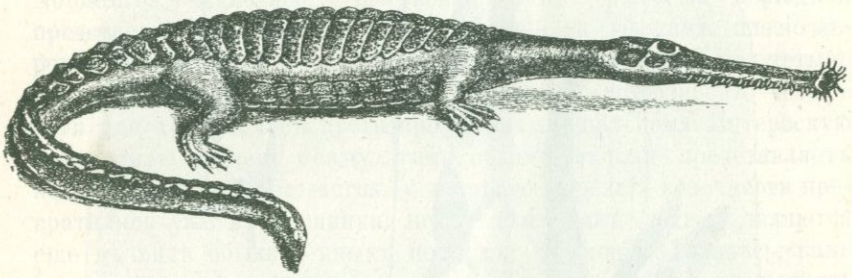


Рис. 170. Телеозавръ. Teleosaurus (реставрированъ).

образъ жизни, какъ амфибіи. Все строеніе ихъ тѣла, а въ особенности конечностей, приспособлено для плаванія и хожденія; но они отличались въ водѣ гораздо большимъ проворствомъ, чѣмъ на сушѣ, гдѣ они вѣроятно лишь медленно могли передвигаться на своихъ короткихъ ногахъ и гдѣ тяжелый, тянувшійся по землѣ, хвостъ значительно затруднялъ ихъ движенія.

3. *Плезіозавръ* (*Plesiosaurus*)—третій изъ юрскихъ морскихъ драконовъ. Это тоже было удивительное животное и, по мнѣнію

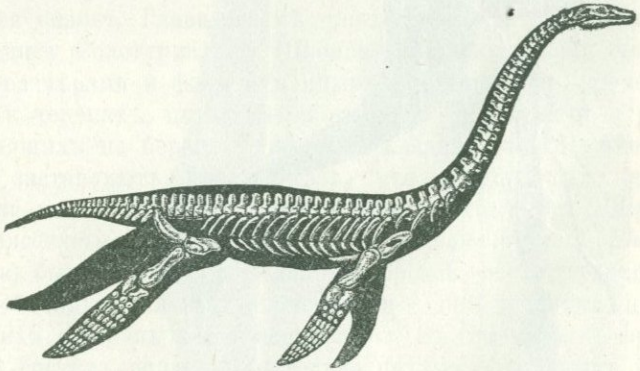


Рис. 171. Плезіозавръ. Plesiosaurus.

Кювье, наиболѣе заслуживавшее названіе чудовища. Лучшіе, полные экземпляры плезіозавра найдены въ Англіи. Самая странная часть тѣла—это непомѣрно длинная шея, состоящая изъ 41 позвонка, между тѣмъ какъ шея жирафы, какъ извѣстно, содержитъ всего 7 позвонковъ, а шея лебедя—не болѣе 23. На этой

хотя длинной, но тѣмъ не менѣе крѣпкой, шеѣ сидитъ несоразмѣрно маленькая головка ящерицы съ зубами крокодила. У ихтіозавра черепъ составляетъ четвертую часть длины всего туловища,



Рис. 172. Плезіозавры (по Гёчинсону).

у телеозавра — $^1/_6$, а у плезіозавра отъ $^1/_{20}$ до $^1/_{12}$ всей длины туловища. Плезіозавръ имѣлъ въ длину отъ 10 до 20 и даже до 30 футовъ. Туловище необыкновенно массивно, напоминая въ этомъ

отношеніи типъ черепахи, хвостъ же короткій. Четыре хорошо развитыя конечности имѣютъ характеръ плавниковъ, подобно конечностямъ морскихъ черепахъ; Циттель сравниваетъ ихъ съ конечностями дельфиновъ и китовъ. Тѣло покрыто голой кожей.

Предшественникомъ плезіозавра слѣдуетъ считать *нотозавра*—Notosaurus,—животное, существовавшее въ тріасовый періодъ и представляющее поразительное сходство съ юрскимъ плезіозавромъ. Но въ то время, какъ у этихъ послѣднихъ имѣются четыре плавниковыя ноги, мы находимъ у многихъ нотозавровъ четыре ноги для хожденія съ явственно развитыми пальцами. Интересную переходную ступень между этими обоими видами представляетъ нестикозавръ—Nesticosaurus, у котораго переднія конечности превратились уже въ плавники, между тѣмъ какъ заднія являются еще въ видѣ обыкновенныхъ ногъ для хожденія. И здѣсь, какъ и повсюду, имѣются переходныя ступени, соединяющія все царство животныхъ въ единую, нераздѣльную цѣпь.

*Пліозавръ* (*Pliosaurus*) превосходилъ своими размѣрами плезіозавра. Это чудовище отличалось огромнымъ черепомъ и сравнительно короткой шеей, состоявшей всего изъ 12 позвонковъ. Въ верхнемъ отдѣлѣ англійской юры найденъ плавникъ этого животнаго длиной въ 6 футовъ, поэтому можно представить себѣ, какихъ гигантскихъ размѣровъ достигало само животное.

*Черепахи* не претерпѣли почти никакихъ измѣненій отъ юрскаго періода вплоть до настоящаго времени. Окаменѣлые экземпляры ихъ найдены въ довольно большомъ числѣ отлично сохранившихся видовъ. Главнымъ мѣстонахожденіемъ ихъ служатъ каменоломни у Солотурна, въ Швейцаріи. Солотурнскія черепахи своими размѣрами и формой панцыря напоминаютъ современныхъ морскихъ черепахъ, питающихся въ морѣ водорослями и рыбами и выходящихъ на берегъ только для кладки яицъ. Но нѣкоторыя данныя заставляютъ предполагать, что солотурнскія черепахи жили или въ опрѣснѣвшей водѣ, *или у мелководнаго побережья*.

*Птеродактиль* (*Pterodactylus*) и *Рамфоринхусъ* (*Rhamphorhynchus*) были два пресмыкающіеся юрской эпохи, удивительно приспособленные для воздушной жизни. Они получили названіе летающихъ ящеровъ или *птерозавровъ*. Въ отложеніяхъ юрской и мѣловой системъ найдены не только полные скелеты ихъ, но даже и хорошо сохранившіяся мягкія части, а именно — остатки летательныхъ перепонокъ. Судя по этимъ остаткамъ, надо полагать, что крылья птерозавровъ были похожи на крылья ласточекъ и чаекъ, слѣдовательно были хорошо приспособлены для полета. Большинство геологовъ принимаетъ, что величина этихъ животныхъ колебалась между размѣрами жаворонка и орла; однако новѣйшія изслѣдованія показываютъ, что въ мѣловую эпоху жили

экземпляры летающихъ ящеровъ, достигавшіе гораздо большихъ размѣровъ. Птерозавры, судя по найденнымъ скелетамъ, имѣли большую, удлиненную голову съ крѣпкими челюстями и острыми зубами. У нѣкоторыхъ птерозавровъ, впрочемъ, зубы, отчасти или вполнѣ, отсутствовали и замѣщались роговымъ клювомъ, который, въ силу своей большей легкости, лучше подходитъ къ воздушной жизни и слѣдовательно составляетъ извѣстный шагъ впередъ въ развитіи этихъ животныхъ. Въ полномъ соотвѣтствіи съ этимъ находится болѣе позднее появленіе беззубыхъ формъ, сравнительно съ видами, вооруженными зубами. Глаза птерозавровъ были очень большіе и, подобно глазамъ ихтіозавровъ, были защищены костными пластинками. Черепъ, какъ и черепъ птицъ, былъ по-

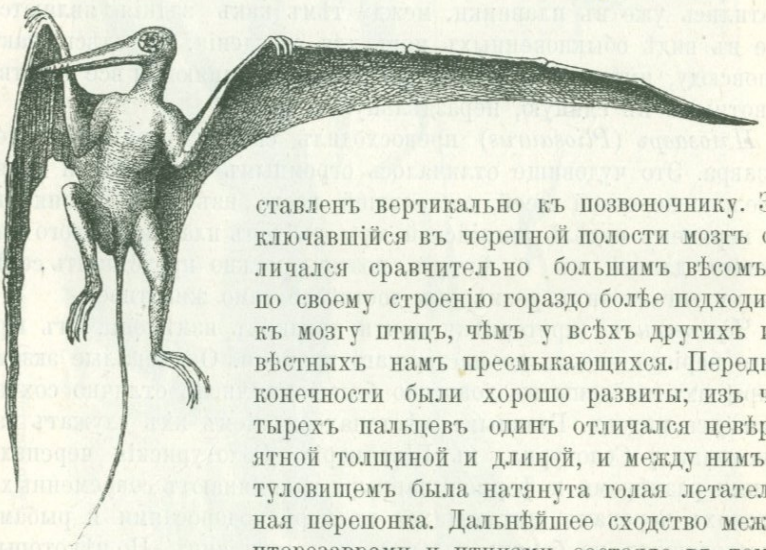


Рис. 173. Рамфоринхусъ—Rhamphorhynchus (реставрированъ).

ставленъ вертикально къ позвоночнику. Заключавшійся въ черепной полости мозгъ отличался сравнительно большимъ вѣсомъ и по своему строенію гораздо болѣе подходилъ къ мозгу птицъ, чѣмъ у всѣхъ другихъ извѣстныхъ намъ пресмыкающихся. Переднія конечности были хорошо развиты; изъ четырехъ пальцевъ одинъ отличался невѣроятной толщиной и длиной, и между нимъ и туловищемъ была натянута голая летательная перепонка. Дальнѣйшее сходство между птерозаврами и птицами состояло въ томъ, что у нихъ, какъ и у птицъ, кости были наполнены воздухомъ. Возможно, что воздушныя полости, какъ и у птицъ, существенно содѣйствовали дыханію и ускоряли процессы сгоранія въ организмѣ, другими словами, что птерозавры были теплокровныя животныя. Это удивительное смѣшеніе признаковъ, характерныхъ и для птицъ, и для пресмыкающихся, подало поводъ нѣкоторымъ ученымъ считать птерозавровъ родоначальниками птицъ. Но дѣло въ томъ, что нѣкоторая общность признаковъ, какъ напр. одинаковое устройство костей, можетъ явиться слѣдствіемъ одинаковаго образа жизни; тѣмъ болѣе, что этотъ признакъ даже не свойственъ всѣмъ птицамъ; напр. у страуса и нѣкоторыхъ другихъ птицъ кости наполнены не воздухомъ, а костнымъ мозгомъ. Кромѣ того, сравнивая птерозавровъ съ птицами, мы видимъ, что

механизмъ крыльевъ ихъ былъ совершенно иной. Птерозавры вѣроятно представляютъ вѣтвь того же родословнаго дерева, отъ

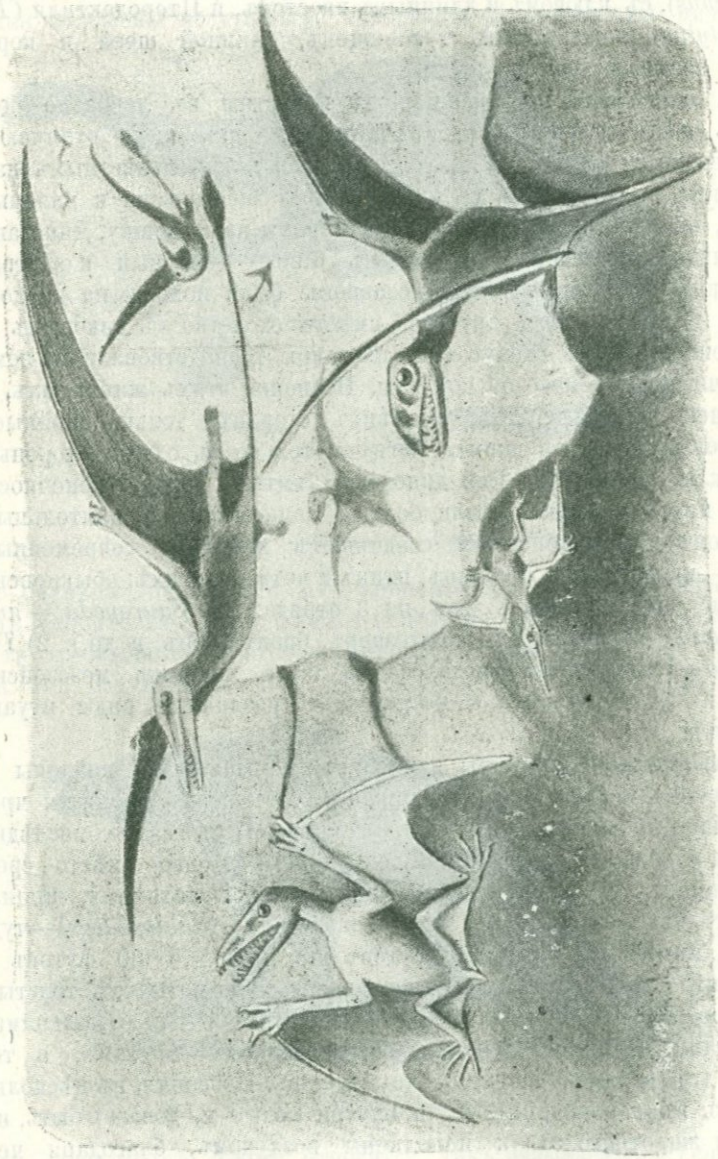


Рис. 174. Птеродактили (пальцекрылы) и рамфорынхи (по Гётчинсону).

котораго произошли и птицы; но въ своемъ дальнѣйшемъ развитіи они уклонились въ сторону и окончательно вымерли въ мѣловую эпоху, не оставивъ по себѣ потомковъ. Изъ многочислен-

ныхъ открытыхъ въ отложеніяхъ юрской системы видовъ птерозавровъ, въ числѣ которыхъ извѣстно не мало исполинскихъ формъ, лишенныхъ зубовъ, назовемъ Рамфоринхуса (*Rhamphorhynchus*), съ клювомъ и длиннымъ хвостомъ, и Птеродактиля (*Pterodactylus*) съ короткимъ туловищемъ, длинной шеей и коротким тонкимъ хвостомъ.

6. *Динозавры* юрскаго періода извѣстны въ довольно большомъ числѣ видовъ и родовъ. Нѣкоторые изъ нихъ отличаются гигантскими размѣрами, превосходящими всѣхъ извѣстныхъ намъ животныхъ. Но рядомъ съ исполинами существовали и маленькіе виды, не превышавшіе своими размѣрами нашу кошку. Динозавры получили свое названіе отъ словъ dinos — ужасный и saurus— ящерица. Нѣкоторые изъ динозавровъ были похожи на крокодиловъ, строеніе костей другихъ имѣетъ сходство съ таковымъ современныхъ намъ страусовъ. Динозавры господствовали на землѣ въ теченіе всей мезозойской эры. Позвонки этихъ животныхъ, по большей части, вогнуты съ обѣихъ сторонъ, только шейные и хвостовые бываютъ иногда вогнуты только съ одной стороны и выпуклы съ другой. Всѣ динозавры имѣли четыре конечности, но у многихъ заднія были больше переднихъ. Удивительнымъ образомъ эти ископаемыя соединяютъ признаки современныхъ намъ—крокодиловъ, ящерицъ, птицъ и четвероногихъ; обыкновенно ученые подраздѣляютъ ихъ на 3 отряда: 1) *Sauropoda — ящериценогія* (атлантозавръ, апатозавръ, бронтозавръ и др.). 2) *Theropoda—звѣриноногія* (мегалозавръ и др. хищники мезозойской эры) и 3) *Ornithopoda — птиценогія* (различные виды игуанодоновъ).

Ископаемые динозавры наибольшихъ размѣровъ найдены въ Сѣверной Америкѣ, и въ американскихъ музеяхъ хранятся чрезвычайно интересныя находки, сдѣланныя въ самое послѣднее время и даже еще не вполнѣ описанныя. Первое мѣсто среди исполиновъ юрскаго и мѣлового періодовъ, повидимому, принадлежитъ такъ называемому *Атлантозавру (Atlantosaurus)*—чудовищу, имѣвшему болѣе 100 футовъ въ длину и 30 футовъ въ вышину. Это огромное животное двигалось на четырехъ толстыхъ столбообразныхъ ногахъ, снабженныхъ каждая пятью пальцами и копытами. Длина бедреной кости равнялась 8 футамъ, а толщина (въ верхней части) около 2 футовъ. Позвонки, въ нѣсколько футовъ въ поперечникѣ, были внутри полые и, должно быть, при жизни животнаго были наполнены воздухомъ, благодаря чему уменьшался вѣсъ тѣла.

Атлантозавру родственны—*апотозавръ* (*Apotosaurus*) и *бронтозавръ* (*Brontosaurus*). Отъ апотозавра найденъ полный скелетъ, длиною въ 60 фут.; затылочный позвонокъ имѣетъ въ попереч-

никѣ 3½ фута. *Бронтозавръ* представляетъ нѣсколько меньшіе размѣры, но и онъ имѣетъ въ длину 50 фут. Скелетъ его найденъ почти цѣликомъ. И у бронтозавра, какъ у атлантозавра, позвонки снабжены воздушными полостями. Поразительны ничтож-



Рис. 175. Бронтозавръ—Brontosaurus.

ные размѣры головы ихъ по сравненію съ тѣломъ. Мозгъ ихъ былъ удивительно малъ: юрскіе исполины были по всей вѣроятности чрезвычайно тупоумны. Динозавры были травоядныя животныя. Но, разумѣется, въ ту эпоху не было недостатка и въ хищ-



Рис. 176. Мегалозавръ.

ныхъ животныхъ. Сюда относятся такъ называемыя *Тероподы* (*Theropoda*), пальцы которыхъ были снабжены когтями. Самый извѣстный представитель ихъ — это исполинскій *Мегалозавръ*—*Megalosaurus*, саблевидные, мелко зазубренные по краямъ, зубы которыхъ указываютъ на то, что животное принадлежало къ

плотояднымъ. Позвонки его тоже полые, бедреная кость, съ костномозговымъ каналомъ, длиной въ $2^1/_2$ фута.

*Игуанодонъ* (*Iguanadon*)—представитель птиценогихъ (Ornitho-



Рис. 177. Игуанодонъ великій (по Гетчинсону).

poda). Благодаря полнымъ скелетамъ, найденнымъ въ Бельгіи, мы можемъ составить себѣ довольно точное представленіе объ этихъ животныхъ. Видъ, извѣстный подъ именемъ *Игуанодонъ*, назы-

вается такъ потому, что зубы его представляютъ отдаленное сходство съ зубами нынѣ живущаго вида ящерицъ Игуана—Iguana *). Зубы ихъ представляютъ копьевидные корни и широкую коронку, передняя поверхность которой покрыта складчатой эмалью, а задняя представляется зазубренной. Несмотря на свой страшный видъ и огромный ростъ — въ вертикальномъ положеніи болѣе 7 метровъ—это были миролюбивыя, медленныя, неповоротливыя травоядныя. Умственная ихъ дѣятельность была, должно быть, весьма ограниченная—на это указываютъ чрезвычайно малые размѣры черепной полости. Переднія конечности ихъ, сравнительно малыя, были снабжены пятью пальцами, изъ которыхъ одинъ былъ снабженъ когтемъ. Заднія конечности отличались значительно большей величиной и были снабжены тремя пальцами; четвертый имѣлся лишь въ видѣ рудимента и не исполнялъ никакой функціи. Чрезвычайно сильное развитіе имѣлъ хвостъ этого гиганта; онъ очевидно служилъ для подпоры массивнаго туловища. Все строеніе скелета указываетъ на то, что игуанодонъ двигался преимущественно или даже исключительно на заднихъ лапахъ. Это подтверждаютъ и найденные многочисленные слѣды, сохранившіе отпечатки однѣхъ только заднихъ конечностей.

Но можетъ быть наиболѣе удивительнымъ изъ всѣхъ динозавровъ нужно считать *стегозавра* (Stegosaurus—отъ двухъ греческихъ словъ: στέγος—покрышка и σαύρους—ящерица). Свое названіе стегозавръ получилъ отъ громадныхъ костяныхъ пластинъ, а также и спицъ различныхъ размѣровъ, находившихся въ его кожѣ; величина этихъ пластинъ достигала у нѣкоторыхъ видовъ до 3 фут. въ діаметрѣ. Черепъ стегозавра былъ необычайно малъ и походилъ на черепъ ящерицы; челюсти короткія и массивныя; строеніе зубовъ указываетъ на то, что стегозавры питались нѣжными растеніями; животное это имѣло большіе глаза и хорошо развитый органъ обонянія. «Переднія конечности, говоритъ Гетчинсонъ, были коротки, массивны и снабжены пятью пальцами; заднія значительно больше и сильнѣе. Эти послѣднія и сильный хвостъ указываютъ, что чудовище могло держаться на нихъ, какъ на треножникѣ, въ вертикальномъ положеніи, и это положеніе ему легко было принимать вслѣдствіе массивности задней половины тѣла. У него было пять пальцевъ на заднихъ конечностяхъ, и они были, вѣроятно, покрыты прочными копытами. Переднія конечности могли свободно двигаться въ различныхъ направленіяхъ, какъ руки человѣка, и употреблялись вѣроятно для самозащиты. Для этого могъ также хорошо служить хвостъ

*) Iguana delicatissima обитаетъ въ тропической Америкѣ и весьма цѣнится, благодаря своему мясу и яйцамъ.

стегозавра съ четырьмя парами громадныхъ спицъ; легко представить себѣ, что простой взмахъ подобнаго хвоста былъ достаточенъ, чтобы отбросить или совсѣмъ убить хищнаго непріятеля. Всѣ пластины и спицы стегозавра были при жизни покрыты ро-

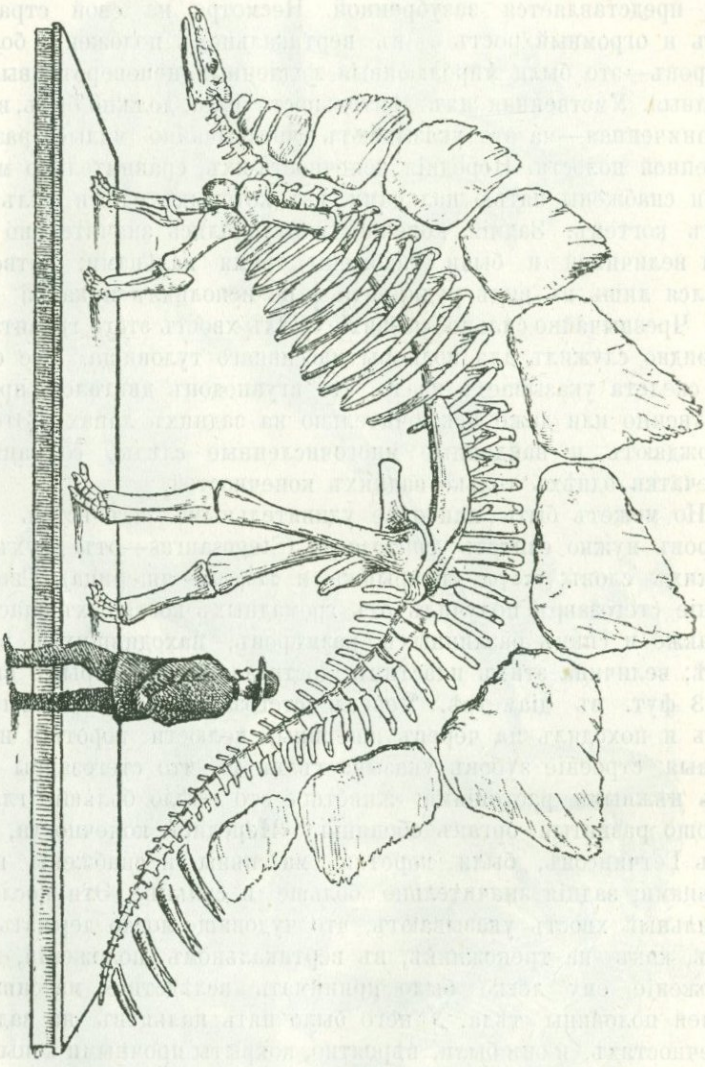


Рис. 178. Скелетъ стегозавра (по Гетчинсону).

говой покрышкой. Наибольшія пластины были, вѣроятно, расположены вдоль спины. Наконецъ, стегозавръ имѣлъ еще болѣе замѣчательную особенность: въ его крестцѣ найдена большая полость, образовавшаяся благодаря расширенію спинного мозга. Эта полость очень похожа на мозговую полость черепа, но почти въ

десять разъ больше ея. Такимъ образомъ это страшное чудовище имѣло два вмѣстилища для мозга: одно въ черепѣ и другое въ области крестца, и послѣднее, управляя движеніемъ страшныхъ заднихъ конечностей и хвоста, исполняло большую часть работы».

Выше было уже упомянуто, что классъ динозавровъ заключалъ въ себѣ не однихъ гигантскихъ представителей, но и маленькіе виды. Сюда относится *Компсогнатусъ* — Compsognathus (compos—красивый, gnathus — челюсть), извлеченный изъ литографскаго сланца въ Баваріи. Скелетъ этого животнаго длиною около фута; заднія конечности по меньшей мѣрѣ вдвое длиннѣе переднихъ; вся организація указываетъ на то, что животное, по всей вѣроятности, передвигалось прыжками. Достойно вниманія, что заднія конечности компсогнатуса обнаруживаютъ полное соотвѣтствіе съ птичьими ногами. Но мы находили и у прочихъ динозавровъ характерные признаки птицъ, и родственныя черты между ними такъ рѣзко выражены, что невольно возникаетъ предположеніе, не являются ли они родоначальниками птицъ. Поразителенъ фактъ, что у молодого цыпленка въ яйцѣ сначала образуются конечности динозавра и лишь впослѣдствіи, путемъ сліянія и сращенія однѣхъ костей и атрофіи другихъ, получаются конечности, характерныя для современныхъ птицъ. Такимъ образомъ оказывается, что неповоротливый игуанодонъ и его прочіе исполинскіе родичи находятся въ болѣе близкомъ родствѣ съ пернатыми обитателями воздуха, чѣмъ летающіе ящеры.

*Первобытная птица — Археоптериксъ* (*Archeopteryx*). Въ 1861 году въ Золенгофскомъ литографскомъ сланцѣ была сдѣлана находка, возбудившая живѣйшій интересъ среди палеонтологовъ. Былъ найденъ неполный скелетъ пернатаго животнаго, походившаго отчасти на пресмыкающееся, отчасти на птицу. Англійскіе палеонтологи признали найденное ископаемое за птицу и дали ему названіе *Археоптериксъ—Archeopteryx*, что значитъ первобытная птица. Остатки рѣдкаго животнаго были пріобрѣтены Британскимъ музеемъ Лондона за 600 фунтовъ стерлинговъ (около 6.000 рублей). Черезъ 16 лѣтъ былъ найденъ второй, болѣе полный экземпляръ археоптерикса. Онъ былъ открытъ въ 1877 году неподалеку отъ мѣстонахожденія перваго экземпляра въ отличномъ состояніи и, что всего важнѣе, заключалъ въ себѣ голову птицы. Этотъ второй экземпляръ былъ пріобрѣтенъ Берлинскимъ музеемъ. Въ настоящее время считается несомнѣннымъ, что археоптериксъ стоитъ гораздо ближе къ птицамъ, чѣмъ къ пресмыкающимся. Это весьма интересный коллективный типъ. Въ этомъ отношеніи достойно вниманія строеніе черепа, въ особенности же устройство таза и хвоста археоптерикса. Верхняя и нижняя челюсти снабжены сидящими въ особыхъ альвеолахъ зубами, чего не

наблюдается ни у одной изъ живущихъ нынѣ птицъ, хотя у многихъ современныхъ намъ видовъ, особенно у попугаевъ, нерѣдко можно замѣтить слабые зачатки зубовъ. Позвонки археоптерикса имѣютъ двояковогнутую форму, какъ у низшихъ амфибій и пресмыкающихся. Ребра тоже обнаруживаютъ свойства, характер-



Рис. 179. Археоптериксъ—Archaeopterygx (изъ Берлинскаго минералогическаго музея).

ныя для пресмыкающихся. Хвостъ напоминаетъ хвостъ ящерицы и состоитъ изъ 20 вытянутыхъ въ длину позвонковъ. На каждомъ изъ этихъ позвонковъ были укрѣплены 2 пера. У современныхъ птицъ только въ эмбріональный періодъ жизни находимъ мы длинный хвостъ, затѣмъ отдѣльные позвонки срастаются въ короткій кусокъ, на концѣ котораго находятся жесткія руле-

выя перья. Мы можемъ заключить отсюда, что археоптериксъ представляетъ собой также и эмбріональный типъ. Переднія конечности археоптерикса, превращенныя въ крылья и снабженныя длинными маховыми перьями, не обнаруживаютъ такой значительной метаморфозы, какъ у теперешнихъ птицъ — три пальца представляются не сращенными, а раздѣльными и снабженными когтями, слѣдовательно они приспособлены и для хожденія по землѣ. Заднія конечности и вѣроятно часть шеи тоже были покрыты перьями, остальное же туловище было голое.

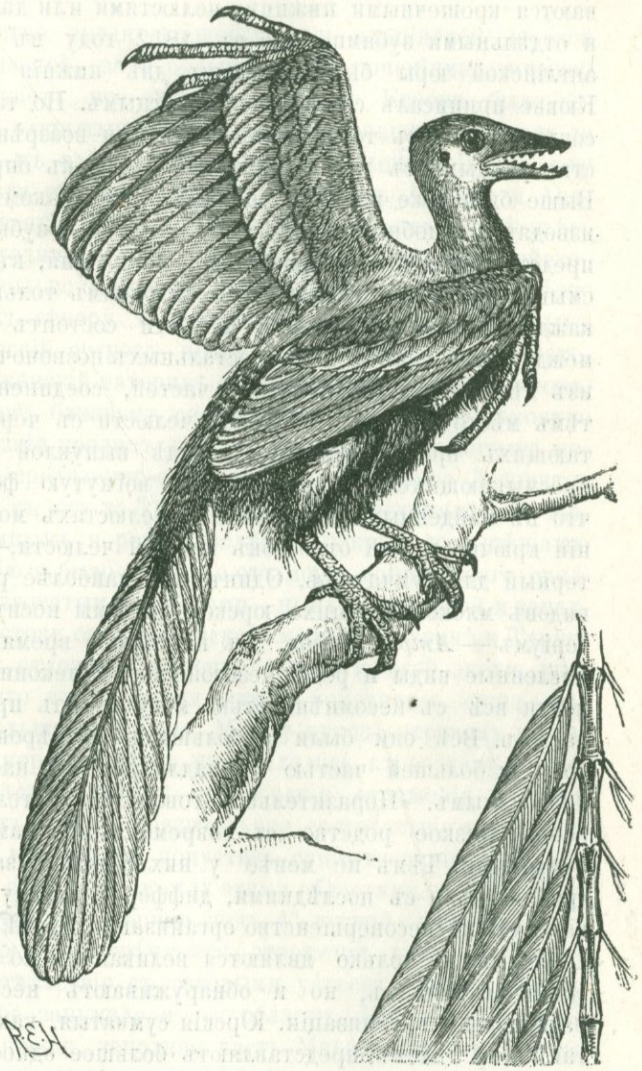


Рис. 180. Археоптериксъ (реставрированъ) (по Роменсу). Отдѣльно представлена часть хвостца, къ позвонкамъ котораго прикрѣплены перья.

Въ заключеніе необходимо сказать, что, несмотря на найденные два экземпляра археоптерикса юрскаго періода, исторія происхожденія птицъ еще не выяснена. Это совершенно понятно: одинъ или два вида не могутъ удовлетворительно разъяснить ходъ развитія цѣлаго класса; для этого нужны длинные ряды промежуточныхъ формъ.

*Млекопитающія* юрскаго періода сохранились въ видѣ многочисленныхъ ископаемыхъ остатковъ, найденныхъ преимущественно въ Англіи. Остатки эти однако почти исключительно ограничиваются крошечными нижними челюстями или даже обломками ихъ и отдѣльными зубами. Уже въ 1812 году въ среднемъ отдѣлѣ англійской юры были найдены двѣ нижнія челюсти, которыя Кювье приписалъ сумчатымъ животнымъ. Но такъ какъ это плохо согласовалось съ тогдашними научными воззрѣніями, то большинство ученыхъ съ недовѣріемъ отнеслось къ опредѣленію Кювье. Выше было уже вкратцѣ упомянуто, на какомъ основаніи производятся подобныя опредѣленія. Коренные зубы млекопитающихъ представляютъ по меньшей мѣрѣ два корня, въ отличіе отъ пресмыкающихся, имѣющихъ зубы съ однимъ только корнемъ. Далѣе каждая половинка нижней челюсти состоитъ изъ одной кости, между тѣмъ какъ у всѣхъ остальныхъ позвоночныхъ она состоитъ изъ нѣсколькихъ отдѣльныхъ частей, соединенныхъ швами. Затѣмъ мѣсто соединенія нижней челюсти съ черепомъ у млекопитающихъ представляется въ видѣ выпуклой поверхности, а у пресмыкающихся и птицъ имѣетъ вогнутую форму. Прибавимъ, что въ найденныхъ ископаемыхъ челюстяхъ можно замѣтить задній крючковидный отростокъ нижней челюсти,—признакъ, характерный для сумчатыхъ. Одинъ изъ наиболѣе распространенныхъ видовъ млекопитающихъ юрской системы носитъ названіе Амфитеріумъ — *Amphitherium*. Въ настоящее время извѣстны многочисленные виды и роды мезозойскихъ млекопитающихъ, которые почти всѣ съ несомнѣнностью могутъ быть причислены къ сумчатымъ. Всѣ они были небольшихъ размѣровъ (не больше бѣлокъ) и большей частью принадлежали къ насѣкомоядным или плотоядным. «Поразительно—говоритъ Циттель—ихъ необыкновенно близкое родство съ современными намъ австралійскими сумчатыми. Тѣмъ не менѣе у нихъ можно замѣтить меньшую, сравнительно съ послѣдними, дифференцировку органовъ, указывающую на несовершенство организаціи. Кромѣ того, современныя сумчатыя не только являются великанами по отношенію къ юрскимъ карликамъ, но и обнаруживаютъ несравненно большее разнообразіе организаціи. Юрскія сумчатыя, какъ въ частностяхъ, такъ и въ цѣломъ, представляютъ большее однообразіе и меньшую дифференцировку». И здѣсь, слѣдовательно, снова проявляется законъ постепеннаго развитія отъ низшей къ высшей формѣ, который можно прослѣдить въ тысячѣ примѣровъ отъ первыхъ зачатковъ органической жизни до ея настоящаго, безконечно богатаго развитія.

## ГЛАВА XXXII.

### Распредѣленіе суши и моря въ юрскій періодъ. Юрская система Россіи.

Большое сходство среднеевропейской и альпійской юрской фауны, представляющей, за небольшими исключеніями, морской характеръ, доказываетъ, что средняя и южная Европа были заняты въ то время открытымъ моремъ, простиравшимся къ югу до Алжира и Туниса, къ востоку—до Сиріи и Малой Азіи. Къ югу же отъ этой области въ теперешнихъ пустыняхъ Африки и Аравіи отсутствуютъ всякіе слѣды юрскихъ морскихъ отложеній; здѣсь слѣдовательно находилась суша. Юрское средиземно-европейское море, усѣянное довольно большимъ количествомъ острововъ, рѣзко отграничивалось къ сѣверу большими островами, изъ которыхъ древній Скандинавскій островъ величиной своей равнялся материку. Сѣвероамериканскій материкъ *(не-арктическій континентъ)* находился въ такомъ близкомъ сосѣдствѣ отъ него, что вѣроятно оставался только узкій проливъ между Сѣвернымъ Ледовитымъ моремъ и юрскимъ—средиземно-европейскимъ. Сѣверное Ледовитое море простиралось къ югу до Турана и Китая и соединялось съ Московскимъ средиземнымъ моремъ; послѣднее покрывало нынѣшнюю центральную Россію и было отдѣлено отъ моря, занимавшаго среднюю Европу, продолговатыми островами—нынѣшней южной и западной Россіей. Къ востоку отъ Каспійскаго моря, въ Туранѣ и Туркестанѣ встрѣчаются отложенія каменнаго угля юрской эпохи, указывающія на то, что въ то время здѣсь находилась суша—вѣроятно въ видѣ большого острова. Между этимъ островомъ и аравійской пустыней море, вѣроятно, направлялось къ востоку черезъ Персію и Афганистанъ, потому что юрскія отложенія у устья Инда представляютъ такое поразительное соотвѣтствіе съ среднеевропейскими, что необходимо допустить существованіе непосреднаго воднаго сообщенія между этими областями. А такъ какъ на восточномъ побережьѣ Африки подъ $4^0$ южной широты (т.-е. почти подъ экваторомъ) встрѣчаются отложенія юры, представляющія полное соотвѣтствіе съ таковыми устьевъ Инда, то можно заключить, что море занимало и эти области. Мозамбикъ на восточномъ берегу Африки, западная часть Мадагаскара и Антало въ Абиссиніи представляютъ дальнѣйшіе пункты, гдѣ найдены отложенія того же моря. Западную границу этого бассейна составляли обширныя средне-и южно-африканскія материковыя массы, принадлежащія къ древнѣйшимъ континентальнымъ странамъ и очевидно соединявшіяся тогда съ сѣверо-африканской пустыней.

Далѣе, существенное значеніе имѣютъ извѣстныя отложенія на югѣ Африки, а именно въ Капской землѣ. Они не представляютъ

ни малѣйшаго сходства ни съ отложеніями восточнаго побережья центральной Африки и Мадагаскара, ни съ европейскими, но зато обнаруживаютъ большое сходство съ юрой Остъ-Индіи и западнаго берега южной Америки.

Отсюда прежде всего вытекаетъ, говоритъ Неймайръ, что между водами, изъ которыхъ осѣли центрально-африканскія и южно-африканскія юрскія отложенія, лежала суша, а между мысомъ Доброй Надежды и индійской юрой, расположенной къ сѣверу и востоку отъ древняго Декана, должно было существовать морское соединеніе. Это приводитъ насъ къ предположенію, что, начиная отъ южной Африки, черезъ восточную половину Мадагаскара, по направленію къ Цейлону и Декану, простирался полуостровъ, остатки котораго и донынѣ существуютъ въ Индѣйскомъ океанѣ въ видѣ группъ острововъ: Сешельскихъ, Амирантскихъ, Чагосъ, Малединскихъ и Лакединскихъ. Зоологи, изучая распредѣленіе на землѣ млекопитающихъ и птицъ, пришли къ тому же выводу: въ южной Африкѣ, на Мадагаскарѣ и въ Остъ-Индіи встрѣчается довольно большое число общихъ всѣмъ этимъ странамъ видовъ; изъ нихъ наиболѣе характерными представляются полуобезьяны или *лемуровыя*. На этомъ основаніи зоологи тоже предполагаютъ, что на томъ мѣстѣ, которое нынѣ занимаетъ Индѣйскій океанъ, нѣкогда находился материкъ, который и предложено назвать *лемуровымъ материкомъ* или *Лемуріей*. Въ послѣднее время этому материку чаще даютъ названіе *Гондванскаго*.

Если бы въ то время уже существовала южная часть Атлантическаго океана, то слѣдовало бы ожидать сходства между мелководнымъ, прибрежнымъ населеніемъ юрскаго періода южной Африки и Европы, чего однако вовсе не оказывается; но зато среди юрскихъ пластинчатожаберныхъ моллюсковъ Боливіи и Чили *) встрѣчается масса европейскихъ типовъ. Эти явленія, немыслимыя при нынѣшнемъ распредѣленіи суши и моря, заставляютъ насъ предположить, что бо́льшая часть южной Америки составляла въ то время общій материкъ съ Африкой—такъ называемый *Бразильско-Эѳіопскій*. Зато сѣверно-западная часть южной Америки, центральная Америка, Мексика и Калифорнія, вѣроятно, еще не существовали въ описываемую эпоху, и европейское море—*Тетисъ*—простиралось черезъ среднюю часть Атлантическаго океана и области, занимаемыя нынѣ Вестъ-Индіей и центральной Америкой до нынѣшняго Великаго океана. Восточная часть сѣверной Америки, вѣроятно, состояла изъ суши и простиралась съ одной стороны до Исландіи, Шотландіи и Скандинавіи, съ другой—черезъ

*) Пластинчатожаберные моллюски, какъ упоминалось уже выше, — организмы мелководные, прибрежные.

Гренландію почти до сѣвернаго полюса. На дальнемъ востокѣ, на огромномъ протяженіи не находятъ юры, или же она оказывается замѣщенной отложеніями внутреннихъ озеръ съ залежами каменнаго угля и наземными растеніями. Слѣдовательно и тамъ въ юрскій періодъ былъ материкъ, охватывавшій по всей вѣроятности юго-восточную Сибирь, Китай, Японію и Индо-Китай. Такимъ образомъ мы видимъ скопленіе мощныхъ материковыхъ массъ вокругъ экватора и въ тропическихъ широтахъ.

Только что описанныя условія существовали, однако, не въ теченіе всей юрской эпохи, на что указываетъ необыкновенная измѣнчивость юрскихъ отложеній. Во время отложенія лейяса, на сѣверѣ нашего полушарія были значительныя скопленія суши; тамъ, конечно, не могли отлагаться осадки: въ центральной Россіи, въ Сибири, на Новой Землѣ, на Шпицбергенѣ, въ Гренландіи и пр., короче говоря, во всемъ сѣверополярномъ или арктическомъ поясѣ отсутствуетъ лейясъ, а также большей частью и средняя юра. Подобныя же условія находимъ и въ Азіи. Только на Кавказѣ и въ Японіи встрѣчаются отложенія нижней юры, во всѣхъ же прочихъ пунктахъ находятъ только верхнюю юру. Лишь послѣ окончанія эпохи нижней юры, приблизительно только въ первой половинѣ средней юры, начинаетъ обнаруживаться поступательное движеніе моря, и только въ эпоху верхней юры оно достигаетъ своего наивысшаго распространенія въ сѣверномъ полушаріи. Господство моря, однако, весьма кратковременно, и къ концу юрскаго періода оно снова начинаетъ отступать: въ большинствѣ сѣверныхъ отложеній того времени замѣчается уже преобладаніе мелководныхъ образованій и почти совершенно отсутствуютъ глубоководныя отложенія. Слѣдовательно, въ эпоху нижней юры происходитъ накопленіе мощныхъ материковыхъ массъ въ сѣверной части нашего полушарія, затѣмъ мало-по-малу суша заливается водой, но еще до наступленія мѣлового періода она въ большей своей части снова обнажается.

Въ настоящее время геологами собрана масса новыхъ данныхъ, которыя позволяютъ установить нѣсколько иное—въ подробностяхъ—распредѣленіе суши и моря. Помѣщенная ниже карта и составлена уже на основаніи этихъ новыхъ изслѣдованій.

Неймайръ полагалъ, что распредѣленіе фауны въ европейскихъ юрскихъ отложеніяхъ позволяетъ установить три фаунистическія «провинціи»: 1) средиземноморскую (Альпійская область, Италія, Испанія, Балканскій полуостр.), 2) среднеевропейскую (Франція, Англія, Германія) и 3) русскую или бореальную (Россія). Эти «провинціи» оказывались такимъ образомъ и климатическими поясами, и Неймайръ объяснялъ различіе фаунъ этихъ провинцій различіемъ ихъ климатовъ. Новѣйшія изслѣдованія показываютъ,

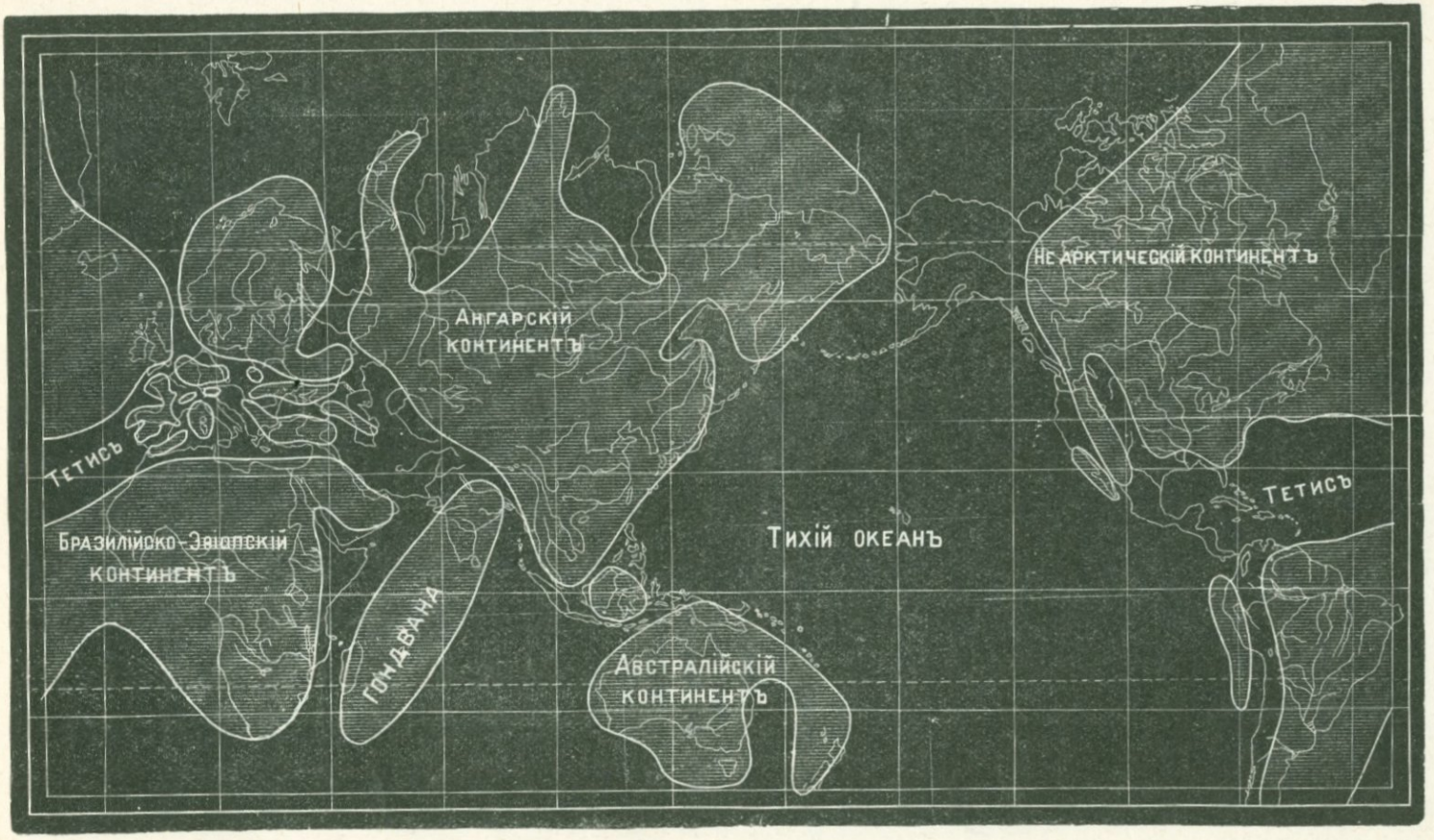



Рис. 181. Континенты и моря верхне-юрской эпохи.

что нельзя проводить столь рѣзкихъ климатическихъ границъ въ юрскій періодъ, какъ то предполагалъ Неймайръ, но все же можно утверждать, что въ это время существовали уже замѣтныя различія между климатами полярныхъ и экваторіальныхъ областей и что, можетъ быть, эти различія и обусловили впервые въ юрскій періодъ проявившееся движеніе животныхъ типовъ сѣвера къ югу.

Мы видимъ, что познанія наши о распредѣленіи суши и моря въ прежніе геологическіе періоды находятся уже на сравнительно высокомъ уровнѣ, и они постепенно пополняются еще новыми данными, доставляемыми геологами изъ различнѣйшихъ странъ. Но недостаетъ еще очень многаго, чтобы удовлетворительно обосновать ученіе о вѣковыхъ перемѣщеніяхъ моря и суши. Памятники древности, имѣющіе въ этомъ отношеніи величайшее значеніе для геолога, состоятъ изъ ничтожныхъ на видъ предметовъ: изъ крошечныхъ раковинъ и скорлупокъ, милліардами заполняющихъ наши скалы, изъ отдѣльныхъ крылышекъ насѣкомыхъ, изъ отпечатковъ листьевъ, изъ рыхлыхъ скопленій песку и валуновъ. Самые ничтожные и незначительные съ виду предметы могутъ представлять для естествоиспытателя и въ частности для геолога величайшій интересъ.

Грандіозныя перемѣщенія суши и моря, какъ извѣстно уже читателю, объясняются различными способами. Одни приписываютъ ихъ поднятіямъ и опусканіямъ суши, другіе считаютъ ихъ мѣстнымъ повышеніемъ и пониженіемъ уровня моря. Со времени Леопольда фонъ-Буха господствовала первая теорія, однако въ послѣднее время большинство ученыхъ склоняется въ пользу второй. «Самое поразительное явленіе, съ которымъ мы ознакомились,—говоритъ Неймайръ,—это увеличеніе водной поверхности въ сѣверной части сѣвернаго полушарія (въ эпоху средней и верхней юры). Повсемѣстное распространеніе этого явленія самымъ рѣшительнымъ образомъ говоритъ противъ допущенія, что мы имѣемъ дѣло съ результатомъ общаго опусканія всѣхъ материковъ. Какое объясненіе мы ни дали бы материковымъ поднятіямъ и опусканіямъ, ни одно изъ нихъ не согласуется съ распространеніемъ этого явленія по всей области, имѣющей такія обширныя границы».

Каковы собственно причины этихъ измѣненій, до сихъ поръ еще неизвѣстно. Въ настоящее время нельзя рѣшить, скопляются ли воды въ большомъ количествѣ то на сѣверномъ, то на южномъ полушаріи, или же онѣ одновременно направляются отъ обоихъ полюсовъ къ экватору для того, чтобы потомъ снова отхлынуть отъ экватора къ полюсамъ. Возможно и даже вѣроятно, что эти вопросы будутъ разрѣшены многочисленными изслѣдованіями южнаго полушарія, въ особенности же южныхъ полярныхъ областей.

Въ заключеніе этой главы скажемъ нѣсколько словъ спеціально о *юрской системѣ Россіи.*

Въ центральной части Европейской Россіи осадки юрской системы далеко не такъ разнообразны и мощны, какъ въ Западной Европѣ, обыкновенно они сложены здѣсь темными глинами съ песками и параллелизируются *доггеру* и *мальму* западноевропейскихъ отложеній; такимъ образомъ *лейяса* здѣсь нѣтъ. Изъ характерныхъ окаменѣлостей для юрскихъ отложеній центральной Россіи назовемъ *Perisphinctes virgatus* (или Ammonites virgatus) и *Belemnites Panderianus*, распространенные въ темныхъ глинахъ, и *Aucella mosquensis*—пластинчатожаберный моллюскъ, часто находимый въ желѣзистыхъ песчаникахъ, залегающихъ во многихъ разрѣзахъ по теченію р. Москвы надъ темными глинами (см. рис. 182). Но вообще полная параллелизація юры центральной Россіи съ западноевропейскими, несмотря на многочисленныя работы иностранныхъ и русскихъ геологовъ, еще до сихъ поръ представляетъ предметъ споровъ; особенно это касается верхнихъ слоевъ юрской системы Россіи, которую русскій геологъ *Никитинъ* предлагаетъ выдѣлить даже въ особую формацію—подъ названіемъ *волжской формаціи*; нѣкоторые же другіе геологи, наприм. проф. Иностранцевъ, Михальскій, Павловъ, склонны относить большую часть слоевъ этой «формаціи» уже къ *мѣловой* системѣ и предлагаютъ для нихъ названіе «московскаго яруса».

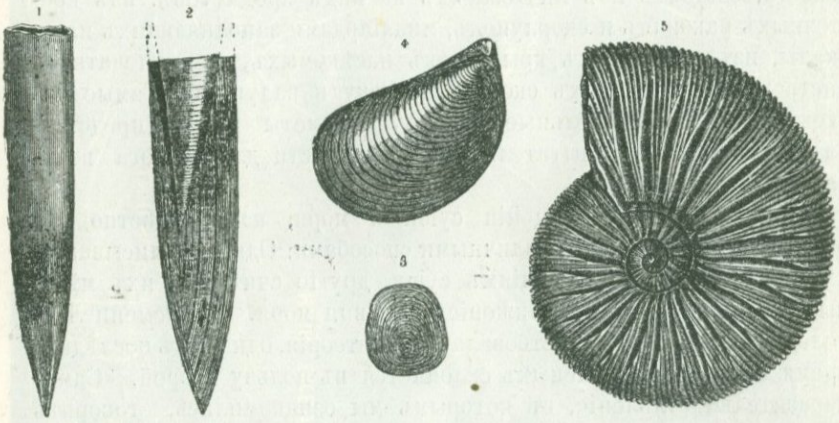



Рис. 182. 1, 2 и 3—Belemnites Panderianus—Белемнитъ. 4) Aucella Mosquensis—Ауцелла. 5) Ammonites virgatus—Аммонитъ.

Кромѣ центральной Россіи, отложенія юрской системы встрѣчены въ бассейнѣ р. Печоры въ видѣ пластовъ черныхъ глинъ, рухляковъ и песчаниковъ, въ губерніяхъ Самарской, Оренбургской и Уральской области, въ Землѣ Войска Донского, въ губерніяхъ

Харьковской, Екатеринославской, гдѣ проф. *Гуровъ* отличаетъ два яруса: 1) нижній—ярусъ *песчаниковъ*, среди которыхъ встрѣчается лигнитъ и сферосидеритъ и 2) верхній—ярусъ *известняковъ*. Къ западу и востоку отъ этой мѣстности юрскія отложенія уходятъ подъ мѣловыя и третичныя и только пятнами, кое-гдѣ, выскакиваютъ въ Кіевской губерніи.

Хорошо развита юра въ предѣлахъ Царства Польскаго, гдѣ она выражена глинами, рухляками и известняками, которые также приравниваются доггеру и мальму, но, кромѣ того, поверхъ этихъ образованій обнаружены слои, въ которыхъ типичной формой является Ammonites virgatus,—почему ихъ и приравниваютъ московскимъ «*виргатовымъ*» слоямъ. Но особенно мощное и полное развитіе юрская система имѣетъ въ Крыму и на Кавказѣ—здѣсь встрѣчены отложенія, параллельныя не только доггеру и мальму, но и *лейясу*. *Нижній* отдѣлъ юры въ Крыму сложенъ рухляками и глинистыми сланцами; слои ихъ мѣстами сильно изогнуты. *Средній* отдѣлъ состоитъ изъ песчаниковъ и конгломератовъ, а *верхній*—изъ известняковъ, которые образуютъ въ Крыму горы, поднимающіяся до 1.600 метровъ надъ уровнемъ моря; Яйла — наиболѣе возвышенная часть крымскихъ горъ — сложена этими известняками.

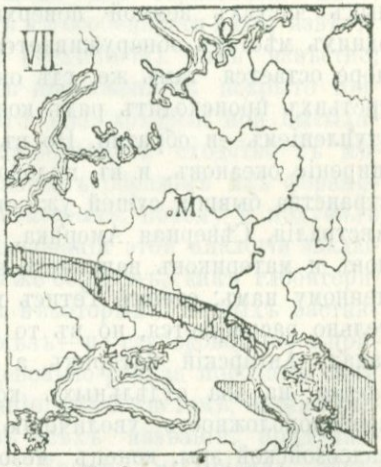


Рис. 183. Средне-юрскій бассейнъ. Моря заштрихованы.

На *Кавказѣ* юрскія отложенія встрѣчаются и по южному, и по сѣверному склону главнаго кряжа, а также въ Дагестанѣ и въ Арменіи. Нижній отдѣлъ образованъ песчаниками, верхній, приравниваемый лейясу, известняками; среди юрскихъ отложеній южнаго склона Кавказа часто встрѣчаются вулканическіе туфы и брекчіи. Юрскія отложенія обнаружены и въ Азіатской Россіи; интересной особенностью ихъ является то, что здѣсь развиты не только морскія, но и *прѣсноводныя* образованія. Морскія находятся главнымъ образомъ въ низовьяхъ Лены, Енисея и другихъ рѣкъ; прѣсноводныя же разсѣяны на большихъ разстояніяхъ другъ отъ друга въ видѣ отдѣльныхъ пятенъ; изъ окаменѣлостей въ послѣднихъ встрѣчены, главнымъ образомъ, растенія—папоротники и хвойныя, изрѣдка находились рыбы, ракообразныя и насѣкомыя.

# ГЛАВА XXXIII.

## Мѣловой періодъ.

Распредѣленіе материковъ и океановъ.—Мѣлъ. — Текстуларіи, глобигерины и глубоководный илъ.—Фораминиферы въ известковыхъ отложеніяхъ швейцарскихъ Альпъ.—Преобладающія горныя породы мѣловой системы. — Флора и климатъ мѣлового періода. — Появленіе первыхъ двусѣмянодольныхъ. — Фауна. — Вымираніе пресмыкающихся; новые типы; птицы. — Три области (Гюмбеля) мѣловой системы Западной Европы.—Мѣловая система Россіи.

