Проф. І. Вальтеръ

ИСТОРІЯ
ЗЕМЛИ и ЖИЗНИ

ПЕРЕВОДЪ СЪ НѢМЕЦКАГО

ГОРНАГО ИНЖЕНЕРА Г. І. КВАША

СЪ КРАТКИМЪ СЛОВАРЕМЪ ГЕОЛОГИЧЕСКИХЪ ТЕРМИНОВЪ

И ДРУГИМИ ДОПОЛНЕНІЯМИ

Издательство П. П. Сойкина

Типографія

Спб., Стремянная, 12, собств. д.

ОТЪ ПЕРЕВОДЧИКА

Въ ряду естественныхъ наукъ, оказывающихъ вліяніе на выработку современнаго міросозерцанія, геологія занимаетъ, безспорно, одно изъ первыхъ мѣстъ. Ни въ какой другой отрасли знанія не находитъ столь яркаго выраженія и столь рельефнаго подтвержденія идея развитія, лежащая въ основѣ современнаго научнаго міросозерцанія,—идея, безъ сознанія которой человѣкъ, по выраженію Гёте, является «лишь жалкимъ гостемъ на мрачной землѣ». Геологія показываетъ намъ природу за работой, водитъ насъ по ея древней, какъ міръ, великой лабораторіи, гдѣ неумолчно гремитъ молотъ ея творческихъ силъ, гдѣ объ руку съ процессомъ разрушенія идетъ вѣчный процессъ возсоздаванія, гдѣ изъ безчисленнаго множества безконечно-малыхъ измѣненій слагаются грандіозные перевороты... Великія проблемы, рѣшаемыя геологіей, должны интересовать каждаго, кому не чужды умственные интересы.

Въ нашей геологической литературѣ до сихъ поръ ощущался недостатокъ въ такой книгѣ, которая въ общедоступной формѣ излагала бы завоеванія геологической науки до самаго послѣдняго времени и вмѣстѣ съ тѣмъ, въ отличіе отъ обычныхъ популяризацій, не сходила бы съ научной почвы, оставаясь строго критической какъ въ постановкѣ геологическихъ проблемъ, такъ и въ ихъ трактовкѣ. Имѣющіеся на русскомъ языкѣ «курсы геологіи», составленные, главнымъ образомъ, для спеціалистовъ, а иногда и примѣнительно къ

опредѣленнымъ программнымъ требованіямъ, отличаются нагроможденіемъ фактическихъ данныхъ, въ лабиринтѣ которыхъ неспеціалистъ совершенно теряется. Къ тому же, эти курсы въ значительной степени уже устарѣли: геологія—наука молодая, находящаяся лишь въ процессѣ формированія; каждый день приноситъ новыя данныя, и что вчера еще представлялось прочнымъ и незыблемымъ, сегодня кажется уже сомнительнымъ, а завтра, быть можетъ, станетъ совершенно непріемлемымъ.

Предлагаемая русскому читателю книга Вальтера восполняетъ существенный пробѣлъ въ нашей естественно-научной литературѣ.

«Исторія земли и жизни» является, на нашъ взглядъ, книгой, единственной въ своемъ родѣ въ міровой геологической литературѣ. Написанная въ высокой степени популярно, она въ то же время представляетъ строго научный трудъ, въ которомъ нашли свое отраженіе всѣ новѣйшія идеи изъ области геологіи. При этомъ проводимыя идеи и теоріи не предлагаются читателю въ видѣ постулатовъ, которые приходится принимать на вѣру, а доказываются въ мѣрѣ, вообще допускаемой современнымъ состояніемъ геологическихъ знаній. Доказательства зиждутся здѣсь на основѣ фактическаго матеріала, сгруппированнаго Вальтеромъ съ большимъ мастерствомъ; какъ выдающійся и глубокій естествоиспытатель, Вальтеръ знаетъ, что доказательную силу имѣютъ факты и только факты, но въ то же время онъ сумѣлъ избѣгнуть крайности—чрезмѣрнаго нагроможденія фактическаго матеріала, нагроможденія, не только безполезнаго, но сплошь да рядомъ и вреднаго.

Въ книгѣ соблюдена строгая пропорціональность частей, а изобразительный языкъ гармонируетъ съ внутренней распланировкой. Если въ книгѣ много недоговореннаго, много бездоказательнаго, то причина этого кроется въ современномъ состояніи геологической науки.

«Исторія земли и жизни»—не книга для легкаго чтенія: она требуетъ серьезнаго изученія, но изученіе это значительно облегчается популярностью изложенія. А при серьезности, съ какой трактуются въ ней геологическія проблемы, она сослу-

житъ службу не только лицамъ, ищущимъ самообразованія, но также и лицамъ, спеціально занимающимся геологіей.

Что касается перевода, то я старался держаться возможно ближе къ подлиннику, хотя въ переводѣ геологическихъ терминовъ иногда и отступалъ отъ оригинала, — именно въ тѣхъ случаяхъ, когда вводимый Вальтеромъ терминъ является совершенно чуждымъ русской геологической литературѣ. Такъ, Вальтеръ, вмѣсто «Eiszeit» (ледниковая эпоха), по соображеніямъ, которыя читатель найдетъ въ книгѣ, пользуется терминомъ «Schneezeit» (снѣговая эпоха). Я счелъ болѣе раціональнымъ передавать термины «Schneezeit», «Schneeperiode» принятыми у насъ терминами: «ледниковая эпоха», «ледниковый періодъ».

По недосмотру со стороны автора или типографіи, въ нѣмецкое изданіе книги Вальтера вкрался цѣлый рядъ крупныхъ цыфровыхъ ошибокъ,—именно въ астрономическихъ данныхъ. Я счелъ необходимымъ при переводѣ исправить всѣ эти неточности, пользуясь указаніями Я. И. Перельмана, любезно принявшаго на себя трудъ просмотрѣть соотвѣтствующія мѣста перевода *).

Въ составленный мною, для облегченія пользованія книгой русскому читателю, «краткій словарь геологическихъ терминовъ» вошли только слова, встрѣчающіяся въ книгѣ Вальтера, если не считать тѣхъ немногихъ терминовъ изъ области петрографіи, которыя я счелъ нужнымъ включить въ виду того, что къ русскому изданію мною приложены рисунки важнѣйшихъ структуръ. При ограниченности мѣста, предоставленнаго для «словаря», объясненія отличаются, къ сожалѣнію, крайней сжатостью, но и при всемъ томъ «словарь», думается мнѣ, принесетъ читателю нѣкоторую пользу.