Переходъ юрскаго періода въ мѣловой выражался въ различныхъ частяхъ земной поверхности различными явленіями: въ однихъ мѣстахъ обнаруживается наступленіе моря, въ другихъ—море остается тамъ же, гдѣ оно было и въ юрскій періодъ, въ третьихъ происходитъ рядъ колебаній—отступаніе смѣняется наступленіемъ—и обратно. Но въ общемъ, все же замѣчается расширеніе океановъ, и въ мѣловой періодъ море покрываетъ пространства бывшія сушей уже съ древнѣйшихъ временъ (Бразилія, Австралія, Сѣверная Америка, Сѣв. Африка). Распредѣленіе океановъ и материковъ начинаетъ нѣсколько приближаться къ современному намъ: океанъ Тетисъ къ концу мѣлового періода значительно расширяется, но въ то же время растетъ къ сѣверу и къ западу Ангарскій материкъ, а бразильско-эѳіопскій рѣзче раздѣляется на два отдѣльныхъ континента. Такимъ образомъ, въ противоположность увеличенію материковыхъ массъ къ концу палеозойской эры, конецъ мезозойской характеризуется ростомъ океановъ.

Мѣловой періодъ характеризуется вымираніемъ многочисленныхъ видовъ пресмыкающихся, а также появленіемъ первыхъ лиственныхъ растеній. Белемниты и аммониты тоже постепенно вырождаются. Вырожденіе аммонитовъ характеризуется тѣмъ, что они теряютъ свою прежнюю форму, характерную для юрскаго періода, и появляются въ видѣ спиралей, отдѣльные ходы которыхъ не соприкасаются другъ съ другомъ, или же принимаютъ форму рога, палки и т. д.; это—такъ называемые «развернутые аммониты», напоминающіе своимъ видомъ нѣкоторыхъ силурійскихъ наутилидъ.

Вся система получила названіе *мѣловой* отъ мѣла, входящаго въ составъ послѣдней въ большомъ количествѣ. Мѣлъ встрѣчается въ видѣ горныхъ породъ бѣлаго или желтоватаго цвѣта. По берегамъ онъ образуетъ нерѣдко отвѣсные высокіе утесы, какъ напр. близъ Дувра, въ Англіи, на Рюгенѣ и на датскихъ островахъ, опасные мѣловые рифы которыхъ хорошо извѣстны морякамъ. Въ Англіи онъ тянется по берегамъ Кента, въ видѣ длин-

ной цѣпи ослѣпительно бѣлыхъ утесовъ, благодаря которымъ Англія и получила свое названіе Альбіона (Albus—бѣлый).

Обыкновенный *писчій* мѣлъ при химическомъ изслѣдованіи оказывается состоящимъ почти исключительно изъ углекислой извести. Мѣлъ, встрѣчающійся *въ природѣ* въ видѣ горныхъ породъ, имѣетъ нѣсколько иной составъ, вслѣдствіе содержанія въ немъ различныхъ примѣсей, каковы зерна кварца, полевой шпатъ, кремень и разнообразныя окаменѣлости. Для того, чтобы получить писчій мѣлъ, мѣловую породу растираютъ въ порошокъ, промываютъ водой и пользуются лишь тонкимъ осадкомъ.

Главнымъ матеріаломъ, служащимъ для образованія мѣла, являются *фораминиферы* и изъ нихъ въ особенности видъ, извѣстный подъ названіемъ *текстулярій* (Textularia). Какъ извѣстно, дно нынѣшнихъ морей на большихъ протяженіяхъ покрыто тонкимъ слоемъ сѣраго или желтоватаго ила, который при высыханіи принимаетъ бѣлую окраску и пріобрѣтаетъ сходство съ мѣломъ. Этотъ илъ тоже состоитъ главнымъ образомъ изъ фораминиферъ и преимущественно изъ *глобигеринъ*, почему и получилъ названіе *глобигериноваго ила*. На основаніи этой аналогіи заключили, что мѣлъ произошелъ такимъ же образомъ, какъ глобигериновый илъ; впрочемъ, изслѣдованія нѣкоторыхъ ученыхъ заставляютъ склониться къ мнѣнію, что мѣлъ—не глубоководное, а прибрежное отложеніе. Мѣлъ вообще довольно рѣдкая порода, и тѣмъ болѣе странно, что онъ далъ названіе цѣлой системѣ; можно сказать, что это самое неудачное изъ всѣхъ названій, придуманныхъ для геологическихъ системъ. Правда, мы видимъ нѣчто подобное и въ каменноугольной системѣ, гдѣ каменный уголь составляетъ лишь незначительную часть всѣхъ прочихъ горныхъ породъ, входящихъ въ составъ ея, но тутъ, по крайней мѣрѣ, каменноугольные флецы встрѣчаются сверху до низу во всѣхъ горизонтахъ, хотя и не вездѣ одинаково часто. Въ мѣловой же системѣ мѣлъ, отъ котораго вся система получила свое названіе, ограничивается исключительно верхнимъ поясомъ, и когда рѣчь идетъ о пластахъ мѣловой системы, то нужно помнить, что они гораздо чаще состоятъ изъ глины, сланца, песчаника, извести, чѣмъ изъ мѣла.

Въ Саксоніи и Богеміи отложенія мѣловой эпохи состоятъ изъ песчаниковъ, раздѣленныхъ на мощныя плиты вертикально идущими расщелинами, вслѣдствіе чего они и получили тамъ названіе «*формаціи плитнаго песчаника*». Кто въ первый разъ проѣзжаетъ по Саксонской Швейцаріи, тотъ будетъ пораженъ при видѣ ея горъ: передъ нимъ высятся огромныя скалы, сложенныя изъ песчаника, съ удивительной правильностью расщепленнаго на отдѣльныя колоссальныя плиты—это и есть плитный песчаникъ.

Трудно было бы найти связь между плитнымъ песчаникомъ и отложеніями той же эпохи въ Англіи и южной Франціи, если бы намъ не помогли въ этомъ отношеніи руководящія раковины и напластованіе слоевъ. Англійскія отложенія той же эпохи, извѣстныя подъ именемъ *гольта*, мощностью до 100 фут., состоятъ изъ жирной глины разнообразныхъ оттѣнковъ, отъ свѣтло-сѣраго до синеватаго цвѣта. На глинахъ гольта образовались обширныя болота, такъ какъ жирные пласты глины не пропускаютъ сквозь себя воду. Эти отложенія тянутся изъ Англіи до сѣверной Франціи и Вестфаліи. Мѣстами, впрочемъ, начинаютъ появляться зеленые песчаники, которые въ Вестфаліи переходятъ въ кварцевый песокъ. Въ бассейнахъ Сены пласты глины спускаются глубоко подъ поверхность земли, сохраняя и на большой глубинѣ свойства водоупорныхъ слоевъ; отсюда питаются водой знаменитые артезіанскіе колодцы въ Парижѣ и въ Булонскомъ лѣсу. Если прослѣдить отложенія этой эпохи дальше къ югу, то мы увидимъ, что они совершенно мѣняютъ свой характеръ и въ Альпахъ образуютъ мощныя известняковыя массы съ кораллами и рудистами.

Мѣловая система распадается на многочисленные отдѣлы, относительно числа которыхъ еще существуютъ разногласія среди геологовъ. Французскій ученый д'Орбиньи дѣлилъ всю систему сначала на пять, а затѣмъ на семь ярусовъ, а Освальдъ Гееръ— на пять отдѣловъ, изъ которыхъ каждый, въ свою очередь, подраздѣлялся еще на нѣсколько подъотдѣловъ. Для большей простоты всю мѣловую систему дѣлятъ на *верхній*, *средній* и *нижній* отдѣлы. Мы считаемъ однако лишнимъ входить въ характеристику этихъ подраздѣленій.

Мѣловая система, являясь непосредственнымъ продолженіемъ юрской, не представляетъ въ своихъ нижнихъ отдѣлахъ почти никакихъ новыхъ типовъ растеній: лѣса этого періода состоятъ изъ древовидныхъ папоротниковъ, саговыхъ пальмъ и хвойныхъ деревьевъ; но приблизительно въ серединѣ мѣлового періода обнаруживается чрезвычайно рѣзкое измѣненіе въ характерѣ флоры, небывалое со времени каменноугольнаго періода. Споровыя растенія и голосѣмянныя исчезаютъ, уступая мѣсто лиственнымъ деревьямъ и растеніямъ съ благоухающими пестрыми цвѣтами; вслѣдъ за послѣдними появляется цѣлая армія новыхъ насѣкомыхъ, питающихся сладкими соками цвѣтовъ и содѣйствующихъ оплодотворенію растеній.

Изъ скрытосѣмянныхъ цвѣтковыхъ растеній, вступающихъ теперь въ эру своего господства, назовемъ двусѣмянодольныя растенія, сразу пріобрѣтающія первенствующее значеніе. Односѣмянодольныя же, къ которымъ относятся травы, пальмы, лилейныя

и пр., представлены въ скудномъ количествѣ. Изъ двусѣмянодольныхъ для мѣловой формаціи весьма характеренъ видъ, извѣстный подъ названіемъ *Креднеріа (Credneria)*, мѣсто котораго въ царствѣ растеній еще не установлено съ точностью. Одни ботаники причисляютъ его къ тополямъ, другіе—къ липамъ, третьи—къ платанамъ. Область распространенія этого растенія по всей вѣроятности была чрезвычайно велика, потому что ихъ находятъ на громадномъ пространствѣ отъ средней Германіи до сѣверной части Гренландіи. Обстоятельство это чрезвычайно странное, особенно если принять во вниманіе, что нынѣшняя Гренландія покрыта большею частью льдами и что на ней можетъ произрастать лишь самая скудная растительность. Далѣе, достоинъ вниманія смѣшанный характеръ мѣловой флоры. Рядомъ съ тополями, ивами, плющемъ, дубами и вишневыми деревьями, растущими въ настоящее время и въ нашихъ широтахъ, встрѣчаются американскія тюльпанныя деревья, тропическія смоковницы и пальмы, американскія, китайскія и японскія магноліи, платаны и пр.

Большой интересъ возбудили находки, сдѣланныя въ *Гренландіи* профессоромъ *Норденшильдомъ* и изслѣдованныя О. Геромъ въ Цюрихѣ. Многочисленные растительные остатки, найденные тамъ, встрѣчаются въ двухъ горизонтахъ: въ *нижнемъ*—древнемъ и *верхнемъ*—болѣе позднемъ. Въ первомъ открыты многочисленные папоротники, различныя плауновыя растенія, хвощи и особенно много цикадовыхъ и хвойныхъ деревьевъ. Тутъ же встрѣчаются и скудные остатки скрытосѣмянныхъ растеній и наконецъ остатки двусѣмянодольнаго растенія, по всей вѣроятности—тополя. Мы видимъ, что эта флора еще вполнѣ носитъ юрскій или тріасовый характеръ; скрытосѣмянныхъ, составляющихъ принадлежность новой эпохи, еще мало, а двусѣмянодольныя представлены всего однимъ только растеніемъ, которое не можетъ быть съ точностью опредѣлено. Подобные же типы представляетъ и флора нижняго отдѣла мѣловой системы въ средней Европѣ, и нѣкоторые виды общи обѣимъ областямъ. Совсѣмъ другія явленія представляютъ растительные остатки, найденные въ *верхнемъ* горизонтѣ мѣловой системы Гренландіи и составляющіе отложенія позднѣйшей эпохи. Древовидные папоротники и саговыя пальмы уже являются въ значительно меньшемъ числѣ и занимаютъ второстепенное мѣсто. Даже хвойныя деревья утратили уже свое первенствующее значеніе и отступаютъ на второй планъ. Зато двусѣмянодольныя встрѣчаются въ большомъ числѣ и пріобрѣтаютъ такое же господствующее значеніе, какъ и въ верхнемъ отдѣлѣ мѣловой системы въ Европѣ. Тополи и фиговыя деревья, магноліи, кипарисы, стручковыя растенія—вотъ наиболѣе часто встрѣчающіеся виды.

Эта флора дальняго сѣвера и полное соотвѣтствіе ея съ флорой средней Европы пріобрѣтаютъ высокій интересъ для климатологіи мѣловой эпохи, но въ настоящее время мы еще не можемъ объяснить этихъ явленій. Правда, существованіе тропическихъ и подтропическихъ формъ въ сѣверномъ холодномъ поясѣ пытались объяснить предположеніемъ, что въ средне-мѣловую эпоху на всемъ земномъ шарѣ господствовалъ равномѣрный тропическій климатъ и что только начиная съ этого времени стали обнаруживаться климатическія различія въ разныхъ поясахъ. Но здѣсь передъ нами являются тѣ же самыя затрудненія, съ которыми мы встрѣтились уже при объясненіи климата каменноугольнаго періода. Мы видѣли тогда, что предположеніе о совершенно однообразной флорѣ и однообразномъ климатѣ не выдерживаетъ критики и что существованіе такъ называемыхъ тропическихъ формъ еще не указываетъ на тропическій климатъ. Всѣ эти соображенія конечно примѣнимы также и къ климату мѣлового періода. Предположеніе о существованіи болѣе или менѣе равномѣрнаго климата отъ экватора до полюсовъ представляется тѣмъ болѣе невѣроятнымъ, что уже въ юрскій періодъ обнаруживаются ясныя климатическія различія. Во всякомъ случаѣ можно утверждать, что къ концу мѣлового періода на землѣ уже существовали климатическія пояса и нѣкоторое охлажденіе полярныхъ областей,—но, съ другой стороны,—нельзя оспаривать, что мѣловая флора Гренландіи и Шпицбергена, обнаруживающая большое сходство съ современной европейской и сѣверо-американской флорой, требовала другихъ климатическихъ условій, чѣмъ тѣ, которыя имѣются теперь въ этихъ полярныхъ широтахъ.

Внезапное появленіе въ мѣловой періодъ высшихъ цвѣтковыхъ растеній, повидимому, противорѣчитъ ученію о постепенномъ развитіи растительнаго міра, по которому высшія формы происходятъ изъ низшихъ путемъ постепенной дифференцировки ихъ. Слѣдуя этой теоріи, можно было бы ожидать сперва появленія переходныхъ формъ, коллективныхъ типовъ. Но нельзя упускать изъ виду, что флора какой-нибудь мѣстности въ сравнительно короткое время можетъ совершенно измѣнить свой характеръ вслѣдствіе вторженія новыхъ растеній и вытѣсненія туземныхъ. Несомнѣнно, что и двусѣмянодольныя развились изъ такихъ же ничтожныхъ начальныхъ формъ, какъ въ свое время—хвойныя растенія. Еще до недавняго времени измѣненіе характера флоры въ концѣ палеозойской эры представлялось намъ столь же загадочнымъ и повидимому находилось въ такомъ же противорѣчіи съ теоріей эволюціи, какъ и переворотъ, совершившійся въ эпоху средней и верхней мѣловой эпохи. Но мы уже знаемъ, что во время каменноугольнаго періода въ Индіи и Австраліи постепенно создался

новый растительный міръ, состоящій изъ такихъ формъ, которыя появились въ Европѣ лишь въ мезозойскую эру и быстро вытѣснили каменноугольныя формы. Европейскія тріасовыя формы возникли тоже не въ Европѣ, а на отдаленномъ обширномъ материкѣ, по всей вѣроятности, на томъ материкѣ, который получилъ названіе Лемуріи (Гондвана) и впослѣдствіи былъ залитъ Индѣйскимъ океаномъ. Подобныя же условія, безъ сомнѣнія, имѣли мѣсто и въ мѣловой періодъ, хотя мы до сихъ поръ и не въ состояніи указать, въ какомъ или въ какихъ пунктахъ впервые появились мезозойскія цвѣтковыя растенія. «Что въ мѣловой періодъ существовалъ материкъ, организмы котораго намъ еще неизвѣстны, — говоритъ Неймайръ,—видно по млекопитающимъ. Въ юрскій періодъ они въ большомъ числѣ встрѣчались въ Европѣ и Америкѣ, въ третичный они пользуются всеобщимъ распространеніемъ по всѣмъ материкамъ земного шара, а въ промежуточный мѣловой періодъ мы не находимъ ни малѣйшихъ слѣдовъ млекопитающихъ. Однако они должны были существовать и въ мѣловой періодъ, такъ какъ они жили и до, и послѣ этой эпохи; изъ того же, что въ нашихъ широтахъ еще не найдено никакихъ слѣдовъ ихъ, слѣдуетъ заключить, что они, подобно цвѣтковымъ растеніямъ, обитали на материкѣ, фауна и флора котораго намъ пока неизвѣстны».

Высказанный только-что взглядъ пріобрѣтаетъ еще больше вѣроятія, если принять во вниманіе, что въ срединѣ мѣлового періода произошли значительныя измѣненія въ распредѣленіи суши и моря, вслѣдствіе чего совершенно измѣнилась конфигурація материковъ и условія для роста и развитія растительности на сѣверномъ полушаріи.

*Фауна* мѣловой системы представляетъ много общаго съ фауной юры; во всякомъ случаѣ, между ними гораздо больше сходныхъ чертъ, чѣмъ между флорами этихъ обѣихъ системъ. Правда, до сихъ поръ извѣстны и изслѣдованы только морскія отложенія, и очень возможно, что будутъ еще найдены прѣсноводныя отложенія съ совершенно иной фауной.

Бросимъ взглядъ на различные классы царства животныхъ, существовавшіе въ описываемый періодъ.

Въ какомъ невѣроятномъ изобиліи водились *простѣйшія* — и изъ нихъ въ особенности фораминиферы — достаточно ясно уже изъ того, что писчій мѣлъ состоитъ почти исключительно изъ крошечныхъ остововъ этихъ животныхъ. Одинъ изъ видовъ ихъ, извѣстный подъ именемъ *Текстулярія* (*Textularia*), игралъ такую же роль въ образованіи мѣла, какую нынѣ играютъ глобигерины въ образованіи глубоководнаго ила нашихъ морей. Но не только собственно мѣлъ сложенъ изъ остововъ этихъ животныхъ, они заполняютъ собою также мощные известковые пласты въ Альпахъ

и другихъ горахъ. Твердыя породы мало пригодны для изслѣдованія погребенныхъ въ нихъ организмовъ; для этой цѣли пользуются мягкими породами, при промываніи которыхъ легко изолировать отдѣльные остовы. Однако, благодаря особымъ, болѣе сложнымъ, методамъ, можно сдѣлать доступными изслѣдованію даже и твердые известняки.

*Губки* встрѣчаются въ мѣловой системѣ въ большомъ количествѣ, между тѣмъ какъ *кораллы* появляются уже въ меньшемъ числѣ, чѣмъ въ юрскій періодъ. Особенно замѣтно оскудѣніе

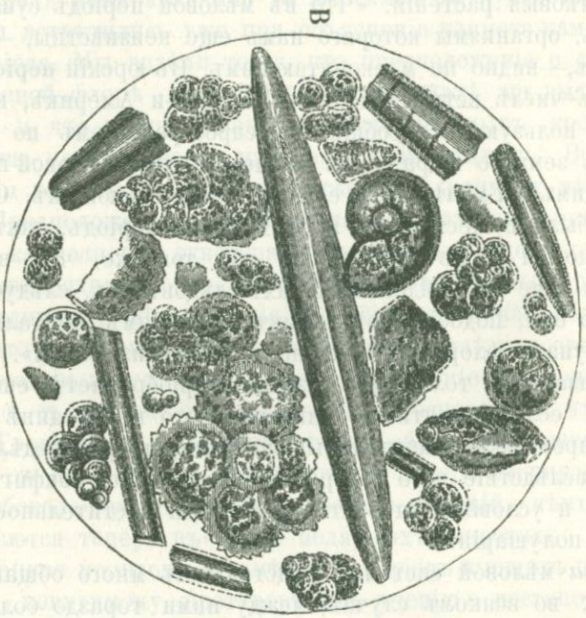


Рис. 184. Мѣлъ изъ Англіи подъ микроскопомъ.

строющихъ коралловъ—обширные коралловые рифы и банки встрѣчаются гораздо рѣже, чѣмъ въ юрской системѣ.

Среди *иглокожихъ* первое мѣсто принадлежитъ морскимъ ежамъ, но встрѣчаются также и прекрасно сохранившіяся морскія звѣзды.

Далѣе, въ огромныхъ количествахъ встрѣчаются *мшанки*, подобно коралламъ живущія колоніями и формирующія изъ себя кустарникообразные остовы. Въ мѣлу найдено болѣе тысячи видовъ этихъ животныхъ и среди нихъ много такихъ, которые водятся въ настоящее время почти исключительно на дальнемъ сѣверѣ. Только къ концу описываемаго періода большее значеніе пріобрѣтаютъ тѣ виды, которые имѣютъ въ настоящее время много-

численныхъ представителей въ моряхъ умѣренныхъ и тропическихъ широтъ.

*Плеченогіе* встрѣчаются въ описываемую эпоху еще весьма часто, но въ общемъ замѣчается уже нѣкоторый регрессъ. Довольно часто можно встрѣтить видъ *Thecidea*.

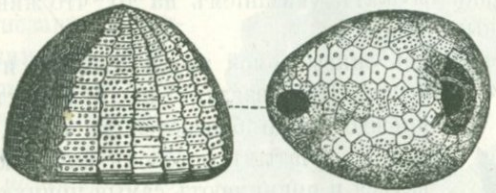


Рис. 185. Ananchites ovata. Ананхитесъ. — Морской ежъ, характерный для мѣловой системы.

*Головоногіе* и *пластинчатожаберные моллюски* встрѣчаются въ огромномъ количествѣ и играютъ гораздо большую роль, чѣмъ въ какой-либо изъ предыдущихъ періодовъ. Среди всѣхъ многочисленныхъ семействъ ни одно не достигло такого значенія въ эту эпоху, какъ группа *гиппуритовъ* или *рудистовъ*, находящихся исключительно въ мѣловой системѣ. Вездѣ въ Альпахъ или въ известнякахъ по побережью Средиземнаго моря, гдѣ только встрѣчаются гиппуриты, геологъ знаетъ, что онъ имѣетъ дѣло съ отложеніями мѣловой системы. Исторія открытія этихъ ископаемыхъ животныхъ не лишена интереса.



Рис. 186. Гиппуритъ изъ верхняго мѣла.

Приблизительно сто лѣтъ тому назадъ одинъ французскій естествоиспытатель нашелъ у подошвы Пиренеевъ странныя окаменѣлости, заполнявшія цѣлыя скалы. Онъ принялъ ихъ за плеченогихъ. На островѣ Сициліи, гдѣ онѣ были издавна извѣстны, ихъ принимали за кости тунца. Англійскій врачъ и естествоиспытатель Джонъ Томпсонъ, посѣтившій въ 1800 году Сицилію, призналъ эти окаменѣлости за остатки ракообразныхъ. Но еще долгое время вопросъ относительно истинной природы ихъ оставался открытымъ, и гиппуриты причислялись послѣдовательно къ головоногимъ,

плеченогимъ, коралламъ, устрицамъ и проч. Лишь впослѣдствіи сравненіе промежуточныхъ формъ показало, что это окаменѣлости истинныхъ пластинчатожаберныхъ. Гиппуриты состоятъ изъ двухъ створокъ, изъ которыхъ нижняя отличается своей величиной и толщиной; верхняя сидитъ на ней въ родѣ крышки. Толстостѣнность нижней створки служитъ указаніемъ на то, что животное обитало въ мелководныхъ мѣстахъ.

Изъ *головоногихъ* описываемой эпохи большой интересъ представляютъ *аммониты*. При взглядѣ на мѣловыхъ аммонитовъ прежде всего бросается въ глаза, что завитки ихъ трубчатыхъ остововъ начинаютъ развертываться и принимаютъ самыя причудливыя формы. Въ мѣловой системѣ встрѣчаются всевозможные переходы отъ нормальныхъ формъ, преобладаніе которыхъ мы видѣли въ юрскій періодъ, до аммонитовъ, вытянутыхъ въ длину, на подобіе палки и похожихъ на силурійскіе ортоцератиты. Эти аммониты извѣстны подъ названіемъ *Бакулиты—Baculites* (отъ baculus—палка). Изъ переходныхъ формъ между юрскими аммонитами и бакулитами назовемъ *Кріоцерасъ* (*Crioceras*) (crios—баранъ, ceras—рогъ), отдѣльные завитки которыхъ уже не соприкасаются другъ съ другомъ, и *Скафитесъ* (Scaphites), — форма, еще болѣе развернутая. Другая форма—*анцюлоцерасъ* (*ancyloceras*) начинается завитками, на подобіе кріоцерасъ, но вслѣдъ затѣмъ трубчатый остовъ выпрямляется и наконецъ заканчивается дугообразнымъ изгибомъ. *Туррилиты* (*Turrilites*) представляютъ трубчатый остовъ, свернутый на подобіе спирали. Туррилиты появляются лишь въ срединѣ мѣлового періода и уже исчезаютъ въ концѣ его. Исполинскія формы ихъ найдены въ большомъ числѣ видовъ въ Вестфаліи. Къ концу мѣловой эпохи аммониты окончательно исчезаютъ съ міровой сцены, и изъ множества видовъ этого семейства страннымъ образомъ уцѣлѣлъ только одинъ видъ—*наутилусъ*. Этотъ древній видъ удержался отъ силурійской эпохи до настоящаго времени.



Рис. 187. Baculites anceps.—Бакулитъ.

*Суставчатоногія* мѣловой эпохи представляютъ мало интереса. Но зато въ классѣ *рыбъ* происходятъ значительныя измѣненія: *костистыя* рыбы, появившіяся въ незначительномъ количествѣ еще въ верхней юрѣ, только теперь—въ мѣловой періодъ—пріобрѣтаютъ господство и оттѣсняютъ на задній планъ ганоидныхъ рыбъ. Число *пресмыкающихся* постепенно уменьшается

и большинство юрскихъ видовъ вымираетъ къ концу мѣлового періода. Крокодилы, черепахи, ихтіозавры и плезіозавры еще не вымерли окончательно; отъ птерозавровъ уцѣлѣли отдѣльныя кости, указывающія на ихъ гигантскую величину; среди динозавровъ первое мѣсто занимаетъ гигантскій *игуанадонъ*. Кромѣ того, въ мѣловой періодъ впервые появляются два новыхъ типа: *змѣи* и *мозозавры*. Послѣдніе, встрѣчающіеся исключительно въ мѣловой системѣ, отличались стройнымъ, вытянутымъ въ длину туловищемъ, маленькой заостренной головой и обитали въ моряхъ. Они были также извѣстны подъ названіемъ *морскихъ змѣй*. Туловище ихъ было снабжено двумя парами слабо развитыхъ плавательныхъ ногъ, напоминавшихъ по своему строенію конечности плезіозавровъ. Въ остальномъ

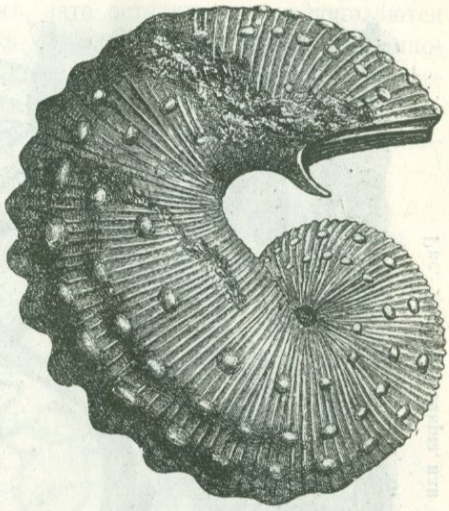


Рис. 188. Scaphites spiniger — Скафитесъ. Аммонитъ изъ верхнихъ пластовъ мѣловой системы сѣверной Германіи.

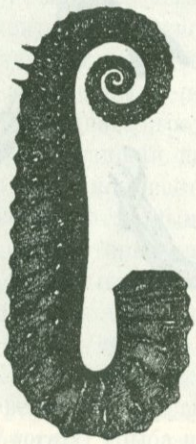


Рис. 189. Ancyloceras Matheronianum.—Анцюлоцерасъ.



Рис. 190. Turrilites catenatus—Туррилитъ.

номъ строеніе ихъ тѣла представляло удивительное смѣшеніе признаковъ, характерныхъ для ящерицъ и змѣй. Они слѣдовательно

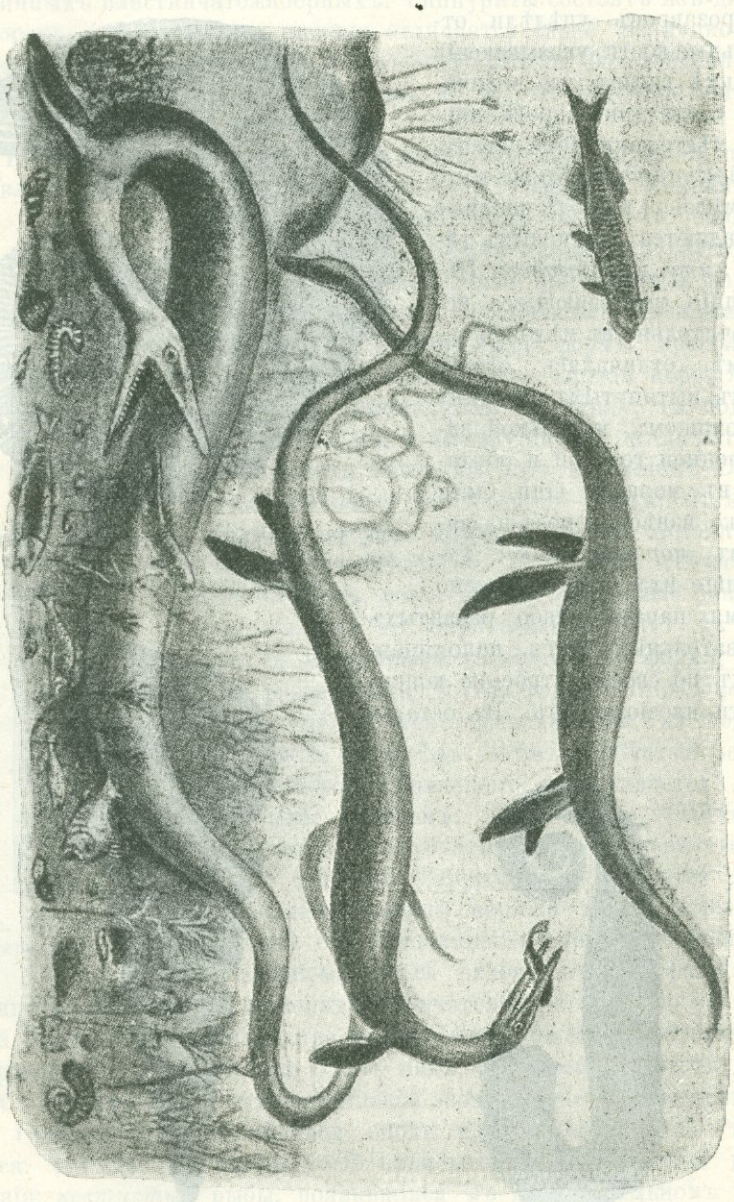


Рис. 191. Мозозавры, или гигантскія «морскія змѣи» (по Гетчинсону).

представляютъ интересный коллективный типъ, доказывающій, что ящерицы и змѣи произошли изъ одного и того же перво-

начальнаго типа. Въ Сѣверной Америкѣ въ недавнее время найдены многочисленныя кости мозозавровъ.

Какъ было упомянуто выше, *млекопитающія* совершенно отсутствуютъ въ мѣловой системѣ, зато остатки *птицъ* попадаются довольно часто. Такъ напр., въ Сѣверной Америкѣ найдены многочисленные виды птицъ, которыя нерѣдко оказываются превосходно сохранившимися. Всѣ эти птицы имѣютъ одинъ общій признакъ съ юрскимъ Археоптериксомъ,—а именно, и у нихъ въ челюстяхъ помѣщаются зубы. Изъ найденныхъ американскихъ окаменѣлостей птицъ хорошо изучены два вида. Одинъ, получившій названіе *Гесперорнисъ* — *Hesperornis regalis* (hesperis — западъ, ornis—птица, regalis—царскій), отличается большими размѣрами — весь скелетъ отъ кончика клюва до пальцевъ имѣетъ въ длину около 2 метровъ. Кости крыльевъ и грудная кость атрофированы, зато ноги хорошо развиты и приспособлены для плаванія. Широкій хвостъ состоялъ изъ 12 позвонковъ — явленіе, необычное для птицъ,—и тоже былъ приспособленъ къ водяной жизни. Гесперорнисъ не могъ летать и вообще былъ похожъ на современнаго страуса; одинъ американскій палеонтологъ даже называетъ его «водянымъ плотояднымъ страусомъ». Нѣкоторыя части скелета, напр. тазовыя кости, напоминаютъ пресмыкающихся. Но всего удивительнѣе челюсти этой птицы. Онѣ усажены большимъ количествомъ зубовъ, причемъ каждый зубъ не сидитъ въ отдѣльной альвеолѣ, а всѣ вмѣстѣ укрѣплены въ общемъ жолобѣ, совершенно какъ у ихтіозавра. Кромѣ Hesperornis, хорошо изученъ еще другой видъ *Ихтіорнисъ* (*Ichthyornis*) (рыба-птица). И этотъ видъ представляетъ въ своемъ строеніи много сходства съ низшими позвоночными. Такъ, напр., позвонки у него двояковогнутые,—явленіе, имѣющее те-

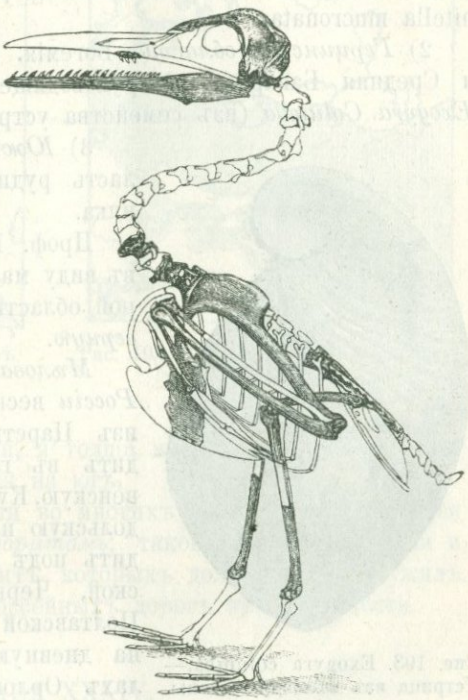


Рис. 192. Ichtyornis.—Ихтіорнисъ изъ верхнихъ пластовъ мѣловой системы Сѣверной Америки.

перь мѣсто только у рыбъ, нѣкоторыхъ амфибій и пресмыкающихся. Ichthyornis хорошо леталъ, на что указываютъ развитыя кости крыльевъ и грудная кость.

Нѣмецкій геологъ *Гюмбель* раздѣляетъ всю мѣловую систему Западной Европы на слѣдующія три *области*:

1) *Сѣверная область*—Англія, Сѣверная Франція, Нидерланды, Данія, Вестфалія и т. д. Господствующей породой здѣсь является пишущій мѣлъ, а характерными окаменѣлостями *белемнителли*—родъ белемнитовъ. Изъ нихъ очень распространенъ видъ Belemnitella mucronata.

2) *Герцинская область*—Богемія, Моравія, Силезія, Саксонія и Средняя Баварія, гдѣ руководящей окаменѣлостью является *Exogyra Columba* (изъ семейства устрицъ).

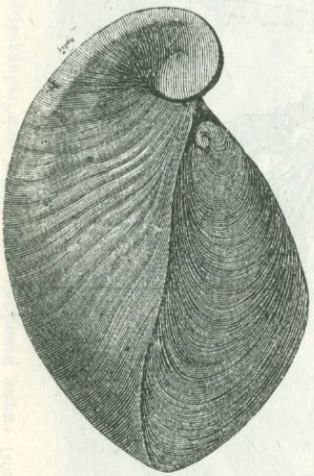


Рис. 193. Exogyra columba.—Устрица изъ мѣловой системы.

3) *Южная область* — Альпы. Область рудистовъ и плотнаго известняка.

Проф. Иностранцевъ предлагаетъ, въ виду малаго отличія первой и второй области, слить ихъ въ одну *сѣверную*.

*Мѣловая система* занимаетъ въ *Россіи* весьма значительную площадь: изъ Царства Польскаго она переходитъ въ губерніи Гродненскую, Ковенскую, Курляндскую, Волынскую, Подольскую и Бессарабскую, отсюда уходитъ подъ третичныя отложенія Кіевской, Черниговской, Могилевской и Полтавской губ., чтобы вновь выйти на дневную поверхность въ предѣлахъ Орловской, Воронежской, Курской, Симбирской, Саратовской, Харьковской и Земли Войска Донского. Кромѣ того, отложенія мѣловой системы обнаружены въ Крыму, на Кавказѣ, на Общемъ Сыртѣ, въ Туркестанѣ и на островѣ Сахалинѣ. Таково распредѣленіе въ Россіи отложеній мѣловой системы, если брать ее всю въ совокупности; но не нужно забывать, что въ *различныя эпохи*, какъ мѣлового, такъ и другихъ періодовъ, распредѣленіе суши и моря было далеко не одинаково, что прекрасно видно, напр., на прилагаемыхъ картахъ.

Мѣловая система Россіи сложена главнымъ образомъ по типу *сѣверной* области Западной Европы и только въ Крыму, на Кавказѣ и въ Туркестанѣ являются отложенія, аналогичныя южному (альпійскому) типу.

Характерна для мѣловой системы центральной части Европейской Россіи слѣдующая законность, подмѣченная еще знаменитымъ *Мурчисономъ*: по мѣрѣ движенія отъ сѣверныхъ границъ мѣловыхъ отложеній они постепенно переходятъ изъ песчанистыхъ




Рис. 194. Нижне-мѣловой бассейнъ. Моря заштрихованы.




Рис. 195. Верхне-мѣловой бассейнъ. Моря заштрихованы.

въ известковыя, или мѣловыя, и толща мѣла и рухляка все увеличивается по мѣрѣ движенія на югъ.

Мѣловыя отложенія Россіи во многихъ мѣстностяхъ являются чрезвычайно богатыми *фосфоритомъ*; таковы напр. песчаники и пески Курской губ., фосфоритъ которыхъ долгое время служилъ матеріаломъ для мощенія шоссейныхъ дорогъ этой мѣстности.

## ГЛАВА XXXIV.

### Кайнозойская эра.

Общая характеристика.—Подраздѣленія кайнозойской эры.—Третичный періодъ, ледниковая эпоха и современная эпоха.

По мѣрѣ того какъ мы восходимъ изъ таинственной глубины прошлаго къ новѣйшему періоду исторіи земли, природа развертывается передъ нами все въ большемъ разнообразіи формъ и организмы постепенно приближаются къ нашимъ современнымъ. Странные эмбріональные и коллективные типы понемногу исчезаютъ съ міровой сцены, чуждые намъ роды и виды вымираютъ, органическій міръ принимаетъ все болѣе и болѣе знакомый намъ характеръ. Приближеніе къ настоящей геологической эпохѣ про-

исходитъ съ такой безпрерывностью и правильностью, что на основаніи большаго или меньшаго сходства животныхъ остатковъ съ новѣйшей фауной можно съ нѣкоторой достовѣрностью судить объ относительномъ возрастѣ соотвѣтствующихъ отложеній.

Когда истощаются всѣ средства, примѣняющіяся въ геологіи для опредѣленія возраста, то для *кайнозойской эры* остается еще одинъ исходъ, всегда приводящій къ цѣли. Этотъ путь заключается въ изслѣдованіи большаго или меньшаго родства ископаемой флоры или фауны съ *современной*, потому что, какъ извѣстно, животныя и растенія, по мѣрѣ приближенія къ современной геологической эпохѣ, все болѣе и болѣе принимаютъ знакомыя намъ формы.

Кайнозойская эра раздѣляется геологами на два или на три періода, хотя и не отдѣленные одинъ отъ другого рѣзкими границами, но тѣмъ не менѣе характеризующіеся каждый въ отдѣльности преобладаніемъ извѣстныхъ растеній и животныхъ.

Первый отдѣлъ кайнозойской эры носитъ названіе *третичнаго* періода. Это названіе обязано своимъ происхожденіемъ устарѣвшей нынѣ систематикѣ, по которой данный періодъ разсматривался какъ третій отдѣлъ исторіи земли, подраздѣлявшейся тогда на первичный, вторичный, третичный и четвертичный періоды. *Третичный* періодъ отличается отъ мѣлового и вообще отъ всѣхъ предыдущихъ періодовъ могучимъ расцвѣтомъ *млекопитающихъ*. Горныя породы, отложившіяся въ теченіе этого періода, характеризуются большимъ содержаніемъ бураго угля, благодаря чему этому періоду присвоено также названіе періода бураго угля.

Второй отдѣлъ кайнозойской эры получилъ названіе *дилювіальнаго* (diluvium—потопъ) на томъ основаніи, что прежде относили къ этой эпохѣ всемірный потопъ. Съ дилювіальнымъ періодомъ совпадаетъ ледниковый періодъ Европы, почему многіе геологи и всему періоду даютъ названіе *ледниковаго*. Кромѣ того, этотъ періодъ характеризуется появленіемъ человѣка *), наивысше организованнаго существа въ длинной цѣпи организмовъ, развивавшихся на земномъ шарѣ.

*Дилювіальный* или *ледниковый* періодъ непримѣтно переходитъ въ третій и послѣдній—*современный геологическій періодъ*, называющійся нѣкоторыми геологами также *аллювіальной* эпохой, отъ латинскаго слова alluvium—что значитъ увеличеніе суши путемъ наносовъ, на томъ основаніи, что изъ современной геологической эпохи извѣстны преимущественно такія осадочныя обра-

*) Многіе геологи и археологи, какъ мы увидимъ ниже, относятъ первое появленіе человѣка къ третичному періоду.

зованія, которыя обязаны своимъ происхожденіемъ наносной дѣятельности рѣкъ.

Дилювіальная и аллювіальная эпохи вмѣстѣ обозначаются также подъ названіемъ *четвертичнаго* періода, между тѣмъ какъ другіе геологи присваиваютъ это названіе только дилювіальному періоду.

## ГЛАВА XXXV.

### Третичный періодъ.

Большое разнообразіе третичной фауны.—Вымираніе пресмыкающихся, аммонитовъ, белемнитовъ и гиппуритовъ.—Подраздѣленіе третичной системы.—Распредѣленіе материковъ и океановъ.

Продолжительность и значеніе третичнаго періода въ различныя времена были предметомъ самыхъ разнорѣчивыхъ сужденій. Отложенія этого періода играли самую незначительную роль при построеніи первыхъ геологическихъ системъ и долгое время разсматривались какъ тонкій покровъ, обволакивающій каменный остовъ земного шара. Дѣйствительно, третичная система на большихъ пространствахъ представляетъ незначительную мощность и во многихъ пунктахъ состоитъ изъ рыхлыхъ скопленій песку и гравія, мягкихъ мергелей и глинъ, а также изъ мягкихъ конгломератовъ, песчаниковъ и известняковъ, не обнаруживающихъ ни малѣйшаго нарушенія въ расположеніи слоевъ и заключающихъ остатки моллюсковъ, отчасти и теперь еще обитающихъ въ нашихъ моряхъ. Но совершенно ошибочно было думать, что третичная система по сравненію съ другими имѣетъ второстепенное значеніе. Научныя изслѣдованія показали, что именно отложенія третичнаго періода пользуются обширнѣйшимъ распространеніемъ и большимъ значеніемъ: они принимаютъ непрерывное участіе въ построеніи *горныхъ цѣпей* отъ Пиренеевъ до границъ Китая и состоятъ изъ плотныхъ, твердыхъ породъ, мощностью до 4.000 фут., различнымъ образомъ смѣщенныхъ, приподнятыхъ, перевернутыхъ, подобно силурійскимъ, девонскимъ и пр. пластамъ высокихъ горъ; далѣе отложенія третичной системы образуютъ *равнины* Южной Америки, тянущіяся на протяженіи многихъ тысячъ квадратныхъ миль, затѣмъ мы встрѣчаемъ ихъ въ Азіи, Африкѣ, Австраліи, Европѣ тоже съ почти ненарушеннымъ расположеніемъ слоевъ; здѣсь, подобно силурійскимъ отложеніямъ Россіи и Америки съ ненарушеннымъ напластованіемъ, они мягки, пластичны и рыхлы. Вообще въ отношеніи строенія и расположенія слоевъ третичныя отложенія не представляютъ никакихъ отличій отъ системъ мезозойской и палеозойской группъ, потому что твердыя и мягкія,

плотныя и рыхлыя массы, известняки и песчаники, сланцы, мергеля и глины, уголь, руды, соль, гипсъ и пр. встрѣчаются повсюду.

Во время третичнаго періода проявляется необычайное разнообразіе органическаго міра, небывалое развитіе отдѣльныхъ типовъ, напримѣръ высшихъ млекопитающихъ, безконечная смѣна въ распредѣленіи суши и моря и значительная энергія вулканическихъ и горообразовательныхъ процессовъ.

Характеръ органическаго міра третичной эпохи опредѣляется слѣдующими тремя моментами: 1) вымираніемъ нѣкоторыхъ животныхъ и растительныхъ формъ и оттѣсненіемъ на второй планъ другихъ формъ, бывшихъ до того первенствующими и характерными для своей эпохи; 2) пышнымъ расцвѣтомъ извѣстныхъ типовъ, правда, возникшихъ уже въ мезозойскую эпоху, но игравшихъ тамъ второстепенную роль; 3) появленіемъ все бо́льшаго количества мягкотѣлыхъ, соотвѣтствующихъ живущимъ теперь видамъ.

Изъ вымершихъ видовъ назовемъ ихтіозавра и плезіозавра, птеродактиля, рамфоринхуса и исполинскихъ динозавровъ (атлантозавръ, бронтозавръ, игуанодонъ). Мѣсто первыхъ заступаютъ киты, птеродактили замѣщаются пернатыми птицами, легко и быстро разсѣкающими воздухъ, а динозавры уступаютъ мѣсто наземнымъ млекопитающимъ. Изъ всѣхъ многочисленныхъ видовъ мезозойскихъ пресмыкающихся уцѣлѣли до настоящаго времени только четыре, а изъ нихъ только змѣи продолжаютъ еще развиваться. Изъ болѣе мелкихъ формъ уцѣлѣли ящерицы и черепахи, изъ исполинскихъ типовъ тріасовой, юрской и мѣловой системъ удержались до настоящаго времени только крокодилы, по справедливости получившіе названіе «живыхъ ископаемыхъ». Само собой разумѣется, что не было недостатка въ попыткахъ объяснить этотъ поразительный упадокъ пресмыкающихся. Пока еще господствовала теорія катастрофъ, это было какъ нельзя болѣе легко: какой-нибудь разрушительный переворотъ смелъ съ лица земли все живущее на ней и новый актъ творенія создалъ новыя формы. Но въ настоящее время мы не признаемъ болѣе теоріи катастрофъ, и подобныя объясненія насъ не удовлетворяютъ.

Неймайръ полагаетъ, что исчезновеніе многихъ мезозойскихъ пресмыкающихся объясняется просто возрастающимъ перевѣсомъ болѣе высокоорганизованныхъ формъ—млекопитающихъ и птицъ. Неймайру кажется совершенно яснымъ, почему именно самые крупные организмы, какъ ихтіозавръ, мозозавръ, мегалозавръ, атлантозавръ, бронтозавръ, игуанодонъ и пр., нуждавшіеся въ невѣроятныхъ количествахъ пищи, обладавшіе ограниченной подвижностью, одаренные маленькимъ, плохо развитымъ мозгомъ и слѣдовательно мало смышленые, не могли приспособиться къ новымъ условіямъ, и погибли, въ то время какъ мелкіе, болѣе

подвижные и вообще лучше одаренные отъ природы виды уцѣлѣли.

Обращаясь къ остальнымъ классамъ царства животныхъ, мы находимъ среди корненожекъ новый, своеобразный родъ *нуммулитовъ*, пользующихся большимъ распространеніемъ въ описываемый періодъ. Цѣлыя системы горъ отъ западной границы Стараго Свѣта по обѣ стороны Средиземнаго и Краснаго морей до Великаго Океана сложены крошечными остовами этихъ животныхъ. Однако періодъ расцвѣта ихъ весьма непродолжителенъ—уже въ среднюю эпоху третичнаго періода они большей частью исчезаютъ. Нуммулиты являются исполинами среди фораминиферъ, потому что нѣкоторые виды ихъ достигаютъ величины серебрянаго рубля. Вну-

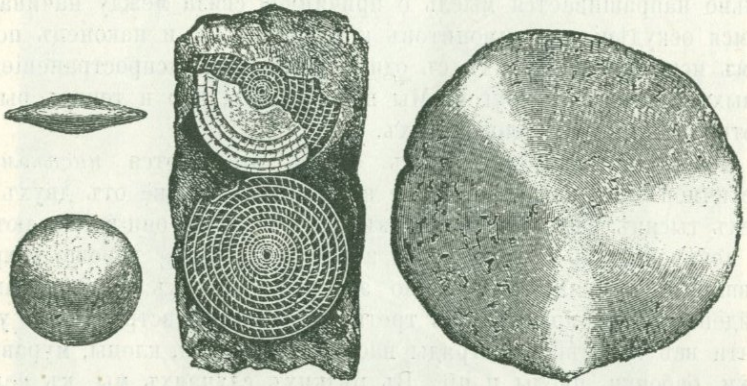


Рис. 196. Нуммулиты.

Справа и слѣва полные экземпляры; въ срединѣ представленъ разрѣзъ черезъ породу, заключающую въ себѣ нуммулиты.

тренность чечевицеобразнаго остова раздѣлена на многочисленныя, спирально идущія камеры и представляетъ весьма сложное строеніе. Камеры очевидно были заполнены студенистой протоплазмой животнаго, черезъ тонкія отверстія выпускавшаго во всѣ стороны свои отростки. Нуммулитовыя отложенія являются по большей части въ видѣ плотныхъ известняковъ сѣраго, желтаго и краснаго цвѣта. Въ Бернскомъ кантонѣ нуммулитовый известнякъ употребляется для построекъ; то же примѣненіе онъ имѣлъ уже въ глубокой древности у египтянъ, и благодаря этому сложилось преданіе, что чечевичныя зерна, оставленныя рабочими при постройкѣ пирамидъ, превратились въ камень.

*Губки*, *кораллы*, *морскіе ежи* и пр. не представляютъ ничего новаго въ описываемую эпоху, почему мы и считаемъ лишнимъ останавливаться на нихъ. Зато среди *головоногихъ* происходятъ рѣзкія измѣненія; аммониты и белемниты, столь характерные для

мезозойской эры, совершенно исчезаютъ, и только въ нижнихъ отложеніяхъ третичной системы повидимому еще встрѣчаются мѣстами представители обѣихъ группъ. Среди *пластинчатожаберныхъ* исчезаетъ семейство *рудистовъ или гиппуритовъ*, которые, повидимому, никогда не встрѣчаются выше верхнихъ слоевъ мѣловой системы. Исчезаніе аммонитовъ, белемнитовъ и рудистовъ налагаетъ на фауну безпозвоночныхъ совершенно иной отпечатокъ, говоритъ Неймайръ. Но тщетно стали бы мы искать причины, которая могла бы удовлетворительно объяснить вымираніе этихъ формъ. Правда, во второй половинѣ мѣлового періода начинается значительный перевѣсъ костистыхъ рыбъ, опасныхъ хищниковъ, жившихъ на счетъ болѣе слабыхъ животныхъ, и невольно напрашивается мысль о причинной связи между начинающимся оскудѣніемъ аммонитовъ и белемнитовъ и наконецъ полнымъ исчезновеніемъ ихъ съ одной стороны и распространеніемъ новыхъ враговъ съ другой. Мы вѣдь знаемъ, что и теперь рыбы охотно пожираютъ головоногихъ.

Необычайнымъ богатствомъ формъ отличаются *насѣкомыя* третичной эпохи; въ настоящее время открыто уже отъ двухъ до трехъ тысячъ различныхъ видовъ ихъ. Мѣстами они встрѣчаются въ невѣроятныхъ количествахъ и въ удивительно хорошо сохранившемся состояніи. Особенно это относится къ экземплярамъ, найденнымъ въ янтарѣ. Въ третичной системѣ встрѣчаются уже почти всѣ главнѣйшіе отряды насѣкомыхъ: жуки, клопы, муравьи, мухи, бабочки, пчелы и пр. Въ рѣдкихъ случаяхъ мы, къ величайшему удивленію нашему, видимъ, что на нѣжныхъ, хрупкихъ крыльяхъ бабочекъ, ломающихся при одномъ прикосновеніи къ нимъ, сохранилась даже окраска. Изученіе третичныхъ насѣкомыхъ представляется чрезвычайно важнымъ, потому что насѣкомыя стоятъ въ весьма близкихъ отношеніяхъ къ растеніямъ и дозволяютъ сдѣлать различныя заключенія о составѣ и свойствахъ одновременной имъ флоры. Поразительно, до чего устойчивыми оказываются нѣкоторыя семейства насѣкомыхъ, уцѣлѣвшія на протяженіи милліоновъ лѣтъ. Тараканъ, этотъ «патріархъ міра насѣкомыхъ», появляется впервые въ каменноугольный періодъ, точно такъ же какъ кузнечикъ и саранча, и притомъ въ формахъ, носящихъ характеръ современныхъ типовъ, въ то время какъ прочая фауна—мы укажемъ лишь на позвоночныхъ, ганоидныхъ рыбъ и стегоцефаловъ—такъ существенно отличается отъ современнаго царства животныхъ. Типъ насѣкомыхъ древнѣе, чѣмъ типъ млекопитающихъ, птицъ и даже пресмыкающихся, и, несмотря на это, онъ еще въ настоящее время представляетъ безпримѣрный расцвѣтъ: изъ 320.000 видовъ всѣхъ живущихъ нынѣ животныхъ около 200.000 видовъ приходится на насѣкомыхъ. Они слѣдова-

тельно представляютъ собой необыкновенно консервативный и

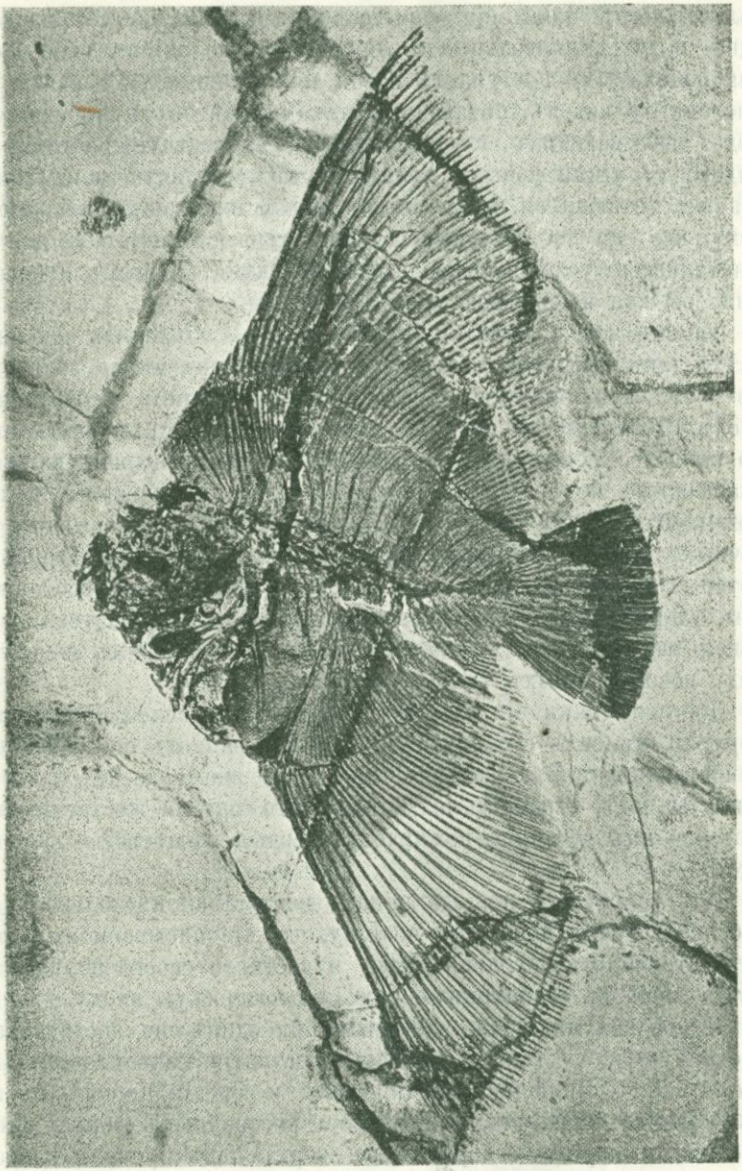


Рис. 197. Платаксъ. (Platax macropterygius). Рыба изъ эоценовыхъ пластовъ Италіи.

устойчивый типъ, напоминая въ этомъ отношеніи пластинчатожаберныхъ. Все только что сказанное относится лишь къ нѣкото-

рымъ видамъ насѣкомыхъ, потому что тѣ виды, которые питаются соками цвѣтовъ или древесной листвой, понятно, могли возникнуть только послѣ появленія скрытосѣмянныхъ цвѣтковыхъ растеній, одно- и двусѣмянодольныхъ. Лишь съ появленіемъ этой флоры для насѣкомыхъ наступаетъ новая эра, начинается развитіе безчисленныхъ видовъ, питающихся соками цвѣтовъ и въ свою очередь оказывающихъ глубокое вліяніе на развитіе растеній. Но рядомъ съ этими новыми видами остаются почти неизмѣнными старые, питающіеся корою и древесиной деревьевъ, очевидно потому, что они вполнѣ приспособились къ своей пищѣ и къ прочимъ жизненнымъ условіямъ, и всякая перемѣна въ этомъ отношеніи была бы для нихъ безполезна или вредна.

Такими или подобными путями можно объяснить сохраненіе всѣхъ такъ называемыхъ консервативныхъ типовъ, удержавшихся въ почти неизмѣнномъ состояніи на протяженіи необозримыхъ эпохъ. Появленіе цвѣтовъ не уничтожило грызущихъ насѣкомыхъ, но вызвало къ жизни новые виды, не существовавшіе раньше и снабженные не орудіями разрушенія—зубами, буравами, пилами, крючками и пр., а болѣе тонкими органами для высасыванія цвѣточныхъ соковъ—хоботами и заостреннымн языками. Только нѣкоторыя изъ нихъ, какъ напр. муравьи, пчелы и въ особенности осы, удерживаютъ отчасти свое опасное оружіе, свойственное насѣкомымъ предыдущихъ эпохъ. Наконецъ, послѣднимъ звеномъ въ ряду новосозданныхъ типовъ является *бабочка*.

Достоинъ вниманія слѣдующій фактъ: въ своей первой метаморфозѣ, въ видѣ гусеницы, бабочка сохраняетъ еще инстинкты и прожорливость насѣкомыхъ прежнихъ эпохъ, и не только инстинкты, но и строеніе челюстей—этого оружія жесткокрылыхъ. Подобно имъ гусеница пожираетъ твердыя вещества — дерево и листья.

Изъ третичнаго періода до насъ дошло лишь нѣсколько видовъ бабочекъ. Гееръ полагаетъ поэтому, что въ описываемомъ періодѣ онѣ встрѣчались довольно рѣдко и достигли своего полнаго расцвѣта лишь въ современную намъ геологическую эпоху.

Изъ всѣхъ классовъ животныхъ ни одинъ не достигаетъ въ третичную эпоху такого значенія и развитія, какъ классъ *млекопитающихъ*. Явившись въ тріасовый и юрскій періодъ въ видѣ нѣсколькихъ ничтожныхъ, низко организованныхъ формъ они въ третичный періодъ одерживаютъ верхъ надъ прочими классами и завоевываютъ себѣ господство въ царствѣ животныхъ.

---

Подраздѣленіе третичной системы оказывается довольно затруднительнымъ, несмотря на то, что третичныя отложенія пользуются большимъ распространеніемъ, содержатъ большое число

хорошо сохранившихся окаменѣлостей и не представляютъ значительныхъ нарушеній въ расположеніи слоевъ (кромѣ нѣкоторыхъ пунктовъ въ Пиренеяхъ, Альпахъ и др.). Но дѣло въ томъ, что здѣсь отсутствуютъ тѣ мощные комплексы слоевъ, съ которыми мы имѣли дѣло въ прежнихъ системахъ и которые сохраняли одинаковый характеръ на протяженіи многихъ тысячъ миль, занимая нерѣдко цѣлые материки. Третичныя отложенія представляютъ въ различныхъ пунктахъ величайшее разнообразіе заключенныхъ въ нихъ животныхъ и растительныхъ остатковъ, но мы нигдѣ не встрѣчаемъ напластованія многочисленныхъ слоевъ *различнаго* характера, которое дало бы намъ возможность непосредственно опредѣлить относительный возрастъ ихъ и сдѣлать заключеніе о возрастѣ изолированныхъ отложеній путемъ сравненія содержащихся въ нихъ ископаемыхъ остатковъ. Дѣло въ томъ, что, повидимому, пока мы знаемъ весьма *немногочисленныя* отложенія *открытыхъ*, *глубокихъ океановъ* третичной эпохи. То, что извѣстно намъ изъ третичной системы, состоитъ большей частью изъ *прѣсноводныхъ* или *береговыхъ* отложеній, образовавшихся въ узкихъ, мелкихъ морскихъ заливахъ или въ закрытыхъ внутреннихъ озерахъ, фауна которыхъ претерпѣваетъ большія измѣненія часто на незначительномъ протяженіи, тогда какъ глубоководныя фауны носятъ одинаковый характеръ на громадныхъ протяженіяхъ и осадки ихъ могутъ служить поэтому надежной путеводной нитью.

Предположимъ, что черезъ нѣсколько десятковъ тысячъ лѣтъ жители какого-нибудь позднѣйшаго геологическаго періода займутся изслѣдованіемъ отлагающихся въ настоящее время пластовъ и станутъ изучать обнажившіеся въ ихъ время осадки Бѣлаго моря, Ладожскаго озера, Балтійскаго моря, Боденскаго озера, дельты Роны, Адріатическаго, Чернаго и Каспійскаго морей... Изъ чего они заключатъ о принадлежности всѣхъ этихъ образованій къ одной и той же геологической эпохѣ? Для этого существуетъ путь,—мы выше уже указали его,—дающій возможность опредѣлить съ приблизительной точностью относительный возрастъ различныхъ третичныхъ отложеній, а именно степень родства соотвѣтствующихъ фаунъ съ современной фауной. Какъ было уже упомянуто, ископаемые остатки кажутся намъ тѣмъ болѣе чуждыми, чѣмъ они древнѣе, и наоборотъ—чѣмъ большее родство съ современными органическими формами обнаруживаютъ окаменѣлости какого-нибудь пласта, тѣмъ моложе его возрастъ.

Руководствуясь указаннымъ принципомъ, Ляйель предложилъ подраздѣлить третичную систему на три отдѣла: *древнетретичный* или *эоценовый*, *среднетретичный* или *міоценовый* и *новотретичный* или *пліоценовый*, причемъ къ древнетретичному от-

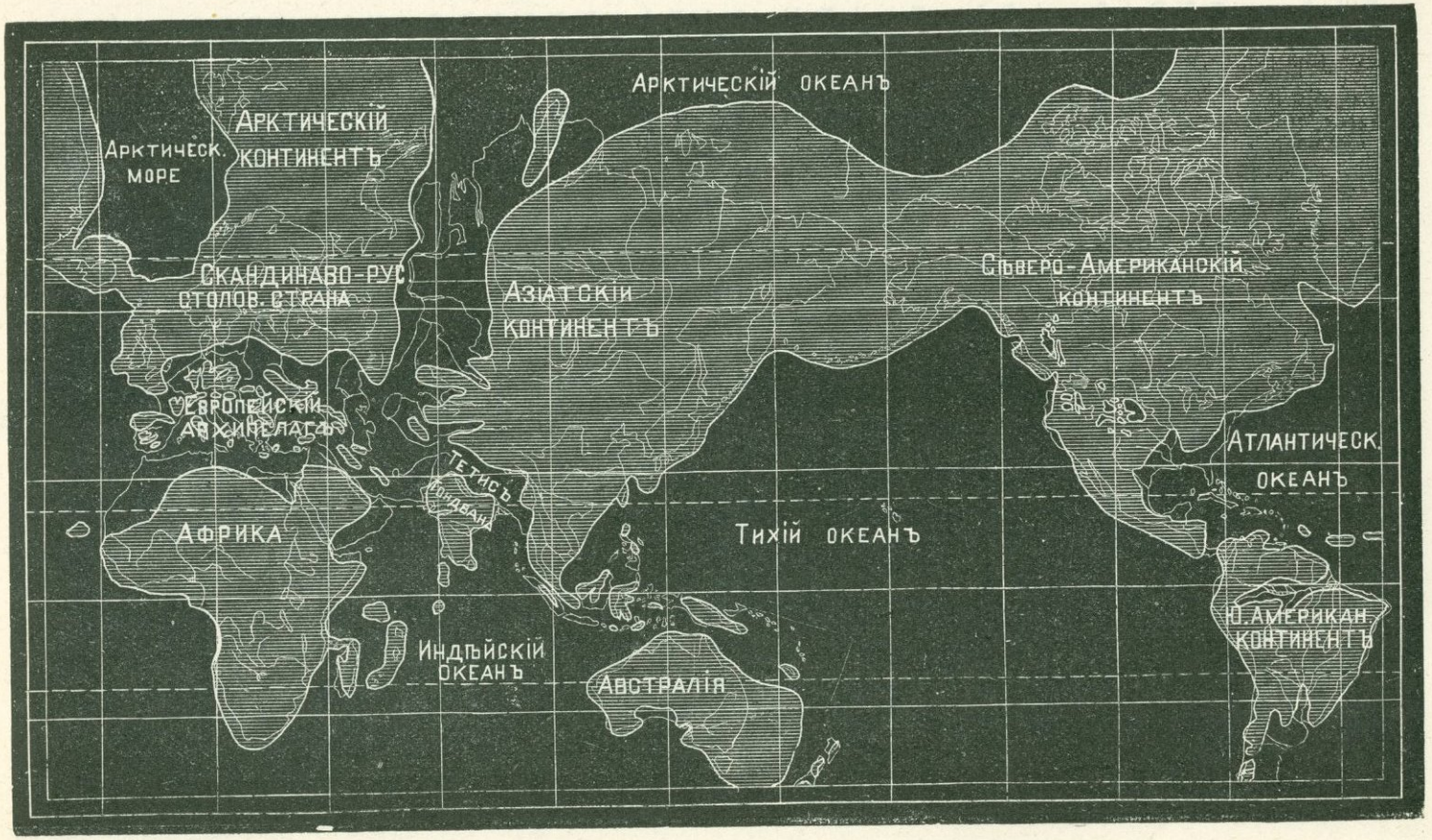



Рис. 198. Распредѣленіе материковъ и морей въ третичный періодъ.

дѣлу онъ отнесъ отложенія, содержащіи около 3% живущихъ нынѣ видовъ, къ среднетретичному — отложенія съ 19%, а къ верхнетретичному—съ 52% современныхъ формъ. Это раздѣленіе оказалось вполнѣ правильнымъ; слѣдуетъ сдѣлать лишь ту оговорку, что теперь принимаютъ нѣсколько иныя цифры, потому что число насчитываемыхъ нынѣ отдѣльныхъ видовъ претерпѣло нѣкоторыя измѣненія.

Въ новѣйшее время предложено было раздѣлить всю третичную систему на 4 эпохи: *эоценовую*, *олигоценовую*, *міоценовую* и *пліоценовую*. Нерѣдко эоценовая и олигоценовая эпоха соединяются вмѣстѣ подъ именемъ *древнетретичной—палеогена*, а міоценовая и пліоценовая—подъ именемъ *новотретичной—неогена*. Этого подраздѣленія мы и будемъ держаться въ дальнѣйшемъ изложеніи.

Распредѣленіе материковъ и океановъ въ третичный періодъ (см. приложенную выше карту) постепенно приближается къ современному. Океанъ Тетисъ еще существуетъ въ эоценовую эпоху, но постепенно отступаетъ съ востока и въ олигоценовую эпоху часть его является въ видѣ громаднаго внутренняго моря, тянувшагося отъ южной Россіи черезъ Тургайскую область и восточный склонъ Урала къ Арктическому океану. Только это внутреннее море и разрывало громадную полосу суши, вытянутую въ широтномъ направленіи и заключавшую въ себѣ почти всю сѣверную и среднюю Европу, почти всю Азію и Сѣверную Америку. Въ міоценовую эпоху отъ океана Тетисъ остался лишь незначительный средиземно-морской бассейнъ. Когда исчезъ и этотъ бассейнъ, а обломокъ бывшаго Гондванскаго материка—нынѣшній Индостанъ—спаялся съ Азіатскимъ материкомъ и въ мѣстѣ спайки поднялись мощныя складки Гималаевъ, Куэнъ-Луня, Тянь-Шаня и другихъ хребтовъ, тогда создались очертанія современной намъ Азіи.

## ГЛАВА XXXVI.

### Древнетретичный отдѣлъ—палеогенъ.

Парижскій бассейнъ. — Палеотерій (Palaeotherium), Аноплотерій (Anoplotherium) и Ксифодонъ (Xiphodon). — Лондонскій бассейнъ и лондонская глина.—Нуммулитовыя породы и флишъ.—Ископаемыя рыбы.—Грифель.—Палеогенъ сѣверной Германіи.—Бурый уголь и его флора.—Янтарь.—Палеогенъ Россіи.

Въ настоящей главѣ мы намѣрены представить читателю не общую характеристику древнетретичнаго отдѣла, а описаніе нѣкоторыхъ, наиболѣе интересныхъ и лучше изученныхъ пунктовъ, всего болѣе способныхъ дать представленіе о разнообразіи этой

эпохи. Кромѣ того, при обзорѣ третичной фауны мы займемся почти исключительно млекопитающими, такъ какъ остальные классы, на которыхъ мы, впрочемъ, останавливались нѣсколько въ предыдущей главѣ,—представляютъ для насъ мало интереснаго.

*Древнетретичныя отложенія Парижскаго бассейна.* Такъ называемый *Парижскій бассейнъ*, т.-е. большая котловина, сложенная изъ позднѣйшихъ отложеній, въ центрѣ которой стоитъ Парижъ, по справедливости считается классическимъ мѣстомъ третичной системы: Парижскій бассейнъ послужилъ исходнымъ пунктомъ изученія этой системы и съ нимъ связаны самые значительные успѣхи въ области геологіи и палеонтологіи. Можно утверждать съ полнымъ правомъ, что изслѣдованія эти легли въ основу современной палеонтологіи.

Третичныя отложенія въ окрестностяхъ Парижа залегаютъ надъ верхнимъ отдѣломъ мѣловой системы; они обладаютъ незначительною мощностью и представляютъ весьма правильное напластованіе, безъ малѣйшихъ нарушеній. Эти отложенія нельзя разсматривать, какъ прямое продолженіе мѣловой системы, такъ какъ различіе между ними весьма значительно. Зато по сосѣдству, въ Бельгіи, извѣстенъ пластъ, содержащій вмѣстѣ съ ископаемыми изъ мѣловой системы также и окаменѣлости изъ древнѣйшихъ эоценовыхъ отложеній и, слѣдовательно, представляющій переходное звено между мѣловой и третичной системой, или между мезозойской и кайнозойской группой. Это интересное образованіе, извѣстное подъ названіемъ «известнякъ Монса», очевидно существовало и въ Парижскомъ бассейнѣ, потому что среди окаменѣлостей послѣдняго находятъ разрозненныя, весьма характерныя окаменѣлости монскаго известняка. Послѣ того, какъ отложился этотъ известнякъ, послѣдовало обнаженіе Парижскаго бассейна—онъ сталъ сушей, и воды тотчасъ же начали свою разрушительную дѣятельность и размыли весь слой; это доказывается характеромъ напластованія въ этой области: верхніе слои мѣловой системы неравномѣрно покрыты эоценовыми отложеніями, несмотря на то, что они представляютъ совершенно горизонтальное, ничѣмъ не нарушенное расположеніе. Послѣ совершившагося размыванія Монскаго известняка море снова залило эту область и послѣдовало отложеніе новыхъ осадковъ. Они обнаруживаютъ характеръ то морскихъ, то прѣсноводныхъ образованій и въ составъ ихъ входятъ, чередуясь, пласты мергеля, глины, угля, песку, известняка и гипса. Мы видимъ слѣдовательно, что въ древне-третичную эпоху тоже происходила постоянная борьба между сушей и моремъ: оно то отступало, то снова заливало низменныя прибрежныя области и, смотря по этому, мѣнялся, конечно, составъ и характеръ осадковъ.

Изъ самыхъ важныхъ отложеній этой области слѣдуетъ назвать *парижскій грубый известнякъ* и *монмартскій гипсъ*, знаменитые своими интересными и многочисленными окаменѣлостями. *Грубый известнякъ* служитъ отличнымъ строевымъ матеріаломъ и въ такой же степени опредѣляетъ собою внѣшній видъ Парижа, какъ пестрый песчаникъ—внѣшній видъ многихъ городовъ въ юго-западной Германіи. Первоначально довольно мягкій, этотъ известнякъ твердѣетъ отъ дѣйствія воздуха и съ теченіемъ времени пріобрѣтаетъ значительную крѣпость; нѣкоторыя плиты его состоятъ почти исключительно изъ скорлупокъ корненожекъ, мшанокъ, пластинчатожаберныхъ и брюхоногихъ. Среди корненожекъ большую роль играютъ *нуммулиты* и *миліолиды* (миліолидовые известняки), величиной съ песочное зерно. Кромѣ этихъ ископаемыхъ, встрѣчаются также остатки *позвоночныхъ*, среди которыхъ обращаютъ на себя вниманіе скелеты *тапирообразныхъ толстокожихъ*. Слѣдовательно, парижскій известнякъ отложился, вѣроятно, вблизи материка, гдѣ-нибудь въ тихомъ заливѣ, куда сносило теченіемъ трупы наземныхъ животныхъ. Парижскій известнякъ, впрочемъ, обнаруживаетъ весьма разнообразный составъ, переходя съ одной стороны въ сыпучій песокъ, съ другой—въ мергель и глины. Глубжележащіе слои тоже обнаруживаютъ большое богатство окаменѣлостями и содержатъ, кромѣ пластинчатожаберныхъ, головоногихъ, морскихъ ежей, коралловъ, фораминиферъ и пр., остатки различныхъ млекопитающихъ, причисляемыхъ частью къ сумчатымъ, частью составляющихъ соединительныя звенья между сумчатыми, грызунами и хищными животными. Далѣе, тамъ же встрѣчаются остатки пресмыкающихся и акулъ, а кромѣ того также исполинской птицы, напоминающей страуса, но имѣвшей крылья, которыя, какъ полагаютъ многіе, служили ей для плаванія. Птица эта носитъ названіе *Палеорнисъ (Paläornis Parisiensis)*. Подобно своимъ предшественникамъ юрской и мѣловой эпохи, Палеорнисъ, повидимому, былъ снабженъ зубами; вообще эта птица представляетъ нѣкоторое сходство съ мезозойскими формами и напоминаетъ раннія стадіи развитія современныхъ птицъ.

Изъ всѣхъ отложеній, входящихъ въ составъ Парижскаго бассейна, наибольшей извѣстностью пользуется *монмартскій гипсъ* съ его знаменитыми остатками *млекопитающихъ*. До настоящаго времени тамъ открыто свыше 50 различныхъ видовъ сумчатыхъ, грызуновъ, рукокрылыхъ и др. Первенствующее же мѣсто среди нихъ занимаютъ *жвачныя*: *Лофіодонъ* (Lophiodon), *Аноплотерій* (Anoplotherium), *Палеотерій* (Palaeotherium) и *Ксифодонъ* (Xiphodon). Тамъ же найдены и исполинскія птицы, крокодилы, ящерицы, наземныя, рѣчныя и болотныя черепахи, лягушки, на-

сѣкомыя и пауки, различные моллюски и, кромѣ того, многочисленныя наземныя и болотныя растенія. Отложенія гипса чередуются съ мергелемъ и вѣроятно произошли такимъ образомъ, что при отступленіи моря въ глубжележащихъ частяхъ Парижскаго бассейна осталась лагуна, въ которой, вслѣдствіе испаренія воды, началъ осаждаться гипсъ. Во время бурь и приливовъ волны достигали до лагуны и снабжали ее свѣжимъ притокомъ морской воды, а временами море заливало весь бассейнъ и тогда вмѣсто гипса осаждались залежи мергеля.

Почти въ каждомъ пластѣ монмартскаго гипса встрѣчаются остатки позвоночныхъ, рѣдко полные скелеты, чаще въ видѣ разсѣянныхъ костей, оріентироваться въ которыхъ было бы весьма затруднительно для палеонтолога, если бы онъ не руководствовался закономъ о взаимныхъ отношеніяхъ органовъ. Выше было уже указано, что сумчатыхъ животныхъ можно узнать по присутствію крючковиднаго отростка на нижней челюсти, млекопитающихъ вообще—по кореннымъ зубамъ и т. д. Плотоядныхъ можно узнать по небольшимъ рѣзцамъ, сидящимъ въ передней части челюстей, длиннымъ клыкамъ по обѣимъ сторонамъ рѣзцовъ и по кореннымъ зубамъ съ рѣжущими коронками, а въ особенности по характернымъ переднимъ кореннымъ зубамъ, спеціально приспособленнымъ для разрыванія мяса.

*Сумчатыя*, найденныя въ европейскихъ третичныхъ отложеніяхъ, большей частью схожи съ американскими типами; австралійскіе же типы, преобладавшіе въ теченіе мезозойской эры, почти совершенно уже исчезли. Въ Австраліи сохранились болѣе или менѣе тѣ же сумчатыя, которыя водились въ Европѣ и Америкѣ во время юрской эпохи; это, повидимому, указываетъ на то, что Европа находилась въ соединеніи съ Америкой до и послѣ третичнаго періода, съ Австраліей же—нѣтъ. По всей вѣроятности Австралія, бывшая—какъ мы предполагаемъ—въ палеозойскую эру въ соединеніи съ Мадагаскаромъ, южной Африкой, Индіей, а въ нижне-юрскую эпоху — съ южной Азіей и слѣдовательно весьма близкая къ Европѣ, отдѣлилась въ верхне-юрскую эпоху и превратилась съ тѣхъ поръ въ отдѣльный, изолированный материкъ, на которомъ сохранилась и продолжала развиваться чрезвычайно своеобразная, носящая мезозойскій характеръ, фауна.

Послѣдствія этого отдѣленія очевидны: Австралія отстала въ своемъ развитіи, и если она и не застыла окончательно на той точкѣ, которую занимала въ нижне-юрскую эпоху, то все же сдѣлала съ тѣхъ поръ такъ мало успѣховъ, что населяющія ее животныя производятъ на насъ впечатлѣніе живыхъ окаменѣлостей.

Изъ *высшихъ млекопитающихъ*, найденныхъ въ Парижскомъ бассейнѣ, назовемъ животное, получившее названіе *Палеоте-*

рій — *Palaeotherium*. Палеотеріи водились въ большомъ числѣ не только во Франціи, но и въ Швейцаріи и въ Германіи, жили повидимому стадами и питались растеніями. Въ строеніи скелета обнаруживается большая близость съ тапиромъ, который занимаетъ совершенно изолированное положеніе въ современной системѣ непарнокопытныхъ животныхъ и является живымъ ископаемымъ, сохранившимся изъ глубокой древности до настоящей геологической эпохи. Палеотерій по внѣшнему виду, должно быть, тоже напоминалъ тапира и, подобно ему, имѣлъ короткій хоботъ, на что указываетъ устройство носовыхъ костей и ширина носовыхъ полостей; отличается онъ отъ тапира строеніемъ зубовъ и числомъ пальцевъ. Рѣзцы и клыки, правда, по-

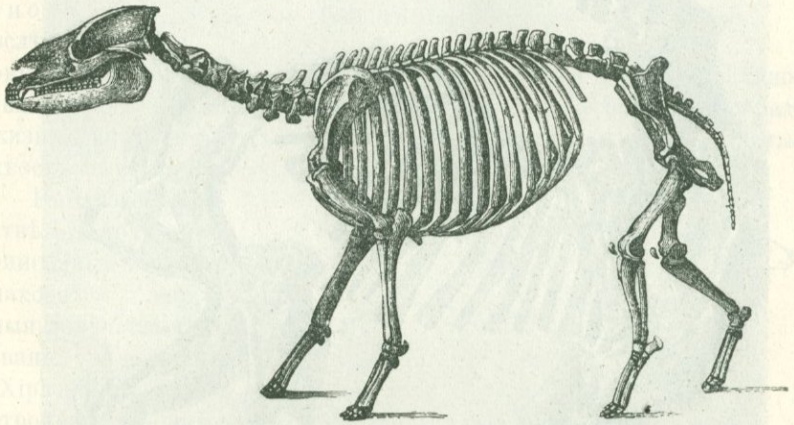


Рис. 199. Palaeotherium magnum.—Реставрированный скелетъ палеотерія.

хожи на соотвѣтствующіе зубы тапира, но коренные зубы напоминаютъ скорѣе зубы носорога. На переднихъ и заднихъ конечностяхъ имѣлось по три пальца, изъ которыхъ средній былъ развитъ значительно больше крайнихъ,—явленіе, все рѣзче и рѣзче выступающее въ послѣдующихъ видахъ и кончающееся полной атрофіей крайнихъ пальцевъ у лошади, имѣющей только по одному пальцу на ногахъ, между тѣмъ какъ у тапира на заднихъ конечностяхъ по три пальца, на переднихъ—по четыре. Мы видимъ, слѣдовательно, что палеотерій соединяетъ въ себѣ признаки тапира, лошади и носорога, т. е. представляетъ коллективный типъ. Небольшіе экземпляры палеотеріевъ, по величинѣ, равнялись приблизительно зайцу, крупные же экземпляры достигали величины большого быка.

Предметъ особеннаго вниманія палеонтологовъ и зоологовъ составляетъ, однако, другое животное той же эпохи, извѣстное подъ названіемъ *Аноплотерій* (*Anoplotherium*) (отъ слова anoplos—

невооруженный); его представляютъ въ видѣ лошадеподобнаго животнаго, съ сильно развитымъ хвостомъ, но по многимъ особенностямъ своего строенія аноплотерій ближе подходитъ къ жвачнымъ. Въ устройствѣ зубовъ аноплотерій отличается отъ всѣхъ прочихъ копытныхъ тѣмъ, что рѣзцы и клыки (подобно соотвѣтствующимъ зубамъ у человѣка) плотно, безъ свободныхъ промежутковъ, примыкаютъ къ кореннымъ зубамъ. Задніе коренные зубы (три) представляютъ полнѣйшее сходство съ тѣми же зубами палеотерія, между тѣмъ какъ передніе коренные скорѣе напоминаютъ зубы свиньи и жвачныхъ. Это удивительное смѣшеніе признаковъ, характерныхъ для жвачныхъ и свиней, повторяется и въ строеніи прочихъ частей скелета. Ноги, хотя и снабжены двумя пальцами, какъ у жвачныхъ или двукопытныхъ,

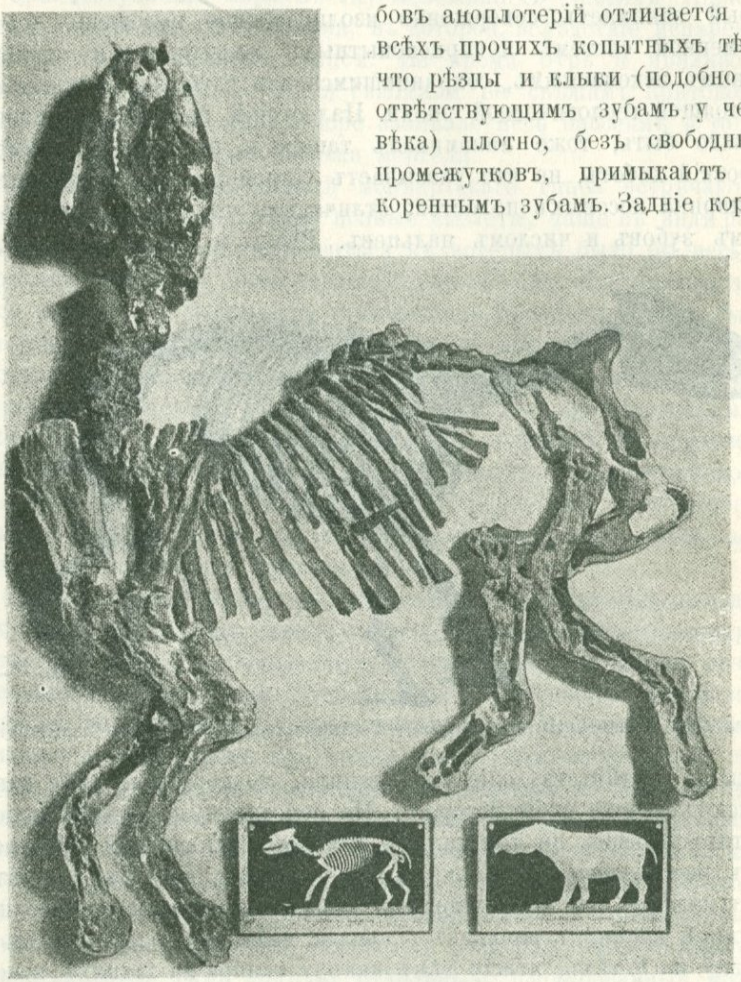


Рис. 200. Палеотерій великій (Palalotherium magnum) изъ монмартскаго гипса (Парижъ. Jardin des plantes).

но во всемъ остальномъ представляютъ совершенно такое же строеніе, какъ у толстокожихъ. У нѣкоторыхъ имѣются рудименты остальныхъ пальцевъ, доказывающіе, что этотъ видъ произошелъ отъ животныхъ, имѣвшихъ болѣе, чѣмъ по два пальца на ногахъ. Судя по большому количеству найденныхъ костей, аноплотеріи были очень многочисленны въ древнетретичную эпоху, но вслѣдъ затѣмъ они быстро вымерли. Размѣры ихъ колеблются между величиной свиньи и осла. Кювье полагалъ, что они вели такой же образъ жизни, какъ бегемотъ, и что ихъ длинный, хорошо развитый хвостъ былъ приспособленъ къ плаванію и ныряніе.



Рис. 201. Anoplotherium commune—Аноплотеріумъ.

Въ близкомъ родствѣ съ только-что описаннымъ видомъ находятся животныя, получившія названіе *Ксифодонъ* (Xiphodon). Это были стройныя, изящныя животныя, величиной съ серну. Строеніемъ своего тѣла они очень напоминали нашихъ газелей, но все-таки не представляли чистаго типа жвачныхъ, а соединяли въ себѣ признаки жвачныхъ и толстокожихъ. Кювье, на основаніи изслѣдованія найденныхъ ископаемыхъ, полагалъ, что животныя эти отличались большимъ проворствомъ, хорошо развитымъ слухомъ и смышленостью.

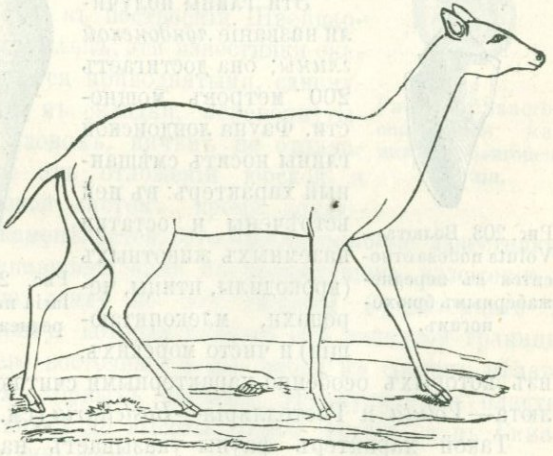


Рис. 202. Xiphodon gracile—Ксифодонъ.

Плотоядныя весьма рѣдко встрѣчаются въ Парижскомъ бассейнѣ. Немногочисленные найденные виды отличаются небольшими размѣрами, но, судя по зубамъ, были свирѣпыми хищниками.

*Лондонскій бассейнъ* находился въ соединеніи съ Парижскимъ и вмѣстѣ съ нимъ составлялъ заливъ Атлантическаго океана, занимавшій Бельгію и, можетъ быть, также и часть сѣверозападной Германіи, между тѣмъ какъ остальная часть Европы, за исключеніемъ южныхъ областей, представляла сушу. Такова была по крайней мѣрѣ конфигурація моря и суши въ эоценовую эпоху. Съ наступленіемъ олигоценовой послѣдовали значительныя измѣненія въ распредѣленіи суши и моря, которое залило почти всю сѣверную Германію и доходило до Саксоніи и Тюрингена.

Третичныя отложенія Лондонскаго бассейна образовались слѣдовательно одновременно и въ одномъ и въ томъ же заливѣ съ отложеніями Парижскаго бассейна и заключаютъ въ себѣ однородную флору и фауну, несмотря на то, что петрографическій характеръ этихъ обоихъ бассейновъ совершенно различный. Въ Лондонскомъ бассейнѣ мы не находимъ ни грубаго известняка, ни гипса, а вмѣсто нихъ *пески* и сѣрыя, синія и почти черныя *глины*.



Рис. 203. Волюта—Voluta nodosa относится къ переднежаберными брюхоногимъ.

Эти глины получили названіе *лондонской глины*; она достигаетъ 200 метровъ мощности. Фауна лондонской глины носитъ смѣшанный характеръ: въ ней встрѣчены и остатки наземныхъ животныхъ (крокодилы, птицы, черепахи, млекопитающія) и чисто морскихъ, изъ которыхъ особенно характерными считаютъ брюхоногихъ: Волюта—*Voluta* и Ростеллярія—*Rostellaria* (см. рисунки).

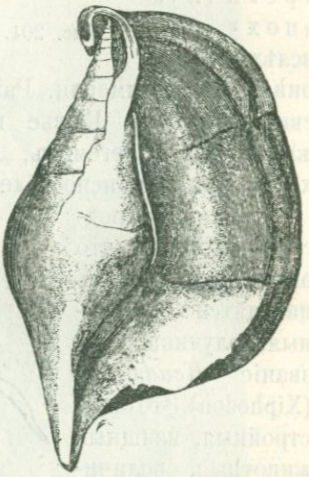


Рис. 204. Ростеллярія—Rostellaria macroptera относится къ переднежаберными брюхоногимъ.

Такой характеръ фауны указываетъ на то, что лондонская глина отлагалась въ морѣ, но недалеко отъ материка; болѣе подробное разсмотрѣніе фауны и флоры лондонской глины позволяетъ предполагать, что климатъ въ то время былъ тропическій. Нижнеолигоценовыя отложенія Англіи сложены чередующимися слоями прѣсноводныхъ и солоноватыхъ отложеній (пески, рухляки и глины) съ различными моллюсками, изъ которыхъ назовемъ прѣсноводныхъ брюхоногихъ: Планорбисъ—*Planorbis* и Вивипарія—*Viviparia* (см. рисунки на стр. 449-ой).

Верхнія *олигоценовыя* отложенія Англіи заключаютъ въ себѣ большое количество хорошо сохранившихся растительныхъ остат-

ковъ: хвойныя растенія, папоротники, лавровыя и коричныя деревья, дубы, пальмы, фиговыя деревья и проч., т.-е. большей частью тропическія формы. Изъ этого можно заключить, что въ описываемую эпоху въ Европѣ господствовалъ теплый климатъ, болѣе теплый, чѣмъ въ мѣловой періодъ.

*Нуммулитовыя горы, флишъ* и *шиферъ*. До тѣхъ поръ, пока господствовало воззрѣніе, что плотность и твердость породы прямо пропорціональны ея возрасту, всѣ мягкія, пластическія глины, рыхлые пески и гальки считали за очень молодыя образованія, а плотнымъ, твердымъ отложеніямъ приписывали весьма древнее происхожденіе. Вся несостоятельность этого воззрѣнія едва ли выступаетъ гдѣ-либо очевиднѣе, чѣмъ при изученіи древнетретичныхъ отложеній. Въ обширномъ районѣ Европы мы встрѣчаемъ преимущественно глины, рыхлые пески, гальки и песчаные мягкіе известняки. Если же мы обратимся къ Альпамъ, то уже на небольшомъ разстояніи отъ верхняго Цюрихскаго озера встрѣтимъ твердые известняки, представляющіе значительную мощность и принимающіе большое участіе въ построеніи Швейцарскихъ Альпъ; эти известняки оказываются приподнятыми, сдвинутыми въ складки, перевернутыми, словомъ, ничѣмъ не отличаются отъ отложеній юрской и мѣловой системъ, кромѣ заключенныхъ въ нихъ окаменѣлостей. Это *нуммулитовые* известняки, не разъ уже упоминавшіеся нами въ предыдущемъ изложеніи и образующіе широкую ленту по обѣ стороны Средиземнаго и Краснаго морей, — ленту, которая тянется отъ западной границы Стараго Свѣта до его восточнаго края, входя въ составъ цѣлаго ряда величественныхъ горныхъ системъ. Нуммулитовые пласты простираются въ Альпахъ до высоты 10.000 футовъ, а въ Гималаяхъ достигаютъ 16.000 футовъ.



Рис. 205. Viviparia orbicularis изъ нижняго олигоцена Англіи.



Рис. 206. Planorbis cnomphalus изъ нижняго олигоцена Англіи.

Рядомъ съ этими исполинскими сооруженіями, возведенными нуммулитами, большое значеніе имѣютъ твердые *песчаники* и *глинистые сланцы*. По своему внѣшнему виду и по петрографическому характеру они легко могли бы быть отнесены къ силурійской или девонской системѣ. И дѣйствительно, въ теченіе долгаго времени имъ приписывали гораздо болѣе древнее происхожденіе, чѣмъ то, которое они имѣютъ въ дѣйствительности. Это становится болѣе понятнымъ, если принять во вниманіе, что описываемыя отложенія на большихъ протяженіяхъ крайне бѣдны окаменѣлостями или же содержатъ въ огромныхъ количествахъ однѣ лишь

морскія водоросли—фукоидеи. Въ Бернскомъ Оберландѣ находятся мергельные сланцы, содержащіе фукоидей и легко вывѣтривающіеся; они называются тамъ *флишъ*; оттуда это названіе перешло въ геологію. *Флишъ* не ограничивается однѣми швейцарскими Альпами, а встрѣчается также въ австрійскихъ Альпахъ, въ Карпатахъ, въ Италіи, на Балканскомъ полуостровѣ, въ Малой Азіи и на Кавказѣ. Происхожденіе его еще недостаточно выяснено. Нѣкоторые геологи причисляютъ къ флишу знаменитый кровельный шиферъ въ швейцарскомъ кантонѣ *Гларисъ*, извѣстный своимъ богатствомъ своеобразными костистыми рыбами. Въ гларисскомъ шиферѣ до сего времени найдено свыше 50 видовъ этихъ рыбъ, изъ которыхъ укажемъ на *Палеоринхусъ*—Palaeorhynchus latus и Palaeorhynchus longirostris. Оба эти вида относятся къ тому же семейству, что и современная мечъ-рыба, водящаяся въ Средиземномъ морѣ. Palaeorhynchus longirostris достигалъ въ длину 1 метра и имѣлъ длинный клювъ, длиной въ 24 сантиметра, которому онъ и обязанъ своимъ названіемъ (longirostris — длинноклювый). Достойно вниманія, что изъ всѣхъ 50 видовъ, открытыхъ въ гларисскомъ шиферѣ, ни одинъ не встрѣчается болѣе гдѣ-нибудь въ другомъ мѣстѣ, за исключеніемъ Palaeorhynchus latus, найденнаго также въ эльзасскомъ шиферѣ. Гларисская рыбная фауна, слѣдовательно, является единственной въ своемъ родѣ; это тѣмъ болѣе удивительно, что она представляла собою населеніе открытаго моря, а не внутренняго озера, а морскія рыбы не могли же жить исключительно въ одномъ пунктѣ. Это обстоятельство показываетъ, насколько мы должны быть осмотрительны въ нашихъ выводахъ: отсутствіе какого-нибудь вида или отряда изъ царства животныхъ не даетъ намъ права дѣлать заключеніе, что эти типы не существовали въ данную эпоху. Если бы гларисскій шиферъ былъ покрытъ въ настоящее время моремъ или же былъ бы уже размытъ водой, то мы не имѣли бы никакого представленія о томъ, какіе виды рыбъ населяли швейцарское море въ эоценовую эпоху.

Древнетретичныя отложенія кровельнаго шифера въ кантонѣ Гларисъ представляютъ не что иное, какъ затвердѣвшій глинистый илъ. Здѣсь издавна производится ломка шифера. Онъ откалывается плитами различныхъ размѣровъ, изъ которыхъ болѣе толстыя идутъ на кровли, на настилку половъ въ кухняхъ, погребахъ и пр., а изъ тонкихъ плитъ изготовляются аспидныя, столовыя доски и пр. Каждая плита состоитъ изъ двухъ частей: болѣе твердой, въ составѣ которой преобладаютъ известковыя и кремневыя соединенія, и изъ болѣе мягкой, состоящей изъ глинистой массы. Шиферныя плиты имѣли примѣненіе еще въ древности. По крайней мѣрѣ обломки ихъ найдены въ развалинахъ римскихъ зданій въ Цюрихскомъ кантонѣ, изъ чего можно заклю-

чить, что они тогда уже вѣроятно служили для настилки половъ или обшивки стѣнъ.

Ломка шифера производится и въ другихъ пунктахъ по сѣверному краю Альпъ.

*Древнетретичныя отложенія въ сѣверной Германіи; бурый уголь и янтарь.* Сѣверо-германская низменность, повидимому, была въ *эоценовую* эпоху сплошнымъ материкомъ, потому что здѣсь мы нигдѣ не встрѣчаемъ горныхъ массъ одинаковаго возраста съ парижскимъ грубымъ известнякомъ и лондонской глиной или съ нуммулитовыми отложеніями и флишемъ Альпъ и Карпатовъ. Совсѣмъ не то происходило въ *олигоценовую* эпоху, съ которой напримѣръ совпадаетъ образованіе монмартскаго гипса. Въ то время, какъ Лондонскій и Парижскій бассейны начали постепенно мелѣть, вслѣдствіе чего въ это время въ нихъ могли отлагаться лишь прѣсноводныя и мелководныя образованія, сѣверная Германія заливается моремъ, заливы котораго простираются до Тюрингена, Саксоніи и Силезіи; узкій проливъ этого моря, повидимому, тянется черезъ Кассель и Фульду до Майнцскаго бассейна, направляется далѣе по Рейнской долинѣ, между Вогезами и Шварцвальдомъ, и доходитъ до французско-швейцарскаго моря. Соотвѣтственныя отложенія состоятъ по большей части изъ блестящихъ гладкихъ кварцевыхъ галекъ, песковъ, песчаниковъ и глинъ. Сравнительно рѣже гальки оказываются спаянными въ болѣе или менѣе плотный конгломератъ. Но вмѣстѣ съ тѣмъ тамъ, должно быть, существовали и большіе или меньшіе участки суши — на это указываютъ мощные и обширные флецы *бураго угля*. Онъ, правда, значительно уступаетъ по своему горизонтальному распространенію древнимъ залежамъ каменнаго угля, но зато мощностью часто превосходитъ ихъ. Такъ напримѣръ, извѣстны нѣкоторые флецы бураго угля мощностью въ 40—50 метровъ, причемъ нерѣдко нѣсколько флецовъ—до шести, семи и болѣе—залегаютъ одинъ надъ другимъ. Бурый уголь большею частью представляетъ темнобурую окраску и слабый блескъ. Строеніе его измѣнчиво: то плотное, то слоистое, нерѣдко деревянистое или землистое; иногда его растительная структура можетъ быть распознана уже невооруженнымъ глазомъ. По своему химическому составу, онъ отличается отъ каменнаго угля меньшимъ содержаніемъ углерода — среднимъ числомъ, около 63%, между тѣмъ какъ въ каменномъ углѣ содержится отъ 70% до 95% углерода. Въ общемъ, содержаніе углерода въ буромъ углѣ подвержено большимъ колебаніямъ—отъ 50% до 77%. Бурый уголь представляетъ промежуточное звено между торфомъ и каменнымъ углемъ.

По наружному виду и строенію бурый уголь распадается на нѣсколько разновидностей. 1) *Лигнитъ* — деревянистый бурый

уголь, въ которомъ явственно можно различить его растительную структуру, нерѣдко даже отдѣльные сучья и стволы. 2) *Смолистый* уголь—представляетъ черную окраску и смоляной блескъ. 3) *Болотный* бурый уголь, съ слабымъ блескомъ или совсѣмъ безъ блеска, съ землистымъ изломомъ; какъ горючій матеріалъ не имѣетъ большого значенія. 4) *Обыкновенный бурый* уголь—плотное, твердое строеніе и раковистый, неровный изломъ. 5) *Восковой* уголь—своеобразная разновидность, примѣняющаяся для добыванія парафина; имѣетъ незначительный удѣльный вѣсъ и грязную желтоватую окраску; отъ дѣйствія огня плавится въ салоподобную массу. 6) *Бумажный* бурый уголь расщепляется на отдѣльные слои, тонкіе, какъ бумага; при сгораніи даетъ большое количество золы.

Для того, чтобы уяснить себѣ условія образованія бураго угля, мы должны представить, что сѣверная и нѣкоторыя части средней Германіи временами, при надвиганіи и отступленіи моря, покрывались обширными болотами, въ нихъ обильно разрастались растенія, дававшія матеріалъ для мощныхъ отложеній торфа; затѣмъ пласты песку и глины постепенно покрывали торфъ, и онъ также постепенно превращался въ бурый уголь. По мнѣнію Креднера, главнымъ матеріаломъ для образованія бураго угля служили хвойныя растенія и изъ нихъ преимущественно кипарисовыя и родственныя имъ формы. Въ нѣкоторыхъ залежахъ бураго угля вмѣсто хвойныхъ растеній находимъ однако сдавленные остатки водяныхъ травовидныхъ или же лиственныхъ растеній. Глины и песчаники, залегающіе среди флецовъ бураго угля, тоже богаты растительными остатками, въ особенности листьями. Чаще всего встрѣчаются остатки дубовъ, лавровъ, коричныхъ деревьевъ, магнолій, фиговыхъ, орѣховыхъ деревьевъ, березъ, кленовъ, а также и нѣкоторыя латаніи и кокосовыя пальмы. «Для флоры сѣверогерманскихъ залежей бураго угля весьма характерно — замѣчаетъ Креднеръ—совмѣстное существованіе хвойныхъ, вѣчнозеленыхъ лавровъ, латаній и кокосовыхъ пальмъ. Флора эта носила приблизительно такой же характеръ, какой имѣетъ растительность Флориды и Луізіаны, но вмѣстѣ съ тѣмъ, нельзя не замѣтить нѣкоторыхъ общихъ чертъ съ индѣйско-австралійской флорой предыдущихъ эпохъ».

Кромѣ бураго угля, слѣдуетъ упомянуть еще о другомъ растительномъ продуктѣ древнетретичныхъ отложеній Сѣверной Германіи. Это — *янтарь*, извѣстный и высоко цѣнимый еще у древнихъ грековъ подъ именемъ электронъ (Electron). Янтарь есть не что иное, какъ ископаемая смола различныхъ хвойныхъ деревьевъ. Самымъ богатымъ мѣстонахожденіемъ янтаря считаются морскія отложенія песку на берегу Балтійскаго моря, такъ называемая «синяя земля», близъ Кенигсберга, гдѣ янтарь встрѣчается въ

необычайномъ количествѣ въ перемежку съ зубами акулъ, морскими раковинами и обломками дерева. Янтарь очевидно принесенъ сюда теченіемъ рѣкъ вмѣстѣ съ прочими осадками изъ хвойныхъ лѣсовъ ближайшихъ странъ, главнымъ образомъ Скандинавіи и Финляндіи. Кромѣ окрестностей Кенигсберга, янтарь можно встрѣтить по всему побережью Балтійскаго моря и даже по западному берегу Ютландіи и Шлезвигъ-Гольштейна. Это объясняется тѣмъ, что слой съ янтаремъ, омываемый у Кенигсберга моремъ, разрушается понемногу прибоемъ, который вымываетъ изъ песку кусочки янтаря, уноситъ ихъ въ море и выбрасываетъ гдѣ-нибудь на берегъ. Такимъ образомъ вдоль всего побережья образовались морскія отложенія, заключающія въ себѣ янтарь. Благодаря этому обстоятельству, мы находимъ одинъ и тотъ же янтарь и въ древнетретичныхъ, и въ новотретичныхъ, и даже въ дилювіальныхъ и современныхъ отложеніяхъ: море безпрерывно выбрасываетъ на берегъ все новыя и новыя массы янтаря. Спо-

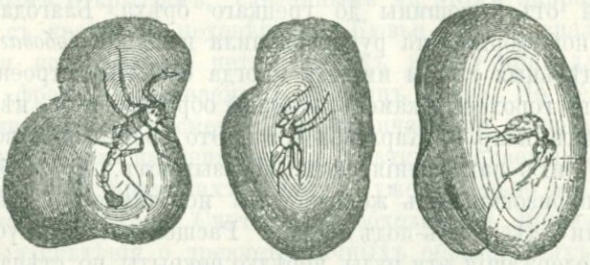


Рис. 207. Остатки насѣкомыхъ и ракообразныхъ въ янтарѣ.

собы добыванія янтаря весьма разнообразны. Самый простой—это непосредственное собираніе разсѣянныхъ по берегу кусковъ янтаря; затѣмъ ихъ ловятъ сѣтями, при наступленіи прилива, а въ нѣкоторыхъ пунктахъ водолазы ныряютъ за добычей въ море; наконецъ, вблизи Кенигсберга янтарь, этотъ «прусскій алмазъ», добывается рудокопами прямо изъ «синей земли».

Янтарь имѣетъ большое значеніе въ наукѣ, благодаря заключеннымъ въ немъ насѣкомымъ, которыя нерѣдко оказываются поразительно сохранившимися въ своей прозрачной средѣ. Въ нашихъ хвойныхъ лѣсахъ представляется не мало случаевъ наблюдать, какъ совершается этотъ процессъ окаменѣнія. Нерѣдко можно видѣть, какъ мухи, муравьи, комары и другія насѣкомыя пристаютъ къ смолѣ и понемногу обволакиваются ею. Конечно, болѣе слабые виды чаще подвергаются этой участи, чѣмъ сравнительно сильные жуки, осы и проч.

Кромѣ побережій Балтійскаго и Нѣмецкаго морей, янтарь встрѣчается также въ различныхъ системахъ другихъ странъ, но

уже значительно рѣже. Цвѣтъ и химическій составъ его мѣняются въ зависимости отъ мѣстонахожденія и, кромѣ наиболѣе часто встрѣчающагося желтаго янтаря, существуютъ также ярко-красныя, синія, зеленыя и черныя разновидности его.

---

Нуммулитовыя отложенія и флишъ, достигающія такого мощнаго развитія въ Альпахъ, совершенно отсутствуютъ въ сосѣднихъ *Юрскихъ горахъ*, и не только они, но и вообще какія бы то ни было другія *морскія* отложенія одновременнаго происхожденія, изъ чего слѣдуетъ заключить, что въ то время здѣсь существовала суша. Въ пользу того же говорятъ и остатки наземныхъ животныхъ, а также и «*красная земля*», обязанная своимъ происхожденіемъ вывѣтриванію чистыхъ известняковъ. Вмѣстѣ съ этой «красной землей» и сопровождающими ее обломками известняковъ, кремневыми валунами, пескомъ и проч., встрѣчаются куски бураго желѣзняка, шарообразной или бобовидной формы, величиной отъ горошины до грецкаго орѣха. Благодаря своей своеобразной формѣ, эта руда получила названіе *бобоваго желѣзняка*. Отдѣльныя глыбы имѣютъ иногда слоистое строеніе, напоминая тотъ гороховый камень, который образуется въ нѣкоторыхъ источникахъ, напр. въ Карлсбадскомъ. Это обстоятельство, а равно и условія ихъ нахожденія, ясно показываютъ, что бобовые желѣзняки произошли изъ желѣзистыхъ источниковъ, которые нѣкогда били здѣсь изъ-подъ земли. Расщелины и углубленія въ горахъ, содержащія эти руды, нерѣдко покрыты по стѣнамъ корой изъ кварца, изъ чего заключаютъ, что указанные минеральные источники имѣли высокую температуру.

Изъ бобовыхъ желѣзняковъ добывается желѣзо отличнаго качества; это единственныя желѣзныя руды въ Швейцаріи. Образованіе бобоваго желѣзняка началось еще въ мѣловую эпоху и продолжалось до міоценовой эпохи; наибольшее же его развитіе совпадаетъ съ древнетретичной эпохой, что доказывается заключенными въ бобовомъ желѣзнякѣ животными остатками.

Гееръ насчитываетъ свыше 70 видовъ животныхъ остатковъ, найденныхъ въ *швейцарскихъ* отложеніяхъ, изъ нихъ около 60 *млекопитающихъ*. Среди послѣднихъ первое мѣсто принадлежитъ палеотеріямъ и родственному имъ виду *Лофіодонъ* (Lophiodon). Тутъ же встрѣчаются и *Аноплотерій* (Anoplotherium) и *Ксифодонъ* (Xiphodon), эти предшественники жвачныхъ, съ которыми мы познакомились уже при описаніи Парижскаго бассейна. Не менѣе интересно ископаемое, извѣстное подъ названіемъ *Анхитеріумъ* (Anchitherium), который является соединительнымъ звеномъ между тапирообразными палеотеріями и лошадьми и считается родоначальникомъ послѣднихъ.

Изъ прочихъ многочисленныхъ представителей древнетретичныхъ млекопитающихъ остановимся на чрезвычайно интересномъ типѣ, на обезьянѣ *Ценопитекъ*—Cänopithecus, открытой въ Солотурнскомъ кантонѣ. По мнѣнію Рютимейера, эта эоценовая обезьяна представляетъ собою коллективный типъ, такъ какъ она соединяетъ въ себѣ признаки американскихъ ревуновъ и южноафриканскихъ полуобезьянъ, т. е. двухъ отрядовъ, очень рѣзко отличающихся въ настоящее время одинъ отъ другого. Весьма возможно, что въ лицѣ Ценопитека мы имѣемъ передъ собой одного изъ родоначальниковъ обезьянъ вообще, —вѣтвь, отъ которой съ одной стороны отходятъ нынѣшнія полуобезьяны, а съ другой — обезьяны Стараго и Новаго Свѣта. Но возможно также и то, что это представитель изолированной вѣтви, которая вымерла, не достигши широкого распространенія.

Вопросъ о существованіи доисторическихъ обезьянъ въ свое время служилъ предметомъ самыхъ ожесточенныхъ споровъ и къ первымъ открытіямъ, сдѣланнымъ въ этомъ направленіи, отнеслись съ крайнимъ недовѣріемъ. Кювье еще не зналъ о существованіи ископаемыхъ четверорукихъ и ему принадлежитъ извѣстная фраза: «ископаемыхъ обезьянъ нѣтъ». Но не прошло и нѣсколькихъ лѣтъ со смерти этого величайшаго зоолога и палеонтолога, какъ были найдены первые остатки ископаемыхъ обезьянъ, а въ настоящее время ихъ извѣстно уже довольно много.

*Палеогенъ Россіи.* Считаемъ необходимымъ привести также нѣкоторыя свѣдѣнія о древнетретичныхъ образованіяхъ Россіи.

Палеогеновыя отложенія тянутся въ Европейской Россіи широкою полосою, почти въ 1.900 верстъ длины, отъ западной границы Польши до Волги. Но конечно и здѣсь нужно помнить, что въ различныя эпохи одного и того же періода распредѣленія суши и моря бываютъ далеко не одинаковы. Въ данномъ случаѣ, говоря о полосѣ въ 1.900 верстъ длиною, мы подразумѣваемъ всю совокупность палеогеновыхъ отложеній Европейской Россіи или, что то же, палеогеновыхъ русскихъ морскихъ бассейновъ, которые въ различные моменты древнетретичнаго періода имѣли различныя очертанія и различныя площади. Какъ видно на прилагаемыхъ карточкахъ, въ началѣ и отчасти въ срединѣ *эоценовой* эпохи море въ предѣлахъ современной Европейской Россіи было вытянуто въ меридіональномъ направленіи, и только къ концу эоценовой эпохи и къ началу *олигоценовой* оно постепенно принимаетъ очертанія, представленныя на рисункѣ 209 (нижнеолигоценовый бассейнъ).

Понятно, что на такой громадной площади древнетретичные осадки не могутъ быть однообразными, и дѣйствительно, они тоже довольно рѣзко раздѣляются на два типа, соотвѣтствующіе двумъ

типамъ древнетретичныхъ отложеній Западной Европы: *сѣверному* (Франція, Англія и сѣверо-западная Германія; см. выше) и *южному* (Альпы, Карпаты, Пиренеи) или такъ называемому *нуммулитовому*. Отложенія сѣвернаго типа развиты въ губерніяхъ — Кіевской, Черниговской, Полтавской, въ западныхъ уѣздахъ Орловской, Курской, Харьковской, Воронежской, на сѣверѣ Херсонской, Симбирской и Саратовской. *Н. Соколовъ*, выпустившій въ 1893 г. крупную работу «о нижнетретичныхъ отложеніяхъ Южной Россіи», дѣлитъ наши третичныя отложенія сѣвернаго типа на 3 области: 1) *Съверо-западная Россія*, гдѣ эти осадки сложены (идя снизу): a) синей известковой глиной; b) главконитовыми песчано-глинистыми отложеніями и c) свѣтлоокрашенными песками, иногда съ




Рис. 208. Нижне- (частью средне-) эоценовый бассейнъ.
Моря заштрихованы.




Рис. 209. Нижне-олигоценовый бассейнъ.
Моря заштрихованы.

прослоями бураго угля. Отложенія этой области можно вполнѣ параллелезировать съ таковыми второй области. 2) *Бассейны Днѣпра и Донца*. Здѣсь Соколовъ выдѣляетъ уже 4 яруса: $a_1$) *Бучакскій*, сложенный песками и песчаниками, въ которыхъ часто заключены прослои фосфоритовъ и окаменѣлые стволы деревьевъ и иногда довольно многочисленные остатки моллюсковъ; a) *Кіевскій или спондиловый ярусъ* (параллеленъ ярусу *a* сѣверной Россіи) сложенъ или *голубоватымъ* мѣлоподобнымъ *мергелемъ*, или очень похожей на него, но болѣе рыхлой *спондиловой* глиной, названной такъ потому, что для нея характерны нѣкоторые виды моллюска Спондилусъ—(Spondylus). Вообще же моллюски встрѣчаются въ этомъ ярусѣ рѣдко, гораздо чаще—зубы акулъ и микроскопическіе фораминиферы; b) *Харьковскій ярусъ* (параллеленъ *b* сѣверной Россіи). Главконитовыя песчано-глинистыя отложенія изо-

билуютъ иглами губокъ, такъ называемыми спонголитами, иногда содержатъ довольно богатую морскую фауну; с) *Полтавскій ярусъ* (параллеленъ яр. *е* сѣверной Россіи) сложенъ кварцевыми желтобѣлыми песками и песчаниками, въ которыхъ нерѣдко заключены окаменѣлые стволы деревьевъ; въ верхнихъ горизонтахъ часто заключаютъ прослои глинъ, а въ нижнихъ—бураго угля.