---

*) Вотъ главнѣйшія изъ этихъ неточностей. Стр. 43 (нашего изданія): секундная скорость вращенія земного шара опредѣлена въ 450 метровъ, но въ подлинникѣ не было сдѣлано указанія, что такою скоростью обладаютъ лишь точки экватора. Стр. 52-я:—въ подлинникѣ производительность получаемой Землей солнечной энергіи опредѣлена въ 3800 милліардовъ лош. с., вмѣсто 364 билліоновъ. Стр. 54-я:—вмѣсто «въ 14.400-мъ году по Р. Х.», въ подлинникѣ напечатано «за 14.400 лѣтъ до Р. Х.» Стр. 55-я: для продолжительности нутаціи ошибочно дана цыфра 10 лѣтъ, вмѣсто 18-ти. Стр. 61-я:—въ подлинникѣ приведены устарѣлыя данныя о числѣ спутниковъ Юпитера и Сатурна. Стр. 69:—согласно подлиннику, солнечныя затменія на лунѣ наступаютъ «каждый четвертый день»...

Въ приложенныхъ къ русскому изданію таблицахъ геологическихъ формацій и періодовъ я, слѣдуя Вальтеру, отнесъ кембрійскій періодъ къ архейской эрѣ.

«Классификація породъ по способу образованія» составлена тоже примѣнительно къ книгѣ Вальтера.

Къ русскому изданію приложены также «Таблица химическихъ элементовъ, слагающихъ кору земную», по Фогту и Кларку, и уже упомянутые рисунки важнѣйшихъ структуръ геологическихъ породъ.

Сверхъ того, въ текстѣ книги прибавлено нѣсколько рисунковъ (ландшафтовъ, характеризующихъ геологическія эпохи), не включенныхъ въ общую нумерацію.

Ссылки и указанія на литературные источники отнесены, въ видахъ удобства, къ концу сочиненія.

Г. Кваша.

С.-Петербургъ

Декабрь 1911 г.

ДОБАВЛЕНІЯ КЪ РУССКОМУ ПЕРЕВОДУ

СОСТАВИЛЪ

ГОРНЫЙ ИНЖЕНЕРЪ Г. І. КВАША

Геологическіе періоды.

Архейская эра (первобытное время).	Алгонкскій періодъ.	Рѣдкіе слѣды органической жизни.
	Кембрійскій періодъ.	Водоросли. Беззамковыя плеченогія, губки, медузы, трилобиты, нѣкоторыя брюхоногія и крылоногія.
Палеозойская эра (древнее время).	Силурійскій періодъ.	Тайнобрачныя (рѣдко). Преобладаютъ безпозвоночныя животныя: кораллы, иглокожія, плеченогія, моллюски. Трилобиты. Незначительные остатки рыбъ; изъ наземныхъ—скорпіонъ.
	Девонскій періодъ.	Тайнобрачныя (довольно часто) и хвойныя. Изъ безпозвоночныхъ животныхъ: кораллы, иглокожія, плеченогія, моллюски. Появленіе въ значительномъ количествѣ панцырныхъ рыбъ.
	Каменноугольный. (Пермокарбонъ.)	Значительное развитіе наземной растительности: тайнобрачныя и хвойныя. Встрѣчаются въ большомъ количествѣ кораллы, иглокожія, плеченогія и разнообразные моллюски. Трилобиты вымираютъ. Позвоночныя: ганоидныя рыбы и первыя земноводныя.
	Пермскій. (Пермокарбонъ.)	Наземная растительность: тайнобрачныя, хвойныя и цикадовыя. Однообразіе безпозвоночныхъ; характерны нѣкоторыя плеченогія. Изъ позвоночныхъ многочисленны ганоидныя рыбы и нѣкоторыя земноводныя наряду съ первыми пресмыкающимися.
Мезозойская эра (средніе вѣка).	Тріасовый періодъ.	Въ наземной растительности: вытѣсненіе тайнобрачныхъ цикадовыми и хвойными. Безпозвоночныя: морскія лиліи, головоногіе и другіе моллюски; первые длиннохвостые раки. Позвоночныя: довольно многочисленныя пресмыкающіяся, первые слѣды птицъ и первое млекопитающее животное.
	Юрскій періодъ.	Наземная флора: хвойныя цикадовыя и тайнобрачныя. Безпозвоночныя животныя: многочисленные рифовые кораллы, безголовые моллюски, а изъ головоногихъ особенно аммониты и белемниты. Изъ позвоночныхъ: первыя костистыя рыбы, много ящеровъ, первыя зубастыя птицы и сумчатыя животныя.
	Мѣловой періодъ.	Наземныя растенія: первыя лиственныя деревья, хвойныя, цикадовыя и тайнобрачныя. Безпозвоночныя: много губокъ, форамниферъ (корненожекъ), мшанокъ, морскихъ ежей, рудистовъ, безголовыхъ моллюсковъ, а изъ головоногихъ—развернутые аммонитиды и белемниты. Изъ позвоночныхъ: костистыя рыбы, ящеры и зубастыя птицы.
Кайнозойская эра (новое время).	Третичный періодъ.	Наземная флора: первоначально настоящая тропическая растительность, постепенно приближающаяся къ условіямъ современнаго міра. Безпозвоночныя представляютъ много родства съ современной фауной. Позвоночныя животныя являются характерными для этого періода и выражены многочисленными и оригинальными формами (Palaeotherium, Anoplotherium, Xiphodon, Mastodon, Dinotherium, Hipparion и др.); первыя обезьяны.
	Дилювіальный (ледниковый).	Наземная флора, первоначально арктическая, затѣмъ приближается къ современной. Безпозвоночныя почти всѣ—современныя. Средн позвоночныхъ характерными являются мамонтъ, носорогъ и др. Развитіе человѣкоподобныхъ обезьянъ. Появленіе человѣка.
	Алювіальный (настоящее время).	

Геологическія формаціи.

Группа	Формація	Подотдѣлы
Кайнозойская группа формацій.	Аллювій	Современныя отложенія
	Дилювій.	Послѣледниковыя отложенія.
		III. Ледниковыя отложенія.
		2. Межледниковыя отложенія.
		II. Ледниковыя отложенія.
		1. Межледниковыя отложенія.
		I. Ледниковыя отложенія.
	Третичная формація.	Пліоценъ.
		Міоценъ.
		Олигоценъ.
		Эоценъ.
Мезозойская группа формацій.	Мѣлъ.	Сенонъ, или верхній пленеръ.
		Туронъ, или нижній пленеръ.
		Гольтъ.
		Неокомъ.
	Юра.	Бѣлая юра, или мальмъ.
		Бурая юра, или доггеръ.
		Черная юра, или лейасъ.
	Тріасъ.	Кейперъ.
		Раковинный известнякъ.
		Пестрый песчаникъ.
Палеозойская группа формацій.	Пермская формація или діасъ.	Цехштейнъ.
		Красный лежень.
	Каменноугольная формація или карбонъ.	Продуктивный уголь.
		Нижн. уголь (кульмъ), угольн. известнякъ.
	Девонъ.	Верхній девонъ.
		Средній девонъ.
		Нижній девонъ.
	Силуръ.	Верхній силуръ.
		Нижній силуръ.
Архейская группа.	Кембрійская формація.	
	Докембрійская или алгонкская формація.	
	Азойская формація или первозданныя породы.	Кристаллическіе сланцы.