Третья область—*Поволжье* уже не раздѣляется такъ опредѣленно на ярусы, и мы не станемъ утомлять читателя перечисленіемъ различныхъ породъ, которыми представлены нижнетретичныя образованія въ различныхъ пунктахъ Поволжья; скажемъ только, что и здѣсь главконитовыя песчанистыя отложенія играютъ первенствующую роль.

Флора нижнетретичныхъ отложеній Россіи, изученная главнымъ образомъ для Кіевской губерніи, говоритъ о подтропическомъ ея характерѣ—тутъ росли пальмы (Sabal), фикусы, циннамомы, не мало было и представителей австралійской флоры, напр. эвкалиптусовъ.

*Южный типъ*, — образованія, аналогичныя нуммулитовымъ отложеніямъ Альпъ,—у насъ развиты въ *Крыму* и на *Кавказѣ*. Въ Крыму нуммулитовыя образованія тянутся узкой полосой вдоль сѣвернаго склона Таврическихъ горъ отъ г. Севастополя до г. Ѳеодосіи и ихъ можно раздѣлить на два горизонта: *верхній*—сложенъ плотными известняками съ крупными нуммулитами, *нижній*—свѣтлыми известковыми и главконитовыми рухляками; выше нуммулитовыхъ отложеній лежатъ темносѣрыя глины съ фораминиферами, бѣлые мергели съ моллюсками и фораминиферами, а надъ ними опять сѣрыя глины съ раковинами морскихъ моллюсковъ и фораминиферъ.

Относительно Кавказа нужно оговориться, что на сѣверномъ склонѣ совершенно неизвѣстно настоящихъ нуммулитовыхъ отложеній, въ Закавказьѣ же они имѣютъ довольно широкое распространеніе.

---

Читатель могъ убѣдиться изъ предыдущаго изложенія, что развитіе древнетретичной эпохи представляетъ необычайное разнообразіе и что было бы крайне ошибочно возводить какое-либо изъ мѣстныхъ развитій эпохи въ общій ея типъ и воспроизводить на этомъ основаніи картину общаго вида земли и характера ея обитателей въ третичную эпоху. На предыдущихъ страницахъ мы описали нѣсколько наиболѣе интересныхъ пунктовъ древнетретичной эпохи въ Европѣ, теперь сдѣлаемъ небольшую экскурсію въ Америку.

Въ сѣверо-западной части Сѣверо-Американскихъ Штатовъ извѣстны прѣсноводныя отложенія, достигающія громадной мощности въ 10.000 футовъ и содержащія, мѣстами въ необычайномъ множествѣ, остатки удивительныхъ млекопитающихъ. Особенной извѣстностью пользуются въ этомъ отношеніи такъ называемыя

Mauvaises Terres—пустыня въ Вайомингѣ, гдѣ третичныя отложенія, вслѣдствіе размыва, приняли самыя фантастическія формы утесовъ, обелисковъ, колоннъ и пр. Нижеслѣдующія строки заимствованы изъ описанія экскурсіи, совершенной нѣсколькими американскими геологами въ Mauvaises Terres. «На шестой день мы увидѣли передъ собою Mauvaises Terres, представляющія по истинѣ поразительное зрѣлище. На заднемъ планѣ обширной равнины, облитыя розовыми лучами заходящаго солнца, виднѣлись какъ бы развалины огромнаго города. Передъ нами поднимались стѣны и бастіоны, огромные дворцы съ куполами и всевозможныя зданія самыхъ странныхъ очертаній. Все вмѣстѣ производило подавляющее, фантастическое впечатлѣніе. На различныхъ разстояніяхъ надъ бѣлоснѣжной почвой поднимались кирпичнокрасные замки, съ зубцами и пирамидами, на верхушкахъ которыхъ лежали огромныя каменныя глыбы и, казалось, раскачивались вѣтромъ. Среди этого хаоса геологическихъ развалинъ подымается высокая каменная колонна, напоминающая маякъ. Индѣйцы называютъ это мѣсто заколдованнымъ городомъ. Почва во многихъ мѣстахъ покрыта толстымъ слоемъ ископаемыхъ костей, иногда отлично сохранившихся».

Сѣвероамериканская древнетретичная фауна въ нѣкоторыхъ отношеніяхъ сходна съ европейской, въ другихъ же представляетъ значительныя отклоненія отъ нея; такъ, напр., въ ней совершенно отсутствуютъ палеотеріи, аноплотеріи, ксифодонты и пр.

На югѣ Сѣверо-Американскихъ Соединенныхъ Штатовъ, въ Алабамѣ, были найдены остатки морского животнаго, названнаго *Цейглодонъ* (*Zeuglodon*). Это огромное морское чудовище, напоминающее кита, длиною въ 60—70 фут., съ короткой головой и очень маленькимъ вмѣстилищемъ для головного мозга. Переднія конечности превращены въ широкіе плавники, на которыхъ, однако, сохранились еще подвижные пальцы. Заднія конечности совершенно атрофированы, но зато хвостъ былъ, повидимому, снабженъ весьма значительно развитымъ плавникомъ, какъ у нынѣшнихъ китовъ. Въ Европѣ тоже были найдены ископаемые остатки морскихъ млекопитающихъ, но далеко не такіе полные, какъ въ Америкѣ.

Въ общемъ, древнетретичная фауна Америки представляетъ необычайное богатство какъ видовъ, такъ и индивидуумовъ. Мы остановимся на двухъ формахъ: *Корифодонъ* (*Coryphodon*) и *Диноцерасъ* (*Dinoceras*). Послѣдній встрѣчается только въ Америкѣ и притомъ исключительно въ Mauvaises Terres; первый же найденъ и въ Европѣ. *Корифодонъ* соединяетъ въ себѣ признаки различныхъ копытныхъ и на этомъ основаніи считается нѣкоторыми за родоначальника ихъ, что, впрочемъ, совершенно неправильно. Достойна вниманія необычайно малая вмѣстимость черепной коробки,—черта, напоминающая пресмыкающихся, а не мле-

копитающихъ; особенно слабо развитъ большой мозгъ. Судя по скелету, животное это напоминало медвѣдя съ той лишь разницей, что у него былъ хвостъ средней длины и что ноги представляли большое сходство съ ногами слона. Походкой своей корифодонъ, безъ сомнѣнія, тоже напоминалъ слона. Какъ бы въ возмѣщеніе за свою неповоротливость, животное это было одарено страшнымъ оружіемъ—огромными, сильно выдающимися клыками. Величина отдѣльныхъ экземпляровъ корифодоновъ колебалась между размѣрами быка и тапира.

*Диноцерасъ* (*Dinoceras*) (dinos—страшный, ceras—рогъ)—исполинскія, неуклюжія чудовища, представляющія, по своему наруж-

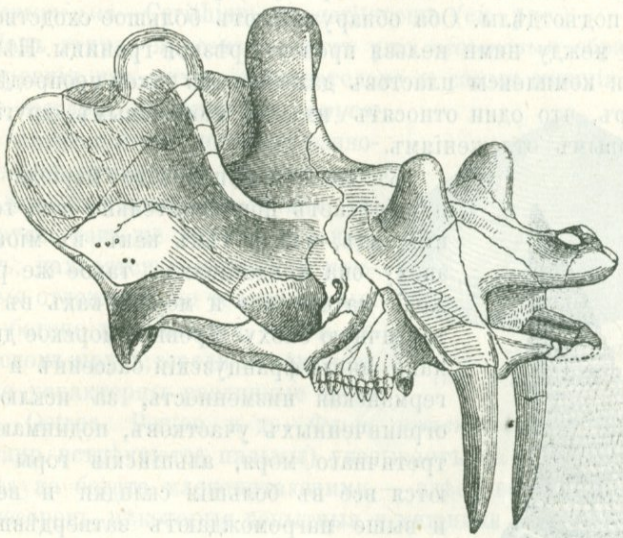


Рис. 210. Черепъ Диноцераса.—Dinoceras mirabile March.

ному виду, нѣчто среднее между слономъ и носорогомъ. Самая удивительная часть тѣла диноцераса—это его черепъ; нижняя челюсть заканчивается толстымъ, идущимъ книзу, продолженіемъ, напоминающимъ слегка закругленный топоръ; въ верхней челюсти отсутствуютъ рѣзцы, но зато огромнѣйшіе клыки выдаются далеко внизъ, какъ у моржа; на верхней поверхности черепа сидятъ шесть костныхъ наростовъ, которые по всей вѣроятности несли на себѣ рога; хотя ни одинъ изъ этихъ роговъ до сихъ поръ не найденъ (вѣроятно потому, что роговое вещество плохо сохраняется и рѣдко встрѣчается въ ископаемомъ состояніи), но тѣмъ не менѣе нѣтъ никакой возможности дать другое объясненіе этимъ костнымъ наростамъ. Прибавимъ еще въ заключеніе, что эти неуклюжіе исполины были одарены маленькимъ, плохо развитымъ мозгомъ.

# ГЛАВА XXXVII.

## Новотретичная эпоха (неогенъ).

Общая характеристика.—Вѣнскій бассейнъ.—Неогенъ Россіи.—Фауна.—Флора.

*Новотретичная эпоха* является какъ бы мостомъ чрезъ пропасть, отдѣляющую прежнія эпохи—съ ихъ своеобразными флорами и фаунами, эмбріональными и коллективными типами, перемѣщеніями суши и моря—отъ современной геологической эпохи.

Какъ уже читателю извѣстно, новотретичная система распадается на два главныхъ отдѣла: *міоценовый* и *пліоценовый*, изъ которыхъ каждый, въ свою очередь, подраздѣляется на многочисленные подъотдѣлы. Оба обнаруживаютъ большое сходство между собою и между ними нельзя провести рѣзкой границы. Нѣкоторые пласты и комплексы пластовъ даже носятъ такой неопредѣленный характеръ, что одни относятъ ихъ къ міоценовымъ, другіе — къ пліоценовымъ отложеніямъ.

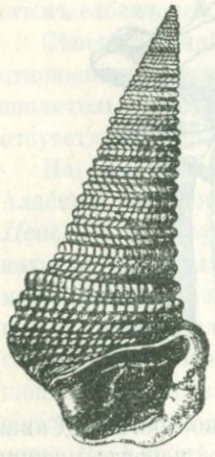


Рис. 211. Cerithium margaritaceum.

Къ концу пліоценоваго періода Европа пріобрѣтаетъ приблизительно свой теперешній видъ, между тѣмъ какъ въ міоценовую эпоху она представляла такое же расположеніе материковъ и морей, какъ въ древнетретичную эпоху. Древнее морское дно, какъ напр. англо-французскій бассейнъ и сѣверогерманская низменность, за исключеніемъ ограниченныхъ участковъ, поднимаются изъ третичнаго моря, альпійскія горы собираются все въ большія складки и все выше и выше нагромождаютъ затвердѣвшій илъ эоценовыхъ водъ—нуммулитовый известнякъ и флишъ. Зато напр. югозападная Франція, почти вся Италія, обширныя области Россіи, Австро-Венгріи, германское, нидерландское и датское побережье Сѣвернаго моря еще въ теченіе долгаго времени остаются залитыми водой.

Часть этого громаднаго моря, занимавшая современную Австро-Венгрію, названа *Вѣнскимъ бассейномъ*; отложенія этого бассейна наиболѣе изучены, а кромѣ того весьма сходны съ неогеновыми образованіями южной Россіи, поэтому мы считаемъ нелишнимъ нѣсколько остановиться на нихъ.

Осадки Вѣнскаго бассейна занимаютъ всю низменность, лежащую вокругъ Вѣны и ограниченную съ одной стороны отрогами сѣверныхъ Альпъ, съ другой—богемо-моравскими горами, съ третьей—Карпа-

тами; отсюда эти отложенія распространяются во всѣ стороны, образуя въ свободныхъ отъ горъ пространствахъ какъ бы бухты и проливы, при посредствѣ которыхъ собственно Вѣнскій бассейнъ соединяется съ неогеновыми отложеніями Галиціи, Венгріи и Сербіи. Осадки Вѣнскаго бассейна подраздѣляются геологами на 5 ярусовъ.

1) Въ нижнемъ изъ этихъ ярусовъ—*аквитанскомъ*—встрѣчаются какъ морскія, такъ и прѣсноводныя отложенія (послѣднія гораздо чаще), но какъ тѣ, такъ и другія относятся не къ неогену, а скорѣе всего къ олигоцену. Прѣсноводныя отложенія богаты бурымъ углемъ съ многочисленными остатками растеній; здѣсь же встрѣчаются прѣсноводные моллюски и млекопитающія. Морскія отложенія очень бѣдны организмами; назовемъ только характерный видъ *Церитіумъ*—Cerithium margaritaceum (см. рис.).

2) Надъ этимъ ярусомъ лежатъ уже *неогеновыя* образованія; самыя древнія изъ нихъ, слѣдовательно и самыя нижнія, носятъ названіе *перваго средиземнаго яруса*; породы, слагающія его, довольно разнообразны:—то глинистыя, то известковыя, то даже настоящіе известняки. Въ этомъ ярусѣ, такъ же какъ и въ аквитанскомъ, находятся и *морскія*, и *прѣсноводныя* отложенія, но только первыя гораздо богаче моллюсками, чѣмъ въ аквитанскомъ ярусѣ; среди моллюсковъ наиболѣе характерны различные виды Cardium, Ostrea, Pecten и др. Флора *прѣсноводныхъ* отложеній (часто напр. встрѣчаются пальмы) указываетъ на тропическій климатъ, фауна богата млекопитающими, — здѣсь встрѣчены: мастодонтъ, носорогъ, нѣкоторыя копытныя и хищники (Amphicyon intermedius); эта же фауна характерна и для слѣдующихъ двухъ ярусовъ.



Рис. 212. Crassatella Hardeggeri (изъ рода Красателла).

3) Выше залегаетъ *второй средиземный ярусъ*, сложенный глинами, песчаниками и известняками. Отложенія этого яруса, главнымъ образомъ *морскія*, весьма богаты различными окаменѣлостями: здѣсь вы найдете и корненожекъ, и моллюсковъ, и иглокожихъ, и рыбъ, и морскихъ млекопитающихъ, — въ общихъ чертахъ фауну, сходную съ современной фауной Средиземнаго моря, но къ ней какъ бы прибавлены формы, близкія къ тѣмъ, что теперь обитаютъ у береговъ западной Африки. Наиболѣе характерные виды моллюсковъ принадлежатъ къ родамъ *Красателля*—Crassatella (см. рис.), *Остреа*—Ostrea, *Пектенъ*—Pecten, *Кардита*—Cardita. Фауна *прѣсноводныхъ* отложеній сходна съ таковой 1-го средиземнаго яруса, но флора значительно отличается и говоритъ уже не о тропическомъ, а только о тепломъ климатѣ, такъ напр. пальмы здѣсь совершенно отсутствуютъ.

4) Надъ вторымъ средиземнымъ ярусомъ залегаетъ *сарматскій* или *церитовый* ярусъ — это *морскія* образованія, сложенныя песчаниками, известняками и глинами. Фауна этого яруса представляетъ нѣкоторое сходство съ фауной Чернаго моря и указываетъ на умѣренный климатъ, такъ какъ тропическія формы совершенно отсутствуютъ; кораллы, иглокожія и мшанки встрѣчаются весьма рѣдко и то отдѣльными экземплярами. Такое измѣненіе фауны объясняютъ опрѣсненіемъ Вѣнскаго бассейна въ эпоху сарматскаго яруса; наиболѣе характерными формами для него являются различные виды моллюсковъ: *Кардіумъ*—Cardium, *Мактра*—Mactra, *Ервилія*- Ervilia, особенно же *Церитіумъ*—Cerithium, которыя находятся въ такомъ количествѣ въ песчаникахъ и известнякахъ этого яруса, что онъ даже получилъ названіе *церитоваго*.

5) Еще выше лежитъ *конгеріевый ярусъ*, названный такъ вслѣдствіе своего богатства моллюсками рода *Конгеріа*.

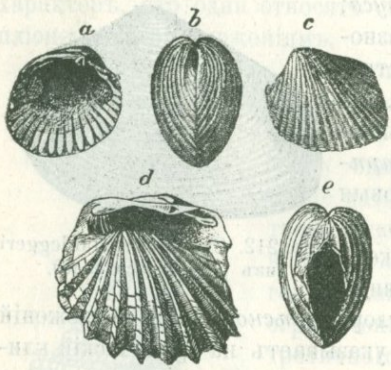



Рис. 213. *a*, *b*, *c*—Cardium absoletum изъ сарматскаго яруса; *d*, *e*—Cardium Hungaricum изъ конгеріеваго яруса.

Фауну этого яруса можно сравнить съ фауной Каспійскаго и Аральскаго морей; она указываетъ, что опрѣсненіе Вѣнскаго бассейна продолжалось и въ вѣкъ конгеріева яруса. Кромѣ морскихъ, здѣсь встрѣчаются и прѣсноводные, и наземные моллюски, и млекопитающія; среди послѣднихъ много новыхъ формъ, сравнительно съ предыдущимъ ярусомъ, что указываетъ на продолжительный перерывъ между отложеніемъ 2-го средиземнаго и конгеріева яруса. Надъ конгеріевымъ ярусомъ залегаютъ въ нѣкоторыхъ частяхъ Вѣнскаго бассейна (въ современной Венгеріи и Славоніи) такъ называемые *палюдиновые слои*—уже чисто *прѣсноводныя* отложенія. Такимъ образомъ мы видимъ, что Вѣнскій бассейнъ постепенно опрѣснялся, мелѣлъ, пока окончательно не превратился изъ глубоководнаго тропическаго моря въ сушу, покрытую озерами и болотами.

Въ неогеновыхъ отложеніяхъ Вѣнскаго бассейна лежатъ знаменитыя мѣсторожденія каменной соли *Велички* и *Бохніи*, доставляющія милліоны пудовъ соли ежегодно. Первое изъ нихъ находится въ небольшомъ мѣстечкѣ—Величка, недалеко отъ г. Кракова, у сѣверной окраины Карпатъ; оно извѣстно еще съ XI столѣтія. Отъ продолжительныхъ выработокъ здѣсь образовались внутри мѣсторожденія нѣсколько этажей съ громадными залами, соединенными другъ съ другомъ различными ходами, часто не

уступающими, по своимъ размѣрамъ, городскимъ улицамъ; нѣкоторыя изъ этихъ залъ превратились въ довольно большія соленыя озерки. Въ копи ведетъ грандіозная лѣстница, выбитая еще въ половинѣ прошлаго столѣтія во время посѣщенія короля Августа Сильнаго; также наслѣдіемъ отъ рудокоповъ прошлыхъ столѣтій является часовня св. Антонія, вырубленная вмѣстѣ съ колоннами, алтаремъ и статуями въ слоѣ чистой каменной соли. Каменная соль залегаетъ въ Величкѣ тремя горизонтами: первый изъ нихъ, мощностью отъ 30 до 40 метровъ, представляетъ слой соленосной глины, въ которой включены громадные куски каменной соли; нижніе же два горизонта образованы болѣе чистой каменной солью.

---

Между Альпами и Юрой, отъ времени до времени, тоже надвигается море и отлагаетъ въ Швейцаріи свои осадки, напр. плитный песчаникъ у Боденскаго и Цюрихскаго озера и раковистый песчаникъ въ кантонахъ Ааргау, Солотурнъ, Бернъ, Фрейбургъ и Ваадтъ. Въ міоценовую эпоху произошли отложенія мергеля, битуминозныхъ известняковъ и песчаниковъ швейцарскаго и баварскаго плоскогорія, получившія общее названіе *моллассовъ*, вслѣдствіе своей легкой вывѣтриваемости и значительной мягкости (molle—мягкій). Наименованіе это присвоено *всѣмъ міоценовымъ* отложеніямъ по *сѣверному краю Альпъ*. Эти области то заливались моремъ, то покрывались обширными прѣсноводными озерами; поэтому и различаютъ *морскіе и прѣсноводные моллассы*. Моллассы отличаются значительной мощностью: по краю известковыхъ Альпъ они образуютъ горы вышиной въ 5.000, 6.000 футовъ, какъ напр. Риги и Шперъ. Мѣстами они представляютъ значительно нарушенное напластованіе. Песчаники, входящіе въ составъ моллассовъ, имѣютъ сѣрую окраску и состоятъ преимущественно изъ кварцеваго песку. Большая или меньшая твердость ихъ зависитъ отъ свойствъ связующаго вещества и этимъ обусловливается ихъ пригодность въ качествѣ строительнаго матеріала. При увеличеніи примѣси мергеля, служащаго связующимъ матеріаломъ, песчаники постепенно переходятъ въ рухляки, пронизывающіе породы темносѣрыми, красными, желтыми и синими лентами и легко вывѣтривающіеся.

*Бурый уголь* весьма часто встрѣчается въ прѣсноводныхъ моллассахъ, но нигдѣ не достигаетъ значительной мощности, вслѣдствіе чего добываніе его представляется невыгоднымъ.

Германія гораздо богаче Швейцаріи этимъ драгоцѣннымъ горючимъ матеріаломъ. Особенно богатыя залежи бураго угля встрѣчаются въ низменности между Эльбой и Вислой, а также на югѣ и на западѣ Германіи. Въ нижнерейнскомъ бассейнѣ бурый уголь залегаетъ пластами мощностью въ 40, 50 футовъ. Преимущественно

это болотный уголь, мѣстами же, напр. вблизи Бонна, встрѣчается *бумажный уголь*, производящій совершенно впечатлѣніе старыхъ, запыленныхъ архивныхъ бумагъ. Ему наука обязана поразительнымъ сохраненіемъ нѣкоторыхъ организмовъ. Листья, плоды и цвѣты нѣкоторыхъ растеній, насѣкомыя, пауки, рыбы, небольшія пресмыкающіяся лежатъ между отдѣльными пластинками этого угля, точно между листками гербарія. Мѣстами встрѣчаются исполинскіе дубы, производящіе такое впечатлѣніе, точно они здѣсь выросли: можно прослѣдить, какъ корни ихъ углубляются на разстояніи нѣсколькихъ футовъ въ подлежащіе слои глины. Но глинистые пласты не могли служить достаточно прочнымъ основаніемъ для исполинскихъ дубовъ; всего вѣроятнѣе, что эти деревья были вырваны вмѣстѣ съ корнями и неслись по теченію рѣки, пока не завязли въ тинѣ, случайно сохранивъ при этомъ вертикальное положеніе.

Ископаемыя растенія, кромѣ обугливанія, могутъ представлять еще другое, весьма своеобразное явленіе — окаменѣніе въ собственномъ смыслѣ этого слова. Полости клѣтокъ и сосудовъ, равно какъ промежутки между ними и поры стѣнокъ заполняются кремневой кислотой. Она проникаетъ также и въ стѣнки и постепенно замѣщаетъ собою дерево, такъ что весь стволъ представляется въ видѣ сплошной кремнистой массы, обладающей такой же твердостью, какъ кварцъ и горный хрусталь. Если отбить кусочекъ отъ такого дерева и, сдѣлавши изъ него тонкую, совершенно прозрачную пластинку, положить ее подъ микроскопъ, то можно различить клѣтки, сосуды и строеніе клѣточныхъ стѣнокъ почти съ такой же отчетливостью, какъ въ микроскопическомъ препаратѣ изъ свѣжаго дерева. Окаменѣвшія деревья довольно часто попадаются въ міоценовыхъ отложеніяхъ. Наибольшей извѣстностью въ этомъ отношеніи пользуется «окаменѣвшій лѣсъ» вблизи Каира, въ Египтѣ. Этотъ окаменѣйшій лѣсъ покрываетъ площадь протяженіемъ болѣе квадратной мили. Среди густо наваленныхъ здѣсь деревьевъ попадаются стволы длиною въ 80 — 100 футовъ и нѣсколько футовъ въ поперечникѣ. Теперь надъ ними простирается безводная песчаная пустыня, въ которой съ трудомъ произростаютъ жалкіе кустарники.

Кромѣ бураго угля, міоценовыя отложенія извѣстны своими мѣсторожденіями *каменной соли*. Мы уже останавливались на знаменитыхъ копяхъ Бохніи и Велички, вблизи Кракова, прибавимъ къ этому, что большое число значительныхъ мѣсторожденій находится въ Галиціи, Зибенбюргенѣ, Венгріи, Румыніи, Сициліи и Персіи.

*Неогенъ Россіи.* Чтобы дополнить общую характеристику новотретичныхъ образованій, остановимся еще на неогенѣ Россіи.

Верхнетретичныя отложенія Европейской Россіи легко раздѣлить на тѣ же два подъотдѣла, какъ и въ Западной Европѣ, — *міоценъ* (болѣе древнія) и *пліоценъ* (болѣе новыя).

*Міоценовыя отложенія* Европейской Россіи, въ свою очередь, распадаются на два яруса: 1) *нижній*, сложенный то песками и песчанистыми глинами (южная Польша), то песками, известковыми песчаниками и известняками (Волынь, Подолія, Бессарабія, Крымъ), является типично морскимъ образованіемъ, это—*второй средиземно-морской ярусъ*, аналогичный таковому въ Австріи; 2) *верхній*, такъ называемый *сарматскій ярусъ*; его отложенія тянутся отъ юго-западной части Польши въ западную и южную часть Волынской губ., въ Подолію, покрываютъ почти всю Бессарабію, Херсонскую, Таврическую, южную часть Екатеринославской губерніи и Земли Войска Донского, вѣроятно большую часть



Рис. 214. Кардіумъ. — Cardium Fittoni d'Orb.—Одна изъ окаменѣлостей, характерныхъ для оолитоваго горизонта сарматскаго яруса.

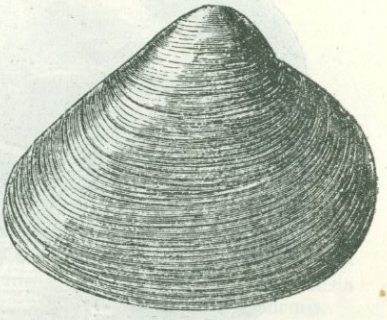


Рис. 215. Мактра.—Mactra ponderosa Eichw.—Одна изъ окаменѣлостей, характерныхъ для мактроваго горизонта сарматскаго яруса.

Кубанской области и Ставропольской губ. и доходятъ до Каспійской котловины, которую окаймляютъ также и съ сѣверо-запада; Усть-Уртъ образованъ также сарматскими отложеніями.

*Сарматскій* ярусъ сложенъ чаще всего известняками, напримѣръ въ Подоліи и Бессарабіи различаютъ три горизонта известняковъ: нижній—*мшанковый* *), средній—*оолитовый* и верхній—*мактровый* **). Конусообразные, куполовидные холмы Подоліи и Бессарабіи, такъ называемыя *толтры*, сложены мшанковымъ известнякомъ.

Сарматскіе осадки западной части Крыма тоже образованы известняками — оолитовыми, но эти известняки уже содержатъ иногда значительное количество кварцевыхъ зеренъ; сарматскій

*) Названъ такъ благодаря громаднымъ скопленіямъ въ немъ мшанокъ.
**) Отъ характерной окаменѣлости—Мактра (Mactra).

же ярусъ восточной части Крыма—Керченскаго полуострова—носитъ уже совсѣмъ другой характеръ: внизу залегаютъ темныя глины, выше известняки и рухляки, еще выше сланцеватыя глины и рухляки съ костями китообразныхъ животныхъ, а надъ ними мшанковый известнякъ, въ которомъ встрѣчены кости вымершаго тюленя.

Въ Херсонской губ., въ Бессарабіи и на Керченскомъ полуостровѣ надъ сарматскимъ ярусомъ залегаетъ еще *мэотическій ярусъ* *), сложенный въ Бессарабіи и Херсонской губ. зеленовато-желтыми песками съ прослоями известняковъ и зеленоватыми глинами, въ которыхъ къ морской фаунѣ примѣшано довольно большое количество прѣсноводныхъ моллюсковъ. На Керченскомъ

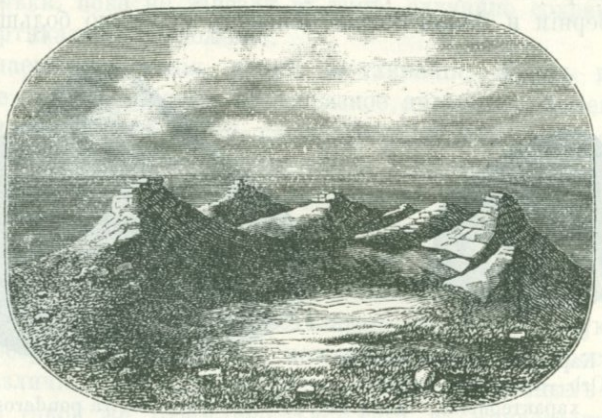


Рис. 216. Нѣгинскія толтры.

полуостровѣ мэотическій ярусъ выраженъ уже такъ называемымъ *керченскимъ известнякомъ*. Интересъ этого яруса заключается въ слѣдующемъ: фауна *сарматскаго* яруса имѣетъ нѣкоторое сходство съ фауной Чернаго моря; фауна *понтическаго яруса*, относящагося уже къ *пліоцену* (см. ниже) и залегающаго надъ мэотическимъ, близка къ фаунѣ Каспійскаго моря; фауна же *мэотическаго* яруса имѣетъ характеръ средній между фаунами сарматскаго и понтическаго яруса, относится къ нимъ такъ же, какъ фауна Азовскаго моря къ таковымъ Чернаго и Каспійскаго, почему этотъ ярусъ и получилъ названіе *мэотическаго* (Maeotis — Азовское море).

*Пліоценовыя образованія* занимаютъ въ Европейской Россіи южную часть Бессарабіи и Подоліи, большую часть Херсонской

*) Maeotis—Азовское море.

и Таврической губерніи, югъ Екатеринославской губ. и Земли Войска Донского; въ Бессарабіи они выражены темными тонкослоистыми глинами, которыя на сѣверѣ прикрываются разноцвѣтными песками, а на югѣ известняками, выше ихъ лежитъ пористый известнякъ. Эта свита слоевъ и получила названіе *понтическаго яруса*. На сѣверъ отъ этихъ отложеній идутъ уже песчаноглинистыя образованія съ прѣсноводной фауной, а иногда даже съ костями млекопитающихъ — мастодонта, носорога, гиппаріона, динотерія и др.

Въ Херсонской и Екатеринославской губерніяхъ понтическій ярусъ образованъ по большей части желтыми или красными известняками, иногда сплошь составленными изъ раковинъ моллюсковъ; кромѣ того, въ нихъ найдено довольно много остатковъ третичныхъ рыбъ и птицъ; также образованъ и понтическій ярусъ

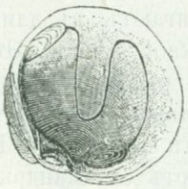


Рис. 217. Дозинія. — Dosinia exoleta L.

Раковина характерная для мэотическаго яруса.



Рис. 218. Кардіумъ. — Cardium semisulcatum.



Рис. 219. Дрейсена. — Dreissensia rostriformis.

Раковины характерныя для понтическаго яруса Херсонской и Екатеринославской губ.

западной части Крыма, но въ восточной части Крыма — на Керченскомъ полуостровѣ—онъ гораздо сложнѣе и распадается на два подъяруса, изъ которыхъ постояненъ только верхній, выраженный всюду охристыми рухляками, желѣзистыми глинами и бурыми желѣзняками.

---

При описаніи *новотретичной фауны* мы остановимъ вниманіе читателя исключительно на позвоночныхъ, а изъ нихъ преимущественно на млекопитающихъ. Млекопитающія новотретичной эпохи характеризуются главнымъ образомъ исчезаніемъ тапирообразныхъ — палеотерія, аноплотерія, ксифодона, диноцераса—и появленіемъ типовъ, напоминающихъ слоновъ, настоящихъ жвачныхъ съ рогами и неполнымъ рядомъ зубовъ, а также увеличеніемъ числа носороговъ. Морскія животныя обнаруживаютъ такое приближеніе къ современной фаунѣ, что въ этомъ отношеніи тре-

тичная и современная геологическая эпоха незамѣтно переходятъ одна въ другую. Изъ ископаемыхъ позвоночныхъ одно время возбуждала всеобщій интересъ исполинская саламандра, найденная въ Энингенѣ, въ герцогствѣ Баденскомъ, принятая швейцарскимъ ученымъ, Шейхцеромъ, за останки человѣка, погибшаго во время потопа и названная имъ Homo diluvii testis. Скелетъ этотъ хранится въ цюрихскомъ политехникумѣ. Кювье, опредѣлившій настоящее мѣсто этого мнимаго человѣка въ ряду другихъ животныхъ, назвалъ его Salamandra gigantea. Животное это представляетъ нѣкоторыя отличія отъ истинныхъ саламандръ, поэтому оно было возведено въ отдѣльный видъ и названо *Andrias Scheuchzeri* (Andrias обозначаетъ по-гречески человѣкоподобный).

Энингенская исполинская саламандра имѣетъ въ длину около $1^1/_8$ метра и слѣдовательно является самой большой саламандрой, извѣстной до сего времени. Изъ живущихъ нынѣ типовъ ближайшими къ ней слѣдуетъ считать американскихъ и японскихъ исполинскихъ саламандръ. Послѣднія достигаютъ въ длину $^9/_{10}$ метра и живутъ въ ручьяхъ и озерахъ южной Японіи. Это безобразныя, лѣнивыя животныя, питающіяся рыбками, лягушками и червями. Германъ Мейеръ находитъ большое соотвѣтствіе въ строеніи скелета между ними и энингенскимъ видомъ. Въ Европѣ въ настоящее время совершенно отсутствуютъ саламандры.

Кости доисторическихъ *толстокожихъ* и *хоботныхъ* животныхъ, какъ извѣстно, послужили во многихъ мѣстахъ поводомъ къ возникновенію легендъ объ исполинахъ и титанахъ. При ближайшемъ изслѣдованіи однако останки мнимыхъ гомеровскихъ героевъ и прочихъ титановъ оказались костями мастодонтовъ, бегемотовъ и мамонтовъ. Наибольшей извѣстностью въ этомъ отношеніи пользуется скелетъ, найденный въ XVII столѣтіи хирургомъ Мазюрье и надѣлавшій въ свое время очень много шума. Мазюрье выдалъ свою находку за скелетъ короля кимвровъ, «Teutobochus rex», убитаго Маріемъ въ 101 году до Р. Хр. Скелетъ исполина имѣлъ въ длину $25^1/_2$ футовъ, ширина его плечъ равнялась 10 футамъ, поперечникъ головы 5 фут. Мазюрье разъѣзжалъ съ своей находкой по Франціи и Германіи, показывалъ ее медицинскимъ факультетамъ, и въ Парижской академіи между медиками и хирургами даже возникъ споръ, продолжавшійся 5 лѣтъ, о томъ, слѣдуетъ ли считать эти останки за кости исполина, или смотрѣть на нихъ, какъ на игру природы. Въ концѣ концовъ оказалось, что это не что иное, какъ скелетъ мастодонта.

*Мастодонтъ* по размѣрамъ и внѣшнему виду походилъ на нынѣ живущаго слона. Между ними существуютъ многочисленныя переходныя формы, такъ что мы можемъ смотрѣть на мастодонта, какъ на родоначальника слона. Въ Европѣ, повидимому, водилось

приблизительно шесть видовъ этого типа и кромѣ того многочисленные виды открыты въ Азіи и Америкѣ. Мастодонтъ и слонъ различаются между собой главнымъ образомъ строеніемъ черепа и зубовъ. У мастодонта болѣе низкій лобъ и болѣе удлиненныя челюсти, чѣмъ у слона. Въ каждой половинѣ челюсти находится отъ двухъ до четырехъ коренныхъ зубовъ, между тѣмъ какъ у слона обыкновенно помѣщается съ каждой стороны челюсти по одному и не болѣе, чѣмъ по два коренныхъ зуба, такъ что у

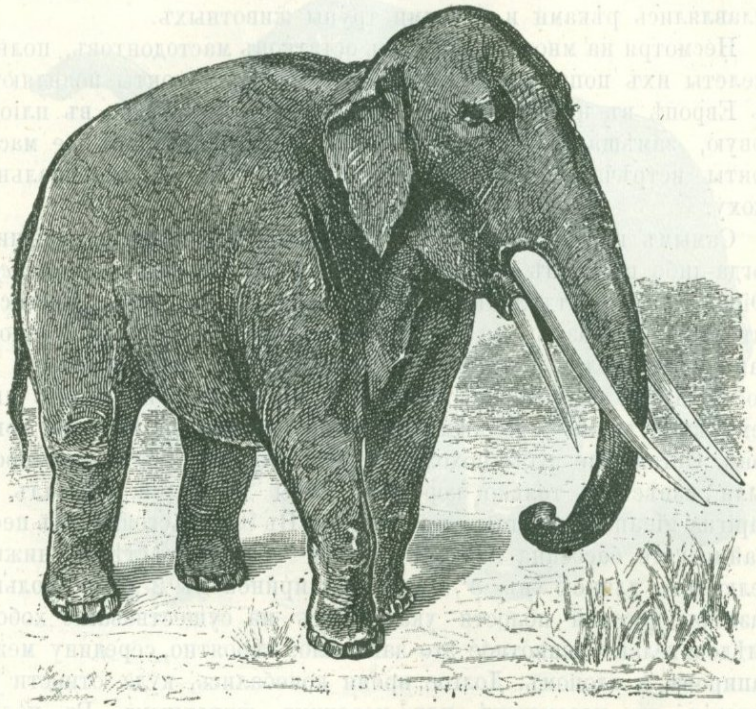


Рис. 220. Мастодонтъ (реставрированъ).

слона въ общей сложности всего 4 или 8 коренныхъ зубовъ. Зато коренные зубы мастодонта уже и меньше и жевательныя поверхности ихъ покрыты сосковидными бугорками, благодаря которымъ мастодонтъ и получилъ свое названіе (μάστος—сосокъ, ὀδούς родит. ὀδόντος—зубъ). Верхніе рѣзцы, какъ у слона, являлись въ видѣ двухъ бивней, а у болѣе древнихъ видовъ встрѣчаемъ подобные бивни также и въ нижней челюсти. Однако у позднѣйшихъ видовъ эти нижніе бивни все болѣе и болѣе уменьшаются и наконецъ совершенно исчезаютъ.

Останки мастодонтовъ встрѣчаются въ большомъ количествѣ

въ самыхъ разнообразныхъ пунктахъ новотретичныхъ отложеній: въ швейцарскихъ молласахъ, въ Германіи — вблизи Энингена и въ Майнцскомъ бассейнѣ, во Франціи—у Сансанса, Ліона и т. д. Сансансъ представляетъ въ этомъ отношеніи чрезвычайно интересный пунктъ, такъ какъ заключаетъ въ себѣ, кромѣ костей мастодонта, скелеты мышей, кротовъ, летучихъ мышей, рыбъ, пресмыкающихся, птицъ, собакъ, кошекъ, оленей, антилопъ, тапировъ, носороговъ, свиней, слоновъ, обезьянъ. Очевидно здѣсь нѣкогда находилось болото или озеро, куда со всей окрестности сплавлялись рѣками и ручьями трупы животныхъ.

Несмотря на многочисленность остатковъ мастодонтовъ, полные скелеты ихъ попадаются крайне рѣдко. Мастодонты появляются въ Европѣ въ началѣ міоценовой эпохи и исчезаютъ въ пліоценовую, замѣщаясь настоящими слонами; въ Америкѣ же мастодонты встрѣчаются въ большомъ числѣ еще въ дилювіальную эпоху.

Самымъ гигантскимъ наземнымъ млекопитающимъ, жившимъ когда-либо на сушѣ, повидимому слѣдуетъ признать *динотерія* (Dinotherium). Отдѣльные представители этого вида превосходятъ своими размѣрами величайшихъ мастодонтовъ и слоновъ. Самое удивительное въ этомъ животномъ—это форма нижней челюсти, дугой спускающейся книзу и снабженной на своемъ нижнемъ краѣ двумя огромными бивнями, загнутыми въ видѣ крючковъ. Остальные зубы похожи на зубы тапира, и Кювье, которому были извѣстны только коренные зубы динотерія, назвалъ его Tapirus giganteus (гигантскій тапиръ). Въ Эппельсгеймскомъ пескѣ Майнцскаго бассейна найденъ полный черепъ вмѣстѣ съ нижней челюстью, длиною въ $3^1/_2$ фута и шириной въ 2 фута. Большіе размѣры носовой полости указываютъ на существованіе хобота. Слѣдовательно, животное это занимало, вѣроятно, середину между тапиромъ и слономъ. Долгое время колебались, куда отнести динотерія—къ наземнымъ или морскимъ животнымъ. Въ пользу послѣдняго предположенія говорила необычайная массивность головы и строеніе нижней челюсти съ ея клыками, а также и то обстоятельство, что нѣкоторыя морскія млекопитающія обнаруживаютъ большое сходство съ динотеріемъ въ строеніи челюстей и зубовъ. Но полный скелетъ динотерія, найденный въ Моравіи, не оставляетъ никакихъ сомнѣній въ томъ, что это было травоядное, наземное млекопитающее, походившее, по своему внѣшнему виду, на исполинскаго слона. Существованіе динотерія было весьма кратковременно: онъ появляется впервые въ міоценовую эпоху въ незначительномъ числѣ сравнительно еще небольшихъ экземпляровъ, достигаетъ своего расцвѣта въ пліоценовую эпоху и затѣмъ почти внезапно исчезаетъ.

*Настоящіе слоны* появляются въ Европѣ незадолго до конца третичной эпохи; первые слѣды ихъ найдены въ Италіи; въ Остъ-Индіи слоны уже встрѣчаютси вмѣстѣ съ мастодонтами, а всего позже и рѣже ихъ находятъ въ Америкѣ.

*Копытныя животныя* до недавняго времени еще раздѣлялись на двукопытныхъ или жвачныхъ и многокопытныхъ или толстокожихъ, причемъ къ послѣднему отряду относились слоны, тапиры, свиньи, бегемоты и носороги. Но новѣйшіе результаты па-

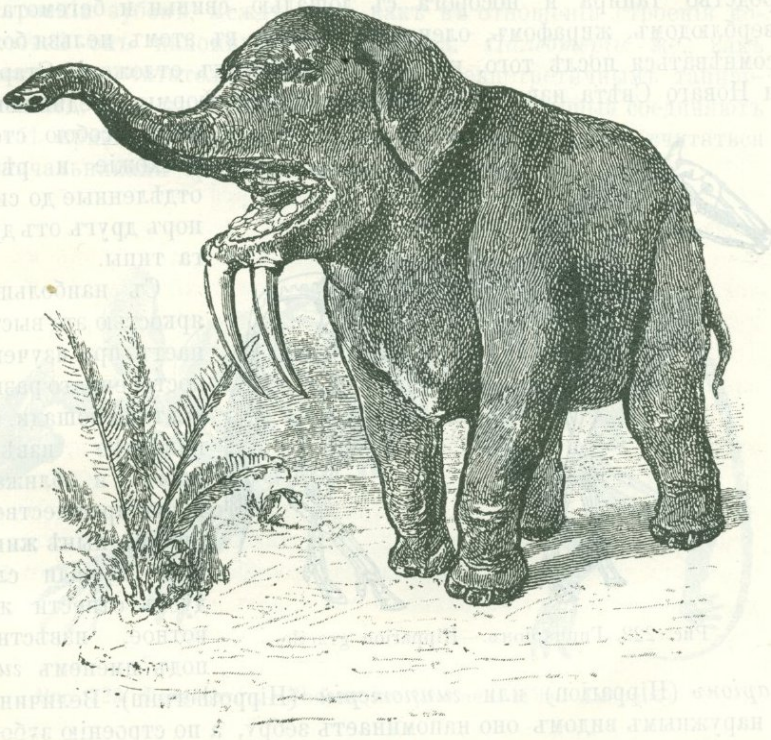


Рис. 221. Динотеріумъ (реставрированъ).

леонтологіи показали всю несостоятельность этой классификаціи, обнаруживши неизвѣстныя до тѣхъ поръ родственныя отношенія между рѣзко разграниченными прежде группами и доказавши совершенно различное происхожденіе такихъ формъ, которыя прежде считались родственными. Въ настоящее время большей частью принята слѣдующая классификація: копытныя въ тѣсномъ смыслѣ этого слова, слоны или хоботныя животныя, Condylarthra и морскія коровы или сирены. Три послѣдніе отряда находятся въ настоящее время въ періодѣ вырожденія и представлены лишь небольшимъ количествомъ видовъ и родовъ. Все это формы, принадле-

жащія больше прошлому, чѣмъ настоящему, и являющіяся послѣдними отпрысками нѣкогда могущественныхъ стволовъ.

*Копытныя* животныя, въ тѣсномъ смыслѣ этого слова, распадаются на *парнокопытныхъ* и *непарнокопытныхъ*; къ первымъ относятся свиньи, бегемоты и жвачныя, къ послѣднимъ—тапиры, носороги и лошади. Такимъ образомъ прежніе отряды однокопытныхъ, двукопытныхъ и толстокожихъ замѣнились новой группировкой. Какъ бы ни казалось страннымъ, съ перваго взляда, родство тапира и носорога съ лошадью, свиньи и бегемота съ верблюдомъ, жирафомъ, оленемъ, газелью, въ этомъ нельзя болѣе сомнѣваться послѣ того, какъ изъ третичныхъ отложеній Стараго и Новаго Свѣта извлечены промежуточныя формы, соединяющія между собою столь несхожіе и рѣзко отдѣленные до сихъ поръ другъ отъ друга типы.

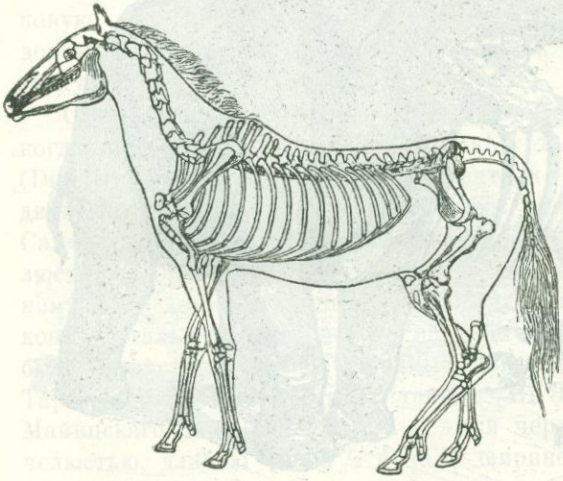


Рис. 222. Гиппаріонъ.—Hipparion gracile.

Съ наибольшей яркостью это выступаетъ при изученіи постепеннаго развитія типа лошади. Къ наиболѣе извѣстнымъ и ближайшимъ предшественникамъ нынѣ живущей лошади слѣдуетъ отнести животное, извѣстное подъ именемъ *гиппаріонъ* (Hipparion) или *гиппотерій* (Hippotherium). Величиной и наружнымъ видомъ оно напоминаетъ зебру, а по строенію зубовъ вполнѣ подходитъ къ лошади; ноги гиппаріона касаются земли *однимъ* копытомъ, но кромѣ этого средняго пальца у него имѣлись еще *два боковыхъ* пальца, покрытые копытцами, но не касавшіеся земли, слѣдовательно не игравшіе никакой роли въ смыслѣ органовъ передвиженія. Это *рудиментарные* органы, унаслѣдованные изъ прежнихъ эпохъ отъ настоящаго трехкопытнаго, подобно тому, какъ мускулы ушной раковины у человѣка, тоже унаслѣдованные имъ изъ прежнихъ временъ, въ настоящее время уже совершенно ему безполезны.

У лошадей имѣется одинъ только средній палецъ, вмѣсто же боковыхъ у нихъ сохранились два короткихъ придатка. Но достойно вниманія, что нерѣдко эти придатки у лошадей удлиня-

ются и превращаются въ пальцы съ небольшими копытцами. Подобное явленіе носитъ названіе *атавизма* — это неожиданный возвратъ къ прежней—низшей ступени развитія.

*Гиппаріоны*, вѣроятно, жили большими стадами—на это указываютъ громадныя скопленія костей этихъ животныхъ, встрѣчающіяся какъ въ Новомъ, такъ и въ Старомъ Свѣтѣ. Шагъ назадъ приближаетъ гиппаріона къ анхитеріуму, который въ свою очередь представляетъ величайшее сходство съ палеотеріумомъ въ строеніи зубовъ, между тѣмъ какъ въ отношеніи строенія конечностей онъ напоминаетъ гиппаріона. *Палеотеріи* же, какъ извѣстно уже читателю, относятся къ древнетретичнымъ тапирообразнымъ, т. е. къ тѣмъ непарнокопытнымъ, которыя соединяютъ въ себѣ признаки тапира, носорога и лошади и должны считаться родоначальниками трехъ названныхъ отрядовъ.

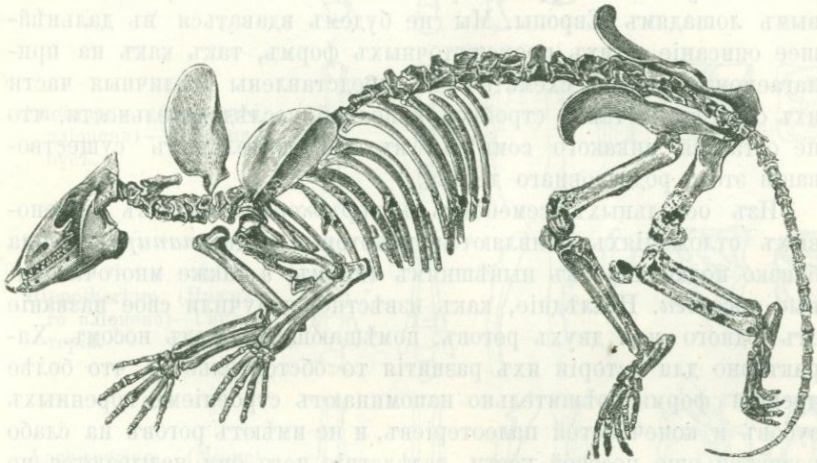


Рис. 223. Фенакодусъ.—Phenacodus primaeus (Сѣв. Америка).

Въ третичныхъ отложеніяхъ Америки тоже найденъ генеалогическій рядъ современныхъ «однокопытныхъ» и притомъ въ еще болѣе полномъ видѣ, чѣмъ въ Европѣ. Обстоятельство это тѣмъ болѣе поразительно, что, при открытіи Америки, тамъ не оказалось лошадей и, какъ извѣстно, ихъ пришлось снова ввезти въ Америку. Въ доисторическое время въ Америкѣ водилось множество лошадей, которыя, по неизвѣстнымъ намъ причинамъ, вымерли, но еще въ дилювіальную эпоху онѣ жили тамъ массами. Вымираніе такого многочисленнаго, хорошо развитого, живучаго вида представляется совершенно необъяснимымъ, если принять во вниманіе, что климатическія и континентальныя уловія весьма мало измѣнились со времени дилювіальной эпохи и что приве-

зенныя въ Америку лошади нашли здѣсь для себя чрезвычайно благопріятныя условія и быстро размножились.

Къ самымъ древнимъ видамъ американскаго генеалогическаго рода современной лошади относится *Фенакодусъ—Phenacodus*, съ пятью пальцами.

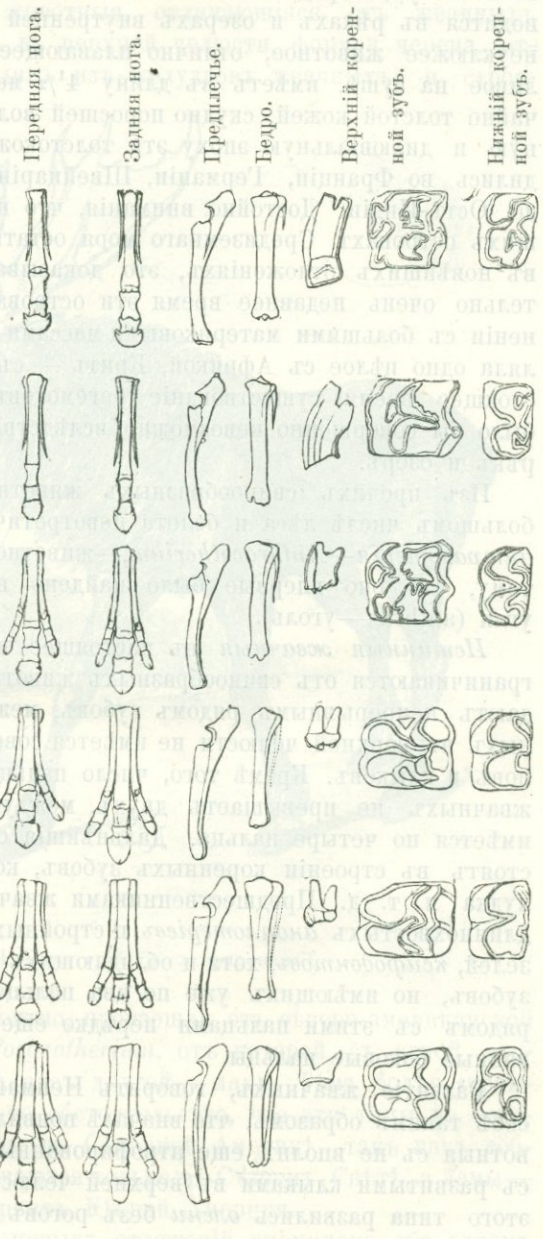
Въ слѣдующихъ—новѣйшихъ—слояхъ появляется родъ *Эохиппусъ (Eohippus)* съ 4-мя пальцами, съ зачаткомъ 5-го на передней ногѣ и съ 3-мя пальцами на задней; затѣмъ идетъ *Орохиппусъ (Orohippus)*, сходный съ европейскимъ *Хиракотеріемъ (Hyracotherium)*, съ 4-мя пальцами на передней ногѣ и 3-мя на задней; далѣе — *Мезохиппусъ (Mesohippus)*, соотвѣтствующій въ своей стадіи развитія европейскому *Палаеотерію* и *Анхитерію (Anchitherium)*, затѣмъ *Хиппотерій (Hippotherium)*; между нимъ и лошадью въ Америкѣ есть еще промежуточный видъ *Пліохиппусъ (Pliohippus)*, приближающійся къ верхнепліоценовымъ лошадямъ Европы. Мы не будемъ вдаваться въ дальнѣйшее описаніе этихъ промежуточныхъ формъ, такъ какъ на прилагаемомъ рисункѣ схематически представлены различныя части ихъ скелета въ такой стройной и полной послѣдовательности, что не остается никакого сомнѣнія въ дѣйствительномъ существованія этого родословнаго дерева.

Изъ остальныхъ семействъ *непарнокопытныхъ* въ неогеновыхъ отложеніяхъ появляются нѣкоторые виды *тапира*, весьма близко подходящіе къ нынѣшнимъ типамъ, а также многочисленные *носороги*. Послѣдніе, какъ извѣстно, получили свое названіе отъ одного или двухъ роговъ, помѣщающихся надъ носомъ. Характерно для исторіи ихъ развитія то обстоятельство, что болѣе древнія формы рѣшительно напоминаютъ строеніемъ коренныхъ зубовъ и конечностей палеотеріевъ, и не имѣютъ роговъ на слабо развитой еще носовой кости, вслѣдствіе чего они называются не Rhinoceras, а *Aceras*. Носороги водятся въ настоящее время лишь въ тропическомъ поясѣ Стараго Свѣта; въ доисторическія же времена они встрѣчались во всей Азіи, въ Европѣ и въ Америкѣ и, судя по большимъ скопленіямъ остатковъ, жили большими стадами. Въ Америкѣ, повидимому, существовали только безрогія формы, но зато, какъ бы взамѣнъ настоящихъ носороговъ, жили *бронтотеріи* (Brontotherium), огромныя животныя, величиной со слона, съ крошечнымъ мозгомъ и двумя большими рогами на головѣ.

*Свинообразныя копытныя.* Бегемоты и свиньи, которыхъ соединяютъ подъ общимъ именемъ «свинообразныхъ копытныхъ», играютъ среди парнокопытныхъ такую же роль по отношенію къ жвачнымъ, какую занимаютъ среди непарнокопытныхъ носороги и тапиры по отношенію къ лошадямъ. Свинообразныя животныя

въ настоящее время пользуются малымъ распространеніемъ, въ особенности Европа чрезвычайно бѣдна этими формами. Совсѣмъ другое мы видимъ въ прежнія эпохи: въ однихъ только молласс-

**Генеалогическое дерево современной лошади.**



сахъ Швейцаріи, слѣдовательно на протяженіи ограниченной области, открыто 12 видовъ этихъ животныхъ. Однимъ изъ самыхъ поразительныхъ типовъ новотретичной фауны, рядомъ съ тапирами и носорогомъ, является *гиппопотамъ*. Единственный нынѣ живущій представитель этого вида—*Hippopotamus amphibius* водится въ рѣкахъ и озерахъ внутренней Африки. Это огромное, неуклюжее животное, отлично плавающее, но весьма неповоротливое на сушѣ, имѣетъ въ длину $4^1/_2$ метра и покрыто необычайно толстой кожей, скудно поросшей волосами. Въ новотретичную и дилювіальную эпоху эти толстокожія, кромѣ Африки, водились во Франціи, Германіи, Швейцаріи, Италіи и пр., доходя до Остъ-Индіи. Достойно вниманія, что на нѣкоторыхъ небольшихъ островахъ Средиземнаго моря остатки бегемотовъ найдены въ новѣйшихъ отложеніяхъ, это доказываетъ, что еще сравнительно очень недавнее время эти острова находились въ соединеніи съ большими материковыми массами—Мальта, напр., составляла одно цѣлое съ Африкой, Критъ — съ Малой Азіей. Въ настоящее время существованіе бегемотовъ на этихъ островахъ было бы совершенно невозможно, вслѣдствіе отсутствія большихъ рѣкъ и озеръ.

Изъ прочихъ свинообразныхъ животныхъ, населявшихъ въ большомъ числѣ лѣса и болота новотретичной эпохи, назовемъ—*антракотерія—Anthracotherium*,—животное, названное такъ потому, что оно впервые было найдено въ отложеніяхъ бураго угля (anthrax—уголь).

*Истинныя жвачныя* въ настоящее время весьма рѣзко отграничиваются отъ свинообразныхъ животныхъ. Послѣднія обладаютъ непрерывнымъ рядомъ зубовъ, между тѣмъ какъ у жвачныхъ въ верхней челюсти не имѣется совсѣмъ, или отчасти, рѣзцовъ и клыковъ. Кромѣ того, число пальцевъ на конечностяхъ у жвачныхъ не превышаетъ двухъ, между тѣмъ какъ у свиней имѣется по четыре пальца. Дальнѣйшія отличія между ними состоятъ въ строеніи коренныхъ зубовъ, кожи, въ устройствѣ желудка и т. д. Предшественниками жвачныхъ слѣдуетъ считать длиннохвостыхъ *аноплотеріевъ* и стройныхъ, напоминающихъ газелей, *ксифодонтовъ*, хотя и обладающихъ еще сплошнымъ рядомъ зубовъ, но имѣющихъ уже по два пальца на конечностяхъ. Но рядомъ съ этими пальцами нерѣдко еще попадаются атрофированные боковые пальцы.

Развитіе жвачныхъ, говоритъ Неймайръ, можно представить себѣ такимъ образомъ, что вначалѣ появились оленеподобныя животныя съ не вполнѣ еще атрофированными боковыми пальцами, съ развитыми клыками въ верхней челюсти и безъ роговъ. Изъ этого типа развились *олени* безъ роговъ и съ рогами, отъ нихъ

отходитъ вѣтвь *антилопъ*, отъ которыхъ въ свою очередь произошли овцы, козы и рогатый скотъ. Кромѣ того, слѣдуетъ упомянуть о нѣкоторыхъ группахъ, представляющихъ значительныя отклоненія въ своемъ строеніи—*жирафахъ* и *сиватеріяхъ*.

*Верблюдоподобныя* животныя, отличающіяся отъ жвачныхъ присутствіемъ рѣзцовъ въ верхней челюсти, формой черепа, отсутствіемъ книжки (одинъ изъ желудковъ жвачныхъ) и строе-



Рис. 224. Сиватерій (реставрированъ).

ніемъ конечностей, вѣроятно, произошли отъ сѣверо-американской группы *Пеботерій—Poëbrotherium*, отъ которой съ одной стороны отошли верблюды, а съ другой — ламы. Тѣмъ болѣе страннымъ должно казаться то обстоятельство, что эти типы не оставили по себѣ потомковъ въ Сѣверной Америкѣ, такъ какъ собственно верблюды встрѣчаются только въ Старомъ Свѣтѣ, а ламы—въ западныхъ плоскогорьяхъ Южной Америки.

Изъ жвачныхъ неогеновыхъ отложеній упомянемъ объ одномъ

видѣ, найденномъ въ холмахъ Сивалика, въ Остъ-Индіи. Это *сиватерій* (Sivatherium). Размѣрами головы это животное напоминало слона. На черепѣ помѣщались двѣ пары роговъ, изъ которыхъ задніе представлялись вилообразно развѣтвленными и откинутыми назадъ. Нѣкоторые изслѣдователи полагаютъ, что у сиватерія имѣлся хоботъ. Положеніе этого животнаго въ ряду прочихъ составляетъ еще спорный вопросъ: одни относятъ его къ антилопамъ, другіе—къ жираффамъ.

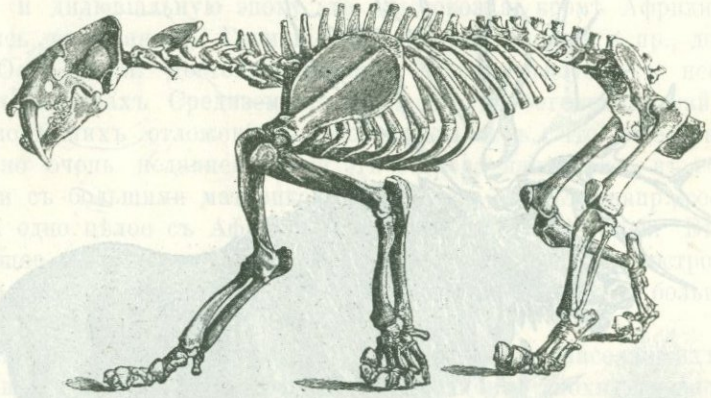


Рис. 225. Скелетъ махайродуса (кинжалозубый) (по Неймайру).

Изъ *хищныхъ* новотретичной эпохи первое мѣсто принадлежитъ *гіенамъ* и *виверамъ*. Извѣстны также и промежуточныя формы, напоминающія отчасти собаку, отчасти медвѣдя. Истинные медвѣди, собаки и кошки появляются лишь къ концу третичной эпохи и достигаютъ своего высшаго расцвѣта въ дилювіальную эпоху. Въ новотретичную же эпоху появляется хищникъ, превосходящій своей величиной и страшнымъ оружіемъ даже льва и бенгальскаго тигра. Это *Махайродусъ* — Machairodus (macharia—кинжалъ, ὀδους, ὀδόντος—зубъ) съ громадными острыми клыками, длиной въ 5 дюймовъ. Совершенно непонятно, почему махайродусъ, существовавшій въ большомъ числѣ видовъ, не оставилъ послѣ себя потомковъ, между тѣмъ какъ несравненно болѣе слабые львы, тигры и пантеры уцѣлѣли.

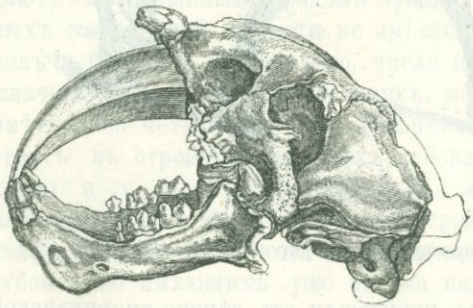


Рис. 226. Черепъ махайродуса. — Machairodus neogaeus изъ южно-американскаго диловія.

*Міоценевыя обезьяны.* Какъ извѣстно читателю изъ предыдущаго изложенія, уже въ эоценовыхъ отложеніяхъ найдены остатки обезьяны. Въ новотретичную эпоху онѣ встрѣчаются уже въ гораздо большемъ количествѣ и самыя важныя относящіяся сюда находки сдѣланы въ міоценовыхъ отложеніяхъ. Въ Пикерми, между Аѳинами и Мараѳономъ, у подножія Пентеликона, гдѣ были произведены раскопки, обнаружены зубы и кости около ста индивидуумовъ; Годри, занимавшійся въ теченіе многихъ мѣсяцевъ раскопками въ этой мѣстности, нашелъ однажды въ одномъ кускѣ глины 8 обезьяньихъ череповъ; эти находки дали возможность реставрировать полный скелетъ одного вида этихъ живот-

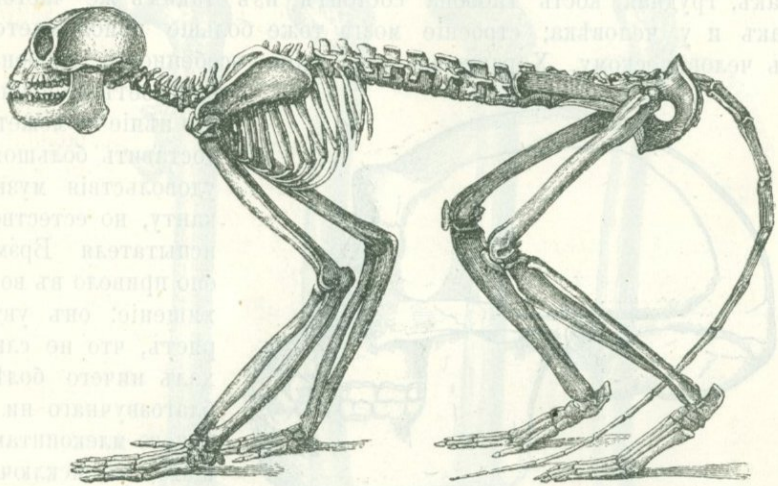


Рис. 227. Mesopithecus Pentelici. — Мезопитекусъ—пліоценовая обезьяна (изъ Пикерми въ Греціи).

ныхъ—*Мезопитекусъ* (Mesopithecus Pentelici). Другой распространенный видъ—это *Семнопитекусъ*—Semnopithecus, близко подходящій къ обезьянамъ, нынѣ живущимъ въ Остъ-Индіи. Ископаемые представители Семнопитекуса были найдены также во Франціи и Индіи.

Кромѣ того, въ отложеніяхъ бураго угля Цюрихскаго кантона и въ Санъ-Сансѣ были найдены остатки челюстей и зубы человѣкообразной обезьяны, близко стоящей къ нынѣ живущимъ гиббонамъ и получившей названіе *Гюлобатесъ* (Hylobates antiquus). По мнѣнію Рютимейера, этотъ доисторическій *гиббонъ* всего болѣе напоминаетъ сіаманга Суматры,—обезьяну, по строенію скелета ближе подходящую къ человѣку, чѣмъ даже горилла и шимпанзе.

Гиббоны въ настоящее время водятся въ лѣсахъ южной Азіи, какъ на материкѣ, такъ и на островахъ Остъ-Индіи. Въ нѣкото-

рыхъ отношеніяхъ гиббонъ ближе къ человѣку, чѣмъ горилла и орангъ. Такъ, несмотря на длину своихъ рукъ, гиббонъ лучше, чѣмъ эта человѣкоподобная обезьяна, перемѣщается, держась, какъ человѣкъ, въ вертикальномъ положеніи и ступая всей стопой; при этомъ, согнувъ свои громадныя руки въ локтѣ и въ кисти, онъ поднимаетъ ихъ надъ головой. Эта способность гиббона къ вертикальной походкѣ объясняется строеніемъ его скелета: позвоночникъ нѣкоторыхъ видовъ гиббона имѣетъ всѣ три изгиба, характерные для позвоночника человѣка. Нѣкоторыя другія особенности строенія тѣла гиббона тоже говорятъ о большей его близости къ человѣку, чѣмъ къ человѣкообразнымъ обезьянамъ. Такъ, грудная кость гиббона состоитъ изъ такихъ же частей, какъ и у человѣка; строеніе мозга тоже больше приближается къ человѣческому. Характерна еще одна особенность гиббона: онъ поетъ. Конечно, это пѣніе не можетъ доставить большого удовольствія музыканту, но естествоиспытателя Брэма оно привело въ восхищеніе: онъ увѣряетъ, что не слыхалъ ничего болѣе благозвучнаго ни у одного млекопитающаго, за исключеніемъ, конечно, человѣка. «Пѣснь» самки гиббона, находившейся въ лондонскомъ зоологическомъ саду, можно было положить на ноты: она начиналась основнымъ тономъ E, пробѣгала хроматическую гамму и шла полутонами вверхъ на цѣлую октаву.

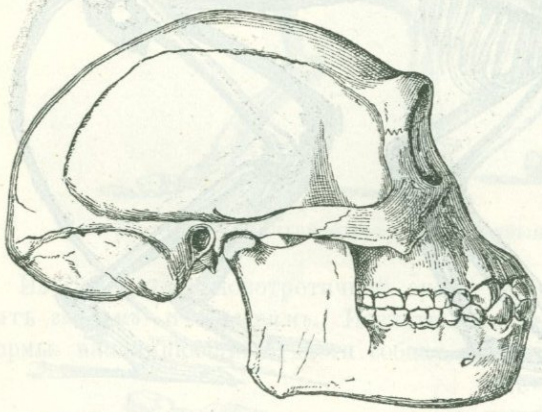


Рис. 228. Черепъ питекантропа (по Геккелю). Реставрація Дюбуа.

Кромѣ описанныхъ выше типовъ міоценовыхъ обезьянъ, извѣстенъ еще ископаемый видъ *Дріопитекусъ*—Dryopitecus, который сначала сочли формой, очень близкой къ человѣку. Найденные коренные зубы этой обезьяны были сочтены анатомами за человѣческіе зубы, и заблужденіе это разсѣялось только послѣ того, какъ была найдена цѣлая нижняя челюсть. Въ настоящее время доказано, что дріопитекъ является совершенно одиноко стоящей формой и также далекъ отъ человѣка, какъ и шимпанзе. Гораздо тѣснѣе связанъ съ современными человѣкоподобными обезьянами другой міоценовый видъ обезьянъ такъ называемый *Пліопитекъ*.

Промежуточная форма между человѣкоподобными обезьянами и человѣкомъ была найдена докторомъ *Дюбуа* только въ 1894 г. въ новѣйшихъ отложеніяхъ третичной системы (такъ называемыхъ *пліоценовыхъ*) острова Явы. Эту промежуточную форму Дюбуа назвалъ *Питекантропусъ еректусъ—Pithecantropus erectus*, т. е. прямоходящей человѣкоподобной обезьяной. Несмотря на то, что былъ найденъ далеко неполный скелетъ, а только четыре отдѣльныя части его—черепъ (безъ лицевыхъ костей), два коренные зуба и бедренная кость—Дюбуа и Мануврiе съ несомнѣнностью установили, что кости эти принадлежали животному, которое было

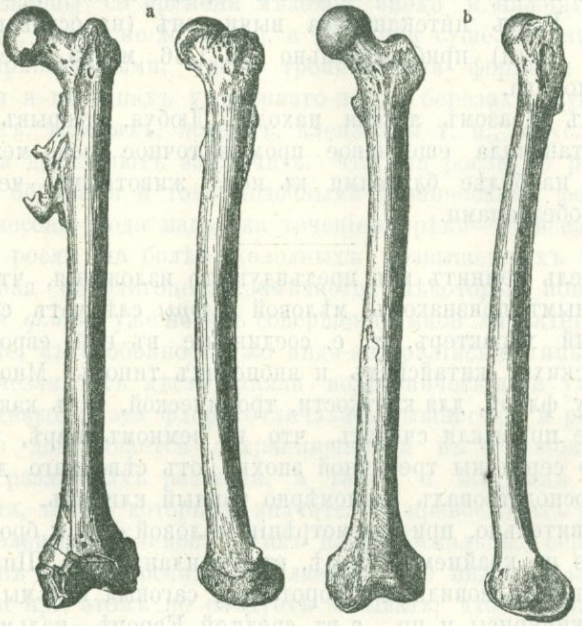



Рис. 229. Бедряная кость питекантропа (*a*) и человѣка (*b*) (изъ Неймайра, по Дюбуа).

близко съ одной стороны къ гиббону, съ другой—къ человѣку, имѣло вертикальную походку и объемъ мозга средній между таковымъ человѣка и человѣкоподобныхъ обезьянъ, именно отъ 900 до 1000 кубич. сантиметровъ. Наибольшій объемъ мозга обезьяны—гориллы достигаетъ всего 600 куб. сант., а наименьшій у человѣка (племя ведда) 1.140 куб. сант. Характерными чертами черепа питекантропа является—рѣзко выраженный прогнитизмъ—сильное развитіе надглазной части лобной кости и всѣхъ черепныхъ бугровъ, указывающихъ на необыкновенное развитіе мышцъ, особенно жевательныхъ и затылочныхъ. Тотъ же проме-

жуточный характеръ имѣютъ и найденные Дюбуа зубы питекантропа: по формѣ поверхности коронки они ближе къ зубамъ человѣка, но по своимъ размѣрамъ и расположенію корней приближаются къ зубамъ человѣкообразныхъ обезьянъ. Но всего больше сближаетъ питекантропа съ человѣкомъ—бедряная кость, несомнѣнно принадлежавшая существу, державшемуся при ходьбѣ вертикально, слѣдовательно, двуногому. Дѣло въ томъ, что вертикальная походка сдѣлала бедро человѣка почти совершенно прямымъ, тогда какъ бедро, напр., гориллы скручено внутрь. Бедряная кость питекантропа только слабо изогнута, но такая незначительная изогнутость наблюдается иногда и на бедряной кости человѣка. Ростъ питекантропа вычисленъ (на основаніи длины бедряной кости) приблизительно въ 1,66 метра, т. е. средній ростъ человѣка.

Такимъ образомъ явская находка Дюбуа, открывъ питекантропа, установила еще новое промежуточное звено между человѣкомъ и наиболѣе близкими къ нему животными—человѣкоподобными обезьянами.

---

Читатель помнитъ изъ предъидущаго изложенія, что самымъ характернымъ признакомъ мѣловой *флоры* слѣдуетъ считать ея смѣшанный характеръ, т. е. соединеніе въ ней европейскихъ, американскихъ, китайскихъ и японскихъ типовъ. Многіе называютъ эту флору, для краткости, тропической, такъ какъ до сихъ поръ еще привыкли считать, что на земномъ шарѣ, приблизительно до середины третичной эпохи, отъ сѣвернаго до южнаго полюса господствовалъ равномѣрно теплый климатъ.

Дѣйствительно, при разсмотрѣніи мѣловой флоры бросается въ глаза, что на крайнемъ сѣверѣ, въ Гренландіи, на Шпицбергенѣ встрѣчаются древовидные папоротники, саговыя пальмы, фиговыя деревья, кипарисы и пр., а въ средней Европѣ—пальмы и панданы; но это не даетъ намъ права заключать отсюда о тропическомъ климатѣ, такъ какъ, въ общемъ, все-таки преобладаютъ растенія, свойственныя умѣренному поясу сѣвернаго полушарія, а именно: магноліи, тюльпановыя деревья, платаны и пр. и рядомъ съ ними встрѣчаются многочисленные виды, прямо характерные для нашей современной флоры, какъ напр. тополи, ивы, плющъ, дубы, буки и вишневыя деревья. На этомъ основаніи скорѣе слѣдуетъ говорить объ умѣренномъ, чѣмъ о тропическомъ климатѣ мѣлового періода, и ожидать, что въ третичную эпоху мы встрѣтимся уже съ современными условіями.

Между тѣмъ *эоценовая флора* средней Европы обнаруживаетъ въ значительно большей степени, чѣмъ мѣловая, тропическій характеръ, такъ что даже было высказано предположеніе, что ра-

стенія Лондонскаго бассейна выросли не тамъ, гдѣ они найдены, а принесены морскими теченіями изъ болѣе южныхъ странъ. Такъ напр., здѣсь находятъ кокосовые орѣхи или, по крайней мѣрѣ, плоды такихъ растеній, которыя должны быть разсматриваемы какъ родоначальники нынѣшнихъ кокосовыхъ пальмъ, далѣе финиковыя пальмы, латаніи, эбеновыя и драконовыя деревья, бананы и пр. Мы видимъ, что тропическій характеръ здѣсь проявляется гораздо рѣзче и что на первый планъ выступаетъ сходство съ флорой южной Азіи, восточной Африки и Австраліи,—остатковъ древняго Лемурійскаго материка. Такимъ образомъ климатъ Европы со времени мѣловой эпохи и нижняго эоцена, повидимому, сталъ не холоднѣе, а теплѣе и суше. Однако рядомъ съ вышеприведенными, чисто тропическими формами не было недостатка и въ типахъ умѣреннаго пояса: березахъ, дубахъ, букахъ, ивахъ, тополяхъ, ясеняхъ, кленахъ и т. п., но условія ихъ нахожденія дозволяютъ заключить, что они росли не рядомъ съ пальмами, бананами и тому подобными тропическими формами, а были принесены сюда издалека теченіемъ рѣки—по всей вѣроятности они росли на болѣе холодныхъ возвышенныхъ мѣстахъ. Уже начиная съ олигоцена замѣчается нѣкоторый поворотъ, а *міоценовая флора* уже носитъ совершенно иной характеръ: чисто тропическіе, въ особенности же индо-австралійскіе типы окончательно исчезли, ихъ мѣсто заняли подтропическія и умѣренныя формы. Однако, и эта флора отличалась пышностью и разнообразіемъ, что доказывается сохранившимися въ большомъ числѣ остатками различныхъ растеній, а также и мощными флецами бураго угля, толща которыхъ значительно превосходитъ мощность каменноугольныхъ флецовъ. Такъ напр., Освальдъ Геръ насчитываетъ въ швейцарскихъ моллассахъ 920 видовъ различныхъ растеній, и при этомъ не слѣдуетъ забывать, что всѣ эти растенія встрѣчены на площади, въ пять разъ меньшей, чѣмъ нынѣшняя Швейцарія. Достойно вниманія сравнительно большое число деревянистыхъ растеній и исчезаніе травянистыхъ. Первыя составляютъ 70%—90% всей флоры, между тѣмъ какъ въ настоящее время число ихъ не превышаетъ 11%. По даннымъ Освальда Геера, въ современной германской и швейцарской флорѣ насчитывается около 360 деревянистыхъ растеній, въ то время какъ въ однихъ только швейцарскихъ моллассахъ извѣстно около 533 видовъ этихъ растеній. Слѣдовательно, въ *міоценовую* эпоху Европа была покрыта пышной *лѣсной* растительностью, рядомъ съ которой травянистыя растенія занимали весьма ничтожное мѣсто. Однако скудость травъ можетъ быть только кажущаяся и находитъ себѣ объясненіе въ недолговѣчности этихъ растеній, равно какъ и въ томъ обстоятельствѣ, что они не имѣютъ, подобно ку-

старникамъ и деревьямъ, опадающихъ листьевъ, которые разносятся вѣтромъ во всѣ стороны и, попадая въ рѣки, отлагаются вмѣстѣ съ осадками ила и извести. Понятно и то, почему большинство дошедшихъ до насъ травъ принадлежитъ къ болотнымъ или рѣчнымъ травамъ, или же къ такимъ, летучія сѣмена которыхъ были перенесены вѣтромъ въ озера или болота и тамъ сохранились. Кромѣ того, о существованіи нѣкоторыхъ травъ мы имѣемъ косвенныя указанія со стороны ископаемыхъ насѣкомыхъ. Такъ напр., различныя насѣкомыя, найденныя въ энингенскихъ отложеніяхъ, указываютъ на то, что тамъ цвѣли незабудка, ежевика, родъ клевера, крапива, а существованіе навозныхъ жуковъ служитъ доказательствомъ, что въ описываемую эпоху имѣлись и богатыя травой пастбища.

Характеръ міоценовой флоры былъ, конечно, не постоянный, а подвергался медленнымъ, постепеннымъ измѣненіямъ. Такъ напр., изъ второго или такъ называемаго аквитанскаго яруса швейцарскихъ моллассовъ въ третій ярусъ перешло 54% растеній, въ четвертый — 44%, а въ пятый—всего 14% общихъ со вторымъ ярусомъ.

Въ заключеніе остановимся на нѣкоторыхъ, наиболѣе интересныхъ типахъ *міоценовой флоры*.

Начнемъ съ *грибовъ*. Слѣдовало бы ожидать, что эти организмы, такъ же быстро разрушающіеся, какъ и возникающіе, совсѣмъ не сохранились въ ископаемомъ состояніи. Однако Освальдъ Гееръ нашелъ въ однихъ только швейцарскихъ молласахъ 42 различныхъ вида грибовъ. По большей части это—паразиты, присутствіе которыхъ обнаруживается на стебляхъ и листьяхъ темными пятнами и точками. Освальдъ Гееръ открылъ подобныя пятна на тополяхъ, кленахъ, дубахъ и камышѣ. Большіе грибы, шампиньоны, мухоморы, опёнки почти совершенно отсутствуютъ въ ископаемомъ состояніи. Тѣмъ не менѣе они несомнѣнно имѣлись въ міоценовыхъ лѣсахъ, на это указываетъ существованіе многочисленныхъ ископаемыхъ грибныхъ мошекъ, дошедшихъ до насъ, несмотря на свое чрезвычайно нѣжное строеніе.

*Безцвѣтковыя растенія* теряютъ свое первенствующее значеніе уже въ мезозойскую эпоху; въ міоценѣ они играютъ такую же незначительную роль, какъ и въ современную геологическую эпоху, хотя и представляютъ еще нѣкоторые своеобразные типы, напримѣръ одинъ изъ видовъ хвоща—Equisetum procerum является послѣднимъ представителемъ прежнихъ исполинскихъ формъ. *Цикадовыя* или саговыя пальмы почти окончательно успѣли уже исчезнуть. Зато *хвойныя* деревья играютъ большую роль: они дали главный матеріалъ для образованія бураго угля, они же образовали янтарь. Очень большимъ распространеніемъ въ описы-

ваемую эпоху пользовался болотный кипарисъ (Taxodium distichium), ограничивающійся нынѣ южной частью Сѣвероамериканскихъ Штатовъ. Вотъ что говоритъ Освальдъ Геэръ объ этомъ деревѣ: «Болотный кипарисъ глубже всѣхъ прочихъ деревьевъ проникаетъ въ мягкій илъ болотъ, образуя въ немъ обширное сплетеніе корней. Онъ растетъ всего лучше тамъ, гдѣ почва постоянно пропитана водой, какъ напр. въ бассейнахъ и озерахъ по берегамъ Миссисипи и въ небольшихъ внутреннихъ озерахъ среди безпредѣльныхъ болотъ Виргиніи и Каролины. По мѣрѣ того, какъ деревья увеличиваются въ размѣрахъ, они понемногу проваливаются и постепенно выполняютъ бассейнъ, причемъ или сохраняютъ свое вертикальное положеніе, или же покрываютъ почву, перекрещиваясь другъ съ другомъ въ самыхъ различныхъ направленіяхъ. Мѣстами такія деревья, вышиной отъ сорока до семидесяти футовъ, встрѣчаются группами отъ 100 до 800 экземпляровъ, наполняя водные бассейны органическими массами. Но иногда теченіе рѣки прорывается въ эти скопленія и размываетъ ихъ; тогда кипарисы вмѣстѣ со своими корнями уносятся теченіемъ; это и есть тѣ, опасныя для пароходовъ, плавучія деревья, которыя огромными массами скопляются у устья Миссисипи и образуютъ въ илѣ цѣлыя залежи дерева. Подобныя явленія въ значительной степени разъясняютъ образованія бураго угля. Поэтому весьма интересно знать, что предки нынѣшняго американскаго болотнаго кипариса нѣкогда были распространены по всей Европѣ почти до сѣвернаго полюса и, вѣроятно, играли здѣсь ту же роль, какую играютъ въ настоящее время его потомки въ Америкѣ».

Такимъ же обширнымъ распространеніемъ, какъ болотные кипарисы, пользовались многочисленные виды Sequoia, появившіеся впервые въ мѣловую эпоху и существующіе вплоть до нашего времени. Но въ то время, какъ міоценовые Sequoiae, были распространены отъ Италіи до Исландіи и даже до сѣверной Гренландіи, нынѣ живущіе виды ограничиваются весьма незначительной областью. Сюда относятся два вида: Sequoia sempervirens, образующій въ прибрежныхъ мѣстностяхъ Калифорніи огромные лѣса, и Sequia gigantea, исполинскія деревья въ 300—320 фут. вышиной и 20—30 фут. въ поперечникѣ. Знаменитое дерево Веллингтонія—Wellingtonia gigantea принадлежитъ тоже къ Sequoia.

Изъ скрытосѣмянныхъ міоценовыхъ растеній назовемъ слѣдующія: осоку, палочникъ, жалгу, лиліи, касатникъ, латаніи, платаны, ивы, тополи, дубы, буки, березы, фиговыя, лавровыя и коричныя деревья, манголіи, виноградъ, амбровыя деревья, липы, клены, мирты, вязы и друг. Мы видимъ, что это все еще довольно пестрое смѣшеніе разнообразнѣйшихъ типовъ, распредѣленныхъ въ настоящее время по всѣмъ поясамъ и частямъ свѣта, причемъ

однако большинство ихъ приходится на Сѣверную Америку, далѣе идетъ Европа, Азія, Южная Америка и наконецъ острова Атлантическаго океана, Африка и Новая Голландія.

## ГЛАВА XXXVIII.

### Климатическія условія новотретичной эпохи. Вулканическія явленія въ третичный періодъ.

Еще при описаніи климатическихъ условій каменноугольнаго періода было говорено о томъ, какъ мало еще данныхъ для изученія климатовъ прежнихъ эпохъ. Мы видимъ, правда, что каждый видъ, какъ въ царствѣ животныхъ, такъ и въ царствѣ растеній, требуетъ для своего успѣшнаго развитія извѣстныхъ предѣловъ температуры, кверху и книзу отъ которыхъ организмъ не можетъ уже выдерживать борьбы за существованіе, и имѣемъ полное основаніе предполагать, что этотъ законъ сохранилъ свою силу во всѣ времена и повсюду. Мы знаемъ, что кромѣ тепла есть еще одинъ моментъ, имѣющій большое вліяніе на успѣшное развитіе растительности,—это влажность; несомнѣнно, что недостатокъ влаги гораздо болѣе препятствуетъ многимъ европейскимъ растеніямъ проникнуть на югъ, чѣмъ высокая температура. Но съ другой стороны необходимо принять во вниманіе, что организмы прежнихъ періодовъ, въ общемъ, значительно отличаются отъ нынѣ живущихъ, и что весьма рискованно на основаніи потребностей современнаго растенія или животнаго дѣлать заключеніе о потребностяхъ вида или рода, жившаго за милліоны лѣтъ тому назадъ. Это соображеніе становится еще болѣе убѣдительнымъ, если принять во вниманіе, что и нынѣ встрѣчаются такіе родственные виды, изъ которыхъ одинъ живетъ въ умѣренномъ и даже холодномъ, а другой—въ тропическомъ климатѣ. Пропасть между каменноугольными и нашими споровыми растеніями очень велика и во всякомъ случаѣ больше, чѣмъ между нашими кувшинками и индѣйскимъ лотосомъ. И хотя бы мы и смотрѣли на каламиты какъ на гигантскіе хвощи, а на сигилляріи какъ на исполинскія плауновыя, все-таки мы должны сказать, что родство между ними не больше, чѣмъ между рожью и рисомъ или между кокосовой пальмой и нашей змѣй-травой. Правда, чѣмъ ближе мы подходимъ къ современной геологической эпохѣ, тѣмъ болѣе усиливается сходство флоръ и фаунъ съ нынѣ существующими и и тѣмъ легче становится разрѣшеніе вопроса о климатѣ соотвѣтствующихъ эпохъ. Изъ всѣхъ попытокъ, сдѣланныхъ въ этомъ направленіи, наиболѣе блестящими должны считаться изслѣдованія, произведенныя Освальдомъ Геромъ надъ климатомъ міоцена.

Міоценовыя отложенія очень пригодны для разрѣшенія подобныхъ вопросовъ, потому что чрезвычайно богаты ископаемыми, въ особенности же отлично сохранившимися растеніями и насѣкомыми, многіе виды которыхъ живутъ еще и въ настоящее время.

Міоценовая флора Германіи и Швейцаріи отличается отъ современной большимъ разнообразіемъ видовъ и въ особенности большимъ числомъ деревянистыхъ растеній. Достойно вниманія, что большинство послѣднихъ (двѣ трети) были одѣты вѣчно зеленой листвой, что безусловно указываетъ на теплый климатъ или по меньшей мѣрѣ на весьма мягкую зиму. Одна холодная зима,—говоритъ Освальдъ Геэръ,—уничтожила бы эти вѣчнозеленые лѣса. Этотъ ученый возстановилъ не только общій характеръ міоценоваго климата, но и послѣдовательную смѣну временъ года въ міоценовую эпоху. На одной изъ известняковыхъ плитъ Энингена, находящейся въ Цюрихскомъ музеѣ, сохранились—цвѣтокъ камфорнаго дерева рядомъ съ цвѣткомъ ивы, съ листьями платана, амброваго дерева и клена. Изъ этого слѣдуетъ, что ивы и камфорныя деревья цвѣли въ одно и то же время и что въ то же самое время платаны были уже покрыты листьями, потому что если на одной плитѣ оказываются лежащими рядомъ такіе легко разрушающіеся органическіе остатки, какъ листья и цвѣты, то очевидно, что они не только одновременно были занесены иломъ, а вѣроятно, приблизительно въ одно и то же время попали на землю. На другой плитѣ, рядомъ съ листьями платановъ, вязовъ, ивъ, амбровыхъ деревьевъ, оказываются цвѣты тополя; отсюда слѣдуетъ, что тополь зацвѣлъ въ то время, когда платанъ уже былъ покрытъ листьями. Это соотношеніе, говоритъ Освальдъ Геэръ, не замѣчается въ Швейцаріи и вообще въ умѣренномъ климатѣ, гдѣ ивы начинаютъ цвѣсти, когда платаны еще совершенно лишены листьевъ. Совсѣмъ иными представляются эти отношенія въ болѣе южныхъ широтахъ. Напр. на островѣ Мадейрѣ почки на платанахъ начинаютъ раскрываться во второй половинѣ марта и въ первой половинѣ апрѣля листья достигаютъ своего полнаго развитія. Ива Канарскихъ острововъ хотя и начинаетъ цвѣсти тоже раньше платана, но, благодаря тому, что періодъ цвѣтенія ея продолжается гораздо дольше—до конца апрѣля—на платанахъ и ивахъ Мадейры въ одно и то же время можно видѣть цвѣты и листья. Въ швейцарскихъ моллассахъ очевидно происходило то же самое—на это указываютъ известняковыя плиты, гдѣ цвѣты ивы лежатъ рядомъ съ листьями платана. Если мы предположимъ, что эти деревья зацвѣтали и покрывались листьями въ то же время, какъ ихъ нынѣшніе родичи на Мадейрѣ, то это будетъ конецъ марта. Въ поразительномъ соотвѣтствіи съ такимъ выводомъ находится то обстоятельство, что рядомъ съ

цвѣтками ивы и листьями платана встрѣчаются цвѣтки камфорнаго дерева; оказывается, что камфорное дерево цвѣтетъ на Мадейрѣ какъ разъ въ это же самое время. Къ тѣмъ же результатамъ мы придемъ, если остановимся на времени цвѣтенія тополя. Пирамидальный тополь зацвѣтаетъ на Мадейрѣ въ концѣ марта, т. е. совпадаетъ со временемъ цвѣтенія платана, тогда какъ въ Германіи и Швейцаріи онъ опережаетъ его на цѣлый мѣсяцъ. Оказывается, что на одной изъ плитъ Энингена цвѣтки тополя лежатъ рядомъ съ листьями платана, которые никогда не появляются раньше цвѣтовъ. Путемъ подобныхъ сравнительныхъ изслѣдованій Освальдъ Геръ получаетъ весьма интересныя данныя относительно прочихъ временъ года міоцена въ средней Европѣ. Чрезвычайно интересно, что для опредѣленія періода цвѣтенія такихъ растеній, которыя не оставили по себѣ близкихъ родственныхъ формъ и слѣдовательно не допускаютъ сравненія ни съ одной изъ современныхъ флоръ, Освальдъ Геръ пользуется распредѣленіемъ ископаемыхъ насѣкомыхъ въ тѣхъ же отложеніяхъ Энингена. Такъ напр., на одной изъ известняковыхъ плитъ рядомъ съ зрѣлыми плодами подогоній (вымершаго нынѣ растенія) находятся крылатые муравьи, близкіе къ современнымъ formica herculanea. Какъ извѣстно, эти муравьи лѣтомъ предпринимаютъ свой брачный полетъ, и болѣе чѣмъ вѣроятно, что и энингенскіе муравьи имѣли тѣ же привычки и тоже совершали свой брачный полетъ лѣтомъ. Они поднимались большими стаями на воздухъ, причемъ нерѣдко въ большомъ количествѣ погибали во время бури. Мы имѣемъ основаніе предполагать, что подогоніи носили зрѣлые плоды уже лѣтомъ и цвѣли во всякомъ случаѣ ранней весной, что дѣйствительно доказывается цвѣтущей, но еще лишенной листьевъ вѣткой подогоніи, найденной на одной изъ плитъ рядомъ съ голой вѣткой тополя съ закрытыми еще цвѣточными почками, а по изслѣдованіямъ Геера, какъ мы уже знаемъ, выходитъ, что тополи цвѣли уже въ концѣ марта. Подогоніи были, можетъ быть, первыя цвѣтущія деревья въ швейцарскихъ и германскихъ моллассовыхъ лѣсахъ, въ мартѣ за ними слѣдовали ивы и тополи, далѣе—платаны, камфорныя деревья, клены, орѣшники и пр. Въ это время года вѣроятно нерѣдко бывали сильные вѣтры и грозы, срывавшіе съ деревьевъ и кустовъ листья, цвѣты и вѣтки и уносившіе ихъ въ озера, гдѣ они заволакивались иломъ. Поэтому мы встрѣчаемъ въ энингенскихъ отложеніяхъ слои съ такимъ большимъ количествомъ растительныхъ остатковъ весенняго происхожденія. Въ серединѣ мая на тополяхъ и ивахъ созрѣвали плоды и вѣтеръ разносилъ ихъ во всѣ стороны вперемежку съ листьями, какъ они и встрѣчаются въ энингенскихъ отложеніяхъ. Въ то же время, вѣроятно, опадали

плоды съ вязовъ и далеко разносились вѣтромъ, вслѣдствіе чего они и попали въ нижніе, содержащіе насѣкомыхъ, слои эннингенскихъ отложеній. Въ серединѣ лѣта созрѣвали плоды подогоніи, а одновременно съ ними—плоды березъ, почему ихъ и находятъ заключенными вмѣстѣ въ однихъ и тѣхъ же отложеніяхъ. Въ это время появлялись цѣлые рои крылатыхъ муравьевъ, многочисленные комары и большіе термиты, нерѣдко уносимые вѣтромъ въ озеро *), гдѣ они и погибали. Многочисленные жуки поѣдали на берегу озера отбросы млекопитающихъ, приходившихъ сюда изъ лѣса напиться воды. Нѣкоторые изъ этихъ навозныхъ жуковъ поднимались на воздухъ и раздѣляли участь муравьевъ: они присоединялись къ богатой коллекціи насѣкомыхъ, сохранившейся въ эннингенскихъ отложеніяхъ.

На основаніи многочисленныхъ наблюденій и сравнительныхъ изслѣдованій, Освальду Геру удалось также опредѣлить *среднюю годовую температуру* міоценовой эпохи. Онъ нашелъ ее равной +20,5° по Цельсію для нижняго міоцена, + 18,5° по Ц. для верхняго міоцена; слѣдовательно климатъ средней Европы въ нижнеміоценовую эпоху былъ теплѣе теперешняго климата приблизительно на 9 градусовъ, а въ верхнеміоценовую эпоху—на 7 градусовъ. Сѣверная Италія въ нижнеміоценовую эпоху имѣла среднюю годовую температуру въ +22° по Ц. (нынѣшняя температура Каира), Швейцарія +20½° по Ц. (нынѣшняя температура Новаго Орлеана, въ Америкѣ), нижнерейнскій бассейнъ +18° по Ц. Въ верхнеміоценовую эпоху годовая температура сѣверной Италіи составляла +20°, Швейцаріи—только +18,5° (теперешняя температура Мадейры), Силезіи +15° по Ц. По мѣрѣ удаленія къ сѣверу, температура понижалась и для Шпицбергена, подъ 78° сѣверной широты, Освальдъ Геръ считаетъ ее равной +9° по Ц. Самый сѣверный пунктъ, въ которомъ найдены новотретичныя растенія,—это земля Гриннель **), къ сѣверозападу отъ Гренландіи, въ 8° отъ сѣвернаго полюса. Тамъ были найдены кипарисы, сосны, липы, березы, тополи, орѣшникъ, калина и различныя болотныя травы—флора, требовавшая, по вычисленію Освальда Геера, по меньшей мѣрѣ температуры въ +8° по Ц., между тѣмъ какъ *нынѣшняя температура земли Гриннель составляетъ 20° ниже нуля*. Въ то время, какъ въ средней Европѣ разница между современной и міоценовой температурой не превышаетъ 9°, для земли Гриннель эта разница составляетъ 28°. Причина этого раз-

*) Отложенія Эннингена находятся близъ выхода р. Рейна изъ Боденскаго озера.

**) Должны, впрочемъ, оговориться, что многіе геологи въ настоящее время сомнѣваются въ *міоценовомъ* характерѣ гренландскихъ третичныхъ отложеній.

личія до сихъ поръ еще не выяснена. Вообще надо сказать, что климатическія условія третичной эпохи, несмотря на всю ея близость къ намъ, представляются для естествоиспытателя пока еще далеко не ясными. Ископаемыя флоры и фауны, найденныя въ теченіе послѣднихъ лѣтъ въ различнѣйшихъ пунктахъ Японіи, сѣверной и южной Америки, дѣлаютъ, правда, вѣроятнымъ предположеніе, что въ міоценовую эпоху Европа обладала теплымъ климатомъ, между тѣмъ какъ прочія области какъ сѣвернаго, такъ и южнаго умѣреннаго пояса, имѣли въ то же время болѣе холодную температуру, чѣмъ въ настоящее время. Такимъ образомъ казалось бы, что климатъ моллассовъ можно объяснить, хотя бы отчасти, чисто мѣстными причинами. Однако при ближайшемъ изслѣдованіи оказывается, что всѣ подобныя соображенія недостаточны для объясненія тогдашнихъ климатическихъ условій. Далѣе, чѣмъ объяснить разницу въ 18—25° между теперешней и тогдашней температурой на Шпицбергенѣ, Гренландіи и землѣ Гриннель? Было высказано предположеніе, что растенія, найденныя въ этихъ областяхъ, относятся не къ міоцену, а къ болѣе древнимъ періодамъ. Въ этомъ конечно нѣтъ ничего невозможнаго—мы видѣли уже выше, что во время каменноугольной эпохи на индо-австралійско-американскомъ материкѣ развилась флора, появившаяся въ Европѣ лишь въ мезозойскую эру. Но это значило бы не разрѣшить вопросъ, а только перенести его изъ одного въ другой. Не разъ уже пытались объяснить вопросъ о климатическихъ условіяхъ предыдущихъ эпохъ не мѣстными, а болѣе общими причинами, какъ мы то уже видѣли въ предыдущемъ изложеніи. Иное распредѣленіе суши и моря, болѣе интенсивная внутренняя теплота земли, болѣе высокая температура и большій діаметръ солнца,—все это гипотезы, которыя оказались неудовлетворительными для разрѣшенія вопроса; несравненно большаго вниманія заслуживаетъ въ данномъ случаѣ перемѣщеніе полюсовъ: имѣются различныя указанія въ пользу того, что въ теченіе продолжительныхъ періодовъ времени земная ось мѣняетъ, хотя и весьма незначительно, свое положеніе относительно плоскости орбиты. Ясно, что подобное перемѣщеніе полюсовъ должно вести за собою измѣненіе въ распредѣленіи поясовъ и климатовъ.

**Вулканическія явленія въ третичный періодъ.** *Вулканическіе продукты—базальты, трахиты и фонолиты* играютъ довольно значительную роль среди прочихъ третичныхъ породъ, изъ чего слѣдуетъ, что и третичный періодъ, подобно палеозойской и мезозойской эрамъ, а также и современной геологической эпохѣ, имѣлъ свои вулканы и вулканическія изверженія. Интенсивная вулканическая дѣятельность этого періода оставила по

себѣ многочисленные слѣды то въ видѣ жилъ и штоковъ, то въ видѣ остатковъ лавовыхъ потоковъ и покрововъ, то въ видѣ куполовъ или сопокъ. Тогда, какъ и въ настоящее время, изъ вулкановъ, вмѣстѣ съ мощными лавовыми потоками, выбрасывались бомбы, песокъ и пепелъ, послужившіе матеріаломъ къ образованію обширныхъ отложеній туфа, геологическій возрастъ котораго нерѣдко можно опредѣлить съ большой точностью, благодаря заключеннымъ въ немъ животнымъ и растительнымъ остаткамъ. Самыя извѣстныя и обширныя мѣстонахожденія базальтовыхъ и трахитовыхъ породъ въ средней Европѣ будутъ слѣдующія: базальтовые, трахитовые и фонолитовые куполы, лавовые потоки, наполненные отчасти водой кратеры (маары) въ Эйфелѣ (прирейнская провинція); далѣе подобные же вулканическіе продукты въ окрестностяхъ Лаахерскаго озера, которое можетъ быть разсматриваемо, какъ кратеръ, наполненный водой; пезмы, базальто-



Рис. 230. Потухшіе вулканы Оверни. Цѣпь Пюи, съ вершиною Пюи-де-Домъ.

вые покровы и туфы Вестервальда; базальты, трахиты и фонолиты Богеміи и, наконецъ, трахитовыя горы Венгріи и Зибенбюргена.

Въ центральномъ плато Франціи вулканическая дѣятельность проявлялась, начиная со средины палеогеновой эпохи до второй половины четвертичнаго періода; здѣсь вулканическія горы поднимаются надъ гранитовымъ и гнейсовымъ фундаментомъ иногда до высоты 1.500 и 1.900 метровъ.

Эта центральная вулканическая область Франціи раздѣляется обыкновенно на 4 участка; одинъ изъ нихъ—*цѣпь Пюи*, которая представляетъ изъ себя два параллельныхъ ряда прекрасно сохранившихся вулкановъ. Въ олигоценовую эпоху часть этого центральнаго вулканическаго плато была покрыта большими озерами, между тѣмъ какъ въ другой части шли изверженія базальта и били гейзеры; въ міоценовую эпоху картина мѣняется; плато превращается въ островъ, окруженный моремъ, озера исчезаютъ, но вулканическая дѣятельность продолжается и становится особенно интенсивной въ пліоценовую эпоху, когда и формируются цѣпи Пюи, Монъ-Доръ и др.; такимъ образомъ къ началу четвертич-

наго періода дѣйствуютъ уже хорошо сформированные вулканы, извергающіе лаву и рыхлые продукты—пепелъ, рапилли, бомбы и проч.

Къ третичной эпохѣ относятся также вулканическія области Кавказа и Арменіи, малой Азіи, центральной Африки, потухшіе вулканы на Аппенинскомъ полуостровѣ и въ верхней Италіи, базальтовые покровы въ Исландіи, Шотландіи и Ирландіи, а также многочисленныя мѣстонахожденія вулканическихъ продуктовъ въ восточной Африкѣ, Сѣверной Америкѣ и на многихъ австралійскихъ островахъ. Начало вулканической дѣятельности въ южной Италіи, Сициліи и Греціи (Санторинъ) тоже совпадаетъ съ третичнымъ періодомъ.

Остановимся нѣсколько на наиболѣе типичныхъ вулканическихъ породахъ третичной системы.

*Трахитъ* является въ видѣ породы сѣраго, красноватаго, желтоватаго и даже бѣлаго цвѣта, состоящей преимущественно изъ полевого шпата, но заключающаго въ себѣ большое число и другихъ минераловъ. Онъ представляетъ то плотное, то пористое, то глубозернистое строеніе, отъ чего и происходитъ его названіе (trachys—неровный, грубый). Химическій составъ трахита съ одной стороны совпадаетъ съ нѣкоторыми древними сіенитами, съ другой—со многими кислыми или трахитовыми лавами настоящаго времени. Средній составъ трахита, по Креднеру, слѣдующій: 62% — 64% кремневой кислоты, 16—19% глинозема, 6% окиси желѣза, 1,8—2,5% извести, 0,8% магнезіи, 3,6—5,3% кали, 4,5% натра, 0,5% воды. Необходимо, однако, замѣтить, что эти цифры подвержены большимъ колебаніямъ. Удѣльный вѣсъ трахита равенъ 2,6—2,7. Трахитъ образуетъ куполообразные холмы и горы и нерѣдко обнаруживаетъ столбчатую или пластинчатую отдѣльность. Благодаря вывѣтриванію, онъ превращается въ глинистую почву, весьма пригодную для земледѣлія, и многія древнія вулканическія области обязаны своимъ плодородіемъ продуктамъ вывѣтриванія трахита.

Трахитъ встрѣчается не только въ потухшихъ вулканическихъ областяхъ рейнской области, средней Германіи, Богеміи, Венгріи, Испаніи, Франціи, Италіи и пр., но принимаетъ также участіе и въ строеніи большинства дѣйствующихъ вулкановъ южной Америки, Камчатки и Явы.

Трахитъ употребляется также въ качествѣ строительнаго матеріала. Для примѣра укажемъ на Кёльнскій соборъ, который отчасти выстроенъ изъ трахита.

Къ трахиту весьма близко по своему химическому составу подходитъ *фонолитъ*. Это—плотная, роговидная масса, просвѣчивающая по краямъ, въ свѣжемъ состояніи имѣетъ темнозеленую или

сѣрую, доходящую до черной, окраску и обнаруживаетъ нерѣдко пластинчатую отдѣльность, вслѣдствіе чего въ нѣкоторыхъ мѣстностяхъ идетъ для покрытія крышъ.

Наиболѣе важное мѣсто среди вулканическихъ продуктовъ занимаетъ *базальтъ*, имѣющій весьма различный химическій составъ и образующій то крутыя конусообразныя горы, то утесы и куполы, то обширные покровы и нерѣдко обнаруживающій столбчатую отдѣльность. Базальты, носящіе различныя названія въ зависимости отъ своего химическаго состава, пользуются большимъ распространеніемъ во всѣхъ вулканическихъ областяхъ. Они отличаются отъ трахитовъ главнымъ образомъ меньшимъ содержаніемъ кремневой кислоты (около 48%), большимъ удѣльнымъ вѣсомъ, болѣе темной окраской, слабо кристаллическимъ строеніемъ и большимъ стремленіемъ разстилаться въ видѣ обширныхъ, плоскихъ покрововъ. Базальтъ при вывѣтриваніи, подобно трахиту, превращается въ глинистую, весьма плодородную почву.

*Вернеръ*, «отецъ геологіи», считалъ базальтъ за образованіе, осѣвшее изъ воды, подобно глинистымъ сланцамъ, известнякамъ и песчаникамъ и смотрѣлъ на базальтовые куполы и покровы, какъ на послѣдніе остатки нѣкогда мощнаго пласта, равномѣрно разстилавшагося надъ прочими формаціями всѣхъ странъ.

Это ученіе, получившее названіе *нептунизма*, пріобрѣло себѣ многочисленныхъ и ревностныхъ послѣдователей, между прочимъ и въ лицѣ знаменитыхъ учениковъ Вернера—Леопольда фонъ-Буха и Александра Гумбольдта. Впослѣдствіи они оба однако убѣдились въ вулканическомъ происхожденіи базальта и перешли на сторону *плутонистовъ*.

## ГЛАВА XXXIX.

### Дилювіальный или четвертичный періодъ, періодъ мамонта и первобытнаго человѣка *).

Краткая характеристика дилювіальнаго періода. — Исполинскіе ледники.— Дилювіальныя породы.

Дилювіальный періодъ значительно уступаетъ предыдущимъ періодамъ, какъ напр. каменноугольному, юрскому или даже третичному, какъ въ отношеніи своей продолжительности, такъ и размѣра измѣненій, совершившихся въ теченіе этого времени въ органическомъ и неорганическомъ мірѣ. Онъ получилъ свое названіе отъ слова diluvium (потопъ), что, впрочемъ, совершенно не-

*) Нѣкоторые геологи зовутъ этотъ періодъ «плейстоценомъ» отъ греческихъ словъ πλείστον καινός, что вмѣстѣ означаетъ *новѣйшій*.

правильно, потому что каждая изъ древнихъ системъ съ большимъ правомъ заслуживаетъ этого названія, а катастрофа, о которой повѣствуетъ Библія, не имѣетъ ничего общаго съ этимъ періодомъ.

Границы дилювіальной системы весьма трудно опредѣлить съ точностью, такъ какъ она представляетъ незамѣтные, почти неуловимые переходы книзу и кверху. Дилювіальное и пліоценовое населеніе морей представляютъ такое соотвѣтствіе между собой, что всякая граница, которую мы вздумали бы провести между ними, явилась бы совершенно произвольной. Самые характерные типы верхняго пліоцена: мастодонтъ, махайродусъ, гиппопотамъ (Hippopotamus major), слонъ (Elephantus meridionalis) и многіе другіе, встрѣчаются также и въ древнихъ дилювіальныхъ отложеніяхъ.

Не менѣе трудно установить границу между дилювіальной и современной геологической эпохой. Во времена Кювье это разграниченіе не представлялось затруднительнымъ, такъ какъ, по тогдашнимъ воззрѣніямъ, современная эпоха очень рѣзко отличалась отъ предыдущихъ появленіемъ человѣка. «Homo sapiens» считался такой же надежной руководящей формой для современной эпохи, какъ трилобиты для силурійскаго періода. Но мы знаемъ теперь, что человѣкъ существовалъ уже въ ледниковомъ періодѣ вмѣстѣ съ мамонтомъ, пещернымъ медвѣдемъ и пещернымъ львомъ, и весьма возможно, что первое появленіе его должно быть отнесено даже къ третичному періоду. Въ настоящее время разграниченіе эпохъ производится на основаніи другихъ признаковъ, при этомъ руководствуются не столько ископаемыми остатками, сколько климатическими условіями, распредѣленіемъ суши и моря и пр.

Теперь къ настоящей геологической эпохѣ относятъ тѣ образованія, со времени отложенія которыхъ не произошло замѣтныхъ измѣненій климата, системъ долинъ и уровня воды въ моряхъ и рѣкахъ, видоизмѣненій флоръ и фаунъ, а также не произошло перемѣщеній въ географическомъ распространеніи растеній и животныхъ, кромѣ тѣхъ, которыя находятся въ посредственной или непосредственной зависимости отъ активнаго вмѣшательства человѣка.

Самымъ характернымъ, поразительнымъ и до сихъ поръ еще не разъясненнымъ отличіемъ дилювіальнаго періода представляется существованіе огромнѣйшихъ ледяныхъ массъ. Изъ альпійскихъ долинъ *ледники* спускались къ сѣверу, заходя далеко за Боденское озеро и почти до Мюнхена, къ западу они поднимались до склоновъ Юры, къ югу доходили до береговъ Средиземнаго моря, къ востоку — почти до Вѣны. Еще болѣе грандіозные размѣры представляло оледенѣніе сѣверной Европы, потому что Ирландія, Шотландія, большая часть Англіи, Скандинавскій и Ютландскій

полуостровъ, огромная часть Россіи, нижнерейнская и сѣверогерманская низменности были покрыты льдами. Пенкъ полагаетъ,

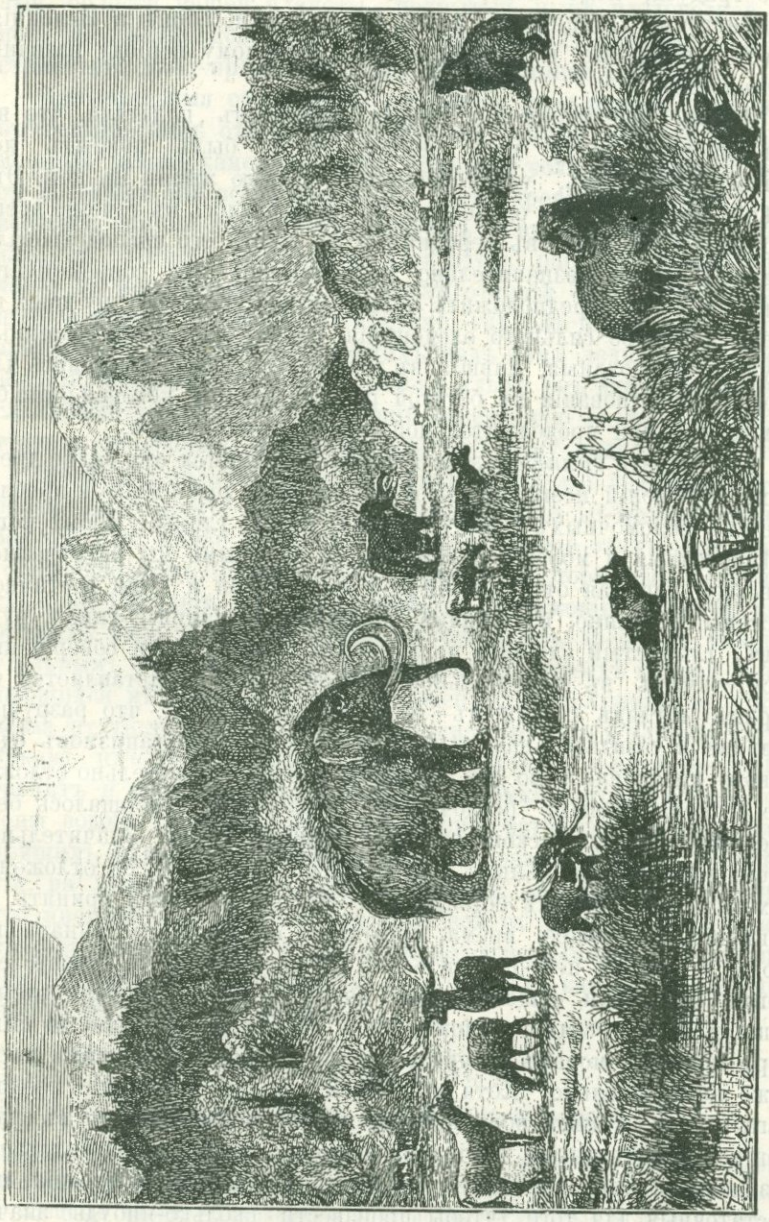


Рис. 231. Ландшафтъ диловіальнаго періода.