Классификація горныхъ породъ

по способу образованія.

A) *Кластическія* или *обломочныя* породы, состоящія изъ обломковъ большей или меньшей величины зеренъ, болѣе или менѣе крѣпко между собою цементированныхъ.	I. Обломочныя породы въ собственномъ смыслѣ слова, т. е. породы, въ которыхъ цементированный матеріалъ состоитъ изъ обломковъ прежде существовавшихъ породъ.	a) Неокатанные крупные обломки образуютъ брекчіи. b) Окатанные крупные обломки образуютъ конгломераты. c) Мелкія, бо́льшей частью, округленныя зерна образуютъ песчаники. d) Пылеобразныя частицы образуютъ глинистыя породы. e) Безпорядочная смѣсь всѣхъ этихъ продуктовъ образуетъ морены и нѣкоторыя породы пустынь.
	II. Органогеновыя породы, или породы, состоящія изъ обломковъ органическихъ остатковъ.	a) Истлѣвшее растительное вещество образуетъ минеральные угли и углистыя породы. b) Раздробленныя известковыя раковины образуютъ известнякн. c) Нѣжныя кремнистыя оболочки образуютъ органическіе кремнистые слаицы.
	III. Породы, состоящія изъ обломковъ вулканической магмы.	a) Крупнозернистыя массы: вулканич. брекчіи и шальштейны. b) Среднезернистыя массы: вулканическіе песчаные туфы. c) Мелкозернистыя массы: тонкозернистые, землистые туфы.
B) *Кристаллическія* породы, т. е. породы, образовавшіяся путемъ кристаллизаціи изъ водныхъ растворовъ или изъ расплавленныхъ массъ; онѣ образуютъ покровы или линзы, жилы или штоки и обыкновенно не содержатъ никакихъ окаменѣлостей.	I. Породы гидрохимическаго происхожденія, т. е. образовавшіяся путемъ кристаллизаціи изъ водныхъ растворовъ.	a) Залежи соли и гипса. b) Нѣкоторые известняки (известковая накипь, жилы известковаго шпата). c) Кремневая накипь и жильные кварцы. d) Многія минеральныя и рудныя жилы гидрохимическаго происхожденія.
	II. Породы изверженнаго происхожденія, т е. образовавшіяся путемъ кристаллизаціи изъ жидкихъ потоковъ магмы.	a) Плутоническія или глубинныя породы, т. е. породы, выкристаллизовавшіяся внутри земной коры изъ магмы, не вылившейся на поверхность земли. b) Вулканическія породы.
C) *Кристаллическіе сланцы* состоятъ обыкновенно изъ кристаллическихъ, въ большинствѣ случаевъ, крупнозернистыхъ породъ и не содержатъ окаменѣлостей.		

Важнѣйшія структуры.

(Рисунки на стр. 13—19).

Рис. 1 (увеличеніе въ 15 разъ). *Гипидіоморфно-зернистая* или *гранитово-зернистая структура.* Цвѣтныя составныя части (на рисункѣ—темныя) представляютъ первый продуктъ выдѣленія изъ магмы, затѣмъ слѣдуетъ полевой шпатъ (мутныя части) и, наконецъ, кварцъ (свѣтлыя части).

Первые элементы частью ограничены собственными кристаллическими плоскостями. (Рис. представляетъ гранитъ).

Рис. 2 (увеличеніе въ 20 разъ). *Панидіоморфно-зернистая структура.* Полевой шпатъ (мутныя части) и кварцъ (свѣтлыя); большей частью, ограничены собственными кристаллическими плоскостями. (Рис. представляетъ аплитъ).

Рис. 3 (увеличеніе въ 15 разъ). *Голокристаллически-порфировая структура.* Кварцъ (свѣтлыя части) и полевой шпатъ (мутныя части) въ видѣ двухъ поколѣній кристалловъ: какъ включенія и въ основной массѣ. (Рис. представляетъ дакитъ).

Рис. 4 (увеличеніе въ 45 разъ). *Гипокристаллически-порфировая структура.* Полевой шпатъ (свѣтлыя части) и авгитъ (нѣсколько темнѣе) въ двухъ поколѣніяхъ: какъ включенія и въ основной массѣ. Въ послѣдней, сверхъ того, много стекла (Рис.—мелафиръ).

Рис. 5 (увеличеніе въ 25 разъ). *Офитовая или діабазово-зернистая структура.* Полевые шпаты (свѣтлыя части) выдѣлились изъ расплавленной массы идіоморфно и передъ заполняющимъ промежутки аллотріоморфнымъ авгитомъ (темныя части). (Рис.— діабазъ).

Рис. 6 (натуральная величина). *Брекчія.* (Неокатанные обломки въ мелкозернистомъ цементѣ (связующемъ веществѣ). (Рис.—мраморъ).

Рис. 7 (натуральная величина). *Конгломератъ.* Округленныя гальки въ мелкозернистомъ до плотнаго цементѣ. (Пуддинговый камень).

Рис. 8 (увеличеніе въ 20 разъ). *Песчаникъ.* Округленныя песчаныя зерна (кварцъ) въ плотномъ или мелкозернистомъ цементѣ. (Рис.—пестрый песчаникъ).

Рис. 9 (увеличеніе въ 15 разъ). *Оолитъ.* Концентрическоскорлуповатые или радіально-волокнистые шарики известковаго шпата въ известковомъ цементѣ. (Изъ раковиннаго известняка).

Рис. 10 (верхняя половина, увеличеніе въ 30 разъ). *Узловатый сланецъ.* Нагроможденіе темнаго пигмента съ началомъ кристаллизаціи. (Рис.—глинистый сланецъ).

Рис. 10 (нижняя половина, увеличеніе въ 5 разъ). *Узловатый сланецъ.* Свѣтлые узлы, состоящіе изъ вновь выкристаллизовавшагося полевого шпата. (Рис.—сѣровакковый сланецъ).

Рис. 11 (увеличеніе въ 20 разъ). *Кварцитъ.* Мозаикообразно налегающія другъ на друга кварцевыя зерна.

Рис. 12 (увеличеніе въ 30 разъ). *Андалузитороговообманковая порода.* Рогово-обманковая структура. Андалузитъ, кварцъ (совсѣмъ свѣтлая основная масса) и біотитъ (темный).

Рис. 13 (увеличеніе въ 30 разъ). *Сдавленный пегматитъ.* Катакласcовая (катаклассическая) структура. Полевой шпатъ и кварцъ раздавлены и расщеплены.

Рис. 14 (увеличеніе въ 30 разъ). *Сдавленный пегматитъ.*

Весьма сильно выраженная катаклассовая (катаклассическая) структура. Большой обломокъ турмалина съ многочисленными небольшими обломками кварца въ весьма тонкозернистомъ, расположенномъ параллельными изогнутыми полосами известковомъ растворѣ.

Рис. 15 (въ натуральрую величину). *Очковый гнейсъ.* Большія полевошпатовыя зерна жилковато включены въ раздробленной, мелкозернистой смѣси изъ кварца и полевого шпата со слюдою.

Рис. 16 (увеличеніе въ 20 разъ). *Слюдяной сланецъ.* Слоями расположенныя кварцевыя зерна прорѣзаны жилками слюды; отдѣльные обломки гранита.

Рис. 1.
Гипидіоморфно-зернистая структура. Гранитъ.

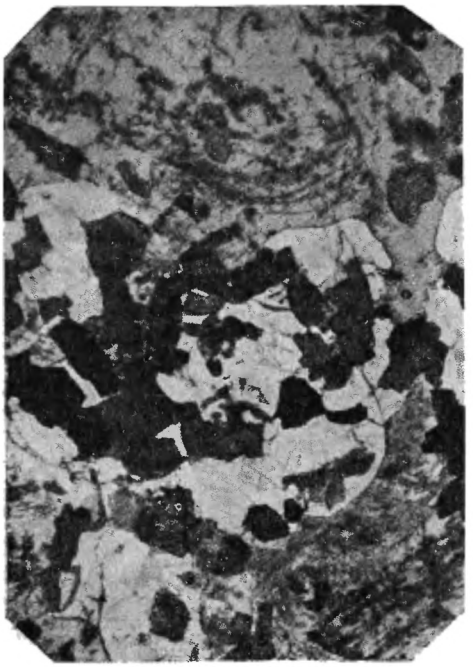


Рис. 2.
Панидіоморфно-зернистая структура. Аплитъ

Рис. 3.
Голокристаллически-порфировая структура. Дакитъ.

Рис. 4.
Гипокристаллически-порфировая структура. Мелафиръ.

Рис. 5.
Діабазово-зернистая структура. Діабазъ.

Рис. 6.
Брекчія. Мраморъ.

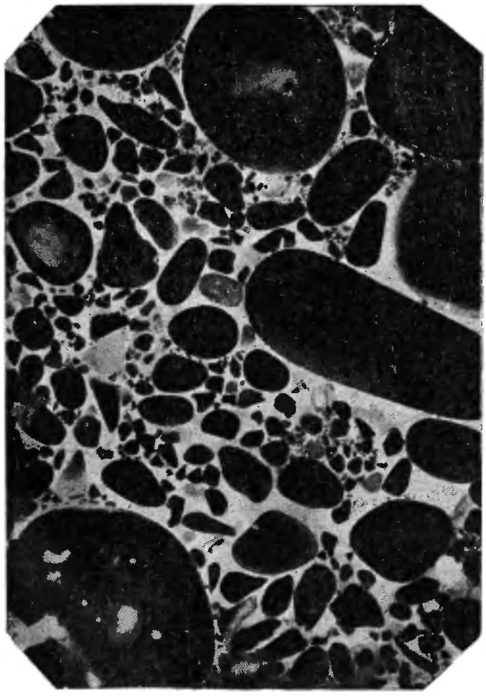


Рис. 7.
Конгломератъ. Пуддинговый камень.

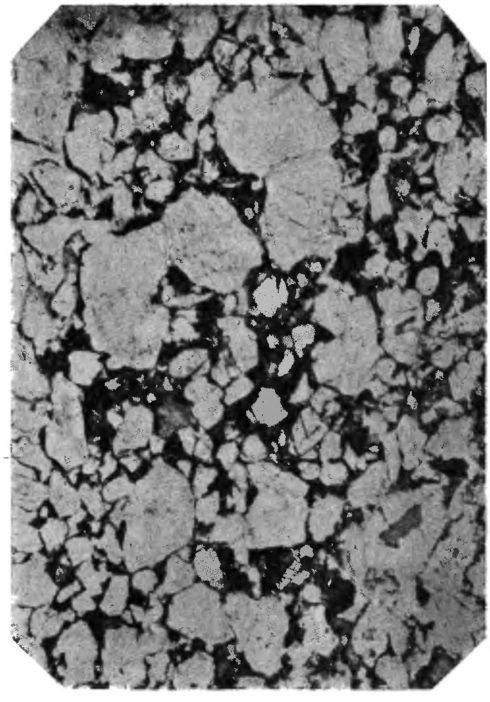


Рис. 8.
Песчаникъ.

Рис. 9.
Оолитъ.

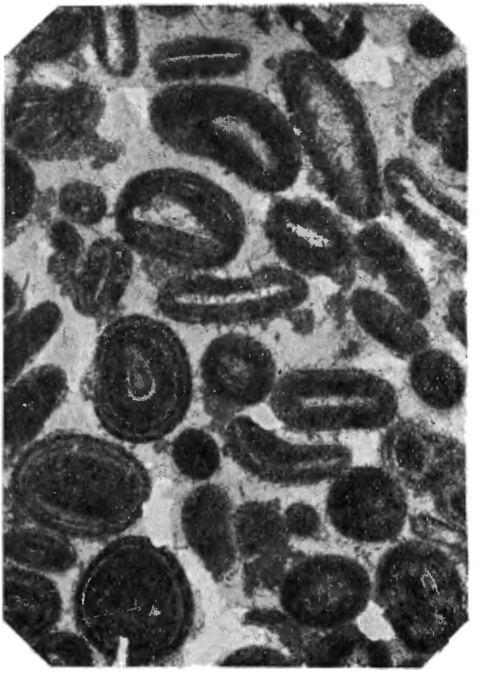
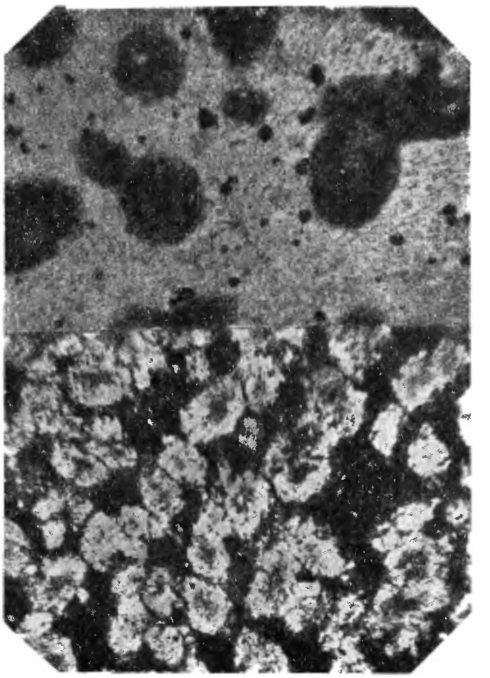


Рис. 10.
Узловатый сланецъ.