что ледяныя поля сѣверной Европы занимали протяженіе въ 115.027 квадратныхъ миль. Эти необъятныя ледяныя пространства

однако уступаютъ еще ледянымъ полямъ сѣверной Америки: тамъ оледенѣніе доходило до 39 градусовъ сѣверной широты, т. е. до того градуса, подъ которымъ лежатъ теперь города: Балтимора, Вашингтонъ, Цинцинати, а въ Европѣ—Лиссабонъ и Валенція. Это-то оледенѣніе и доставило дилювіальному періоду названіе *ледниковаго*.

Первые послѣдователи теоріи ледниковъ полагали, что въ описываемую эпоху весь земной шаръ былъ покрытъ ледянымъ панцыремъ, уничтожившимъ всякую жизнь на ней. Это мнѣніе преувеличено: оледенѣніе не продолжалось въ теченіе всего періода—въ началѣ, въ серединѣ и въ концѣ его господствовалъ климатъ, лишь незначительно отличавшійся отъ современнаго. Едва ли можно предположить очень низкую температуру даже во время наиболѣе сильнаго оледенѣнія, потому что многочисленныя крупныя травоядныя, жившія въ ледниковую эпоху, нуждались для своего существованія въ богатой растительности, которая была бы немыслима при продолжительной низкой температурѣ.

*Отложенія дилювіальнаго періода* отличаются отъ болѣе древнихъ отложеній незначительной мощностью, рыхлостью и преобладаніемъ обломочныхъ породъ: гравія, песку, глины. Кромѣ того, прѣсноводныя и морскія отложенія, съ которыми мы встрѣчались повсюду, начиная отъ силурійской до мѣловой и даже третичной системы, а именно: известнякъ, доломитъ, песчаникъ, гипсъ, рухлякъ, глинистый сланецъ и сланцевая глина, почти совершенно отсутствуютъ въ дилювіальной системѣ. Это представляется на первый взглядъ страннымъ—вѣдь мы же знаемъ, что разрушительная и созидательная дѣятельность воды и организмовъ одинаково проявлялась во всѣ времена, и что слѣдовательно отложеніе вышеназванныхъ осадочныхъ образованій совершалось безпрерывно отъ архейской эры по нынѣшнее время. Значительное уменьшеніе дилювіальныхъ морскихъ и прѣсноводныхъ отложеній находитъ себѣ вполнѣ естественное объясненіе, если принять во вниманіе слѣдующее: время, протекшее съ конца третичнаго періода, слишкомъ непродолжительно для того, чтобы въ теченіе его могли произойти существенныя перемѣщенія въ распредѣленіи суши и моря. Осадки, отложившіеся въ эту эпоху, еще до сихъ поръ покрыты моремъ, а число озеръ, высохшихъ съ тѣхъ поръ, тоже незначительно. Хотя мы имѣемъ полное основаніе предполагать, что съ тѣхъ поръ прошло много тысячелѣтій, но въ сравненіи съ необъятными періодами времени, которыми располагаетъ созидающая природа, это не болѣе, какъ короткія мгновенія, недостаточныя для того, чтобы произвести сколько-нибудь значительныя измѣненія. Несмотря на это, дилювіальный періодъ имѣетъ для насъ огромное значеніе, потому что его отложенія хотя имѣ-

ютъ незначительную мощность, но зато покрываютъ большую часть земной поверхности. Если бы не эти отложенія, то огромныя области нашей планеты, покрытыя нынѣ плодородной глиной, представлялись бы въ видѣ обнаженныхъ каменистыхъ пространствъ, мало пригодныхъ для произростанія растеній.

Дилювіальныя образованія содержатъ мало породъ, полезныхъ въ техническомъ отношеніи,—здѣсь не успѣли еще образоваться мощныя залежи каменнаго угля, каменной соли, различныхъ рудъ, съ которыми мы встрѣчаемся въ болѣе древнихъ системахъ, но все-таки они не вполнѣ отсутствуютъ и въ дилювіальныхъ отложеніяхъ. Вмѣсто каменнаго угля здѣсь распространенъ торфъ, часто не представляющій никакихъ отличій отъ нынѣ образующагося торфа. Въ тѣхъ же мѣстахъ, гдѣ онъ подвергся сильному давленію со стороны залегающихъ надъ нимъ ледниковыхъ образованій, напр., по сѣверному склону Альпъ онъ видоизмѣнился въ сланцевый уголь, представляющій переходную ступень къ бурому углю и совершенно напоминающій по своему виду уголь неогена.

Мощность дилювіальныхъ торфяныхъ залежей подвержена большимъ колебаніямъ, мѣстами она доходитъ до 10 метровъ и даже больше. Не менѣе измѣнчиво распространеніе этихъ залежей въ горизонтальномъ направленіи. Нѣкоторыя торфяныя болота въ сѣверной Германіи и Ирландіи имѣютъ протяженіе въ 50, 60 квадратныхъ миль и слѣдовательно не уступаютъ древнимъ каменноугольнымъ полямъ. Изъ металловъ и драгоцѣнныхъ камней, встрѣчающихся въ дилювіальныхъ отложеніяхъ, заслуживаютъ упоминанія ртутныя руды, золото и платина, корундъ и алмазъ. Источникомъ ихъ служатъ болѣе древнія системы, а именно—гнейсъ, гранитъ и кристаллическіе сланцы, обломки которыхъ были снесены водою. Подобныя мѣстонахожденія встрѣчаются въ различнѣйшихъ пунктахъ земного шара—въ Бразиліи, Перу, Калифорніи, на Уралѣ, въ Остъ-Индіи, Африкѣ, Австраліи. Замѣтимъ, что многочисленныя мѣсторожденія золота и платины относятся къ современной эпохѣ, и что слѣдовательно вымываніе и накопленіе благородныхъ металловъ и драгоцѣнныхъ камней происходитъ еще и въ настоящее время.

## ГЛАВА XL.

### Флора и фауна дилювіальнаго періода.

Скудость дошедшихъ до насъ растительныхъ остатковъ. — Дилювіальныя млекопитающія.—Интересныя находки въ сибирскихъ льдахъ. – Жвачныя.— Хищные звѣри.—Тихоходы и броненосцы.—Сумчатыя и птицы.—Моа.

Послѣ того, что извѣстно уже изъ предыдущаго изложенія о постепенномъ ходѣ эволюціи царства животныхъ и растеній, со-

вершающемся на протяженіи всѣхъ геологическихъ эпохъ, начиная съ древнѣйшей и вплоть до современной, читатель найдетъ вполнѣ естественнымъ рѣзко выраженное сходство между дилювіальной и современной флорой, такъ какъ дилювіальные организмы являются непосредственными предшественниками нынѣ живущихъ. Однако, несмотря на это, мы все-таки встрѣчаемся въ описываемую эпоху и съ вымершими уже теперь формами. Главное же отличіе дилювіальнаго періода эпохи отъ современной эпохи составляетъ *смѣшанный* характеръ и иное распредѣленіе животныхъ и растеній, заставляющее предполагать и другія климатическія условія.

Дилювіальная флора оставила по себѣ сравнительно скудные остатки. Изъ сланцеваго угля, торфяныхъ залежей, известковыхъ туфовъ и глинъ средней Европы извѣстны дубъ, береза, кленъ, вязъ, липа, букъ, серебристый тополь, орѣшникъ, осина, сосна, нѣкоторые виды ивъ, камышъ, ежевика, брусника, осока, торфяные мхи, папортники, хвощи и т. д., однимъ словомъ, все такіе виды, которые и въ настоящее время существуютъ въ тѣхъ же широтахъ. До настоящаго времени открыто всего лишь нѣсколько вымершихъ типовъ. Сюда относятся: мамонтовый дубъ, видъ тополя (Populus Fraasi), орѣховое дерево и кувшинки, близкія къ знаменитой Victoria regia,—растенію тропическихъ широтъ южной Америки, съ огромными листьями въ 2 метра въ поперечникѣ, разстилающимися на водѣ. Дилювіальный видъ кувшинокъ, вѣроятно, не имѣлъ такихъ размѣровъ; надо полагать, что, по своей величинѣ, онъ подходилъ къ нашей бѣлой кувшинкѣ—Nymphäea alba. Весьма своеобразный характеръ принимаетъ флора въ періодъ наиболѣе сильнаго оледенѣнія, въ собственно «ледниковую эпоху». Въ это время преобладаютъ сѣверные или альпійскіе типы: карликовая береза, полярная ива, различныя альпійскія ивы, горный кленъ, горная сосна и проч. Послѣ отступленія ледниковъ и эти виды отступили—одни на Альпы, другіе—на дальній сѣверъ, чѣмъ и объясняется поразительное сходство альпійской флоры съ флорой сѣверной Европы: изъ 693 альпійскихъ видовъ 230 принадлежатъ сѣверу.

Значительно большій интересъ представляетъ *дилювіальная фауна*. Хотя въ ней и отсутствуютъ коллективные и эмбріональные типы и хотя общій характеръ ея очень близокъ къ современной фаунѣ, все-таки и тутъ нѣтъ недостатка въ своеобразныхъ типахъ. Особенно характерно для дилювіальной фауны чрезвычайно *большое число исполинскихъ наземныхъ млекопитающихъ*. На этихъ послѣднихъ мы преимущественно и остановимъ наше вниманіе, тѣмъ болѣе, что всѣ прочіе типы удержались почти безъ всякихъ измѣненій до настоящаго времени.

Первую характерную группу дилювіальной фауны сѣвернаго умѣреннаго пояса составляютъ *слоны*. Въ древнѣйшихъ дилювіальныхъ отложеніяхъ Европы встрѣчаются многіе виды слоновъ, превосходящихъ своими размѣрами нынѣ живущихъ и напоминающихъ отчасти индійскихъ, отчасти африканскихъ слоновъ. Южный слонъ (Elephas meridionalis) и первобытный слонъ (Elephas antiquus) встрѣчаются въ дилювіальныхъ отложеніяхъ преимущественно на югѣ, но доходятъ и до Англіи, что служитъ доказательствомъ того, что Великобританія не очень давно еще составляла одно цѣлое съ европейскимъ материкомъ. Elephas priscus (древній) извѣстенъ въ рейнской долинѣ, а Elephas africanus, нынѣшній африканскій слонъ, жилъ въ Сициліи и Испаніи, что указываетъ на существовавшее въ то время соединеніе съ «чернымъ материкомъ». Даже на Мальтѣ водились многіе виды слоновъ, изъ которыхъ нѣкоторые отличались размѣрами настоящихъ карликовъ, такъ напр., Elephas Falconeri былъ не больше теленка. Интересно, что рядомъ съ этимъ крошечнымъ слономъ жилъ карликъ гиппопотамъ. Самымъ знаменитымъ и интереснымъ представителемъ всей этой группы долженъ считаться *мамонтъ* (Elephas primigenius). Гигантскіе зубы и кости этого животнаго служили поводомъ къ безчисленнымъ легендамъ и самымъ курьезнымъ диспутамъ. Кости мамонта считались то за остатки великановъ, то за «игру природы». Мамонты жили преимущественно на сѣверѣ и главнымъ образомъ въ Сибири, гдѣ нѣкоторые пласты переполненны костями мамонтовъ. Даже на почти недоступныхъ новосибирскихъ островахъ, лежащихъ къ сѣверу отъ Азіи, приблизительно подъ 75°, въ Ледовитомъ морѣ, ископаемая слоновая кость встрѣчается въ такомъ количествѣ, что въ теченіе долгаго времени собиратели мамонтовой кости предпринимали опасное путешествіе по Ледовитому морю для того, чтобы овладѣть этими сокровищами. Подобное скопленіе остатковъ представляется довольно загадочнымъ и долгое время оставалось совершенно непонятнымъ. Сперва пробовали объяснять это скопленіе грандіознымъ наводненіемъ — потокомъ, сплавившимъ трупы слоновъ изъ южной Азіи въ Сибирь, но подобная гипотеза оказалась совершенно несостоятельной. Прибѣгли къ другому объясненію: слоны могли жить въ самой Сибири; но тогда приходилось допустить, что климатическія условія въ ту эпоху были совершенно иныя и что далеко за предѣлы полярнаго круга простирался жаркій или по крайней мѣрѣ умѣренный климатъ. Но и это допущеніе представляется немыслимымъ, такъ какъ мы знаемъ теперь, что мамонтъ жилъ въ то время, когда большая часть Европы была покрыта льдами. И только благодаря нѣкоторымъ счастливымъ находкамъ, сдѣланнымъ въ Сибири, этотъ трудный

вопросъ былъ рѣшенъ окончательно. Въ сибирскихъ льдахъ находятъ иногда трупы мамонтовъ, такъ хорошо сохранившіеся, что волки, собаки и прочія животныя пожираютъ ихъ мясо. Подобныя находки показали, что мамонтъ, въ отличіе отъ своихъ африканскихъ и остъ-индскихъ родичей — слоновъ, былъ покрытъ густой шерстью, ниспадавшей длинной гривой до самыхъ колѣнъ и представлявшей, слѣдовательно, достаточную защиту отъ холода. Это служитъ однимъ изъ наиболѣе краснорѣчивыхъ доводовъ въ пользу

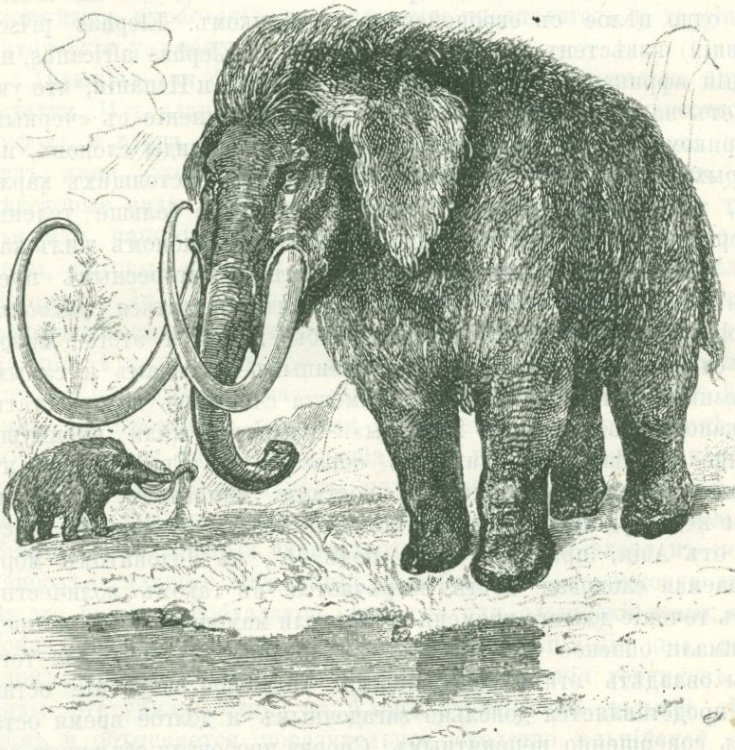


Рис. 232. Мамонтъ (реставрированъ).

того, что по отдѣльнымъ типамъ животныхъ никогда не слѣдуетъ дѣлать заключенія о климатѣ страны и эпохи, такъ какъ легко можетъ оказаться, что животныя, ближайшіе родичи которыхъ ограничиваются нынѣ областью тропиковъ, въ прежнія эпохи жили въ умѣренномъ или даже въ холодномъ климатѣ.

Приведемъ еще другой, не менѣе характерный примѣръ. Въ дилювіальныхъ отложеніяхъ Европы между прочимъ находятъ многочисленные остатки *носороговъ* и *бегемотовъ*, повидимому тоже указывающіе на жаркій климатъ. Между тѣмъ найденные въ си-

бирскихъ льдахъ замерзшіе трупы носороговъ—*Rhinoceros Merckii* и *Rhinoceros tichorhinus* (волосатый носорогъ) показали, что эти животныя тоже были покрыты густой шерстью и, слѣдовательно, были защищены отъ холода. Нынѣ живущіе носороги, область распространенія которыхъ ограничивается Остъ-Индіей, Явой, Суматрой и Африкой, почти совершенно голы. Достойно вниманія, что ихъ дѣтеныши появляются на свѣтъ покрытые шерстью; это — наслѣдіе, которое они получили отъ своихъ дилювіальныхъ и пліоценовыхъ предковъ, которые и могутъ быть разсматриваемы такимъ образомъ, какъ эмбріональные типы. *Rhinoceras tichorhinus*, постоянный спутникъ мамонта, — исполинское животное съ массивной костной носовой перегородкой, служившей опорой двумъ огромнымъ рогамъ, изъ которыхъ передній имѣлъ въ длину цѣлыхъ три фута.

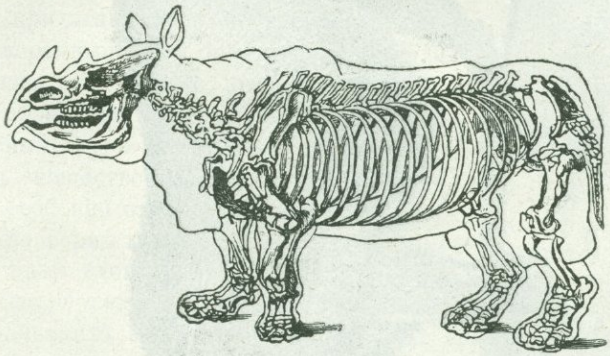


Рис. 233. Rhinoceros tichorhinus.

Первый, сохранившійся со всѣми мягкими частями, *мамонтъ* былъ найденъ въ 1799 году во льдахъ рѣки Лены, но только по прошествіи семи лѣтъ объ этой находкѣ узналъ естествоиспытатель Адамсъ. Онъ нашелъ только скелетъ со связками, часть кожи, одинъ глазъ, нѣкоторыя изъ внутренностей и около 30-ти фунтовъ шерсти; все остальное было уничтожено хищными звѣрями. Драгоцѣнные остатки были привезены въ Петербургъ, гдѣ они и хранятся вмѣстѣ съ реставрированнымъ чучеломъ мамонта въ музеѣ Петербургской Академіи Наукъ. Съ тѣхъ поръ было найдено еще нѣсколько замерзшихъ труповъ мамонта, но только самая послѣдняя находка 1900—1901 г. является болѣе полной, чѣмъ остатки, найденные Адамсомъ; благодаря этой находкѣ можно было реставрировать мамонта съ большей точностью; это второе чучело его находится теперь также въ зоологическомъ музеѣ Петербургской Академіи. Спрашивается, чѣмъ же питались въ холодномъ климатѣ эти исполинскія животныя, длиною въ 5

метровъ и вышиной въ 3 метра? И этотъ вопросъ вполнѣ разъясненъ. Оказывается, что остатки пищи, найденные между зубами и въ желудкѣ мамонтовъ, состоятъ, главнымъ образомъ, изъ вѣ-



Рис. 234. Rhinoceros tichorhinus—ископаемый волосатый носорогъ (по Гётчинсону).

токъ хвойныхъ деревьевъ. Тѣ же остатки пищи найдены и въ тѣлѣ носороговъ.

Но, конечно, находки, подобныя сибирскимъ, очень рѣдки; па-

леонтологу обыкновенно приходится имѣть дѣло съ обломкомъ кости зуба; по отношенію къ группѣ «слоновъ» рѣшающее значеніе имѣютъ зубы; достаточно имѣть осколокъ коренного зуба, чтобы не только рѣшить, что вы имѣете дѣло не съ носорогомъ, а со слономъ, но даже и съ какимъ видомъ послѣдняго. Напр., коренные зубы носорога—*Rhinoceros tichorhinus*, какъ видно на прилагаемомъ рисункѣ, имѣютъ четырехугольную форму, жевательная поверхность ихъ образована двумя складками эмали; съ возрастомъ зубъ постепенно стирается, и складки эти теряютъ свою эмаль, вслѣдствіе чего и образуютъ какъ бы оазисы среди окружающей зубъ эмали.

Коренные зубы *мамонта* и современнаго намъ слона имѣютъ очень близкое другъ другу строеніе, но зато рѣзко отличаются отъ только что описаннаго нами зуба носорога—Rhinoceros tichorhinus.



Рис. 235. Коренной зубъ Rhinoceros tichorhinus.

На прилагаемыхъ рисункахъ представлены коренные зубы мамонта и африканскаго слона. Мы видимъ, что эмаль на этихъ зубахъ образуетъ узкія сплюснутыя коробки, отдѣленныя другъ отъ друга и наполненныя зубнымъ веществомъ; эти коробки выставляются особенно отчетливо на стертыхъ зубахъ и по формѣ коробокъ опредѣляютъ различные виды слоновъ.

На *сѣверо-американскомъ материкѣ* тоже не было недостатка въ исполинскихъ хоботныхъ животныхъ, среди которыхъ опять-

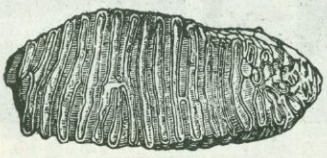


Рис. 236. Коренной зубъ мамонта (Elephas primigenius).



Рис. 237. Коренной зубъ африканскаго слона (Elephas africanus).

таки назовемъ мамонта. Далѣе заслуживаетъ упоминанія родственный ему *Elephas americanus (американскій слонъ)*, весьма незначительно отличающійся отъ мамонта (Elephas primigenius).

Однако всего чаще въ области Сѣверо-Американскихъ Соединенныхъ Штатовъ встрѣчался слонъ длиною въ 6, вышиною въ 4 метра, съ огромными клыками, величиною въ 4 метра. Животное это, получившее названіе *Mastodon americanus* или *giganteus*, относится къ группѣ мастодонтовъ и является представителемъ сравнительно древняго типа. Можно было бы думать, что Mastodon americanus жилъ въ тепломъ климатѣ, однако найденные остатки

пищи, состоящіе изъ вѣтвей елей, сосенъ и другихъ хвойныхъ растеній, рѣшительно опровергаютъ это допущеніе. Полные скелеты этихъ животныхъ найдены въ древнихъ болотахъ; по всей вѣроятности нѣкоторые изъ нихъ, попавши въ болото, можетъ быть для утоленія жажды, утонули въ тинѣ.

Въ *южной Америкѣ* тоже жили многіе виды мастодонтовъ, которые, вѣроятно, переселились сюда съ сѣвера, но не сумѣли занять первенствующаго мѣста среди туземныхъ животныхъ.

Изъ *непарнокопытныхъ*, кромѣ носороговъ, заслуживаетъ упоминанія семейство *лошадей*, имѣвшихъ распространеніе какъ въ Новомъ, такъ и въ Старомъ Свѣтѣ. Но изъ всѣхъ жившихъ въ

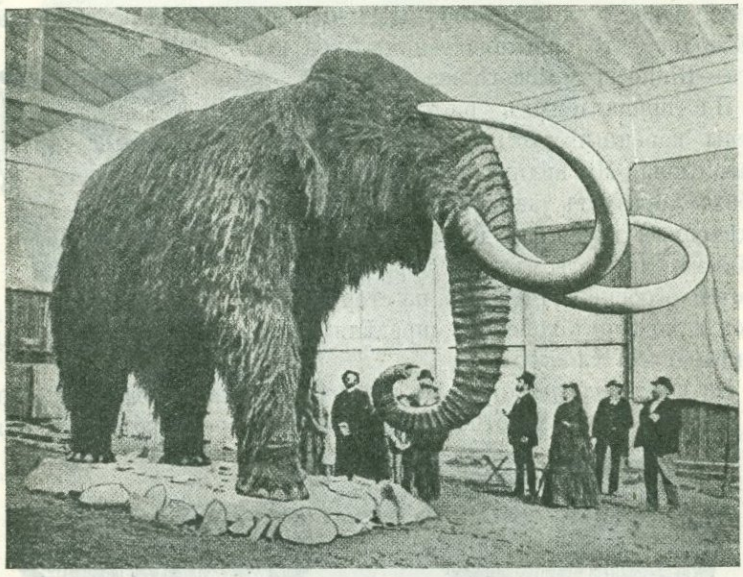


Рис. 238. Мамонтъ въ Зоологическомъ музеѣ Петербургской Академіи Наукъ

Америкѣ довольно крупныхъ видовъ ни одинъ не удержался до настоящаго времени, и нынѣ живущія въ Америкѣ лошади — потомки ввезенныхъ туда европейскихъ видовъ.

*Жвачныя* (преимущественно *оленеподобныя*). Самымъ знаменитымъ ископаемымъ представителемъ этой группы слѣдуетъ считать *ирландскаго исполинскаго оленя* (*cervus megaceros*, cervus—олень, *megas*—большой, ceros—рогъ). Разстояніе между верхушками его вѣтвистыхъ роговъ, вѣсившихъ до 80 фунтовъ, равнялось 12 футамъ. Многочисленные, превосходно сохранившіеся, скелеты этого вида найдены въ торфяныхъ болотахъ Ирландіи. Въ другихъ мѣстахъ Европы тоже извѣстны подобные же остатки. Испо-

линскій олень былъ современникомъ человѣка. Нѣкоторые ученые предполагаютъ, что этотъ видъ вымеръ въ Германіи только въ средніе вѣка.

Рядомъ съ исполинскимъ оленемъ въ описываемую эпоху водились: сѣверный олень, обыкновенный олень, чубарный олень, козуля.

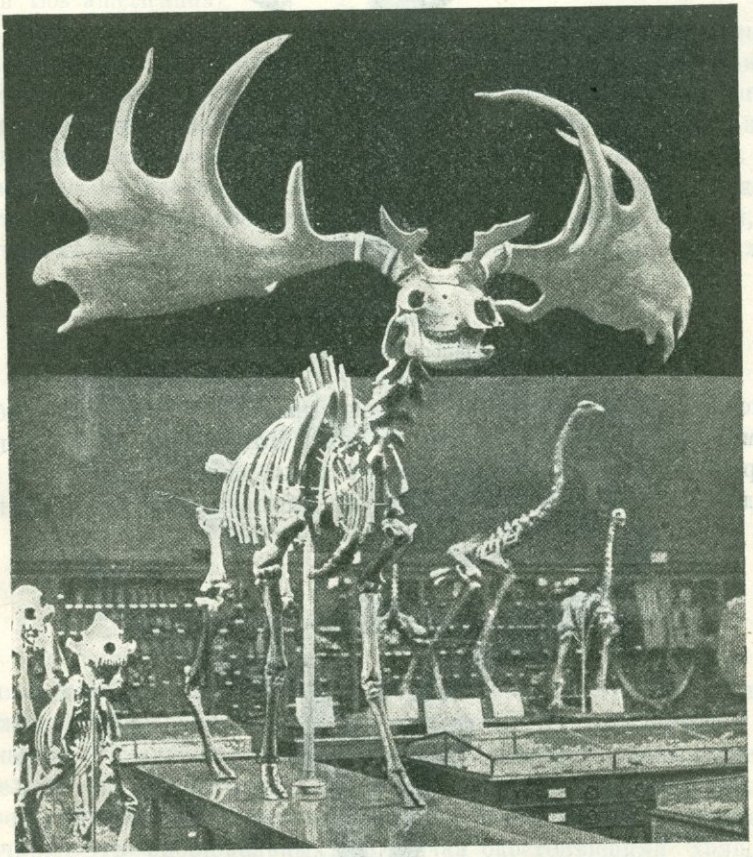


Рис. 239. Исполинскій олень—Cervus megaceros (изъ торфяниковъ Ирландіи). Парижскій музей «Jardin des plantes».

Чрезвычайно интересна область распространенія сѣвернаго оленя. Животныя эти въ своихъ странствованіяхъ доходили до Альпъ и даже до южной Франціи. Они большими стадами странствовали по низменностямъ средней Европы, гдѣ, кромѣ этого представителя дальняго сѣвера, встрѣчались также обитатели горъ—серна, каменный козелъ, пищуха, сурокъ.

Рогатый скотъ представленъ многими видами, изъ которыхъ самыми извѣстными слѣдуетъ признать тура, зубра и бизона.

Bos primigenius существовалъ въ германскихъ лѣсахъ до среднихъ вѣковъ и извѣстенъ въ русскомъ и польскомъ эпосѣ подъ

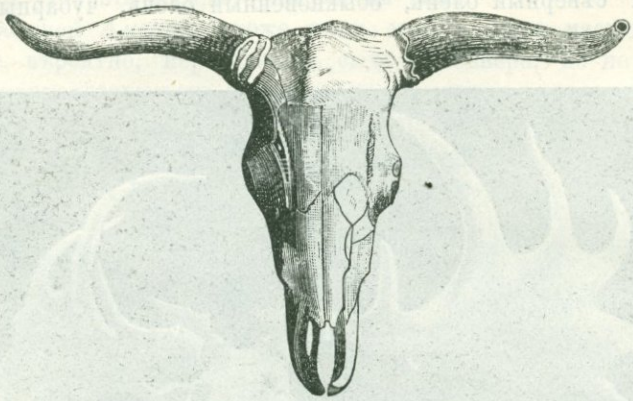


Рис. 240. Черепъ тура.—Bos primigenius.

именемъ «*туръ*». Юлій Цезарь описывалъ его слѣдующимъ образомъ: «Онъ немногимъ меньше слона, отличается силой и проворствомъ и не щадитъ ни человѣка, ни животнаго, которое попадется ему на глаза. Убить тура—высшая честь для германца,

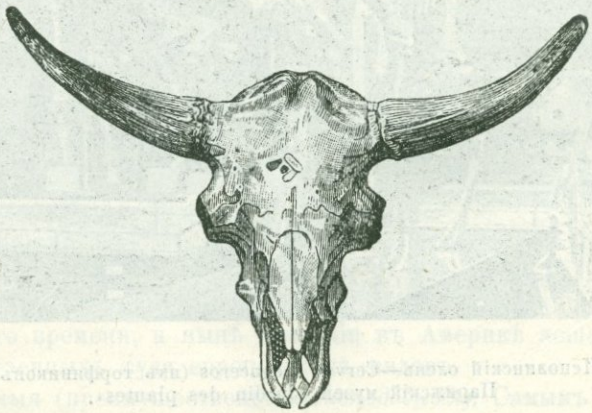


Рис. 241. Черепъ зубра.—Bos priscus (latifrons).

и рога этого звѣря, украшенные серебромъ, служатъ чашами на ихъ пиршествахъ». По изслѣдованіямъ Рютимейера, туръ не можетъ считаться единственнымъ родоначальникомъ домашняго рогатаго скота—*Bos taurus*,—послѣдній является продуктомъ скрещенія многихъ дикихъ видовъ.

*Bos priscus* (*latifrons* или *Bison priscus*) въ настоящее время водится еще отдѣльными экземплярами на Кавказѣ и искусственно сохраняется въ Бѣловѣжской пущѣ (Гродненской губ.), гдѣ носитъ названіе *зубра*; это самое крупное млекопитающее въ Европѣ: длина его доходитъ до трехъ метровъ, а вышина—до двухъ. Въ близкомъ родствѣ съ нимъ находится американскій бизонъ (Bison или Bos americanus).

*Хищныя животныя* не уступали гигантскимъ травоядным дилювіальной эпохи. Изъ нихъ первое мѣсто по распространенности занимаетъ *пещерный медвѣдь* (*Ursus spelaeus*, отъ spelaeum—пещера, гротъ). Величиной и силой онъ превосходилъ полярнаго медвѣдя и сѣраго медвѣдя сѣверной Америки; онъ имѣлъ въ длину до 10 футовъ, а въ вышину до 4—4½ футовъ. Исключительнымъ мѣстопребываніемъ этого звѣря служили пещеры, въ которыхъ въ продолженіе тысячелѣтій жили и умирали безчисленные поколѣнія. Въ Геленштейнѣ, на глубинѣ 6 футовъ, на протяженіи нѣсколькихъ квадратныхъ саженъ, было найдено 110 череповъ, 275 нижнихъ челюстей и т. д.,—однимъ словомъ частей скелета, принадлежащихъ не менѣе чѣмъ 400 индивидуумамъ. Среди найденныхъ остатковъ имѣются кости всѣхъ возрастовъ, начиная отъ эмбріональныхъ и кончая окостенѣвшими хрящами преклоннаго возраста, всѣ зубы, начиная отъ молочныхъ и кончая совершенно истертыми отъ употребленія корешками зубовъ; кромѣ того, не малое число изуродованныхъ, переломанныхъ костей, изъ чего можно заключить объ ожесточенной борьбѣ за существованіе, которую приходилось вести пещерному медвѣдю. Судя по количеству найденныхъ тамъ же лошадиныхъ костей, можно заключить, что лошади составляли наиболѣе частую добычу пещернаго медвѣдя. Но онъ не пренебрегалъ также мясомъ быка, лося, оленя, овцы и слона, на что̀ указываютъ обгрызанныя кости этихъ животныхъ, встрѣчаемыя въ перемежку съ костями сѣраго медвѣдя.

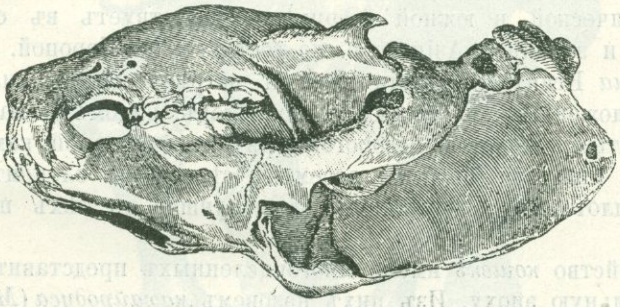


Рис. 242. Черепъ пещернаго медвѣдя.—Ursus spelaeus.

*Сѣрый медвѣдь* выбиралъ для своего жилья не обширныя пещеры съ просторнымъ входомъ, а по возможности небольшое убѣжище съ входомъ настолько тѣснымъ, что онъ едва могъ пролѣзть чрезъ него, причемъ онъ прежде всего протискивалъ впередъ заднюю часть туловища. Вслѣдствіе этого почти во всѣхъ медвѣжьихъ пещерахъ самая узкая часть входа представляется гладко отполированной.

*Пещерная гіена* (*Hyaena spelaea*) водилась въ Италіи, Франціи и преимущественно въ Англіи. Подобно своимъ нынѣ живущимъ родичамъ, она также раздробляла кости животныхъ, сдѣлавшихся ея добычей. По состоянію находимыхъ костей можно, слѣдовательно, дѣлать заключеніе о томъ, какой видъ хищниковъ водился въ данномъ пунктѣ. Пещерная гіена считается ближайшимъ родичемъ пятнистой гіены, а многіе изслѣдователи даже причисляютъ ихъ къ одному и тому же виду. Это было бы довольно любопытно, такъ какъ пятнистая гіена встрѣчается только въ тропической и южной Африкѣ и отсутствуетъ въ сѣверной Африкѣ и западной Азіи, т.-е. по сосѣдству съ Европой. *Полосатая гіена* Египта и Аравіи хотя и встрѣчается въ дилювіальныхъ отложеніяхъ, но весьма рѣдко. Итакъ, рядомъ съ мамонтомъ и покрытымъ шерстью носорогомъ, рядомъ съ серной, каменнымъ козломъ, пищухой, песцомъ, лосемъ и сѣвернымъ оленемъ встрѣчаемъ плотоядное, совершенно исчезнувшее съ тѣхъ поръ изъ Европы.

Семейство *кошекъ* имѣло многочисленныхъ представителей въ дилювіальную эпоху. Изъ нихъ назовемъ *махайродуса* (*Machairodus latideus*), близко стоящаго къ махайродусу третичной эпохи, и *пещернаго льва* (*Felis spelaea*), распространеннаго почти по всей Европѣ, но все-таки значительно уступавшаго въ этомъ отношеніи пещерному медвѣдю и гіенѣ. Въ Испаніи и Франціи, кромѣ того, водились еще два вида крупныхъ пантеръ, такъ что Европа въ дилювіальную эпоху отличалась такимъ богатствомъ и разнообразіемъ большихъ хищныхъ звѣрей, какого мы не встрѣчаемъ въ настоящее время ни на одномъ материкѣ, не исключая даже Африки и Азіи.

Чрезвычайно своеобразную фауну мы встрѣчаемъ въ дилювіальныхъ отложеніяхъ *южной Америки*. Хотя и здѣсь не совершенно отсутствуютъ типы сѣвернаго полушарія и Стараго Свѣта, хотя мы и здѣсь встрѣчаемся съ огромными слонами, быстроногими оленями и лошадьми, хищными пантерами и тиграми, но нельзя не замѣтить, что все это пришельцы, сравнительно поздно переселившіеся сюда съ сѣвера. Изъ туземныхъ животныхъ заслуживаютъ вниманія *неполнозубыя*, куда относятся *муравьѣды*, *броненосцы* и *тихоходы* или *лѣнивцы*; они еще и въ настоящее

время являются характерными типами для южно-американскихъ млекопитающихъ, но по сравненію со своими дилювіальными предками являются карликами. Это, однако, вовсе не указываетъ на вырожденіе неполнозубыхъ; напротивъ, нынѣ живущіе виды ихъ представляютъ болѣе высокое интеллектуальное развитіе, чѣмъ ихъ дилювіальные предшественники.

Разсмотримъ сначала *исполинскихъ тихоходовъ* или *мегатеріевъ* (Megatherium). Нынѣ живущіе тихоходы являются въ видѣ неуклюжихъ, мирныхъ животныхъ съ косматой шерстью, длинными передними лапами и большими, почти серпообразными ког-

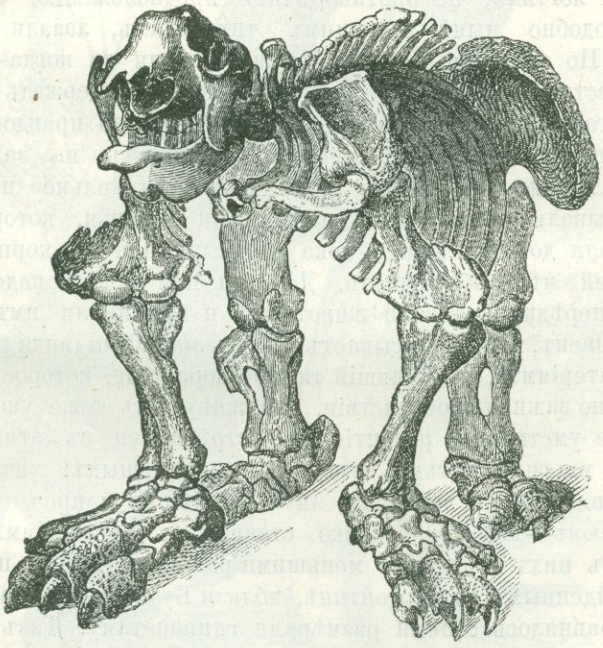


Рис. 243. Скелетъ мегатерія (по Гётчинсону).

тями. Они медлительны въ своихъ движеніяхъ и часто, повиснувъ на какомъ-нибудь деревѣ въ лѣсной чащѣ, остаются въ такомъ положеніи цѣлыми днями. Ихъ пищу составляетъ древесная листва. *Мегатеріи* хотя и имѣли съ ними много общихъ чертъ, но представляли и не мало уклоненій; во всякомъ случаѣ они были гораздо тяжелѣе и, конечно, не могли виснуть на деревьяхъ. Мегатерій занималъ первенствующее мѣсто въ дилювіальной наземной фаунѣ Америки. Это животное, длиной въ 20 и вышиной въ 8 футовъ, равнялось, по своимъ размѣрамъ, слону, но превосходило его развитіемъ костей задней части скелета. На широкомъ тазѣ огромныхъ размѣровъ видны слѣды прикрѣпленія

необыкновенно толстыхъ мускуловъ; короткія бедренныя кости всего въ два раза меньше въ ширину, чѣмъ въ длину; переднія конечности значительно меньше и, благодаря чрезвычайно сильно развитой ключицѣ, обладаютъ подвижностью, какой мы не встрѣчаемъ ни у одного млекопитающаго, за исключеніемъ обезьяны. Черепъ и въ частности вмѣстимость головного мозга незначительны, что̀ указываетъ на слабое развитіе умственныхъ способностей. При хожденіи мегатерій опирался не на всю ступню, а на наружные пальцы, вслѣдствіе чего передвигался крайне медленно. Анатомическое устройство конечностей, снабженныхъ длинными когтями, не противорѣчитъ предположенію, что мегатеріи, подобно нынѣ живущимъ тихоходамъ, лазали по деревьямъ. Но является вопросъ, существовали ли когда-либо деревья, достаточно крѣпкія для того, чтобы выдержать тяжесть этихъ гигантскихъ животныхъ? Поэтому гораздо правдоподобнѣе предположеніе Овена, что мегатеріи, опираясь на заднія конечности и тяжелый хвостъ, принимали вертикальное положеніе и обхватывали передними конечностями деревья, которыя они раскачивали до тѣхъ поръ, пока не вырывали съ корнями или по крайней мѣрѣ обламывали. Деревья при своемъ паденіи, вѣроятно, нерѣдко задѣвали животныхъ и причиняли имъ тяжкія увѣчья. Овенъ, напр., описываетъ черепъ *милодона* (вида родственнаго мегатеріямъ), получившій тяжкое пораненіе, которое, однако, совершенно зажило впослѣдствіи. Эта живучесть тоже указываетъ на низкое умственное развитіе; мы встрѣчаемся съ этимъ свойствомъ у многихъ весьма тупоумныхъ животныхъ; укажемъ въ этомъ отношеніи на черепахъ, змѣй, лягушекъ и проч.

*Милодонъ—Mylodon*, близко стоящій къ мегатеріямъ, отличается отъ нихъ нѣсколько меньшими размѣрами. Судя по останкамъ, найденнымъ въ Аргентинѣ, вблизи Буэносъ-Айреса, животное это равнялось своими размѣрами гиппопотаму. Тазъ шире и глубже, чѣмъ даже тазъ слона, изъ чего слѣдуетъ заключить, что это животное поглощало огромныя количества пищи и обладало весьма сильно развитымъ пищеварительнымъ аппаратомъ.

Исполинскіе тихоходы, по всей вѣроятности, вели такой же образъ жизни, какъ игуанадоны юрской или мѣловой эпохи, и дѣйствительно, если сравнить скелеты этихъ обѣихъ, повидимому такъ далеко отстоящихъ одна отъ другой группъ, то получится поразительное соотвѣтствіе въ размѣрахъ различныхъ частей тѣла.

Къ самымъ своеобразнымъ типамъ *южно-американской* фауны относятся *броненосцы*, туловище которыхъ защищено костными пластинками, покрытыми роговой тканью. При приближеніи опасности они свертываются наподобіе ежа, или же своими острыми когтями съ большой ловкостью зарываются въ землю. *Исполинскій*

*броненосецъ (Dasypas gigas)* имѣетъ около 100 зубовъ; длина туловища достигаетъ 5 футовъ. Гораздо большими размѣрами отличаются нѣкоторыя дилювіальныя формы; такъ, напр., *Глиптодонъ*—Glyptodon имѣлъ въ длину около 10 футовъ, а въ вышину—около 5 футовъ и, въ противоположность къ живущимъ теперь ему родственнымъ видамъ, былъ одѣтъ сплошной негибкой броней, мѣшавшей ему свертываться, вслѣдствіе чего онъ и получилъ на-



Рис. 244. Милодонъ (реставрированъ).

званіе «черепахи среди млекопитающихъ». Число южно-американскихъ дилювіальныхъ животныхъ очень велико и среди нихъ встрѣчается много исполинскихъ и интересныхъ типовъ, но мы ограничимся приведенными примѣрами и упомянемъ еще только *сцелидотерія*, принадлежащаго тоже къ отряду неполнозубыхъ и близкаго къ современному намъ муравьѣду (См. рис. 245).

*Сумчатыя животныя и птицы Австраліи.* Еще болѣе свое-

образную дилювіальную фауну представляетъ Австралія. Ея дилювіальныя млекопитающія состоятъ исключительно изъ *Monotremata*, къ которымъ относятся нынѣ живущіе *утконосъ* и *муравьиный ежъ*, и изъ *сумчатыхъ*, представленныхъ въ современной фаунѣ исполинскимъ кенгуру, сумчатой крысой, сумчатымъ волкомъ и пр. Эти двѣ низшія группы млекопитающихъ были распространены въ мезозойскую эру по всему земному шару, но съ теченіемъ времени должны были уступить мѣсто вышеорганизованнымъ формамъ. Въ Австраліи господство ихъ удержалось до настоящаго времени. Какъ было упомянуто уже выше, они обнаруживали большое разнообразіе какъ относительно своего строенія, такъ и от-

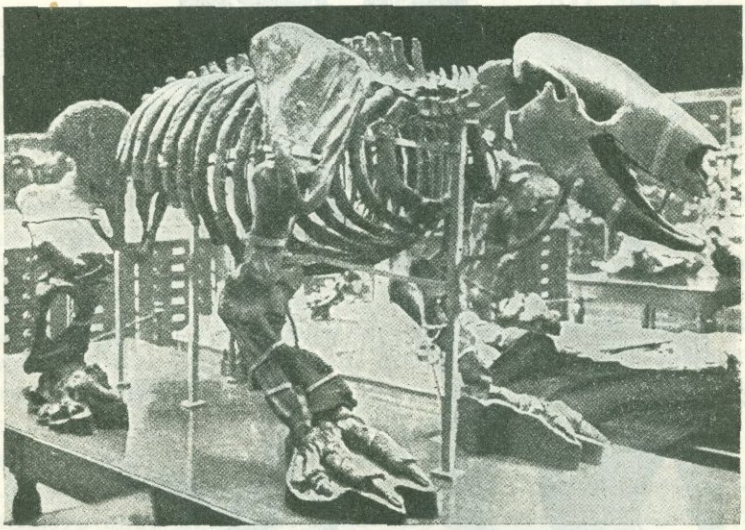


Рис. 245. Сцелидотерій. Scelidotherium leptocephalum (Pio де-ла-Плата). Изъ Парижскаго музея «Jardin des Plantes».

носительно образа жизни: одни относятся къ типу хищниковъ, другія—къ грызунамъ, третьи приближаются къ жвачнымъ и т. д. Совершенно то же мы видимъ и въ дилювіальную эпоху. Характернымъ отличіемъ дилювіальныхъ сумчатыхъ являлись только ихъ исполинскіе размѣры; такъ, напр., *Дипротодонъ—Diprotodon*, относящійся къ грызунамъ, по своимъ размѣрамъ равнялся слону. Одинъ только черепъ этого исполинскаго животнаго имѣетъ въ длину три фута; своими огромными, далеко выдававшимися рѣзцами Diprotodon былъ въ состояніи срубить большое дерево.

Кромѣ многочисленныхъ сумчатыхъ, австралійская фауна богата большими *безкрылыми птицами*. Изъ нихъ назовемъ *Динорнисъ*—

*Dinornis elephantopus*, онъ достигалъ въ вышину двухъ саженъ и отличался очень массивными костями, въ особенности же невѣроятно



Рис. 246. Моа (по Гётчинсону).

толстыми ногами. Эти исполинскія безкрылыя птицы, *Моа* новозеландцевъ, повидимому, вымерли очень поздно, можетъ быть только въ прошедшемъ столѣтіи. Существуетъ даже предположеніе, правда,

не подтвердившееся до сихъ поръ, что эти птицы еще нынѣ водятся въ малознакомыхъ и недоступныхъ мѣстахъ Австраліи. До второй половины прошлаго столѣтія европейскіе моряки видѣли въ Новой Зеландіи исполинскую птицу, подходившую по своимъ размѣрамъ къ Моа, а новозеландцы до сихъ поръ еще разсказываютъ о битвахъ съ этими исполинскими птицами.

Гохштетеръ, которому мы обязаны столькими интересными свѣдѣніями о Новой Зеландіи, полагаетъ, что людоѣдство туземцевъ, маори, находится въ связи съ исчезновеніемъ моа. Въ то время, когда маори поселились на Новой Зеландіи, эти великаны-птицы водились тамъ, вѣроятно, въ такомъ огромномъ количествѣ, что являлись главнымъ источникомъ пищи для населенія, тѣмъ болѣе, что островъ очень бѣденъ всякой другой пищей. Когда моа были уничтожены, островитяне начали испытывать лишенія и, за недостаткомъ пищи, обратились къ людоѣдству, которое стало уменьшаться лишь послѣ того, какъ на островѣ, благодаря европейцамъ, появились свиньи и картофель. Одно изъ самыхъ поразительныхъ, повидимому противорѣчащихъ всѣмъ законамъ географіи животныхъ, явленій—это большое число экземпляровъ и видовъ исполинскихъ моа, сосредоточенныхъ на такой ничтожной области, какъ Новая Зеландія. Вслѣдствіе этого было высказано предположеніе, что въ этомъ районѣ нѣкогда существовали гораздо большія материковыя массы, которыя съ теченіемъ времени опустились, вслѣдствіе чего многочисленные виды по необходимости скучились на оставшемся островѣ. На Мадагаскарѣ тоже были найдены остатки исполинской птицы и между прочимъ множество яицъ, изъ которыхъ каждое равняется по объему 150 куринымъ яйцамъ. Все это указываетъ на то, что нѣкогда въ южномъ полушаріи находились обширныя скопленія суши: извѣстно, что на изолированныхъ островахъ никогда не могутъ возникнуть такіе исполинскіе виды животныхъ, какіе существовали и отчасти еще существуютъ на Новой Зеландіи, Мадагаскарѣ и на многихъ другихъ островахъ южнаго полушарія.

## ГЛАВА XLI.

### Ледниковая эпоха.

Существуетъ очень много признаковъ, указывающихъ на существованіе въ дилювіальный періодъ ледниковой эпохи. Сюда относятся прежде всего *эрратическіе* *) *валуны*, весьма часто встрѣчающіеся въ кантонахъ швейцарскаго плоскогорья, во многихъ

*) Латинское слово—значитъ *блуждающіе*.

губерніяхъ Россіи, въ Австріи, южной и сѣверной Германіи и многихъ другихъ пунктахъ.

Эрратическіе валуны не могли быть перенесены дѣятельностью рѣкъ въ тѣ пункты, гдѣ они теперь находятся. Прежде всего противъ этого говорятъ ихъ размѣры, внѣшній видъ, а иногда и положеніе, въ которомъ они находятся. Большинство валуновъ имѣетъ угловатую форму, съ сильно заостренными краями, подобно обломкамъ горнаго обвала. По лѣвому берегу Цюрихскаго озера лежитъ валунъ изъ известняка въ 6 метровъ длиной, 5 метровъ шириной и $2^1/_2$ метра въ толщину. На правомъ берегу озера тоже встрѣчаются валуны такой величины, что оказалось выгоднымъ производить здѣсь ломку камня. Возлѣ Герлиберга находится валунъ, извѣстный подъ названіемъ «Pflugstein», на 18 метровъ поднимающійся изъ земли и вѣсящій по меньшей мѣрѣ 90.000 центнеровъ. Подобные валуны не рѣдкость во многихъ кантонахъ Швейцаріи.

Эти валуны прошли очень длинный путь, прежде чѣмъ достигли своего теперешняго мѣста. Исполинскіе валуны близъ Цюриха, по большей части, имѣютъ источникомъ своего происхожденія Гларусъ, а нѣкоторые изъ нихъ даже Рейнскую долину; въ южной Германіи находятъ много эрратическихъ валуновъ, несомнѣнно происходящихъ изъ долинъ Граубюндена. Возможно ли допустить, что эти огромные валуны перенесены на такія большія разстоянія водой, не подвергнувшись ни раздробленію, ни шлифовкѣ острыхъ краевъ? Далѣе, какъ объяснить, что огромные тяжелые камни лежатъ въ перемежку съ маленькими обломками, пескомъ и иломъ и что они не подверглись сортировкѣ, какъ это всегда бываетъ, когда переносчикомъ является вода? Неподалеку отъ Цюриха долгое время лежалъ огромный валунъ, происходившій изъ кантона Гларусъ. Какимъ образомъ эта исполинская глыба могла переплыть черезъ все Цюрихское озеро, не опустившись на дно вслѣдствіе собственной тяжести? Даже въ сильнѣйшее половодье самый маленькій камушекъ не въ состояніи пройти такого пути, потому что вездѣ и всегда переносный матеріалъ прекращаетъ свое движеніе при впаденіи рѣки въ стоячія воды, на этомъ мѣстѣ образуется дельта, и рѣка спокойно и медленно выходитъ изъ нижняго конца озера, какъ, напр., Рейнъ изъ Боденскаго озера, Рона изъ Женевскаго и т. д. Болѣе того—эрратическіе валуны встрѣчаются не исключительно у подошвы горъ, какъ этого естественно было бы ожидать въ тѣхъ случаяхъ, когда переносный матеріалъ сплавляется по рѣкамъ, но его нерѣдко можно видѣть на склонахъ и даже на вершинахъ холмовъ и горъ.

Всѣ эти своеобразныя явленія, которыя никоимъ образомъ

нельзя объяснить дѣйствіемъ воды, находятъ себѣ вполнѣ удовлетворительное объясненіе, если мы предположимъ, что роль переносчика здѣсь играли ледники, а не вода. Еще въ 1821 году было высказано предположеніе, что эрратическіе валуны происходятъ изъ большихъ ледниковъ, спускавшихся въ долины, но только Шарпантье, какъ мы уже знаемъ, удалось научно обосновать эту гипотезу и создать теорію, которая впослѣдствіи нашла себѣ многочисленныхъ послѣдователей.

Теорія Шарпантье подверглась нѣсколько страннымъ видоизмѣненіямъ, благодаря двумъ изслѣдователямъ—Шимперу и Агассису, которые предполагали, что во время ледниковаго періода ледяной покровъ покрылъ весь земной шаръ и уничтожилъ всякую органическую жизнь на немъ. Противъ нихъ выступили многочисленные противники, и въ числѣ ихъ главнымъ образомъ Ляйэлль.

Ляйэлль тоже принималъ, что переносъ эрратическаго матеріала совершился лишь посредствомъ льда, но онъ отвергалъ какъ общее оледенѣніе земного шара, такъ и необычайно большое распространеніе ледниковъ; по его мнѣнію, эрратическіе валуны переносились не сплошными ледниками, а *плавучими ледяными горами*, такъ называемыми *айсбергами*. Извѣстно, что какъ въ сѣверныхъ, такъ и въ южныхъ полярныхъ областяхъ многіе ледники спускаются до морского берега и нерѣдко подвигаются еще на значительныя пространства по ровному морскому дну. Тамъ же, гдѣ берегъ представляетъ значительный уклонъ или гдѣ море глубоко, переднія части ледниковъ обламываются и отдѣльныя глыбы въ видѣ плавучихъ ледяныхъ горъ уносятся въ море. Подобнаго рода явленіе всего быстрѣе совершается тамъ, гдѣ берега скалисты и гдѣ ледникъ можетъ спуститься въ море лишь по немногимъ, сравнительно узкимъ, путямъ. Въ такихъ мѣстахъ ледяныя массы подвергаются сильному давленію и раскалываются на множество глыбъ, которыя съ грохотомъ обрушиваются въ море.

Неоднократно было замѣчено, что плавучія ледяныя горы несли на себѣ каменныя глыбы, и поэтому казалось весьма естественнымъ предположить, что находимые въ различныхъ мѣстахъ эрратическіе валуны совершили свое передвиженіе именно такимъ способомъ. Подобное объясненіе вполнѣ удовлетворительнымъ образомъ рѣшаетъ вопросъ, почему эрратическіе валуны зачастую оказываются на такихъ значительныхъ разстояніяхъ отъ первоначальнаго мѣста происхожденія.

Однако, нѣкоторые факты, выставленные швейцарскими геологами, вскорѣ обнаружили всю несостоятельность этой теоріи. Если эрратическій матеріалъ былъ перенесенъ плавучими ледяными горами, то отсюда слѣдуетъ, что швейцарское и часть баварскаго

плоскогорья были покрыты водой въ дилювіальную эпоху, а между тѣмъ извѣстно, что уже задолго до того море отхлынуло изъ Швейцаріи и что тамъ нигдѣ нельзя найти даже слѣда дилювіальныхъ *морскихъ* образованій. Если мы представимъ себѣ, что вмѣсто моря тамъ простиралось большое озеро, то затрудненія отъ того не уменьшатся. Гдѣ же въ такомъ случаѣ осадки, отложившіеся изъ этого озера? Далѣе, какъ объяснить происхожденіе мощныхъ, дугообразныхъ валовъ, состоящихъ изъ ледниковаго матеріала и пересѣкающихъ долины вблизи Берна, Цюриха и т. д. Въ какой связи находятся они съ дѣятельностью плавучихъ горъ? Наконецъ, намъ остается еще припомнить тотъ удивительный фактъ, что горныя породы одного склона долины никогда не попадаютъ на другой, для того, чтобы понять, что теорія Ляйэлля оказалась несостоятельной. Самъ Ляйэлль, ознакомившись со швейцарскими ледниковыми отложеніями, отказался отъ своей теоріи. Въ настоящее время мы знаемъ, что альпійскіе эрратическіе валуны спустились въ долины вмѣстѣ съ настоящими глетчерами, и что, слѣдовательно, Шарпантье былъ правъ.

Кромѣ исцарапанныхъ и отполированныхъ коренныхъ породъ, валуновъ и моренъ типичныя ледниковыя мѣстности имѣютъ еще одно характерное свойство, а именно—извѣстный рельефъ мѣстности, получившій у нѣмцевъ названіе—*Rundhöcker (круглые бугры)*; въ Сѣверной Россіи подобныя образованія носятъ названіе *бараньихъ лбовъ*. Въ области распространенія глетчера отшлифовываются всѣ неправильныя неровности и возвышенія почвы и принимаютъ закругленныя очертанія, представляющія рѣзкій контрастъ съ окружающими ихъ крутыми изборожденными склонами и острыми, зубчатыми вершинами, поднимавшимися надъ поверхностью ледника и, слѣдовательно, подвергавшимися дѣйствію вывѣтриванія.

Переходя къ распространенію ледниковыхъ потоковъ въ ледниковомъ періодѣ, мы остановимся прежде всего на Швейцаріи, такъ какъ она является классической страной изученія ледниковъ, какъ современныхъ, такъ и дилювіальныхъ. Въ описываемую эпоху здѣсь имѣлось семь главныхъ глетчеровъ, изъ которыхъ пять приходится на сѣверный склонъ Альповъ, а два—на южный. Самый большой глетчеръ находился въ Валлисѣ, и нынѣ знаменитомъ своими ледниками. До высоты 3.500 метровъ тамъ можно найти слѣды ледниковой дѣятельности, слѣдовательно, до этой высоты нѣкогда поднимались льды Ронской долины. Громадной высотѣ Ронскаго ледника соотвѣтствовало также его распространеніе и въ горизонтальномъ направленіи. Онъ тянулся черезъ Женевское и Нейенбургское озеро до Юрскихъ горъ и поднимался тамъ до 1.250 метровъ высоты. Вся эта область представляла

собою необозримое ледяное море, надъ поверхностью котораго поднимались лишь самыя высокія вершины. Такъ какъ юрскія горы явились непреодолимымъ препятствіемъ для дальнѣйшаго распространенія ледниковаго потока, то онъ отклонился вправо и влѣво и двумя мощными рукавами излился на западно-швейцарское плоскогорье. Одинъ изъ нихъ направился къ юго-западу и, соединившись по пути со встрѣчными глетчерами, достигъ до Прованса. Другой рукавъ занялъ области Нейенбургскаго, Билерскаго и Муртнерскаго озеръ и достигъ до южной подошвы Шварцвальда, такъ что конечные пункты обѣихъ вѣтвей отстояли одинъ отъ другого на многія сотни километровъ.

Полученіе этихъ въ высшей степени замѣчательныхъ данныхъ было сопряжено съ большими трудностями, тѣмъ болѣе, что многіе глетчеры—такъ, напр., съ одной стороны Арвскій и Изерскій, съ другой—Аарскій, Рейсскій и Линтскій—соединялись съ мощнымъ ледянымъ потокомъ изъ Валлиса, причемъ произошло смѣшеніе принадлежащихъ имъ валуновъ. Тутъ приходилось изслѣдовать каждый камушекъ въ полѣ, для того чтобы опредѣлить, изъ какой долины или съ какой горы онъ происходитъ.

Морены, соотвѣтствующія максимальному распространенію ледника, состоятъ лишь изъ такихъ породъ, которыя происходятъ съ самыхъ высокихъ горъ, потому что въ то время только онѣ и поднимались надъ поверхностью ледника; позднѣе образовавшіяся внутреннія морены, какъ напр. въ Валлисѣ, содержатъ уже камни изъ ниже лежащихъ областей. Правая боковая морена,—говоритъ Гееръ,—тянулась вдоль Фрейбургской горы. Она образована преимущественно сѣрыми песчаниками, происходящими со склоновъ Dent de Morcles; лѣвая боковая морена отходитъ отъ Монблана и состоитъ изъ альпійскихъ гранитовъ; она идетъ черезъ Тріентскую долину въ бассейнъ Роны и доходитъ до Женевы. Срединныя морены спускались, во-первыхъ, изъ верхняго Валлиса, откуда онѣ принесли бѣлый гранитъ, во-вторыхъ,—съ отроговъ Монте-Роза, родины серпентиновъ, далѣе—изъ долинъ Эрингеръ и Багне, оставившихъ въ моренѣ обломки тальковаго гранита. Слѣдуя за глетчеромъ, срединныя морены лучеобразно располагались по его поверхности, причемъ матеріалъ ихъ достигалъ до высотъ Юры.

Гораздо меньшіе размѣры, чѣмъ Валлисскій глетчеръ, имѣли ледники: Аарскій, Рейсскій и Ментскій, которые слились по краямъ какъ между собою, такъ и съ Ронскимъ глетчеромъ. Рейсскій глетчеръ спускался съ С.-Готарда и въ него изливались ледниковые потоки изъ боковыхъ долинъ Рейса. Въ области этого ледника находятся такъ называемые «гигантскіе котлы» (Riesentöpfe) въ Люцернѣ—большія ямы, заполненныя ледниковымъ матеріаломъ

и валунами, вращательное движеніе которыхъ, очевидно, и вырыло эти углубленія. По всей вѣроятности эти валуны приводились въ движеніе такъ называемыми «ледниковыми» или «чертовыми мельницами», т.-е. потоками воды, бравшими начало изъ глетчеровъ и падавшими съ значительной высоты. Гора Риги возвышалась, вѣроятно, подобно острову надъ поверхностью этого мощнаго ледниковаго потока, потому что по склонамъ его, на высотѣ свыше 1.100 метровъ надъ уровнемъ моря, встрѣчаются граниты, происходящіе съ С.-Готарда. Особенной красотой отличаются морены этого глетчера, которыя тянутся дугообразными линіями черезъ

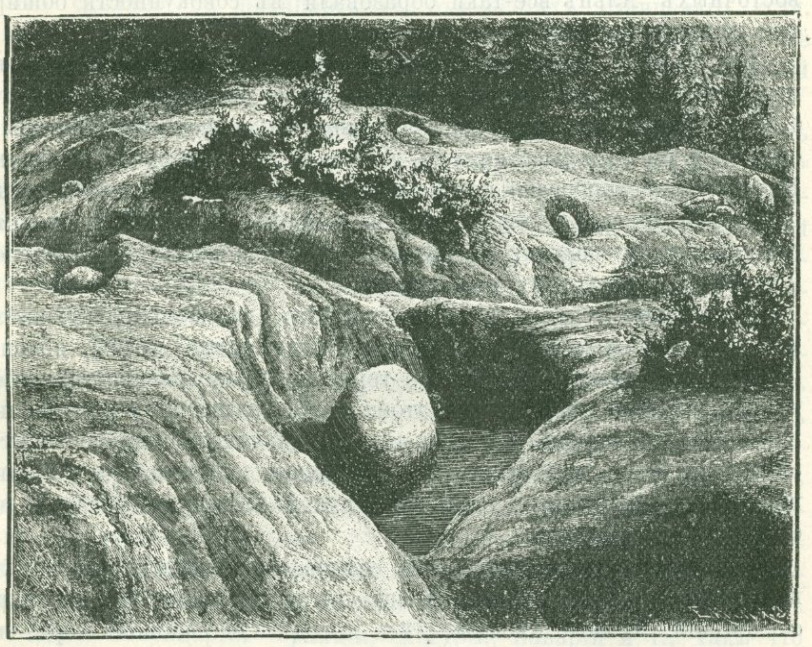


Рис. 247. Гигантскіе котлы близъ Люцерна.

кантоны Аргау и Люцернъ и доходятъ до Цюрихской области. Самыя красивыя морены можно видѣть вблизи Цюриха и въ самомъ Цюрихѣ.

Ледниковыя массы Рейнской долины тоже отложены ледникомъ, который покрывалъ большую часть сѣверо-восточной Швейцаріи и тянулся черезъ Боденское озеро, Швабію и Баварію, почти до Дуная.

Восточные Альпы тоже были покрыты значительнымъ ледянымъ покровомъ, хотя глетчеры ихъ и не могутъ соперничать, по своимъ размѣрамъ, съ швейцарскими глетчерами. Вообще нельзя

не замѣтить, что на востокѣ ледники были развиты въ гораздо меньшей степени, чѣмъ на западѣ. Правда, въ Штиріи, верхней и нижней Австріи, нѣтъ такихъ исполинскихъ горъ, какъ въ Швейцаріи и Тиролѣ, но одно это обстоятельство не въ состояніи удовлетворительно объяснить отступаніе глетчеровъ въ восточныхъ Альпахъ. Очевидно, это находится въ связи съ климатическими условіями, а именно—въ западныхъ Альпахъ преобладаетъ морской климатъ, богатый атмосферными осадками, а въ восточныхъ Альпахъ—относительно сухой, континентальный климатъ. Но, несмотря на свою сравнительно незначительную мощность, глетчеры восточныхъ Альпъ все-таки образовали въ совокупности обширную ледяную пустыню.

Въ Альпахъ сѣвернаго Тироля и верхней Баваріи многочисленныя боковыя и поперечныя долины были заполнены до высоты 1.500 метровъ сплошной массой ледниковыхъ потоковъ, которые, спускаясь съ горъ, разстилались далеко по баварскому плоскогорію. Расходясь вѣерообразно при выходѣ изъ альпійскихъ долинъ, они снова сливались въ общій ледяной покровъ, который огромными дугообразными языками подвигался далеко впередъ; по отступленіи онъ оставилъ типичныя морены.

По южному склону Альпійскихъ горъ въ Ломбардскую низменность изливались весьма мощные ледниковые потоки, но они имѣли сравнительно небольшое горизонтальное распространеніе, что объясняется теплымъ климатомъ, обусловливавшимъ интенсивное таяніе глетчеровъ. Зато эти ледники значительно превосходятъ сѣвероальпійскіе ледниковые потоки своими *конечными* моренами: нѣкоторые ледниковые валы въ верхней Италіи достигаютъ до 650 метровъ въ высоту.

Мы можемъ представить себѣ, слѣдовательно, какую своеобразную картину представляли Альпы въ эпоху наиболѣе сильнаго оледенѣнія. Темные хвойные лѣса не одѣвали склоновъ горъ, по нимъ не разстилались свѣжія пастбища, долины не были покрыты пышной растительностью, всѣ высоты были окутаны вѣчными снѣгами, изъ подъ нихъ чернѣли лишь отдѣльные отвѣсные уступы, на которыхъ не могъ удержаться снѣгъ: изъ переполненныхъ льдомъ котловинъ въ долины спускались огромные глетчеры, мощность которыхъ нерѣдко превышала 1.000 метровъ. Только въ южныхъ Альпахъ и въ отлогихъ отдѣлахъ восточныхъ Альпъ болѣе низкія предгорія въ теченіе небольшой части года были свободны отъ льда. Но и здѣсь не было пышной растительности, а мѣстами прозябали лишь низкія растенія, подобныя тѣмъ, которыя встрѣчаются и въ настоящее время въ высокихъ альпійскихъ областяхъ и полярныхъ странахъ. Сѣверный край Альпъ, отъ южной Франціи до границы верхней Австріи и Зальцбурга, былъ

въ ледниковую эпоху окаймленъ поясомъ почти непрерывныхъ льдовъ, который имѣлъ въ нѣкоторыхъ мѣстахъ до 70 километровъ въ ширину, а разстилавшаяся передъ ними свободная ото льда равнина, должно быть, напоминала собою сибирскія тундры. Въ лѣтнее время ледники начинали оттаивать, и бурные потоки свергались съ высотъ, унося въ своемъ теченіи глину, песокъ и валуны.

Когда началось изученіе ледниковъ, какъ современныхъ, такъ и уже исчезнувшихъ, открытія быстро послѣдовали одно за другимъ. Одно изъ самыхъ важныхъ, относящихся сюда, открытій было сдѣлано въ швейцарскихъ отложеніяхъ сланцеваго угля. Оказалось, что эти отложенія во многихъ мѣстахъ залегаютъ не непосредственно надъ слоями третичной системы, а что подлежащій слой ихъ образованъ ледниковыми отложеніями.

Вообще на основаніи многихъ наблюденій заключаютъ, что въ западной Европѣ въ дилювіальную эпоху было два періода сильнѣйшаго оледенѣнія. Послѣ того какъ глетчеры отступили въ первый разъ, во многихъ мѣстахъ образовались обширныя моховыя болота, вслѣдствіе того, что оттокъ воды былъ задержанъ ледниковыми отложеніями, въ особенности же глиной основныхъ моренъ. Съ этимъ періодомъ совпадаетъ образованіе торфяныхъ залежей, изъ которыхъ получился сланцевый уголь. Это такъ называемый *межледниковый* періодъ, который, по мнѣнію многихъ изслѣдователей, продолжался отъ 6.000 до 8.000 лѣтъ, а можетъ быть и дольше. Съ теченіемъ времени климатъ постепенно становился прохладнѣе и влажнѣе, и глетчеры вторично спустились по альпійскимъ долинамъ, погребая всю растительность подъ своимъ ледянымъ покровомъ. Со времени открытій, сдѣланныхъ вблизи Ветцикона и Мершвиль, несомнѣнные слѣды межледниковаго періода были найдены и во многихъ другихъ мѣстахъ—въ западной Швейцаріи, Франціи, Австріи, Баваріи и т., такъ что предположеніе о существованіи такого періода можетъ считаться теперь доказаннымъ. Какъ далеко отступали глетчеры въ межледниковый періодъ съ точностью неизвѣстно, но одна весьма интересная находка у Инсбрука показываетъ, что тамъ, въ глубинѣ Альпъ, уже не было въ то время ледниковъ, даже болѣе того—что въ этомъ мѣстѣ Иннской долины процвѣтала флора, носившая почти третичный характеръ, такъ какъ въ брекчіяхъ, залегающихъ здѣсь между двумя валунными отложеніями, найдены даже остатки пальмъ. Подобная флора въ этихъ образованіяхъ—явленіе довольно странное, такъ какъ одновременныя флоры и фауны восточной Швейцаріи и южной Германіи указываютъ на климатъ скорѣе болѣе холодный и во всякомъ случаѣ не болѣе теплый, чѣмъ теперешній. Въ отложеніяхъ сланцеваго угля найдены: сосна,

горная сосна, лиственница, тисъ, береза, дубъ, горный кленъ, орѣшникъ, камышъ, кувшинки, земляника; а изъ царства животныхъ: *бизонъ*, *лось*, *покрытый шерстью носорогъ*, elephas antiquus, олень, бѣлка и пр.

Извѣстный изслѣдователь ледниковъ Пенкъ на основаніи нѣкоторыхъ изслѣдованій считаетъ возможнымъ допустить существованіе даже трехъ ледниковыхъ эпохъ и двухъ промежуточныхъ между ними. По Пенку, первое оледенѣніе было наиболѣе слабое, второе — самое интенсивное, а третье занимало середину между ними. *Несомнѣнно одно, что климатъ ледниковой эпохи* подвергался многократнымъ, весьма значительнымъ колебаніямъ.

## ГЛАВА XLII.

### Ледниковая эпоха въ сѣверной Европѣ и въ другихъ частяхъ свѣта.

*Тотъ поразительный фактъ, что въ эпоху, непосредственно* предшествовавшую современному геологическому періоду, вся область Альпъ отъ Средиземнаго моря и почти до Вѣны, отъ южной границы верхне-итальянскихъ озеръ и далеко вглубь верхне швабскаго и баварскаго плоскогорія была покрыта необозримымъ покровомъ льдовъ,—не могъ не произвести сильнѣйшаго впечатлѣнія на ученый міръ. Но всеобщее удивленіе еще болѣе возросло, *когда оказалось, что въ странахъ, не представлявшихъ съ* незапамятныхъ временъ ни малѣйшаго слѣда глетчеровъ и даже не имѣющихъ настоящихъ горъ, обнаруживаются слѣды ледниковой дѣятельности въ такихъ размѣрахъ, которые далеко превосходятъ ледниковую дѣятельность въ альпійской области. Эрратическіе валуны, ледниковые шрамы, бараньи лбы и пр. встрѣчаются по берегамъ Великобританіи и Ирландіи, тянутся черезъ всю *сѣверо-германскую низменность вглубь центральной Россіи*, а оттуда доходятъ до Сѣвернаго Ледовитаго моря, т.-е. занимаютъ область, равняющуюся двумъ третямъ Европы. Черезъ Финляндію и полуостровъ Колу ледяныя массы направлялись къ сѣверу и сѣверо-востоку въ Сѣверное Ледовитое море, изъ западной Норвегіи—по направленію къ западу и сѣверо-западу въ Атлантическій океанъ; ледниковыя массы, двигавшіяся изъ юго-восточной Норвегіи *къ югу-западу, наполняли Нѣмецкое море, покрывали Данію* и Голландію и доходили до теперешняго устья Темзы и Рейна; изъ средней Швеціи ледъ проникалъ черезъ Балтійское море и сѣверную Германію до Гарца; изъ сѣверо-восточныхъ областей Швеціи ледниковый покровъ распространялся по направленію къ юго-востоку и востоку по Ботническому заливу, Финляндіи, Польшѣ, Галиціи и большей части Европейской Россіи.

Южная граница этой обширной ледяной равнины проходила въ то время приблизительно по линіи, соединяющей устья Темзы и Рейна, черезъ Вестфалію и южный Ганноверъ до сѣвернаго склона Гарца, огибала его въ юго-западномъ направленіи, оттуда направлялась черезъ Саксонію къ подошвѣ Ризенгебирге, пересѣкала Польшу, Галицію и проходила къ югу отъ Кіева черезъ Полтаву почти до Волги. Восточная граница проходила между Казанью и Нижнимъ-Новгородомъ по направленію къ сѣверу, пока не достигала Сѣвернаго Ледовитаго моря у Ческой губы.

Эти данныя сдѣлались достояніемъ науки лишь въ недавнее время. Правда, происхожденіе валуновъ, покрывающихъ напр. сѣверо-германскую низменность, давно было извѣстно: геологи знали, что большая часть этихъ камней происходитъ частью изъ Скандинавіи, частью изъ Финляндіи и что они принесены не рѣками. Нельзя было сомнѣваться въ томъ, что эти валуны, подобно эрратическимъ валунамъ швейцарскаго плоскогорья, были принесены льдами, но трудно было представить себѣ, что это были глетчеры. Какимъ образомъ глетчеры могли бы перейти черезъ Балтійское и Сѣверное море или достигнуть до самой Полтавы,—вѣдь огромное пространство отъ Финляндіи до южной Россіи представляетъ сплошную равнину почти безъ всякаго уклона? Тутъ нѣтъ скатовъ, подобныхъ тѣмъ, которые мы видѣли въ швейцарскихъ Альпахъ, вершины которыхъ достигаютъ 4.600, 4.800 метровъ и гдѣ и теперь еще большіе ледники спускаются въ долины.

Вслѣдствіе этихъ, а также нѣкоторыхъ другихъ соображеній, обычная теорія глетчеровъ казалась непримѣнимой къ данному случаю, къ которому, повидимому, всего болѣе подходитъ теорія плавучихъ горъ. Въ пользу послѣдней теоріи можно было бы привести, между прочимъ, слѣдующіе факты: у скандинавскихъ береговъ встрѣчаются дилювіальныя морскія образованія на высотѣ 200 метровъ, что, казалось, служитъ доказательствомъ того, что въ извѣстный періодъ дилювіальной эпохи море занимало болѣе высокій уровень, вслѣдствіе чего низменности, ограниченныя Балтійскимъ и Сѣвернымъ морями, могли бы быть залиты въ то время водой. Далѣе, дилювіальныя отложенія сѣверной Германіи представляютъ слоистость, чего обыкновенно не замѣчается въ ледниковыхъ образованіяхъ. Кромѣ того эрратическіе валуны оказываются весьма неправильно распредѣленными, между тѣмъ какъ при переносѣ ихъ глетчерами обыкновенно замѣчается строгая сортировка *по мѣсту происхожденія*. При допущеніи теоріи плавучихъ ледяныхъ горъ это явленіе объясняется весьма просто различнымъ направленіемъ вѣтра, гнавшаго ледяныя горы разъ въ одну сторону, другой разъ въ другую.

Всѣ эти соображенія однако окончательно разбиваются слѣдующими доводами: 1) Точныя изслѣдованія показали, что болѣе *высокій уровень моря въ Скандинавіи въ дилювіальную эпоху* не совпадалъ съ ледниковымъ періодомъ, а наступилъ послѣ него. 2) Матеріалы, изъ которыхъ сложены напр. сѣверогерманскія ледниковыя образованія, обнаруживаютъ, правда, слоистое напластованіе, но это объясняется многократными колебаніями оледенѣнія и дѣятельностью водъ таянія, которыя отлагали матеріалъ поддонныхъ моренъ. 3) Неправильное распредѣленіе валуновъ объясняется тѣмъ, что очагъ сильнѣйшаго оледенѣнія *мѣнялъ свое мѣсто въ теченіе двухъ, слѣдовавшихъ одна за другой*, эпохъ, другими словами—что ледниковый потокъ одинъ разъ происходилъ изъ Скандинавіи и направился прямо къ югу, гдѣ и распространился вѣерообразно, а въ другую эпоху оледенѣніе наиболѣе интенсивно проявилось въ прибалтійскихъ губерніяхъ, откуда ледниковыя массы продвинулись до Голландіи. 4) Въ сѣверогерманскихъ ледниковыхъ отложеніяхъ, въ особенности въ поддонныхъ моренахъ, не встрѣчается морскихъ, а лишь прѣсноводныя *и наземныя животныя. Только вблизи береговъ*, да въ нѣкоторыхъ отложеніяхъ, образовавшихся собственно не въ ледниковую эпоху, встрѣчаются также и остатки морскихъ животныхъ; гипотеза сѣверо-германскаго «ледовитаго моря» съ плавающими по нему ледяными горами—айсбергами тѣмъ самымъ оказывается совершенно несостоятельной. 5) Нѣкоторые эрратическіе валуны не происходятъ ни изъ Скандинавіи, ни изъ сѣверо-западной Россіи, а изъ германской низменности и удалились *лишь на небольшое разстояніе отъ своего первоначальнаго мѣста*, слѣдовательно не могли перемѣститься благодаря дѣятельности плавучихъ ледяныхъ горъ. 6) Тамъ, гдѣ среди позднѣйшихъ отложеній поднимаются вершины, состоящія изъ болѣе древнихъ породъ, онѣ нерѣдко оказываются отшлифованными, обточенными, исцарапанными и именно по направленію движенія льда, между тѣмъ какъ на противоположной сторонѣ нельзя замѣтить явныхъ слѣдовъ ледниковой обработки. Зато въ этомъ направленіи *происходитъ своеобразное измѣненіе поддонной морены, состоящее* въ томъ, что она принимаетъ въ свой составъ многочисленные обломки сосѣднихъ вершинъ; ледъ при своемъ поступательномъ движеніи увлекъ за собой вывѣтрившійся и разбросанный кругомъ матеріалъ и присоединилъ его къ поддонной маренѣ. Такимъ образомъ, получается такъ называемая *мѣстная поддонная морена.*

Установленіе всѣхъ этихъ фактовъ, доказавшихъ, что ледниковый матеріалъ по южному берегу Балтійскаго и Сѣвернаго морей и въ центральной Россіи принесенъ не плавучими ледя-

ными горами, а «материковымъ льдомъ» гигантскихъ глетчеровъ, является однимъ изъ наиболѣе блестящихъ успѣховъ новѣйшей геологіи.

Въ сѣверной части Западной Европы тоже можно различить два періода сильнѣйшаго оледенѣнія, отдѣленные одинъ отъ другого продолжительнымъ промежуточнымъ періодомъ, а кромѣ того многократныя незначительныя колебанія. По всей вѣроятности въ межледниковомъ періодѣ господствовалъ климатъ, мало отличавшійся отъ современнаго. Изъ флоры той эпохи открыты: сосна, дубъ, букъ, липа, кленъ, лиственница, а изъ царства животныхъ: мамонтъ (Elephas primigenius), Elephas antiquus, два вида носороговъ, лошади, олень, бизонъ, волкъ, медвѣдь, сѣверный олень, мускусный быкъ. Существованіе послѣднихъ двухъ животныхъ указываетъ на болѣе холодный климатъ; но, по всѣмъ вѣроятіямъ, они жили не одновременно съ прочими, только что перечисленными животными, а непосредственно за вторымъ ледниковымъ періодомъ, когда температура уже успѣла значительно понизиться. То же самое относится къ мамонту и покрытому шерстью носорогу.

## ГЛАВА XLIII.

### Ледниковыя отложенія Европейской Россіи. Ледниковыя отложенія Азіи, Африки и Америки. Плювіальный періодъ.

Ледниковыя образованія Россіи изучены далеко не такъ детально, какъ западноевропейскія, но все же мы можемъ установить три района этихъ отложеній, повидимому самостоятельныхъ. 1-й районъ—это громадная область Россіи, которую занималъ такъ называемый «*великій скандинаво-русскій ледникъ*», 2-й—бассейнъ р. Печоры и 3-й—область Кавказа. Остановимся на первомъ районѣ.

*Великій скандинаво-русскій ледникъ* одѣвалъ сплошнымъ ледниковымъ покровомъ почти всю сѣверную, три четверти средней и около половины южной степной Россіи. Документы, которые оставилъ этотъ гигантскій ледникъ въ доказательство своего существованія, уже знакомы намъ изъ описанія глетчерныхъ отложеній Западной Европы. Однимъ изъ наиболѣе доказательныхъ документовъ являются валуны различныхъ горныхъ породъ, разсѣянные по всему необъятному пространству, занимаемому нѣкогда скандинаво-русскимъ ледникомъ. Мы уже знаемъ, что напр. такой фактъ, какъ нахожденіе валуновъ финляндскаго гранита въ предѣлахъ Полтавской губерніи, можетъ быть объясненъ только существованіемъ на всемъ этомъ пространствѣ сплошного

ледниковаго покрова; поэтому граница распространенія валуновъ возстановитъ намъ приблизительную границу распространенія даннаго глетчера.

На основаніи этого южной границей распространенія великаго скандинаво-русскаго ледника принимаютъ рѣку Стырь въ Волынской губерніи, сѣверную часть Херсонской и Екатеринославской и юго-восточную Полтавской губерніи; отсюда эта граница поворачиваетъ по сѣверо-западному углу Харьковской губерніи на г. Павловскъ, Воронежской губерніи, и устье р. Бузукука, впадающаго въ Хоперъ; здѣсь начинается уже восточная окраина ледника, поднимающаяся почти прямо на сѣверъ—вдоль праваго берега р. Медвѣдицы, на Сердобскъ, Саранскъ, къ Волгѣ, которую она пересѣкаетъ нѣсколько западнѣе Васильсурска и, огибая съ сѣвера Вятку, доходитъ до Глазова, а отъ него поворачиваетъ къ сѣверу на Каму и, пересѣкая ее нѣсколько восточнѣе Кая, теряется у истоковъ р. Мезени.

Если мы соединимъ всѣ эти пункты линіей, то увидимъ, что въ бассейнахъ Днѣпра и Дона, т. е. тамъ, гдѣ наши степи болѣе или менѣе замѣтно понижаются, скандинаво-русскій ледникъ вдавался на югъ, въ видѣ двухъ языковъ, изъ которыхъ западный—*днѣпровскій*—почти достигалъ до 48,5° сѣверн. шир., а второй—только до 50° с. ш.

Двигаясь,—говоритъ проф. Докучаевъ *),—болѣе, чѣмъ на тысячу верстъ, съ сѣверо-запада на юго-востокъ, изъ Скандинавіи, Финляндіи и Олонецкой губерніи къ своимъ южнымъ и юго-восточнымъ предѣламъ, ледникъ разрушалъ, истиралъ, измельчалъ, шлифовалъ, а частью и сортировалъ, при помощи ледниковыхъ водъ, сотни всевозможныхъ горныхъ породъ, лежавшихъ на его пути, и передвигалъ ихъ остатки въ болѣе южныя широты. Благодаря такому процессу, конечно, длившемуся тысячелѣтія, благодаря съ другой стороны постоянно продолжавшемуся все это время химическому и физическому вывѣтриванію этихъ породъ, должны были получиться продукты ледниковой дѣятельности, которые покамѣстъ можно разбить на 5 группъ, на 5 *типовъ*: 1) каменные обломки различныхъ горныхъ породъ, часто округленные, изрѣдка даже отшлифованные, это—такъ называемые *валуны, гальки, щебень, крупнозернистые пески* и пр.; 2) грубыя, несортированныя, неслоистыя, обыкновенно *краснобурыя глины*, почти повсемѣстно въ сѣверной и средней Россіи употребляемыя на кирпичи; 3) хорошо сортированные, часто тонкозернистые, большею частью кварцевые, всегда *неправильно слоистые*, разноцвѣтные (чаще бѣлые или красноватые) *пески*; 4) *илъ*, совер-

*) *В. Докучаевъ.* «Наши степи прежде и теперь».

шенно аналогичный тому, который и теперь массами выносится изъ любого ледника и состоитъ изъ довольно равномѣрной смѣси мельчайшихъ зеренъ кварца, хлопьевъ глины, мергелистыхъ частицъ и пр.; 5) наконецъ, *вещества, химически растворенныя* въ ледниковыхъ водахъ, каковы, напримѣръ, разнообразнѣйшія углекислыя, сѣрнокислыя, хлористыя и иныя соли.

Можно положительно утверждать, что всѣ эти типы ледниковыхъ образованій присущи каждому современному леднику; сопровождали они, конечно, и великій скандинаво-русскій ледникъ.

Судя по общему характеру дѣятельности всякаго ледника, необходимо допустить, что всѣ намѣченные здѣсь типы ледниковыхъ образованій должны были распредѣлиться на площади скандинаворусскаго ледника далеко неравномѣрно: болѣе грубые изъ нихъ, труднѣе переносимые, естественно скоплялись главнымъ образомъ въ сѣверныхъ и сѣверо-западныхъ участкахъ, а болѣе тонкіе, легко взмучиваемые и особенно растворимые въ водѣ, отнесены дальше на югъ и на востокъ, частью даже *за предѣлы* ледниковаго покрова.

И дѣйствительно, весь громадный районъ скандинаво-русскаго ледника легко раздѣлить на *три полосы*.

1) *Съверо-западная полоса Россіи*. Здѣсь ледниковая дѣятельность была рѣзко выражена; ландшафтъ носитъ типичный ледниковый характеръ, а ледниковыя породы относятся главнымъ образомъ къ первому типу, къ матеріалу поддонной морены,—преобладаетъ ледниковый щебень, состоящій изъ обломковъ кристаллическихъ породъ самой разнообразной величины, начиная отъ громадныхъ валуновъ и кончая тонкой, нѣжной пылью; ледниковая пыль состоитъ изъ микроскопическихъ обломковъ кварца, отчасти полевого шпата и слюды, окутанныхъ глиною. Валуны разсѣяны либо по поверхности валунныхъ полей, причемъ достигаютъ громадной величины *), либо валунный щебень скопляется въ видѣ грядъ, подобныхъ желѣзнодорожнымъ насыпямъ. Такія гряды носятъ различныя названія: шведы зовутъ ихъ *озами*, въ Новгородской губ. онѣ зовутся *свиными хребтами*, а въ Пріонежьѣ—*сельгами*.

Впрочемъ, не всѣ озы сложены сплошь изъ ледниковаго щебня. Крапоткинъ для озовъ Финляндіи принимаетъ три категоріи: а) озы, содержащіе внутри себя ядро твердой горной породы, ледниковый щебень одѣваетъ такой озъ только снаружи; б) озы, состоящіе изъ ледниковаго щебня, не покрытаго слоистыми осадками; и в) озы, состоящіе изъ ледниковаго щебня, покрытаго слои-

*) Пьедесталъ у памятника Петра I въ Петербургѣ—валунъ, извлеченный изъ Лахтинскаго болота. Проф. Иностранцевъ приводитъ еще болѣе поразительный примѣръ — это «Конь-камень» Коневецкаго острова на Ладожскомъ озерѣ, послужившій фундаментомъ для церкви.

стыми образованіями. Для Олонецкой губерніи проф. Иностранцевъ принимаетъ еще четвертую категорію—озы, являющіеся въ формѣ узкаго и длиннаго кряжа, образованнаго твердою сплошною горною породою, но сохраняющіе то же направленіе, что и сосѣдніе рыхлые озы.

Кромѣ озовъ, характерны для этой полосы скандинаво-русскаго ледника *бараньи лбы* и *куполовидные холмы*.

*Бараній лобъ*, какъ видно на прилагаемомъ рисункѣ, это—болѣе или менѣе округленный, гладкій, яйцевидный бугоръ, съ одной стороны пологій, съ другой—обрывистый; большая ось такого бугра идетъ всегда параллельно направленію, по которому двигался ледникъ. Ясно, конечно, что большія оси бараньихъ лбовъ данной мѣстности параллельны другъ другу и что пологая сторона это та, которая была обращена навстрѣчу движенія ледника. Бараньи лбы образуются, когда дѣйствіе ледника сосредоточивается только на той сторонѣ, которая обращена къ истоку; если же глетчеръ выполняетъ и облекаетъ всѣ неровности своего дна, то онъ округляетъ ихъ со всѣхъ сторонъ—получаются такъ называемые *куполовидные холмы*. Такъ какъ въ сѣверо-западной полосѣ Россіи пользуются сильнымъ распространеніемъ *кристаллическія* горныя породы, то и другіе типичные признаки ледниковой дѣятельности, напр. *полировка* и *шлифовка* породъ и образованіе на нихъ грубыхъ шрамовъ, являются здѣсь *наиболѣе рѣзко* выраженными, между тѣмъ какъ въ остальной части района скандинаво-русскаго ледника, вслѣдствіе равниннаго характера мѣстности и мягкости коренныхъ породъ, эта сторона дѣятельности ледника почти не проявила себя. Но зато, по мѣрѣ того какъ ледникъ двигался изъ Финляндіи, Олонецкой губерніи, въ мѣстности съ болѣе мягкими, чаще глинистыми породами, поддонная морена его все болѣе и болѣе обогащалась глиною.



Рис. 248. Бараній лобъ.

Вторымъ райономъ скандинаво-русскаго ледника является:

2) *Средняя (нечерноземная) полоса Россіи*. Здѣсь преобладаютъ уже менѣе грубыя ледниковыя образованія, ихъ можно разбить на три группы: а) внизу залегаютъ слоистые пески, заключающіе въ нижнихъ горизонтахъ валунно-галечную подстилку; b) надъ песками — грубыя, песчанистыя краснобурыя глины съ эрратиче-

скими валунами; с) еще выше иногда встрѣчаются неслоистые пески тоже съ валунами.

3) Наконецъ, *третья полоса* скандинаво-русскаго ледника заключаетъ въ себѣ всю южную часть его; здѣсь развиты наиболѣе тонкія ледниковыя образованія—*лессовидный валунный суглинокъ*, преобладающій по сѣверной окраинѣ этой полосы *), и *типичный ледниковый лёссъ*, распространенный къ югу отъ этой окраины и даже переходящій за предѣлы бывшаго ледника.

*Лёссъ* извѣстенъ въ Россіи подъ именемъ *бѣлоглазки*; онъ является обычнѣйшей подпочвой нашего южнаго чернозема. Лёссомъ мы зовемъ рыхлые, мучнистые, почти всегда неслоистые суглинки желтобураго цвѣта, при размывѣ легко образующіе высокія вертикальныя стѣны; лессы богаты углекислыми солями, которыя или распредѣлены равномѣрно по всей породѣ, или же скопляются въ отдѣльныхъ мѣстахъ, въ видѣ примазокъ, или желваковъ (журавчиковъ) самой неправильной формы.

Хотя валуны встрѣчаются и въ этой *третьей* полосѣ, изрѣдка находятся даже въ лёссѣ, но уже далеко не въ такомъ количествѣ, какъ въ первыхъ двухъ полосахъ и сравнительно очень мелкіе.

Конечно, эти три полосы великаго скандинаво-русскаго ледника переходятъ одна въ другую совершенно незамѣтно и крайне постепенно: по мѣрѣ движенія съ сѣвера на югъ количество валуновъ и ихъ размѣръ уменьшаются, глины становятся рыхлѣе, пористѣе, содержаніе углесолей и вывѣтрѣлыхъ частей увеличивается, краснобурый цвѣтъ слабѣетъ и лёссовидный суглинокъ постепенно переходитъ въ типичный пористый, свѣтложелтый лёссъ.

Но какъ же отлагались эти разнообразныя породы?

Въ отвѣтъ на это мы приведемъ слѣдующую картину, которую рисуетъ намъ проф. Иностранцевъ. «Медленно и постепенно распространяясь къ югу, ледникъ постоянно отодвигалъ въ этомъ направленіи и свою южную границу, изъ-подъ которой, какъ и у современныхъ ледниковъ, вытекали обильныя воды, богатыя механически взвѣшеннымъ матеріаломъ. Этотъ матеріалъ отлагался въ котловинахъ и неровностяхъ страны, и такимъ путемъ образовался тотъ слоистый наносъ, который въ нѣкоторыхъ мѣстахъ подстилаетъ въ Россіи поддонную морену. Постепенно увеличивающійся ледникъ покрывалъ эти слоистые осадки, двигался дальше на югъ, сопровождаемый тѣми же образованіями; вотъ почему какъ въ среднихъ, такъ и въ южныхъ областяхъ распространенія ледниковаго наноса въ Россіи иногда встрѣчаются слоистыя отложенія подъ типичными ледниковыми образованіями. Точно такъ же въ

*) Сѣверная окраина этой *третьей* полосы великаго скандинаво-русскаго ледника совпадаетъ съ сѣверной границей нашего чернозема.

самомъ ледяномъ покровѣ, какъ и въ нынѣшней Гренландіи, циркулировали въ лѣтнее время воды въ видѣ рѣкъ и ручьевъ, которые производили мѣстную сортировку матеріала моренъ, а потому при таяніи ледника они могли оставить слоистыя образованія среди наноса *поддонной морены. Ледникъ покинулъ Европейскую Россію не сразу;* его таяніе, начавшееся на южной границѣ, отодвигало ледникъ постепенно къ сѣверу. Это отступаніе тоже сопровождалось значительнымъ количествомъ водъ, выбѣгавшихъ изъ-подъ ледника и выносившихъ мелкіе продукты истиранія; а потому понятно, что чѣмъ дальше двигался этотъ ледяной покровъ по разнообразнымъ горнымъ породамъ, тѣмъ больше онъ могъ скопить продуктовъ истиранія, что подтверждается нахожденіемъ въ болѣе южныхъ предѣлахъ распространенія ледниковыхъ образованій лессовидной морены. Подледниковыя воды, конечно, должны были дѣйствовать мѣстами на поддонную морену, выносить изъ нея тонкій мелкій илъ и, разливаясь на громадныя пространства у южныхъ предѣловъ ледника, отлагать его въ видѣ лёсса. Такой основной матеріалъ могъ позднѣе переработаться атмосферою или водою, могъ, слѣдовательно, заключать въ себѣ какъ наземныхъ моллюсковъ и позвоночныхъ, такъ и прѣсноводныхъ моллюсковъ. *Отступающій* ледникъ покидалъ поддонную морену, которая могла подвергаться мѣстной переработкѣ. Воды, выбѣгавшія изъ-подъ ледника, отлагали въ южныхъ частяхъ лессъ, въ сѣверныхъ — песчаные и глинистые осадки. Вотъ почему у насъ, какъ въ Пруссіи, можно найти слоистые глины и пески, покрывающіе поддонную морену. Эти слоистыя образованія большею частью служатъ въ Европейской Россіи хранилищемъ для остатковъ фауны ледниковой эпохи. Конечно, за отступающимъ ледникомъ должна была двинуться и фауна, жившая на югѣ Россіи, южнѣе предѣловъ распространенія ледника: остатки мамонта найдены на Маткозерскомъ каналѣ въ Олонецкой губерніи, подъ 61° сѣв. широты, служащимъ до сихъ подъ крайнимъ сѣвернымъ предѣломъ распространенія ледниковой фауны въ Европейской Россіи. Конечно, отступающій ледникъ могъ распасться на отдѣльныя ледяныя поля, которыя, медленно и постепенно стаивая, доставили обильный запасъ водъ, обусловившій образованіе многочисленныхъ озеръ, обиліе которыхъ въ это время дало возможность наступить *озерной эпохѣ*. Въ осадкѣ этихъ озеръ, а равно и въ осадкахъ рѣкъ погребалась фауна, сопровождавшая отступавшій ледникъ. Что дѣйствительно происходило распаденіе ледяного покрова на рядъ отдѣльныхъ ледниковъ, можно доказать для Олонецкой губерніи, гдѣ въ нѣкоторыхъ мѣстахъ наблюдается нѣсколько системъ ледниковыхъ штрамовъ...»

Въ заключеніе скажемъ еще нѣсколько словъ о ледниковыхъ отложеніяхъ въ другихъ частяхъ свѣта. Для правильной оцѣнки ледниковой эпохи важно знать, ограничивались ли ледниковыя явленія одной Европой или же они простирались и на другія части свѣта и, слѣдовательно, имѣли общій характеръ. Если мы обратимся къ Азіи, то на самой границѣ ея, на *Кавказѣ* и на сѣверномъ *Уралѣ*, найдемъ слѣды ледниковой дѣятельности.

Полагаютъ, что на *Ливанѣ* тоже нѣкогда имѣлись ледники и что кипарисы его стоятъ на древней моренѣ. Въ *Сибири* не осталось слѣдовъ сколько-нибудь обширной ледниковой дѣятельности, только между Байкальскимъ озеромъ и Охотскимъ моремъ находятъ лед-

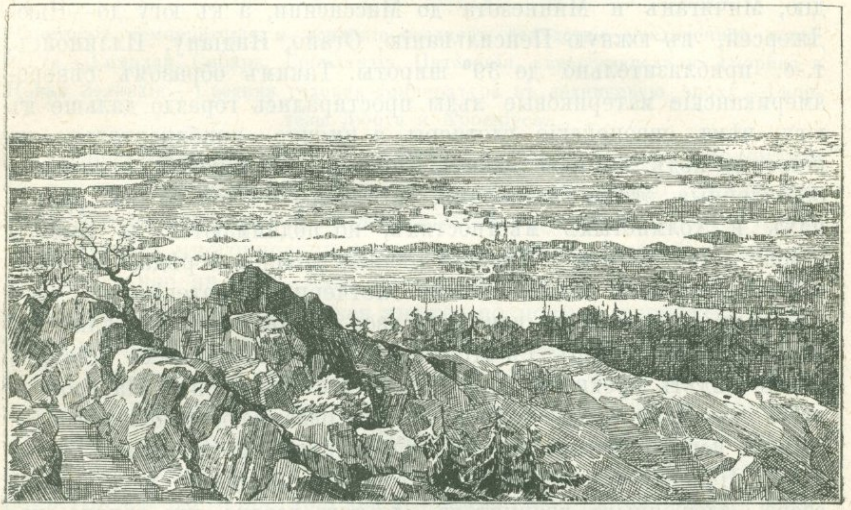


Рис. 249. Сибирская равнина. (Видъ съ горы Сугомакъ).

никовыя образованія. Сибирскія низменности, — говоритъ Неймайръ,—не благопріятствовали образованію глетчеровъ; вмѣсто моренъ, мы находимъ здѣсь оледенѣвшую почву, содержащую въ себѣ хорошо сохранившіеся остатки мамонтовъ и носороговъ. Въ Алтайскихъ горахъ, несмотря на ихъ значительную высоту, тоже отсутствуютъ слѣды ледниковой дѣятельности, что находится въ связи съ сухимъ климатомъ этой области. Зато на Тянь-Шань и Гималаяхъ повидимому нѣкогда были огромные глетчеры.

Въ *Африкѣ*, какъ на сѣверѣ, такъ и на югѣ, замѣтны слѣды ледниковой дѣятельности, въ особенности же въ Капской землѣ. То же самое слѣдуетъ сказать относительно *Новой Зеландіи*, глетчеры которой нѣкогда доходили до моря, несмотря на то, что

сѣверный островъ Новой Зеландіи находится подъ тѣмъ же градусомъ *широты, т.-е. на такомъ же разстояніи отъ экватора*, какъ и южная Италія. Слѣды нѣкогда гигантской ледниковой дѣятельности обнаруживаются въ *Южной Америкѣ*— въ Чили, Патагоніи и Огненной Землѣ. Даже въ тропическихъ странахъ, отстоящихъ отъ экватора всего на семь — одиннадцать градусовъ, а именно: въ Венецуэлѣ и Колумбіи, въ дилювіальную эпоху повидимому существовали ледники. Но самыя грандіозныя ледниковыя явленія, далеко превосходящія ледниковую дѣятельность въ Европѣ, имѣли мѣсто въ *Сѣверной Америкѣ*. На сѣверо-американскомъ материкѣ,— говоритъ Креднеръ,—ледниковыя отложенія встрѣчаются по всей Канадѣ, откуда они тянутся черезъ Новую Англію, Лонгъ-Исландію, Мичиганъ и Миннезота до Миссисипи, а къ югу до—Нью-Джерсей, въ южную Пенсильванію, Огайо, Индіану, Иллинойсъ, т.-е. приблизительно до 39° широты. Такимъ образомъ сѣверо-американскіе материковые льды простирались гораздо дальше къ югу, чѣмъ европейскіе глетчеры, а именно—приблизительно до широты, подъ которой лежитъ Сицилія. Ледниковыя отложенія, оставленныя этими глетчерами, встрѣчены не только въ равнинахъ и холмистыхъ мѣстностяхъ, но поднимаются до высоты свыше 1.500 метровъ. Древнія рѣчныя долины нерѣдко оказываются совершенно выполненными глетчернымъ матеріаломъ, такъ что рѣки должны были измѣнить свое прежнее теченіе, какъ это случилось, напримѣръ, съ Ніагарой. Въ безчисленныхъ мѣстахъ можно видѣть прекрасно сохранившіеся слѣды тренія. На громадныхъ пространствахъ горныя породы оказываются отшлифованными и испещренными мелкими царапинками и глубокими бороздами. Поверхность нѣкоторыхъ горныхъ вершинъ у Верхняго озера, сложенныхъ кварцитомъ, до того гладка, что трудно ходить по этимъ голымъ скаламъ. Шлифовка, однако, ограничивается только сѣверными склонами и вершинами холмовъ, между тѣмъ какъ южные склоны сохранили свой неровный, шероховатый видъ. Кромѣ этихъ обширныхъ глетчеровъ, въ разныхъ мѣстахъ Сѣверной Америки встрѣчались въ ледниковую эпоху небольшіе мѣстные глетчеры, какъ напр. въ Аллеганскихъ горахъ, въ Сіерра-Невада. Достойно вниманія, что и въ Сѣверной Америкѣ тоже доказано существованіе двухъ ледниковыхъ эпохъ, отдѣленныхъ другъ отъ друга двумя межледниковыми періодами.

Какъ мы указывали уже выше, въ Сибири, а также и на крайнемъ сѣверо-востокѣ Азіи, несмотря на суровый континентальный климатъ, глетчеровъ не было и въ ледниковую эпоху, отчасти вслѣдствіе условій рельефа, отчасти (и главнымъ образомъ) вслѣдствіе недостатка влажности; здѣсь вмѣсто ледниковъ образовалась вѣчно мерзлая почва. Въ нѣкоторыхъ другихъ мѣстахъ

Азіи и Сѣверной Америки другія «неблагопріятныя» условія климата и рельефа создали въ это время не ледниковую, а *плювіальную эпоху*,—эпоху колоссальнаго увеличенія атмосферныхъ осадковъ, благодаря чему сильно повысился уровень мѣстныхъ озеръ. Таковы нагорья Западныхъ Сѣверо-Американскихъ Соединенныхъ Штатовъ—гдѣ, напр., настоящее Большое Соленое Озеро является лишь жалкимъ остаткомъ оз. Бонневиль плювіальнаго періода; такова область, занимаемая теперь Каспійскимъ и Аральскимъ морями и оз. Лобъ-Норъ.

## ГЛАВА XLIV.

### Вѣроятныя причины оледенѣнія въ ледниковую эпоху.

Пониженіе температуры и усиленіе осадковъ вслѣдствіе увеличенной влажности.—Гималаи, Сибирь, Гренландія, Патагонія, сѣверо-западная Америка и Новая Зеландія.—Средняя годовая температура въ ледниковую эпоху.—Гипотезы Дюбуа и Арреніуса.

Существованіе одного или нѣсколькихъ періодовъ оледенѣнія въ теченіе дилювіальнаго періода является безспорно однимъ изъ наиболѣе загадочныхъ фактовъ; вполнѣ естественно поэтому, что существуютъ многочисленныя гипотезы, стремящіяся объяснить это поразительное явленіе. Уже одно то обстоятельство, что появились и все продолжаютъ появляться множество новыхъ гипотезъ, лучше всего доказываетъ, какъ далекъ еще отъ удовлетворительнаго разрѣшенія вопросъ о причинахъ ледниковой эпохи. Тѣмъ не менѣе мы считаемъ полезнымъ остановиться на этомъ вопросѣ, потому что пути, избранные нѣкоторыми изслѣдователями въ ихъ попыткахъ разрѣшить его, сами по себѣ представляютъ довольно значительный интересъ. Прежде всего постараемся выяснить, какія климатическія измѣненія необходимы для того, чтобы сдѣлать возможнымъ наступаніе глетчеровъ и образованіе материковаго льда въ той степени, въ какой оно, несомнѣнно, имѣло мѣсто въ дилювіальный періодъ. Оказывается, что тутъ имѣютъ значеніе главнымъ образомъ слѣдующіе два фактора: 1) пониженіе средней годовой температуры и 2) усиленіе атмосферныхъ осадковъ; второй изъ этихъ факторовъ въ свою очередь можетъ быть связанъ съ болѣе равномѣрнымъ распредѣленіемъ температуры, т.-е. съ болѣе прохладнымъ лѣтомъ, которое не въ состояніи растопить выпавшихъ снѣговыхъ массъ, и съ умѣренной влажной зимой, во время которой скопляется очень много снѣга. Такъ, напр., снѣговая линія, т.-е. граница вѣчнаго снѣга, находится на сѣверномъ склонѣ Гималайскихъ горъ на высотѣ 5.670 метровъ, а на значительно болѣе тепломъ южномъ склонѣ — на высотѣ 4.940 метровъ, между тѣмъ какъ слѣдовало бы ожидать какъ разъ противоположнаго явленія. Объяс-

няется это весьма просто. Теплые, влажные вѣтры, приходящіе съ юга, охлаждаются на значительной высотѣ и водяные пары ихъ сгущаются. Но при низкой температурѣ водяные пары осаждаются не въ видѣ воды, а въ видѣ ледяныхъ кристалликовъ, — снѣга. Поэтому южные склоны Гималаевъ такъ богаты снѣгомъ. Вѣтры, достигающіе вершины горнаго хребта и переходящіе по ту сторону его, большей частью лишились уже своихъ водяныхъ паровъ, поэтому болѣе холодные сѣверные склоны представляютъ меньше осадковъ, чѣмъ болѣе теплые, южные. Въ силу этого въ Сибири, несмотря на сильнѣйшіе холода, царяшіе въ ней, нѣтъ настоящихъ глетчеровъ, между тѣмъ какъ Гренландія покрыта сплошнымъ покровомъ мощныхъ материковыхъ льдовъ. Еще болѣе поразительнымъ примѣромъ подобнаго явленія могутъ служить Патагонія и Огненная Земля въ Южной Америкѣ. Тамъ, въ поясѣ, отстоящемъ отъ экватора не дальше, чѣмъ средняя Германія, глетчеры спускаются до уровня моря, и не въ силу чрезмѣрнаго холода, а только вслѣдствіе большой влажности и обильныхъ атмосферныхъ осадковъ: климатъ этихъ странъ настолько сырой, что почти непроходимые лѣса покрываютъ нижнія части горъ и ледниковые языки спускаются въ долины, прокладывая себѣ путь среди непроницаемой лѣсной чащи. Верхняя граница пояса лѣсовъ и нижняя граница вѣчныхъ снѣговъ соприкасаются здѣсь между собою, безъ промежуточнаго пояса зеленыхъ пастбищъ, который мы видимъ въ европейскихъ Альпахъ между этими обѣими областями. Точно такъ же острова, расположенные къ востоку отъ Огненной Земли, хотя лежатъ отъ экватора не дальше, чѣмъ Англія, Голландія и сѣверная Германія, но сплошь покрыты глетчерами.

И такъ, *на развитіе глетчеровъ оказываетъ вліяніе не столько* вышина горъ и дѣйствіе низкихъ температуръ, сколько степень влажности.

Послѣ всего этого читатель уже не будетъ удивленъ, что многіе ученые ставятъ въ зависимость громадное распространеніе глетчеровъ въ ледниковую эпоху исключительно отъ увеличенія атмосферныхъ осадковъ, т.-е. предполагаютъ, что *климатъ, предшествовавшій ледниковой эпохѣ, былъ не холоднѣе, чѣмъ теперь,* а только *сырѣе*. Что же касается причинъ сырого климата, то его объясняютъ инымъ распредѣленіемъ суши и моря, въ особенности же погруженіемъ въ море большихъ материковыхъ массъ. Эта гипотеза, какъ она ни привлекательна на первый взглядъ, имѣетъ тотъ существенный недостатокъ, что предположенія, на которыхъ она основывается, не только не доказаны, но находятся *въ прямомъ противорѣчіи съ извѣстными въ настоящее время* фактами. Не говоря уже о томъ, что вовсе еще не доказано, въ

состояніи ли одно только увеличеніе атмосферныхъ осадковъ произвести такія грандіозныя ледниковыя явленія, съ какими мы познакомились въ области Альпъ, въ сѣверной Европѣ и Сѣверной Америкѣ—всѣ тщательныя геологическія изслѣдованія показываютъ, что очертанія материковъ и распредѣленіе суши и моря въ дилювіальную эпоху были почти тѣ же, что и теперь, и что измѣненія, происшедшія съ того времени, крайне ничтожны. Такъ напр., и тогда уже Швейцарія находилась посреди материка, и слѣдовательно центральные Альпы были далеко не въ такихъ условіяхъ, какія существуютъ въ настоящее время на Огненной Землѣ, въ Новой Зеландіи и т. д. Въ ледниковую эпоху климатъ несомнѣнно былъ холоднѣе, чѣмъ теперь; въ пользу этого говоритъ распредѣленіе флоры и фауны той эпохи, существованіе гренландскаго оленя, мускуснаго быка, полярной лисицы, каменнаго козла и другихъ частью сѣверныхъ, частью альпійскихъ типовъ въ равнинахъ средней Европы. Если бы въ Европѣ существовали условія, аналогичныя тѣмъ, съ которыми мы встрѣчаемся у западныхъ береговъ Патагоніи и на Новой Зеландіи, т.-е. если бы Европа обладала въ то время весьма умѣреннымъ или сырымъ климатомъ, то пышная растительность должна была бы окаймлять глетчеры, и деревья должны были бы доходить, какъ въ названныхъ странахъ южнаго полушарія, почти до снѣговой линіи. Ничего подобнаго не оказывается въ дѣйствительности: ледниковая флора, изъ отложеній у Шварценбаха, въ кантонѣ Цюрихъ, носитъ скудный, жалкій характеръ и состоитъ изъ такихъ растеній, которыя встрѣчаются или высоко въ горахъ, или на дальнемъ сѣверѣ—малорослая береза, полярная ива, медвѣжьи ягоды, болотная черника, Dryas octopetala — характерное альпійское растеніе и др. Изъ десяти видовъ, найденныхъ у Шварценбаха, пять произрастаютъ въ настоящее время на Шпицбергенѣ, шесть—на С.-Готардѣ.

Не слѣдуетъ предполагать, что въ ледниковую эпоху господствовали чрезвычайные холода; пониженіе температуры на *6 градусовъ по Цельзію* составляетъ, по общему мнѣнію, максимальную степень охлажденія во время ледниковой эпохи и то только во время наивысшаго ея развитія; во время же отступленія глетчеровъ, а можетъ быть и въ продолженіе всей второй ледниковой эпохи, разница между тогдашнимъ и теперешнимъ климатомъ, должно быть, была еще меньше. Климатическія измѣненія, имѣвшія своимъ послѣдствіемъ ледниковую эпоху, вовсе не такъ значительны, какъ принято думать. Представимъ себѣ, что въ Швейцаріи средняя годовая температура понизилась на одинъ градусъ; это повлечетъ за собою, при неизмѣняющемся количествѣ снѣговъ, пониженіе снѣговой линіи приблизительно на 110 метр.