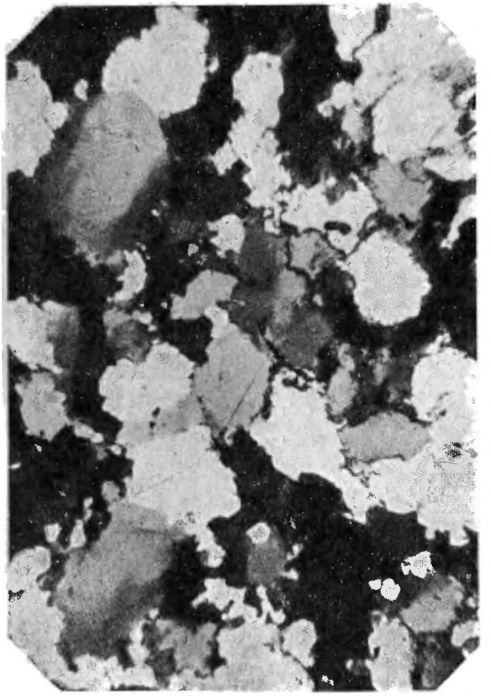


Рис. 11.
Кварцитъ. Мозаиковая структура.

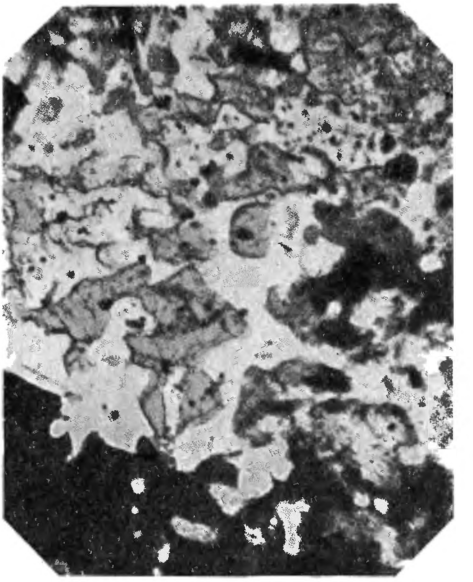


Рис. 12.
Андалузитовая роговая обманка.

Рис. 13.
Катаклассовая (катаклассическая) структура. Пегматитъ.

Рис. 14.
Очень сильно выраженная катаклассическая структура. Пегматитъ.

Рис. 15.
Очковый гнейсъ.

Рис. 16.
Слюдяной сланецъ.

Краткій словарь геологическихъ терминовъ.

Сост. Г. І. Кваша.

Абиссальныя явленія—явленія, происходящія на значительной глубинѣ.

Абразія. Сносъ береговыхъ породъ прибоемъ морскихъ волнъ (При поднятіи уровня моря или опусканіи материка, какъ полагаютъ нѣкоторые, абразіей можетъ быть постепенно пониженъ цѣлый континентъ).

Автоморфные минералы. См. «Идіоморфные минералы».

Азойскія породы (безжизненныя). Такъ называются древнѣйшія породы, не содержащія никакихъ слѣдовъ органической жизни.

Актуализмъ, или **онтологизмъ**. Методъ новѣйшей геологіи, состоящій въ томъ, что прошлое земли пытаются опредѣлить по тѣмъ явленіямъ, которыя совершаются на землѣ въ настоящее время.

Алгонкскій періодъ. Древнѣйшій изъ геологическихъ періодовъ, содержащихъ окаменѣлости.

Allotheria. Мезозойскіе небольшіе предки млекопитающихъ.

Аллотріоморфные минералы. См. «Идіоморфные минералы».

Аллювіальныя отложенія (аллювіоны). Такъ называются отложенія настоящаго времени.

Аммониты. Многокамерныя раковины вымершихъ головоногихъ палеозоя и мезозоя.

Аморфное вещество. Аморфнымъ, въ отличіе отъ кристаллическаго, называется вещество, въ которомъ составляющія его молекулы, или частицы, распредѣлены неправильно, безъ опредѣленнаго порядка.

Амфиболитъ. Кристаллическая порода, состоящая преимущественно изъ зеленой роговой обманки съ примѣсью полевого шпата, граната или другихъ минераловъ.

Анастрофа. Періодъ быстраго измѣненія въ развитіи организма или цѣлой группы органическихъ формъ.

Ангіоспермы, или **покрытосѣмянныя.** Цвѣтковыя растенія, сѣмяпочки которыхъ покрыты сросшимися плодолистиками.

Агностозойская граница. Переходная зона между кристаллическими сланцами и содержащими окаменѣлости слоями.

Апофиза. Отвѣтвленіе жилы.

Аллохтонныя каменноугольныя залежи. Залежи каменнаго угля, образовавшіяся изъ растеній, принесенныхъ съ другого мѣста.

Антиклиналь, или **антиклинальная складка.** Антиклиналью или антиклинальной складкой называется складка, обращенная выпуклостью вверхъ (рис. 1), въ

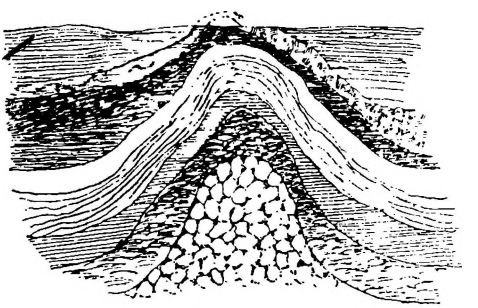


Рис. 1.

отличіе отъ синклинальной складки, обращенной выпуклостью внизъ. Антиклинальная складка часто называется также сѣдломъ.

Аркоза. Песчаникъ, содержащій полевой шпатъ.

Архейскія породы. Самыя древнія породы, не содержащія никакихъ окаменѣлостей; въ большинствѣ случаевъ, собранные въ складки кристаллическіе сланцы.

Ассимиляція (отъ латинскаго «**assimilare**»—уравнивать). Усвоеніе организмами неорганическихъ и органическихъ веществъ; особенно усвоеніе углекислоты и воды зелеными частями растеній.

Аутохтонныя породы. Такъ называются породы, образовавшіяся на мѣстѣ своего нахожденія.

Афотическія области (отъ греческаго «а»—нѣтъ и «фосъ»—свѣтъ). Лишенныя свѣта глубоководныя части моря.

Атолла. Круглый коралловый рифъ.

Базальтъ. Третичная, темная, плотная порфировая, часто изобилующая пузырями, вулканическая порода, состоящая изъ микроскопическихъ кристалловъ плагіоклазовыхъ полевыхъ шпатовъ (нефелина, лейцита) съ авгитомъ, магнитнымъ желѣзнякомъ и оливиномъ.

Баррингтонія (Barringtonia). Родъ тропическихъ древовидныхъ растеній изъ семейства миртовыхъ.

Белемнитъ. Известковый задній конецъ (хвостовая игла) родственнаго каракатицѣ животнаго, жившаго многочисленными видами отъ лейасовой до конца мѣловой эпохи.

Бентонъ (бентосъ). Водяные организмы, живущіе на днѣ.

Безсточныя области (области, лишенныя стока). Такъ называются бѣдныя дождями части материка, въ предѣлахъ которыхъ всѣ атмосферные осадки испаряются, а большинство текучихъ водъ высыхаетъ.

Бентонный. Относящійся къ бентону.

Біономія (отъ греческаго «біосъ»—жизнь и «номосъ»—законъ). Ученіе объ условіяхъ жизни организмовъ.

Біосфера (отъ греческаго «біосъ» — жизнь и «сфайра»—шаръ). Живая оболочка, совокупность всѣхъ живыхъ организмовъ.

Бластоидеи. Почковидныя иглокожія, жившія въ палеозойскую эру, особенно въ моряхъ Сѣверной Америки.

Бомбы. Такъ называются выбрасываемые при вулканическихъ изверженіяхъ крупные куски магмы или породы, прорванной лавой.

Бактриллін. Небольшія, прямыя водоросли.

Батрологія, или стратиграфія. См. «стратиграфія».

Богхедъ, или **богхедскій уголь.** Видъ каменнаго угля, образовавшійся отъ нагроможденія прѣсноводныхъ водорослей.

Бонебедъ (костяной слой). Тонкій слой, залегающій близъ верхней границы кейпера (рёта), богатый изломанными зубами, чешуйками и костями небольшихъ позвоночныхъ.

Бракическія воды (солоноватыя воды). Такъ называются воды, представляющія смѣсь прѣсной и морской воды; въ бракическихъ бассейнахъ, каковыми являются внутреннія моря, заливы и бухты, собирающія материковыя воды и сообщающіяся съ океаномъ лишь посредствомъ узкихъ проливовъ, содержаніе солей, очевидно, меньше, чѣмъ въ нормальной морской водѣ. Бракическій бассейнъ представляетъ, напримѣръ, Балтійское море.

Брахіоподы (плеченогія). Прикрѣпленныя мягкотѣлыя животныя, тѣло которыхъ окружено роговой или известковой раковиной. Въ палеозойскую и мезозойскую эру брахіоподы часто играютъ породообразующую роль, слагая своими раковинами цѣлыя породы.

Брекчія. Неокатанные обломки породъ, болѣе или менѣе между собою сцементированные.

Бріозон (мшанки). Въ большинствѣ случаевъ, морскія, колоніальныя миніатюрныя животныя, выдѣляющія роговые или известковые скелеты и, такимъ образомъ, играющіе породообразующую роль.

Вагильный. Свободно движущійся.

Вадоза. Совокупность всѣхъ водъ, циркулирующихъ на поверхности земли и въ ея верхнихъ слояхъ, вообще, водъ, произошедшихъ не изъ внутренности земли.

Ваккн сѣрыя. Палеозойскія, мелко-средне- и крупнозернистыя слоистыя породы характера конгломератовъ или аркозъ.

Варьирующія формы. Такъ называются формы, которыя въ своемъ развитіи нѣсколько отклоняются отъ основного типа.

Ванна. Замкнутая кольцеобразная впадина.

Варіація. Разновидность.

Висячій бокъ. Висячимъ бокомъ данной породы и даннаго ряда слоевъ называется порода, ихъ покрывающая и выше ихъ расположенная. Висячій бокъ иначе называется кровлей, или потолкомъ, и противополагается лежачему боку,

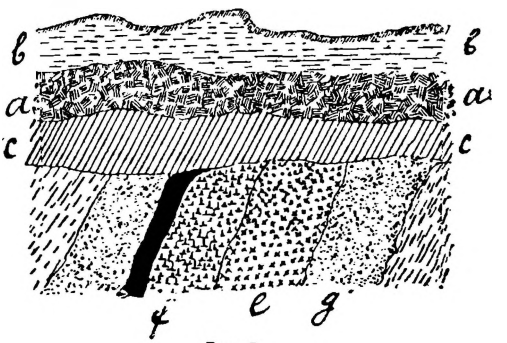


Рис. 2.

почвѣ или подпочвѣ, т. е. подстилающей породѣ. Висячій и лежачій бока различаются, очевидно, лишь относительно породъ, залегающихъ горизонтально или наклонно, но не вертикально. На рис. 2 для слоя *e* висячимъ бокомъ будетъ *f*, лежачимъ *g*.

Выходъ. Выходомъ, или обнаженіемъ породы, называется та часть ея, которая выходитъ непосредственно на дневную поверхность.

Габитусъ. Видъ, форма, обликъ.

Габбро. Кристаллически-зернистая, богатая желѣзомъ порода, состоящая изъ

известковаго полевого шпата и діаллага или роговой обманки, часто съ включеніями оливина.

Галистаза (область безвѣтрія). Такъ называется область моря, куда вѣтры и морскія теченія не проникаютъ, и гдѣ вода, слѣдовательно, находится въ покоѣ и не замѣщается притокомъ свѣжей воды; такимъ образомъ, здѣсь налицо условія для интенсивнаго гніенія и разложенія органическихъ веществъ.

Галобіосъ. Совокупность организмовъ, населяющихъ море.

Гексакораллы. Кораллы мезозойской и кайнозойской эры съ чашечкой шестиугольной формы.

Геліозои. Микроскопически малыя одиночныя животныя прѣсноводныхъ бассейновъ.

Гельветскій ярусъ. Міоценовые песчаники Швейцаріи.

Геобіосъ (отъ греческаго «геа»—земля и «біосъ» — жизнь). Совокупность организмовъ, населяющихъ материкъ.

Геоизотермы (отъ греческаго «геа»—земля, «изос»—равный, «термос»—теплота). Поверхности, соединяющія точки одинаковой температуры земли.

Геоидныя деформаціи. Отклоненія формы земного шара отъ правильнаго эллипсоида вращенія.

Геотермическій градіентъ. Разстояніе, на которое нужно углубиться въ землю, чтобы температура повысилась на 1°С; это разстояніе мѣняется въ зависимости отъ плотности, степени трещиноватости породъ и т. п. За среднюю величину геотермическаго градіента принимаютъ 33 метра.

Геогнозія. Историческая геологія, отдѣлъ геологіи, изучающій относительный возрастъ породъ, слагающихъ земную кору—на основаніи содержащихся въ нихъ окаменѣлостей.

Геосинклиналь. Обширная область опусканія, на которой въ продолженіе долгихъ періодовъ времени образуются новыя отложенія.

Гимноспермы, или **голосѣмянныя.** Цвѣтковыя растенія, сѣмяпочки которыхъ не имѣютъ замкнутаго вмѣстилища.

Гидросфера. Водная оболочка земного шара (отъ греческаго «гюдор»—вода и «сфайра»—шаръ), совокупность всѣхъ водъ, существующихъ на землѣ какъ въ капельно-жидкомъ, такъ и въ парообразномъ видѣ.

Гидрографія. Расположеніе и взаимоотношеніе между стоячими и текучими водами.

Гидроиды. Въ большинствѣ случаевъ, колоніальные морскіе полипы съ роговыми или известковыми скелетами.