Но вслѣдствіе этого нижніе края глетчеровъ съ теченіемъ времени спустятся больше чѣмъ на 100 метровъ книзу, такъ какъ благодаря пониженію снѣговой линіи увеличилась вмѣстѣ съ тѣмъ и площадь накопленія снѣговыхъ массъ; кромѣ того, языки различныхъ глетчеровъ, теперь разъединенныхъ между собою, слились бы въ одинъ общій глетчеръ, скорость движенія котораго вслѣдствіе этого увеличилась бы. Далѣе, благодаря такому сліянію, должна уменьшиться общая поверхность таянія. Въ силу всѣхъ этихъ обстоятельствъ перемѣщеніе нижняго края глетчера окажется значительно больше перемѣщенія снѣговой линіи. Мы можемъ предположить, что при пониженіи средней головой температуры на два градуса Mer de Glace спустился бы съ занимаемой имъ теперь высоты въ 1,150 метровъ до 872 метровъ, а пониженія температуры приблизительно на 4° при неизмѣняющемся количествѣ осадковъ было бы достаточно для того, чтобы глетчеры снова спустились до Цюриха. Мы видимъ, слѣдовательно, что вовсе не требуется значительнаго измѣненія климата для того, чтобы снова наступилъ такой же ледниковый періодъ, какой существовалъ во время отложенія цюрихскихъ моренъ.

Необходимо, слѣдовательно, выяснить причины, которыя могли бы повлечь за собою пониженіе температуры на 4°—6°. До тѣхъ поръ, *пока былъ извѣстенъ ледниковый матеріалъ только въ одной* Швейцаріи, полагали, что появленіе ледниковаго періода вполнѣ удовлетворительно объясняется мѣстными причинами. Шарпантье думалъ, *что Альпы нѣкогда были значительно выше*, чѣмъ теперь, и что это влекло за собою образованіе значительныхъ ледниковыхъ массъ. Эшеръ фонъ-деръ-Линтъ и Дезоръ исходили изъ того воззрѣнія, что на Альпахъ, вмѣсто южнаго вѣтра, господствовали влажныя, чрезвычайно богатыя осадками воздушныя теченія, на томъ основаніи, что пустыня Сахара, предполагаемый источникъ южнаго вѣтра, въ сравнительно недавнее еще время была залита водой. Но воззрѣніе это оказалось неправильнымъ: Сахара, за исключеніемъ сравнительно незначительныхъ областей на югѣ Туниса, не была въ то время подъ водой, и кромѣ того доказано, что этотъ южный вѣтеръ обязанъ своей сухостью и высокой температурой вовсе не африканскимъ жарамъ, а пріобрѣтаетъ эти свойства, лишившись на южномъ склонѣ Альпъ своихъ водяныхъ паровъ, которые сгущаются и выпадаютъ въ видѣ дождя.

Но самая главная роль въ возникновеніи глетчеровъ приписывалась непостоянству морскихъ теченій.

Извѣстно, что Европа, въ особенности западная ея часть, обладаетъ болѣе теплымъ климатомъ, чѣмъ можно было бы ожидать, судя по разстоянію ея отъ экватора, и что это обусловли-

вается главнымъ образомъ гольфштромомъ, тёмъ теплымъ морскимъ теченіемъ, которое изъ Мексиканскаго залива направляется вдоль восточнаго берега Сѣверной Америки, тянется черезъ Атлантическій океанъ и достигаетъ до западнаго берега Европы, а затѣмъ теряется въ глубинѣ Сѣвернаго Ледовитаго моря. Вычислено, что, при отсутствіи гольфштрома, средняя температура Европы понизилась бы на 6 или 7 градусовъ; такое пониженіе должно было бы повлечь за собою огромное распространеніе глетчеровъ и наступленіе «ледниковаго періода». На этомъ основаніи полагали, что наступленіе ледниковаго періода обусловливалось отсутствіемъ гольфштрома, который въ дилювіальную эпоху принялъ противоположное направленіе, черезъ проливъ, находившійся на мѣстѣ теперешняго Панамскаго перешейка, и направился въ Тихій океанъ. Однако и это объясненіе, говоритъ Неймайръ, немыслимо. Судя по всѣмъ свойствамъ и происхожденію морскихъ теченій, которыя обусловливаются господствующимъ направленіемъ вѣтра, сообщеніе съ Тихимъ океаномъ по всей вѣроятности не вызвало бы подобнаго отклоненія въ гольфштромѣ. Кромѣ того, уже одно распространеніе дилювіальныхъ млекопитающихъ въ Америкѣ показываетъ намъ, что какъ разъ въ это время существовало сухопутное соединеніе между сѣверомъ и югомъ, такъ что мегатеріи, милодоны, мастодонты, тапиры и пр. безпрепятственно могли переходить съ одного материка на другой.

Наконецъ, изслѣдованія американскихъ ученыхъ показали, что гольфштромъ имѣлъ въ дилювіальную эпоху то же направленіе, что и теперь. Что онъ омывалъ и европейскіе берега, съ несомнѣнностью слѣдуетъ изъ положенія снѣговой линіи во время ледниковой эпохи въ Англіи и Шотландіи. Мы видимъ, слѣдовательно, что немыслимо ставить въ зависимость ледниковую эпоху отъ измѣненія въ расположеніи горныхъ цѣпей и материковъ въ эпоху, послѣдовавшую за третичной. Не слѣдуетъ забывать также и того, что названныя измѣненія никогда не могли бы произвести одновременнаго оледенѣнія въ различныхъ областяхъ земного шара, а между тѣмъ установлено, что какъ на восточномъ, такъ и на западномъ, какъ на сѣверномъ, такъ и на южномъ полушаріяхъ произошло пониженіе температуры. Этотъ послѣдній фактъ, повидимому, указываетъ на то, что причина ледниковаго періода заключается въ измѣненіяхъ не мѣстнаго, а общаго характера. Гипотезы подобнаго рода и не замедлили появиться. Для примѣра укажемъ на гипотезы о перемѣщеніи полюсовъ, объ измѣненіи въ положеніи земной оси въ отношеніи къ плоскости земной орбиты, о колебаніяхъ солнечной температуры, о неравномѣрномъ распредѣленіи тепла въ міровомъ пространствѣ

и т. п. Въ настоящее время ученые чаще всего останавливаются на двухъ гипотезахъ—1) *Дюбуа* и 2) *Арреніуса*.

Первая изъ нихъ заключается въ слѣдующемъ. Дюбуа утверждаетъ, что климаты земли зависятъ только отъ солнца. Солнце проходитъ черезъ 3 фазы развитія. 1) Вначалѣ оно было бѣлой звѣздой очень высокой температуры. Тогда земная температура была почти однородна, колебанія ея—крайне незначительны. Къ этой эпохѣ относится вся геологическая жизнь земли вплоть до третичнаго періода. 2) Непродолжительная переходная фаза, когда солнце, быстро охлаждаясь, изъ состоянія бѣлой звѣзды переходитъ уже къ состоянію желтой. Время отъ начала третичнаго періода до наступленія ледниковой эпохи. 3) Солнце стало желтой звѣздой, температура его въ теченіе долгаго времени почти постоянна. Только черезъ нѣкоторые промежутки времени на солнцѣ происходитъ усиленная химическая дѣятельность, направленная въ сторону образованія болѣе сложныхъ соединеній, — тогда наступаютъ короткіе періоды относительнаго охлажденія, когда солнце становится временно красной звѣздой. Этимъ періодамъ солнечнаго охлажденія соотвѣтствуютъ на землѣ ледниковыя эпохи, а періодамъ возврата солнца къ состоянію желтой звѣзды—болѣе теплыя межледниковыя эпохи. Историческій періодъ существованія человѣка протекаетъ въ послѣднюю изъ этихъ межледниковыхъ эпохъ. Такіе временные переходы солнца отъ состоянія желтой звѣзды къ состоянію красной и обратно будутъ, по мнѣнію Дюбуа, совершаться еще не разъ въ теченіе жизни земли, пока, наконецъ, солнце окончательно не станетъ красной звѣздой.

Извѣстный шведскій ученый (физикъ и химикъ) *Арреніусъ* строитъ свою гипотезу на совершенно другихъ основаніяхъ. Различіе температурныхъ условій на землѣ въ различные геологическіе періоды онъ объясняетъ не тѣмъ, что въ эти періоды и солнечное лученспусканіе было различно, онъ допускаетъ, что даже при одинаковости солнечной температуры въ различныя геологическія эпохи, пониженіе или повышеніе земной температуры можетъ быть объяснено просто различнымъ для этихъ періодовъ поглощеніемъ солнечной теплоты земной атмосферой. Въ различные геологическіе періоды земная атмосфера заключала неодинаковое количество водяныхъ паровъ и углекислоты, слѣдовательно, и поглотительная способность ея была не одинакова, слѣдовательно и земная температура должна была въ силу этого измѣняться въ ту или другую сторону.

Наибольшее значеніе, по мнѣнію Арреніуса, имѣетъ въ данномъ случаѣ содержаніе въ воздухѣ угольной кислоты. Въ настоящее время въ земной атмосферѣ находится угольной кислоты

всего 0,03% (по объему). Для того, чтобы понизить въ широтахъ между 40° и 60° теперешнюю земную температуру на 4°—5° Цельсія, достаточно уменьшить настоящее содержаніе въ воздухѣ углекислоты меньше чѣмъ на половину. Подобное же пониженіе температуры вызоветъ новую ледниковую эпоху въ Европѣ и въ Сѣверной Америкѣ. Наоборотъ, если увеличить настоящее содержаніе углекислоты въ нашей атмосферѣ въ два, три раза, то въ тѣхъ же и въ полярныхъ широтахъ произойдетъ повышеніе температуры на 8°—9° Цельсія; полярныя страны станутъ столь же теплыми, какими онѣ были въ началѣ третичнаго періода. Въ жизни нашей планеты имѣются, какъ процессы, повышающіе содержаніе углекислоты въ атмосферѣ, такъ и процессы, понижающіе это содержаніе. Первые — это вулканическія изверженія и выдѣленія изъ земной коры углекислаго газа; вторые—это химическіе и біологическіе процессы, поглощающіе углекислоту,—напримѣръ, образованіе известняка и каменнаго угля.

Если бы гипотеза Арреніуса была совершенно правильной и такъ сказать исчерпывающей, то геологія должна была бы намъ подтвердить ее слѣдующими фактами: эпохи, когда вулканическая дѣятельность проявлялась на землѣ съ особенной силой, вызываютъ повышеніе земной температуры, наоборотъ—эпохи, когда происходило, наприм., энергичное накопленіе каменнаго угля, вызываютъ пониженіе температуры, иногда достаточное для широкаго развитія ледниковъ. Въ дѣйствительности геологическіе факты далеко не всегда подтверждаютъ предположенія Арреніуса и заставляютъ склоняться къ мнѣнію, что «истина», вѣроятно, лежитъ между гипотезой Дюбуа и гипотезой Арреніуса, что различіе температуръ различныхъ геологическихъ періодовъ зависитъ и отъ колебаній солнечнаго лучеиспусканія и отъ колебаній въ составѣ земной атмосферы, а, можетъ быть, и отъ нѣкоторыхъ другихъ условій, еще не подлежащихъ нашему учету въ настоящее время.

## ГЛАВА XLV.

### Доисторическій человѣкъ.

Находка въ сланцевомъ углѣ Вецикона. — Открытія въ долинѣ Соммы. — Кро-Маньонская пещера. — Неандертальскій, кро-маньонскій и энгисскій черепа.—Орудія и художественная дѣятельность доисторическаго человѣка.

Еще нѣсколько десятилѣтій тому назадъ считалось несомнѣннымъ фактомъ, что появленіе человѣка совпадаетъ съ современной геологической эпохой, что онъ такая же характерная «руководящая окаменѣлость» для современнаго періода, какъ мамонтъ для дилювіальной эпохи и динотерій для третичной системы. Однако

это оказывается неправильнымъ. Въ межледниковомъ сланцевомъ углѣ въ Вециконѣ, близъ Цюриха, были найдены четыре заостренные деревянные прута, которые, по изслѣдованіямъ Рютимейера и Швенденера, были признаны за искусственныя произведенія. Мѣстами на этихъ прутьяхъ видны поперечно обвивающія ихъ полосы, «точно обручи вокругъ бочки». Эти полосы сдѣланы изъ сосноваго дерева, между тѣмъ какъ самые прутья—еловые. Впрочемъ, слѣды человѣка найдены были еще раньше. Въ 1774 году священникъ Эсперъ нашелъ въ знаменитой Гайленрейтерской пещерѣ кости человѣка и пещернаго медвѣдя, погребенныя въ одномъ и томъ же пластѣ, чѣмъ, несомнѣнно, доказано ихъ дилювіальное происхожденіе. Находка эта однако прошла совершенно незамѣченной. Та же участь постигла открытія, сдѣланныя въ 1797 году англійскимъ археологомъ Джономъ Фреръ, который нашелъ въ дилювіальныхъ отложеніяхъ близъ Суффолька кремневое оружіе, а также и многія другія находки: человѣческій скелетъ, найденный въ дилювіальныхъ отложеніяхъ Рейнской долины, различныя кости дилювіальныхъ животныхъ, обдѣланныя человѣческой рукой, и кремневыя орудія, найденныя въ пещерахъ на югѣ Франціи. Правда, многія изъ этихъ наблюденій не были произведены съ достаточной точностью.

Но непонятно, почему необыкновенно тщательныя наблюденія бельгійскаго естествоиспытателеля Шмерлинга долгое время оставались безъ должнаго вниманія. Этотъ изслѣдователь въ 1833 году въ теченіе многихъ недѣль лично руководилъ работами въ пещерахъ близъ Люттиха. Въ числѣ прочихъ находокъ тамъ были найдены два человѣческихъ черепа, много кремневыхъ орудій въ перемежку съ костями пещернаго медвѣдя, пещерной гіены и др. Еще болѣе интересны находки въ долинѣ Соммы. Тамъ найдены кости мамонта, носорога, пещернаго медвѣдя, пещерной гіены и т. д., однимъ словомъ,—животныхъ, населявшихъ Европу въ дилювіальную эпоху. Среди этихъ остатковъ найдены были и грубыя орудія, и оружіе, въ особенности топоры и ножи, а на нѣкоторыхъ костяхъ животныхъ обнаружены надрѣзы, очевидно произведенные искусственно. Топоры изготовлены исключительно изъ кремня, имѣютъ весьма однообразный видъ, широкое лезвіе и не отшлифованы, а только оббиты. Ножи тоже грубо сдѣланы изъ кремня. Металлическихъ орудій и оружія нѣтъ и слѣда. Чрезвычайно странно, что человѣческія кости составляютъ большую рѣдкость среди этихъ находокъ, въ противоположность костямъ мамонта, носорога, пещернаго медвѣдя, льва и гіены, бегемота и пр., встрѣчающихся въ большомъ количествѣ; что же касается кремневыхъ орудій, то они найдены тысячами. Это странное обстоятельство объясняется

различно. Знаменитый англійскій геологъ Ляйелль высказываетъ предположеніе, что первобытные обитатели долины рѣки Соммы были настолько осторожны и бдительны, что весьма рѣдко тонули въ рѣкѣ, между тѣмъ какъ слонъ, носорогъ или лошадь, благодаря недостатку осмотрительности, чаще дѣлались добычей волнъ.

Въ 1863 году, т.-е. черезъ нѣсколько десятилѣтій послѣ того, какъ были найдены первыя грубо обработанныя кремневыя орудія,




Рис. 250. Кремневый топоръ Сентъ-Ашеля подлѣ Амiена, en face.




Рис. 251. То же орудіе въ профиль.

въ долинѣ рѣки Соммы, тамъ же были обнаружены и нѣкоторыя человѣческія кости, и среди нихъ нижняя челюсть. Вслѣдъ затѣмъ былъ созванъ конгрессъ англійскихъ и французскихъ естествоиспытателей, который установилъ дилювіальный возрастъ и отмѣтилъ чрезвычайную важность сдѣланныхъ находокъ. Тѣмъ самымъ было положено начало новому пути въ исторіи первобытнаго человѣка, и открытія въ этой области послѣдовали одно за другимъ. Особенно богатый матеріалъ представили нѣкоторыя пещеры южной Франціи, Бельгіи, Германіи, Англіи и пр., равно

какъ свайныя постройки швейцарскихъ озеръ, датскія «кучи кухоннаго сора», безчисленныя доисторическія могилы, однимъ словомъ,—невѣроятное множество самыхъ разнообразныхъ памятниковъ жизни первобытнаго человѣка.

Большую извѣстность въ этомъ отношеніи получила *Ориньякская пещера* въ южной Франціи, хотя, къ сожалѣнію, драгоцѣнные предметы, хранившіеся въ ней, потеряны. «Въ 1852 году,—разсказываетъ Фердинандъ Сигизмундъ, рабочій въ Ориньякѣ, небольшомъ городкѣ въ департаментѣ верхней Гаронны, замѣтилъ на склонѣ холма кроличью нору. Запустивши туда руку, онъ вмѣсто кролика вытащилъ кучу человѣческихъ костей. При дальнѣйшихъ поискахъ онъ нашелъ большую, вертикально стоящую, каменную плиту, закрывавшую входъ въ пещеру. По удаленіи плиты, въ этой пещерѣ оказалось семнадцать человѣческихъ скелетовъ. Находка эта, конечно, возбудила всеобщее вниманіе; но мэръ городка приказалъ похоронить найденные скелеты на кладбищѣ, и такимъ образомъ наука лишилась неоцѣнимаго сокровища».



Рис. 252. Наконечникъ копья изъ Солютрэ.

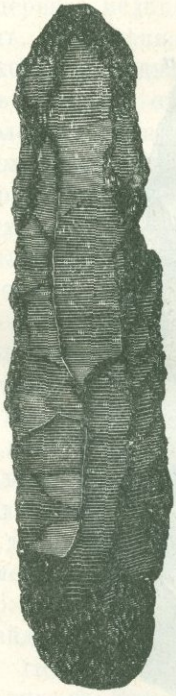


Рис. 253. Кремневый ножъ эпохи сѣвернаго оленя.

Черезъ восемь лѣтъ вѣсть объ этомъ дошла до Ларте, извѣстнаго французскаго изслѣдователя первобытнаго человѣка и животныхъ. Онъ немедленно отправился въ Ориньякъ, чтобы спасти, что возможно, но никто не могъ ему даже указать, гдѣ были похоронены останки, взятые изъ пещеры. Ларте принялся тогда за продолженіе раскоповъ въ пещерѣ. Обломки, сваливавшіеся въ теченіе столѣтій, а можетъ быть и тысячелѣтій, съ вершины холма, засыпали камень, закрывавшій входъ въ пещеру и небольшую площадку передъ пещерой. Этимъ и объясняется, почему существо-

ваніе пещеры такъ долго оставалось неизвѣстнымъ окрестнымъ жителямъ. Когда обломки были убраны, обнаружилась естественная почва и на поверхности ея нѣсколько глыбъ известняка, остатки очага, многочисленныя кости различныхъ животныхъ и предметы человѣческой культуры. Въ землѣ, покрывавшей слоемъ въ 60 сантиметровъ дно пещеры, найдены были еще нѣсколько человѣческихъ костей, кости пещерныхъ медвѣдей, лошадей, гигантскихъ оленей и пр., далѣе кремневыя орудія, длинный, круглый, заостренный кверху инструментъ, изготовленный изъ оленьяго рога, и восемнадцать маленькихъ дисковъ, продырявленныхъ въ серединѣ, изготовленныхъ изъ морскихъ раковинъ. Кости, найденныя на площадкѣ передъ пещерой, оказались всѣ со вскрытымъ костномозговымъ каналомъ—очевидно люди каменнаго вѣка любили лакомиться костнымъ мозгомъ. Ясно можно было различить надрѣзы, сдѣланные каменными сѣкирами и ножами, для того, чтобы отдѣлить мясо отъ костей.

Перечень животныхъ, кости которыхъ были здѣсь найдены, довольно длиненъ. Изъ нихъ уже вымерли: мамонтъ, сибирскій носорогъ, исполинскій олень, большой пещерный медвѣдь, пещерный тигръ, пещерная гіена; въ настоящее время еще существуютъ: зубръ, кабанъ, лошадь, оселъ, олень, сѣверный олень, волкъ, лисица, барсукъ и хорекъ.

Издѣлія человѣческихъ рукъ, найденныя передъ пещерой, довольно многочисленны. Такъ напр., было найдено около ста грубо обдѣланныхъ кремневыхъ камней, большей частью ножей. Топоровъ не найдено. Недалеко отъ пещеры оказался круглый, сплющенный съ двухъ сторонъ камень, съ углубленіями по серединѣ, изъ породы, не встрѣчающейся въ этихъ мѣстахъ. Датскіе археологи признали его за молотъ, которымъ обрабатывались каменные ножи. Далѣе были найдены многочисленные предметы, изготовленные изъ кости, преимущественно изъ оленьихъ и козульихъ роговъ: наконечники стрѣлъ безъ зубцовъ, шило изъ оленьяго рога, такъ тонко заостренное, что съ помощью его навѣрно можно было шить шкуры. Затѣмъ слѣдуетъ упомянуть о найденномъ тамъ же зубѣ пещернаго медвѣдя, продырявленномъ по серединѣ очевидно для того, чтобы его можно было подвѣшивать въ качествѣ украшенія. Ларте нашелъ также глиняные черепки, грубо сдѣланные и высушенные на солнцѣ, изъ чего можно заключить, что первобытные люди той эпохи еще не знали употребленія огня. Нѣкоторые французскіе ученые думаютъ, впрочемъ, что эти глиняные черепки слѣдуетъ отнести къ позднѣйшей эпохѣ. Они полагаютъ, что въ дилювіальную эпоху эта пещера служила жилищемъ, а позднѣе—мѣстомъ погребенія, и что къ этому времени относятся найденные 17 скелетовъ.

Второе знаменитое мѣстонахожденіе человѣческихъ останковъ изъ дилювіальной эпохи — это *Кро-Маньонская пещера* въ юго-западной Франціи, въ которой, кромѣ костей мамонта и другихъ вымершихъ животныхъ, найдены скелеты трехъ мужчинъ, одной женщины и недоношеннаго ребенка. Рядомъ лежали многочисленныя продырявленныя раковины морскихъ улитокъ, очевидно нанизывавшіяся на шнурокъ и служившія для украшенія, далѣе— продырявленные зубы, употреблявшіеся съ той же цѣлью, обдѣланныя кости и кремни,—почти все предметы, клавшіеся въ могилу мертвецу,—обычай, и нынѣ встрѣчающійся у многихъ дикихъ народовъ.

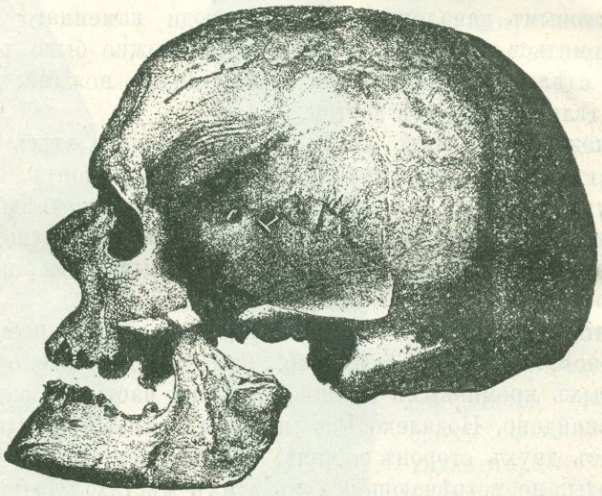


Рис. 254. Черепъ старика изъ Кро-Маньона (сбоку).

И эта пещера, должно быть сравнительно поздно, стала мѣстомъ погребенія, потому что свойство грунта, состоящаго изъ многочисленныхъ слоевъ, содержащихъ уголь, каменную утварь и костные обломки, заставляетъ предполагать, что это мѣсто многократно было обитаемо и снова оставляемо жителями, а человѣческіе останки найдены въ верхнемъ, слѣдовательно позднѣйшемъ пластѣ. Изслѣдованіе ихъ показало, что обитатели Кро-Маньонской пещеры принадлежали къ сильному, хорошо развитому типу — ростъ одного изъ найденныхъ мужчинъ равнялся 6 футамъ, ростъ женщины чуть-чуть меньше. По Брока, голени и бедренныя кости представляютъ признаки, свойственные обезьянамъ. Вмѣстимость черепной коробки довольно велика: по опредѣленію Брока, она равняется 1590 кубическимъ сантиметрамъ, т.-е. превосходитъ среднюю вмѣстимость череповъ совре-

менныхъ парижанъ, но такая величина обусловливается сильнымъ развитіемъ затылочной части; лицо широкое, съ довольно сильно выступающими челюстями. Обитатели Кро-Маньонской пещеры очевидно жили не въ особенно благопріятныхъ условіяхъ; на это указываютъ не только ихъ плохія орудія и оружіе, хотя они уже владѣли лукомъ, но и слѣды пораненій нѣкоторыхъ частей скелета. У одного изъ мужчинъ на кости ноги найденъ рубецъ отъ прежде бывшей раны, а на женскомъ черепѣ—глубокое вдавленіе отъ удара каменной сѣкирой или каменнымъ копьемъ.

Къ той же *Кро-Маньонской расѣ* принадлежитъ и изображенный на прилагаемомъ рисункѣ *энгисскій* черепъ, вырытый въ

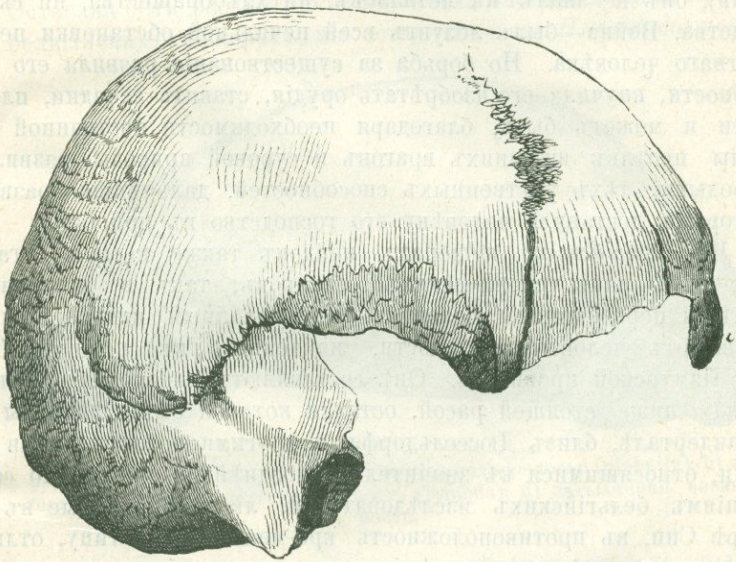


Рис. 255. Энгисскій черепъ (сбоку).

Бельгіи изъ дилювіальныхъ отложеній вмѣстѣ съ костями, мамонта, пещернаго медвѣдя и гіены. «Эта раса,—говоритъ Дебьеръ *),—существовала еще въ эпоху неолитическихъ погребальныхъ пещеръ, долменовъ и средневѣковыхъ гробницъ, въ которыхъ найдены остатки ея череповъ. Слѣды ея встрѣчаются даже среди насъ; съ другой стороны Гами нашелъ ее у кабиловъ въ Африкѣ; Верно, Катрфажъ и Гами относятъ къ ней и канарійскихъ гуанчей. Племена Кро-Маньона вели бродячую жизнь и вступали въ сношенія съ торговцами и мореплавателями, потому что въ Кро-

*) *Дебьеръ*. «Первобытные люди». Перев. Энгельгардта. Изд. Павленкова, стр. 81 и 82.

Маньонѣ, нижней Ложери (Перигоръ) и Гурданскомъ гротѣ (Пиренеи) были найдены средиземноморскія и океаническія раковины, а въ становищахъ Перигора—ископаемыя раковины фаленей Турени. Мало того, въ Нижней Ложери оказались ископаемыя раковины, которыя могли попасть туда только съ острова Уайта, а въ Танигенѣ—устрицы изъ Краснаго моря».

Изъ этого мы видимъ, что Кро-Маньонская раса стояла еще на относительно высокой ступени, — археологія знаетъ гораздо болѣе низкіе типы человѣка, къ которымъ мы теперь и обратимся. Несомнѣнно, какъ говоритъ Циттель, человѣкъ дилювіальной эпохи былъ преимущественно *троглодитомъ* (пещерный житель), онъ не зналъ ни металловъ, ни хлѣбопашества, ни скотоводства. Война—былъ лозунгъ всей печальной обстановки первобытнаго человѣка. Но борьба за существованіе развила его способности, научила его изобрѣтать орудія, ставить западни, плесть сѣти и можетъ быть, благодаря необходимости постоянной обороны противъ внѣшнихъ враговъ и суровой природы, развились зародыши тѣхъ умственныхъ способностей, дальнѣйшее развитіе которыхъ доставило человѣку его господство въ природѣ.

Въ *бельгійскихъ* пещерахъ найденъ также весьма богатый матеріалъ какъ человѣческихъ останковъ, такъ и различныхъ издѣлій первобытнаго человѣка. Чрезвычайный интересъ представляютъ человѣческія кости, найденныя въ пещерѣ *Спи*, въ Намурской провинціи. Онѣ составляютъ переходную ступень между ниже стоящей расой, остатки которой были найдены въ Неандерталѣ, близъ Дюссельдорфа, и другими человѣческими расами, относящимися къ значительно позднѣйшей эпохѣ. По сообщеніямъ бельгійскихъ изслѣдователей, люди, найденные въ пещерѣ Спи, въ противоположность кро-маньонскому типу, отличались хотя и крѣпкимъ сложеніемъ, но малымъ ростомъ, напоминая въ этомъ отношеніи нынѣшнихъ лапландцевъ. Продолговатый, низкій и узкій черепъ съ сильно выдающимися надбровными дугами придавалъ имъ звѣрское выраженіе, которое еще усиливалось низкимъ, покатымъ лбомъ и высокими челюстями. Всѣ кости скелета отличаются крѣпостью, конечности хотя и коротки, но толстыя и тяжелыя. Ни одна изъ нынѣ живущихъ расъ не походитъ на людей пещеры Спи. Больше всего напоминаютъ ихъ папуасы австралійскихъ острововъ и нѣкоторыя негритянскія племена Африки. Въ Европѣ не существуетъ родственной имъ расы, но иногда попадаются индивидуумы съ подобнымъ образованіемъ черепа; это тѣ рѣдкіе случаи, которые вѣроятно слѣдуетъ причислить къ атавизму. Сравненіе скелетовъ, найденныхъ въ Спи, съ человѣкоподобными обезьянами показало значительное сходство между ними, которое сводится главнымъ образомъ къ слѣдую-

щимъ чертамъ: 1) ни одна человѣческая раса не имѣетъ такихъ выдающихся надбровныхъ дугъ, какъ люди изъ пещеры Спи, но онѣ встрѣчаются у взрослой самки орангъ-утанга, у молодой гориллы и у взрослой самки шимпанзе. 2) Низкій покатый лобъ. 3) Значительный выступъ затылка на мѣстѣ полукружныхъ линій и на мѣстахъ прикрѣпленія затылочной мускулатуры, характерный для высшихъ обезьянъ, но встрѣчающійся далеко не у всѣхъ человѣческихъ расъ. 4) Сильно отступающая кзади нижняя челюсть, безъ подбородка. 5) Направленный кпереди изгибъ бедренной кости, рѣзко выраженный въ скелетахъ изъ Неандерталя и Спи, отсутствуетъ у прочихъ человѣческихъ расъ и весьма характеренъ для человѣкоподобныхъ обезьянъ.

Оставляя безъ разсмотрѣнія остальныя многочисленныя находки въ бельгійскихъ пещерахъ, мы остановимся на *Неандертальскомъ*

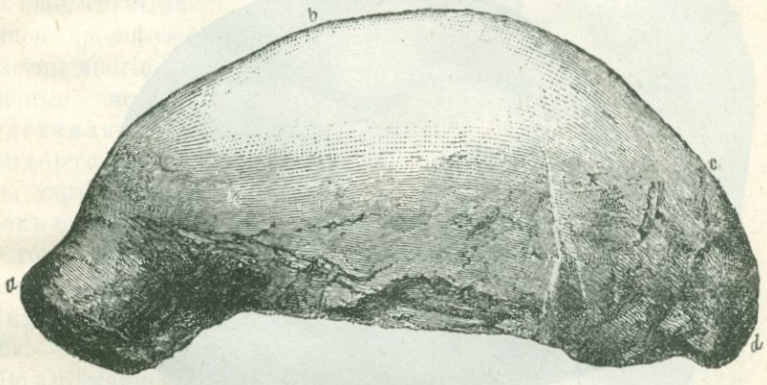



Рис. 256. Неандертальскій черепъ (сбоку): a) надпереносье (glabella); b) теменная кость (bregma); c) затылочная кость (lambda); d) затылочная возвышенность.

*человѣкѣ*, который въ свое время возбудилъ столько толковъ, сколько не возбуждала ни одна другая пещерная находка. Въ 1857 г. въ пещерѣ Неандерталя, вблизи Дюссельдорфа, былъ найденъ человѣческій скелетъ, степень сохраненія котораго указывала на очень древній возрастъ. Кости настолько утратили свое органическое вещество, т.-е. клейдающую соединительную ткань, что липли къ языку, — свойство, присущее обыкновенно костямъ, которыя пролежали въ землѣ чрезвычайно долгое время. Скелетъ отличался мощнымъ развитіемъ, на толстыхъ костяхъ сильно выдаются мѣста, соотвѣтствующія прикрѣпленіямъ мышцъ, черепъ же указываетъ на сравнительно слабое умственное развитіе: онъ отличался необычайной величиной и толщиной, узкой и низкой передней частью головы съ необыкновенно выдающимися надбровными дугами, вслѣдствіе чего узкій и низкій лобъ имѣлъ

крайне откинутую форму. Черепной сводъ приплюснутъ и вытянутъ назадъ; орбиты огромныя, почти круглыя, носъ широко отверстый; подбородокъ также сильно скошенъ назадъ. Одни изслѣдователи утверждали, что изъ всѣхъ человѣческихъ череповъ этотъ черепъ представляетъ самое большое сходство съ черепомъ животныхъ, причемъ, однако, не отрицали, что онъ вмѣстимостью мозга значительно превосходитъ даже самый высокій типъ обезьяны. Другіе же изслѣдователи считаютъ этотъ черепъ не за нормальный, а за патологическій. Такъ напр., профессоръ Дави (Davis), извѣстный своими изслѣдованіями череповъ, утверждаетъ, что раннее, ненормальное окостенѣніе черепныхъ швовъ можетъ произвести самыя странныя уродливыя отклоненія въ формѣ черепа, которыя можно видѣть, напр., у идіотовъ, и что черепъ неандер-

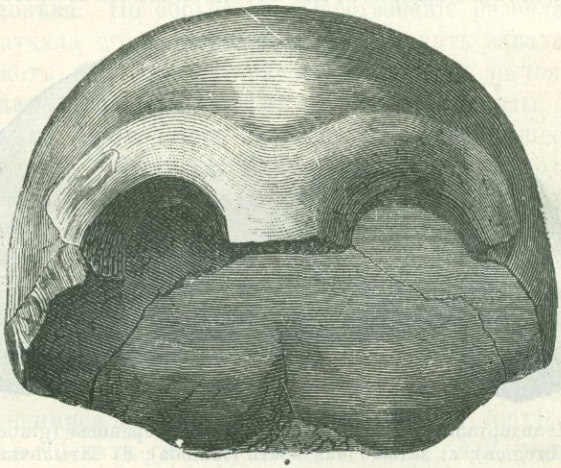


Рис. 257. Неандертальскій черепъ (спереди).

тальскаго человѣка не представляетъ ничего такого, чего нельзя было бы наблюдать и на современныхъ черепахъ. Въ подобномъ же смыслѣ высказывается и профессоръ Вирховъ. Вслѣдствіе этого многіе ученые отрицаютъ всякое археологическое и геологическое значеніе за неандертальскимъ черепомъ, считая его патологической формой, т.-е. болѣзненнымъ отклоненіемъ отъ нормальнаго роста костей. Однако противъ этого мнѣнія рѣшительно высказываются Гёксли и Шаафгаузенъ. Они утверждаютъ, что неандертальскій черепъ не есть патологическое явленіе, а представляетъ извѣстный расовый типъ. Идіотизмъ, говоритъ Гёксли, сочетается съ различными формами черепа, но я не знаю ни одной, которая имѣла бы хотя отдаленное сходство съ неандертальскимъ черепомъ; послѣдній обнаруживаетъ лишь крайнюю

степень низкаго развитія, составляющаго естественное явленіе въ черепахъ современныхъ низко стоящихъ человѣческихъ расъ.

«Черепная крышка неандертальскаго черепа,—говоритъ Шаафгаузенъ,—до того своеобразна, устройство лобной области съ выступающимъ въ видѣ навѣса верхнимъ краемъ глазныхъ впадинъ до того напоминаетъ обезьянъ, что мы никогда не видѣли ничего подобнаго ни у одного живого, ни ископаемаго человѣка».

Шаафгаузенъ полагаетъ, что неандертальскій черепъ того же возраста, что и кости пещернаго медвѣдя и гіены, найденныя по сосѣдству, другими словами, что онъ относится къ диллювіальной эпохѣ. Слѣдуетъ присовокупить еще, что въ настоящее время уже извѣстны многіе ископаемые череца, представляющіе неандертальскій типъ, такъ что мы имѣемъ полное право говорить объ «обезьяноподобной неандертальской расѣ».

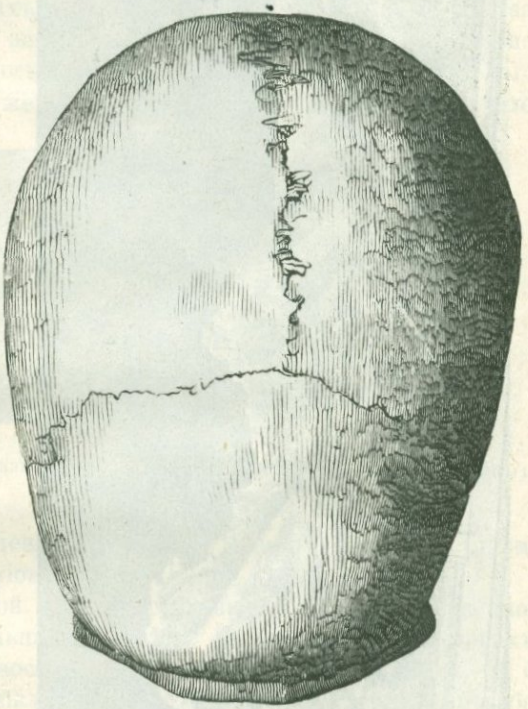


Рис. 258. Неандертальскій черепъ (сверху).

Во избѣжаніе недоразумѣній, считаемъ нужнымъ сказать, что *неандертальская раса*, которую также называютъ *канштадтской*, несмотря на свое рѣзко выраженное сходство съ животными, ни въ какомъ случаѣ не представляетъ переходной ступени между обезьяной и человѣкомъ, потому что вмѣстимость неандертальскаго черепа значительно превосходитъ вмѣстимость черепа европейцевъ, стоящихъ на низкой ступени развитія. Несмотря на это, тотъ фактъ, что предки человѣка были обезьяноподобныя существа и что слѣдовательно должны были существовать переходныя ступени между ними, не нуждается въ доказательствахъ. Открытіе Дюбуа костей питекантропа является блестящимъ подтвержденіемъ этой, недавно еще только апріорной мысли.

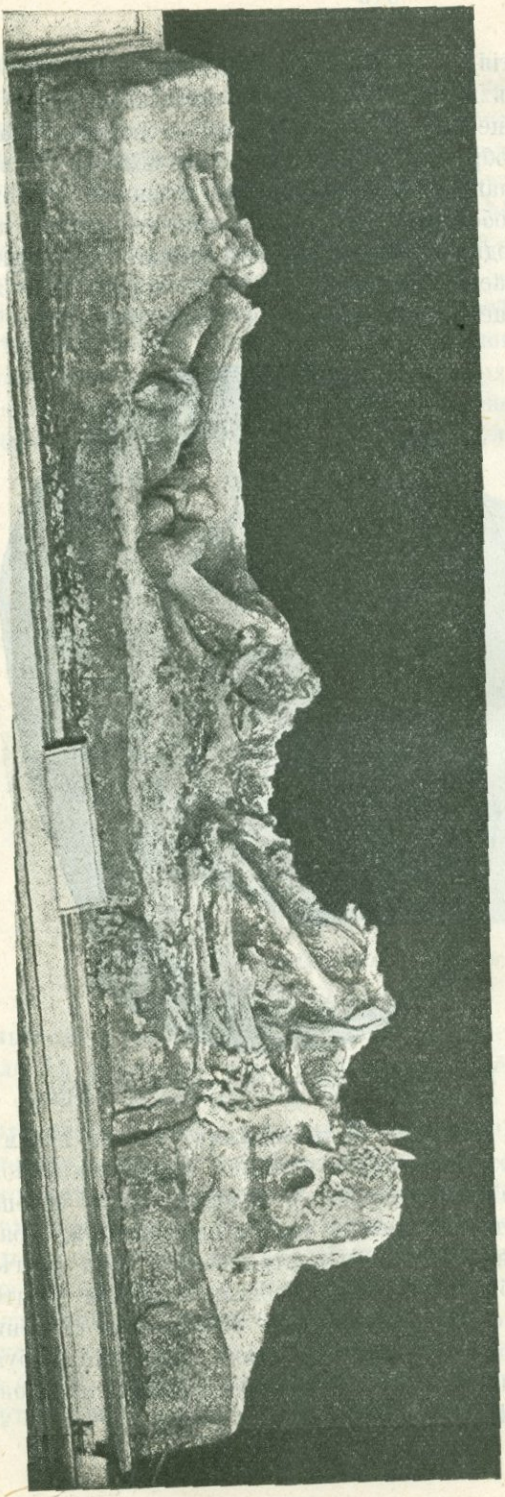


Рис. 259. Скелетъ ископаемаго человѣка, найденный въ ментонскомъ гротѣ. (Естественно-историческій музей въ Парижѣ).

Интересныя находки были сдѣланы въ 1870 — 1875 годахъ Эмилемъ Ривьеромъ въ такъ называемыхъ Ментонскихъ пещерахъ. Въ этихъ пещерахъ были найдены скелеты доисторическаго человѣка несомнѣнно въ мѣстѣ ихъ погребенія. На прилагаемомъ рисункѣ (259) изображенъ скелетъ, найденый въ одной изъ этихъ пещеръ въ позѣ какъ бы заснувшаго человѣка; его черепъ покрытъ небольшими просверленными раковинками, водящимися и нынѣ въ Средиземномъ морѣ (nassa neritea), а также и зубами оленя. Изъ этого можно заключить, что даже въ столь далекую доисторическую эпоху все же существовалъ обрядъ погребенія.

Современная антропоидная (человѣкообразная) обезьяна и человѣкъ не происходятъ другъ отъ друга и между ними никогда не можетъ произойти сліянія, но они несомнѣнно имѣютъ общихъ предковъ и этимъ объясняется ихъ близкое родство, котораго не можетъ отрицать ни одинъ анатомъ въ мірѣ.

Въ заключеніе еще нѣсколько словъ. Кто докажетъ намъ, что человѣкъ появился на землѣ лишь въ дилювіальную эпоху? Нѣкогда считали, что млекопитающія впервые появились лишь въ кайнозойскую эру, а теперь мы знаемъ, что слѣды ихъ существованія доходятъ до тріасоваго періода, т.-е. за милліоны лѣтъ до наступленія третичной эпохи. Можетъ быть, то же самое окажется и по отношенію къ человѣку? Въ пользу этого говорятъ всѣ законы органическаго развитія и всѣ данныя опыта. Въ древнѣйшихъ дилювіальныхъ отложеніяхъ съ достовѣрностью неизвѣстно остатковъ человѣческихъ скелетовъ, и, несмотря на это, существованіе человѣка въ ту эпоху съ несомнѣнностью доказано. Въ послѣднее время появилось довольно много указаній въ пользу того, что человѣкъ жилъ уже въ третичную эпоху и нѣкоторые чело-



Рис. 260. Мамонтъ, вырѣзанный на костяной пластинкѣ (гротъ Маделены).

вѣческіе остатки, найденные напр. въ Италіи и Америкѣ, прямо обозначаются какъ пліоценовые.

Въ заключеніе этой главы остановимся на художественной дѣятельности дилювіальнаго человѣка. Въ различныхъ пещерахъ, остатки которыхъ относятся къ *періоду сѣвернаго оленя*, т. е. къ позднѣйшей дилювіальной эпохѣ, найдены рисунки и рѣзьба, изображающіе животныхъ. Мамонтъ, сѣверный олень, лисица, лошадь, рыбы изображены до того правдиво и вѣрно, что ихъ можно узнать съ перваго же взгляда. Одно изъ самыхъ извѣстныхъ художественныхъ произведеній этого рода представляетъ пластинку изъ слоновой кости, на которой изображенъ мамонтъ. Кривые бивни, маленькія уши, длинная грива, отличающая мамонта отъ слона, переданы съ такимъ умѣньемъ, что даже возникло сомнѣніе, не поддѣльны ли эти художественныя произведенія дилювіальнаго человѣка. Предметы эти, найденные въ пещерѣ Ла-Маделэнъ въ южной Франціи, въ пещерѣ Таингенской въ кантонѣ Шаафгаузенъ и во многихъ другихъ мѣстахъ, дали поводъ нѣкоторымъ археологамъ заключить, что пещерные

люди вѣка сѣвернаго оленя стояли на высокой степени культуры. Предположеніе это не имѣетъ за собою никакого основанія. Достаточно обратиться къ современнымъ дикимъ народамъ для того, чтобы убѣдиться въ этомъ. Умѣнье быстро набросать характерный рисунокъ весьма распространено среди народовъ, живущихъ въ первобытномъ состояніи, и часто поражаетъ путешественниковъ, которые не могутъ понять этого совмѣщенія художественнаго таланта съ низкой ступенью цивилизаціи. Этимъ искусствомъ въ особенности отличаются полярные народы. Рыбная ловля, поѣздка въ саняхъ служатъ имъ темами для художественнаго воспроизведенія; изображеніе человѣческихъ фигуръ не всегда имъ удается, но нарисованный или вырѣзанный эскимосомъ сѣверный олень или китъ—животныя, отъ которыхъ за-

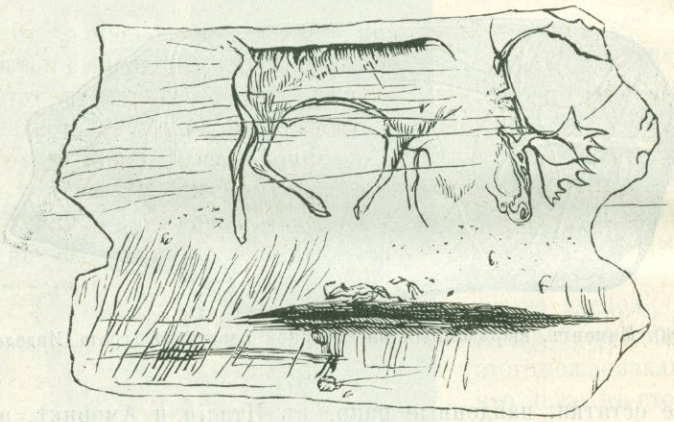


Рис. 261. Рисунокъ, изображающій пасущагося оленя (Таингенская пещера).

виситъ все ихъ существованіе,—до того жизненны и правдивы, до того характерны, что допускаютъ самое точное зоологическое опредѣленіе. Подобный же характеръ представляютъ рисунки бушменовъ, несмотря на то, что, по свидѣтельству авторитетныхъ этнографовъ, бушмены являются однимъ изъ наиболѣе низко стоящихъ народовъ на земномъ шарѣ.

Если бы мы захотѣли нарисовать картину жизни доисторическаго человѣка, болѣе или менѣе соотвѣтствующую дѣйствительности, то мы должны были бы описать находки, сдѣланныя въ пещерахъ южной Германіи, Австріи, Швейцаріи, Россіи и пр., перейти къ описанію американскихъ мѣстонахожденій, свайныхъ построекъ, кургановъ, датскихъ «кучъ кухоннаго сора» и т. д. Къ сожалѣнію, мы не можемъ останавливаться подробно на исторіи развитія человѣка, скажемъ только, что и здѣсь, какъ и въ ходѣ развитія

всѣхъ прочихъ организмовъ, замѣчается постепенное развитіе отъ низшаго къ высшему. Чѣмъ глубже въ даль временъ прослѣдимъ мы первобытнаго человѣка, тѣмъ болѣе онъ представляется намъ грубымъ и звѣроподобнымъ. Развитіе способностей человѣка всего яснѣе обнаруживается въ постепенномъ усовершенствованіи его орудій и приспособленій, изъ которыхъ каждое имѣетъ свою исторію—топоръ и молотъ, ножъ и игла, плетеная корзина и глиняный горшокъ для варки, хижина, мельничный камень и челнокъ.

## ЗАКЛЮЧЕНІЕ.

Мы дошли до конца исторіи земли. Въ заключеніе остановимся на минуту и бросимъ послѣдній взглядъ на пройденный нами путь. Мы старались прослѣдить прошлое нашей планеты съ того времени, когда она еще не существовала въ видѣ самостоятельнаго небеснаго тѣла, а какъ часть огромной газообразной свѣтящейся туманности носилась въ міровомъ пространствѣ. Мы видѣли далѣе, какъ безпорядочно волнующаяся газообразная масса начала двигаться по опредѣленному направленію и туманное пятно стало вращаться. Понемногу, въ теченіе необозримыхъ періодовъ времени, начали отдѣляться кольца, сгустившіяся мало-по-малу въ шары, планеты. Въ силу того же процесса вокругъ нихъ образовались спутники, луны и кольца Сатурна. Всѣ они носились вокругъ гигантскаго остатка первоначальной туманности—солнца, получая отъ него свѣтъ и тепло.

Наша земля, нѣкогда газообразный, затѣмъ огненно-жидкій шаръ, начала охлаждаться вслѣдствіе лученспусканія въ міровое пространство и вокругъ нея стала отлагаться твердая кора, на поверхность которой въ видѣ горячихъ дождей начали падать охлажденные пары; образовалось первобытное море и тогда только возникла органическая жизнь. Но море не оставалось вѣчно въ своихъ границахъ, изъ глубинъ его поднимались новые материки, старые заливало водою—и этотъ непрестанный обмѣнъ между сушей и моремъ создавалъ все новыя и новыя внѣшнія условія для появившихся организмовъ: мѣнялась въ данномъ мѣстѣ глубина моря, соленость его, очертаніе,—мѣнялся и климатъ, мѣнялись отношенія между растительнымъ и животнымъ міромъ, между различными организмами; организмы должны были приспособляться къ этимъ измѣняющимся условіямъ, и неминуемо это приспособленіе должно было сказаться въ томъ или иномъ постепенномъ измѣненіи самаго организма, неминуемо органическая жизнь должна

была видоизмѣнять и множить свои формы, неминуемо долженъ былъ получиться связный рядъ безчисленныхъ все болѣе и болѣе сложныхъ организмовъ. Мы не знаемъ первыхъ, простѣйшихъ организмовъ, потому что вмѣстѣ съ прекращеніемъ жизни распались и тѣла ихъ, но мы можемъ предполагать, каковы они были, потому что и въ настоящее время еще всѣ организмы безъ исключенія, въ своей первой стадіи развитія представляютъ не что иное, какъ комочекъ протоплазмы и многіе на всю жизнь остаются въ этой стадіи своего развитія. Изъ этихъ первобытныхъ организмовъ въ теченіе необъятныхъ періодовъ, во время которыхъ отложился гигантскій покровъ кристаллическихъ сланцевъ, развились разнообразнѣйшіе типы современной флоры и фауны. Правда, кристаллическіе сланцы не содержатъ явственныхъ органическихъ остатковъ—«окаменѣлостей», но это объясняется главнымъ образомъ тѣми послѣдующими превращеніями, которымъ они подверглись. Несмотря на это, ихъ известняки, графиты и горючія углеводородистыя соединенія указываютъ на грандіозную органическую дѣятельность, потому что, подобно такимъ же образованіямъ позднѣйшихъ эпохъ, они представляютъ собою метаморфозированные остатки древнихъ неизвѣстныхъ намъ растеній и животныхъ. Только начиная съ силурійскихъ отложеній, мы встрѣчаемся съ многочисленными морскими ископаемыми, указывающими намъ, что въ тѣ времена воды были ареной весьма дѣятельной органической жизни. Кромѣ простѣйшихъ, мы встрѣчаемъ уже въ эту эпоху губки и кораллы, иглокожихъ, червей, моллюсковъ и суставчатоногихъ, среди которыхъ выдающуюся роль играютъ трилобиты; изъ представителей царства растеній встрѣчаются только безцвѣтковыя растенія. Въ верхнихъ, значитъ позднѣйшихъ, силурійскихъ отложеніяхъ встрѣчаются уже первые, хотя и скудные остатки низшихъ рыбъ.

Къ концу архейской эры организованная природа успѣла достигнуть уже довольно значительной высоты, но для этого потребовался необъятный періодъ времени, по крайней мѣрѣ столько же, сколько прошло отъ начала силурійскаго періода до современной геологической эпохи. Въ теченіе палеозойской эры постоянно появляются все новыя формы, въ то время какъ старыя отступаютъ на второй планъ или же совершенно исчезаютъ съ міровой арены. Мощныя споровыя—каламиты, лепидодендроны, сигилляріи и папоротники образуютъ пышную растительность, среди которой появляются первыя наземныя позвоночныя—стегоцефалы, отъ которыхъ отходятъ съ одной стороны амфибіи, а съ другой—пресмыкающіяся: ящерицы, крокодилы, змѣи и черепахи.

Въ теченіе мезозойской (тріасовый, юрскій, мѣловой періодъ) эры развитіе идетъ гигантскими шагами. Сигилляріи и лепи-

доденроны исчезли, папоротники и хвощи тоже утратили свое значеніе. На мѣсто споровыхъ растеній появляются первыя голосѣмянныя цвѣтковыя растенія: цикадовыя и хвойныя, и каменноугольная флора вытѣсняется понемногу темными хвойными лѣсами. Но уже во время мѣловой эпохи появляются первыя лиственныя и высшія цвѣтковыя растенія, которыя постепенно и придаютъ растительности тотъ характеръ, который она представляетъ въ настоящее время. Въ животномъ царствѣ на первый планъ выступаетъ развитіе позвоночнаго типа; невѣроятно большое распространеніе получаютъ пресмыкающіяся, между тѣмъ какъ птицы все еще играютъ подчиненную роль, а млекопитающія извѣстны только по ничтожнымъ остаткамъ, принадлежащимъ къ типу сумчатыхъ.

Для кайнозойской эры характерно господство млекопитающихъ и появленіе человѣка. Подобно всему прочему органическому міру, человѣкъ постепенно совершенствуется, переходя отъ низшей къ высшей ступени развитія.

Какое жалкое существованіе долженъ былъ вести человѣкъ еще въ эпоху сѣвернаго оленя, а между тѣмъ тогда ему уже знакомо было употребленіе огня, изготовленіе одежды, служащей защитой отъ холода, разнообразныхъ орудій и оружія. «Мы видимъ этихъ людей,—пишетъ Дюпонъ, говоря о первобытныхъ обитателяхъ бельгійскихъ пещеръ,—въ ихъ темныхъ подземныхъ пещерахъ, фантастически украшенныхъ звѣриными костями, среди зловонія многочисленныхъ разлагающихся труповъ животныхъ, терпѣливо изготовляющихъ свои орудія изъ кремня и посуду изъ оленьяго рога. Изъ звѣриныхъ шкуръ они приготовляли себѣ одежду помощью кремневыхъ ножей и иголъ изъ слоновой кости. Мы видимъ ихъ на охотѣ за дикими звѣрями, вооруженныхъ стрѣлами и копьями. Мы присутствуемъ при ихъ трапезахъ, гдѣ лошадь, медвѣдь, олень, убитый на удачной охотѣ, замѣнялъ имъ плохое крысье мясо, ихъ единственную пищу во время голода».

Для пещернаго человѣка оленье мясо составляло одинъ изъ главныхъ и надежнѣйшихъ источниковъ пропитанія. Идя по слѣдамъ сѣвернаго оленя, пещерный человѣкъ переходилъ изъ теплаго юга, отъ Женевскаго озера до высотъ швабской и франкской Юры, можетъ быть даже отъ Средиземнаго моря до береговъ Сѣвернаго и Балтійскаго морей; онъ становился кочевникомъ. На болѣе тяжкую судьбу былъ обреченъ человѣкъ предыдущей эпохи, такъ называемой эпохи мамонта. Его оружіе и орудія отличались еще большимъ несовершенствомъ и грубостью, жилище еще менѣе было защищено отъ дѣйствія суроваго климата, его опытъ и навыки были еще малочисленнѣе, онъ долженъ былъ бороться съ еще болѣе суровыми врагами (пещерный медвѣдь, левъ, гіена),

чѣмъ человѣкъ вѣка сѣвернаго оленя. Если мы постараемся воспроизвести мысленно жизнь первобытнаго человѣка еще болѣе отдаленной эпохи, пліоценовой или міоценовой, то это будетъ несомнѣнно *состояніе настолько грубое и звѣроподобное, что мы едва* ли рѣшимся назвать подобное существо «человѣкомъ» въ современномъ смыслѣ этого слова. Но и изъ этого низменнаго, грубаго *состоянія человѣкъ, путемъ постепеннаго развитія, возвысился до* своего теперешняго состоянія.

КОНЕЦЪ.

549
525
56

Z33 7338