Гиперстенъ. Кристаллизующееся въ ромбическихъ кристаллахъ соединеніе кремнекислоты съ желѣзомъ и магніемъ.

Гіолиты. Кинжаловидныя известковыя образованія, отверстіе которыхъ закрывалось крышечкой; часто встрѣчаются въ отложеніяхъ древнѣйшихъ морей и, вѣроятно, представляютъ оболочку мягкотѣлыхъ животныхъ.

Глобигерины. Свободно плавающія морскія фораминиферы съ шаровиднымъ известковымъ скелетомъ.

Глубинные процессы. Процессы, происходящіе въ глубинѣ земли, не проявляющіеся на поверхности.

Глубинныя породы. Такъ называются породы, возникшія въ глубинѣ отъ внѣдренія магматическихъ массъ въ твердую кору земную, причемъ массы эти на поверхность земли не прорвались. Впослѣдствіи процессами вывѣтриванія и денудаціи покрывающія породы могутъ быть удалены, и тогда глубинныя породы обнажаются; глубинныя породы называются также плутоническими.

Гнейсъ. Сланцеватая или волокнистая, мелко или крупнокристаллическая порода, состоящая изъ полевого шпата, кварца и слюды, а также изъ роговой обманки, эпидота, авгита, кордіерита, граната и др.

Гондвана (материкъ). Палеозойскія материковыя области, которыя были расположены въ окраинныхъ частяхъ Индійскаго океана, а также, по изслѣдованіямъ профессора Амалицкаго, въ сѣверной части Европейской Россіи.

Горизонтъ. Группа слоевъ, характеризующихся одними и тѣми же руководящими окаменѣлостями.

Граница ассимиляціи. Граница между діафановой областью моря, т. е. областью, куда проникаютъ солнечные лучи, и гдѣ, слѣдовательно, возможна ассимиляція растеніями углекислоты, и областью афотической, куда солнечные лучи уже не проникаютъ, и гдѣ поэтому ассимиляція невозможна. Эта граница лежитъ, приблизительно, на глубинѣ 400 метровъ.

Горстъ. Полоса земной коры, оставшаяся между двумя областями опусканія; горстомъ называется также участокъ земной коры, поднятый вверхъ двустороннимъ боковымъ давленіемъ.

Грабенъ. Полоса земной коры, расположенная глубже, чѣмъ граничащія съ нею съ обѣихъ сторонъ области.

Граптолиты (отъ греч. «грапто» — пишу и «литос»—камень). — Раковины пассивно плавающихъ животныхъ колоній силурійскаго моря, въ большинствѣ случаевъ, имѣющія форму палочекъ; пересѣкаясь и переплетаясь между собою, эти раковины образуютъ причудливые узоры, напоминающіе письмена.

Граннтитъ. Гранитъ съ одной только (темной) слюдой.

Гранитопорфиръ. Жильный, похожій на гранитъ порфиръ, съ болѣе или менѣ крупными кристаллами полевого шпата, кварца и слюды.

Гранулитъ. Свѣтлая сланцеватая порода, состоящая изъ полевого шпата, кварца и гранита, а также изъ дистена, рутила, силиманита, турмалина.

Гуронъ, или **гуронскій ярусъ.** Такъ называется отдѣлъ архейскихъ породъ въ Канадѣ.

Гипоцентръ. Очагъ землетрясенія,—то мѣсто въ корѣ земной, изъ котораго исходятъ сейсмическіе удары.

Дакитъ. См. «Діоритъ».

Денудація (отъ латинскаго «denudare»—обнажать). Подъ денудаціей разумѣютъ совокупность всѣхъ процессовъ снесенія продуктовъ разрушенія; денудація обнимаетъ, такимъ образомъ, эрозію (смываніе или снесеніе продуктовъ разрушенія текучей водою), абразію (снесеніе прибоемъ морскихъ волнъ), экзарацію (снесеніе движущимся льдомъ) и дефляцію (снесеніе вѣтромъ).

Денудаціонные процессы. См. «Денудація».

Дендриты. Мохоподобные рисунки на поверхностяхъ породъ, по виду похожіе на окаменѣлые растительные остатки, но въ дѣйствительности представляющіе химическія включенія, часто марганцовыя соединенія.

Депрессіонная область, область депрессіи. Область, расположенная ниже уровня моря, покрытая водою или нѣтъ.

Дефляція (развѣваніе, отъ лат. «deflare»—развѣвать). Снесеніе продуктовъ вывѣтриванія силою вѣтра.

Джунгли. Непроходимый тропическій кустарниковый лѣсъ.

Дилювіальныя отложенія. Отложенія ледниковой эпохи.

Динамометаморфизмъ. Измѣненіе минералогическаго состава породы вслѣдствіе давленія окружающихъ породъ.

Дислокація, или нарушеніе. Всякое измѣненіе въ залеганіи породъ земной коры называется нарушеніемъ, или дислокаціей. Измѣненія могутъ происходить безъ разрывовъ, и тогда возникаютъ складки; въ противномъ случаѣ образуются сбросы и сдвиги.

Діабазъ. Вулканическія породы, въ большинствѣ случаевъ, окрашенныя, благодаря вывѣтриванію, въ зеленый цвѣтъ и состоящія изъ мелкозернистой или крупнозернистой кристаллической смѣси плагіоклаза (полевого шпата) и авгита, наряду съ магнитнымъ желѣзнякомъ, титанистымъ желѣзнякомъ, апатитомъ, роговой обманкой, энстатитомъ или оливиномъ.

Діагональная слоеватость. Структура, часто встрѣчающаяся въ песчаникахъ, а также въ пѣнистомъ известнякѣ, и состоящая въ томъ, что косо направленными швами слой разбивается на діагонально расположенныя плиты.

Діагенезисъ. Химическія и физическія измѣненія, претерпѣваемыя отложеніемъ послѣ своего образованія (безъ воздѣйствія температуры и давленія).

Діатрема. Каналъ въ земной корѣ, возникшій при вулканическомъ изверженіи.

Діафановая, діафанная область. Верхніе слои воды, пронизываемые свѣтовыми лучами солнца.

Діоритъ. Порода, состоящая, главнымъ образомъ, изъ роговой обманки первичнаго происхожденія и плагіоклаза. Кромѣ этихъ двухъ, наиболѣе существенныхъ частей, замѣчательно еще весьма измѣнчивое содержаніе кварца: то этотъ минералъ совершенно отсутствуетъ, то онъ присутствуетъ, въ значительномъ количествѣ; въ большинствѣ же случаетъ онъ присутствуетъ въ незначительномъ количествѣ. Діоритъ встрѣчается въ большомъ числѣ разновидностей; изъ нихъ нѣкоторыя, встрѣчающіяся среди очень древнихъ породъ, по всѣмъ своимъ свойствамъ приближаются къ новѣйшимъ породамъ трахитоваго типа, роговообманковымъ и біотитовымъ андезитамъ. Тѣ изъ андезитовъ, которые содержатъ большое количество кремнезема, а иногда даже выдѣляютъ кварцъ въ видѣ отдѣльныхъ зеренъ, называются дакитами.

Друмлины. Полуяйцевидной формы плоскіе холмы въ конечныхъ моренахъ дилювіальнаго льда.

Дуикаконгломератъ (Dwykakonglomerat). Мощныя морены пермокарбоноваго оледенѣнія въ Южной Африкѣ.

Жила. Породы, заполнившія трещину въ земной корѣ.

Зоогеографическій. Относящійся къ географическому распространенію животныхъ.

Зоогеновая порода. Порода, сложенная животными организмами.

Идіоморфные, или **автоморфные минералы.** При остываніи магмы затвердѣваніе происходитъ не сразу и не равномѣрно, а сначала, какъ бы осаждаясь изъ раствора, выдѣляется одинъ или нѣсколько различныхъ минераловъ; эти минералы, не стѣсненные въ своемъ образованіи и, благодаря этому, принимающіе свойственныя имъ кристаллическія очертанія, называются идіоморфными или автоморфными, въ отличіе отъ аллотріоморфныхъ или ксеноморфныхъ минераловъ, или минераловъ, которые выкристаллизовались послѣдними, когда большая часть магмы уже успѣла затвердѣть; аллотріоморфные минералы вынуждены заполнить промежутки, оставшіеся между ранѣе выкристаллизовавшимися минералами, и, слѣдовательно, не могутъ принять свойственныхъ имъ кристаллическихъ очертаній.

Инволютиыя раковины. Аммонитовыя раковины, у которыхъ послѣдній завитокъ скрываетъ всѣ остальные.

Интрузія. Внѣдреніе; внѣдреніе магмы въ земную кору.

Каньонъ. Глубокое ущелье, окруженное крутыми стѣнами.

Кизельгуръ. Масса микроскопически мелкихъ кремневыхъ скелетовъ діатомей (кремневыхъ водорослей).

Кислыя породы. Вулканическія или плутоническія породы, богатыя содержаніемъ углекислоты; эти породы, большей частью, бѣдны желѣзомъ.

Коллективные типы. Этотъ терминъ введенъ въ науку Кювье. Такъ онъ назвалъ смѣшанныя формы, объединяющія въ себѣ характерные признаки разнородныхъ животныхъ группъ.

Кластическія породы. Породы обломочныя, составленныя изъ обломковъ

Конгломератъ. Масса округленныхъ валуновъ, болѣе или менѣе между собою сцементированныхъ.

Конкреціи. Химически выдѣлившіеся желваки извести, желѣза, марганца, фосфорнокислой извести, кремнекислоты и др. Обыкновенно сначала образуется ядро, которое затѣмъ наростаетъ снаружи новыми корками.

Контактовое поле. Область, на которую распространяется дѣйствіе контактоваго метаморфизма.

Контактовая плоскость, плоскость контакта. Плоскость соприкосновенія двухъ различныхъ горныхъ породъ.

Контактовый метаморфизмъ. Минералогическое измѣненіе породъ, вызываемое внѣдреніемъ въ нихъ затвердѣвающей глубинной (плутонической) породы (магмы).

Ксеноморфные минералы. См. «Идіоморфные минералы».

Лапилли. Пѣнистые кусочки лавы, выбрасываемые во время вулканическаго извержения, большей частью, величиною съ орѣхъ.

Латеритъ. Продукты вывѣтриванія экваторіальной области, въ большинствѣ случаевъ, яркокрасной окраски.

Лежачій бокъ. См. «Висячій бокъ».

Лессъ. Неслоистыя мощныя нагромождения тонкаго суглинка, содержащаго углекислую известь; съ поверхности известь, въ большинствѣ случаевъ, замѣщается глиной.

Летты. Глинистыя пластическія неслоистыя породы.

Лимнобіосъ. Міръ организмовъ, населяющій прѣсноводные бассейны.

Лимническія явленія. Явленія, происходящія въ прѣсной водѣ.

Литологія, или **петрографія.** Ученіе о породахъ съ точки зрѣнія ихъ минералогическаго состава и способа происхожденія

Линіи излома. См. «Тектоническія линіи».

Литоральная область. Прибрежная область; литоральнымъ называется все, что относится къ прибрежной области; такъ, литоральная фауна, литоральная флора и т. д.

Литосфера (отъ греч. «литос»—камень и «сфайра»—шаръ). Твердая каменная оболочка земного шара.

Лопастная, или сутурная линія. Шовъ между внѣшней раковиной головоногаго и ея внутренними перегородками.

Магма. Огненножидкая, тѣстообразная масса внутренности земли.

Мелафиръ. Палеозойская, темная, похожая на базальтъ, плотная порфировая или изобилующая пузырями вулканическая порода такого же состава, какъ діабазъ (см. «діабазъ»).

Мероплактонъ. Ведущія планктонный образъ жизни личинковыя формы прикрѣпленныхъ водныхъ животныхъ (см. «планктонъ»).

Мергель. Глина, богатая известью и распадающаяся на воздухѣ.

Миграція. Переселеніе.

Мигрировать. Переселяться.

Метаморфизмъ. Измѣненіе минералогическаго состава породы дѣйствіемъ высокой температуры (контактовый метаморфизмъ) или давленія (динамометаморфизмъ).

Микролитъ. Весьма мелкій кристаллъ, видимый лишь подъ микроскопомъ.

Микротомъ. Аппаратъ для изготовленія тончайшихъ шлифовъ изъ животныхъ или растительныхъ тканей.

Миндальный камень. Пузырчатая вулканическая порода, миндалевидныя или шарообразныя полости которой позднѣе заполнены были минеральными выдѣленіями.

Монофилетическіе организмы. Такъ называются въ біологіи организмы, принадлежащіе къ одному стволу.

Молдавитъ. Стекловидная метеорная масса, особенно часто встрѣчающаяся въ Молдавіи.

Моногенные вулканы. Такъ называются вулканы, образовавшіеся сразу, въ продолженіе одного изверженія.

Морена. Масса продуктовъ вывѣтриванія, перенесенная на движущихся ледникахъ или въ нихъ.

Мощность. Мощностью пласта называется измѣренное по перпендикуляру разстояніе между поверхностями, ограничивающими пластъ. На рис. 3 мощность изображена отрѣзкомъ а—в.

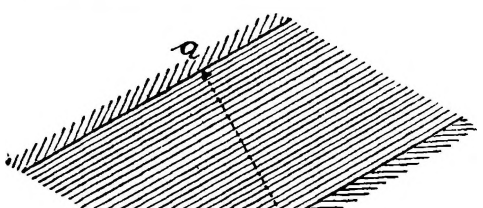


Рис. 3.

Мофеты. Каналы въ области вулкана, черезъ которые еще долго послѣ вулканическаго изверженія выходятъ газы.

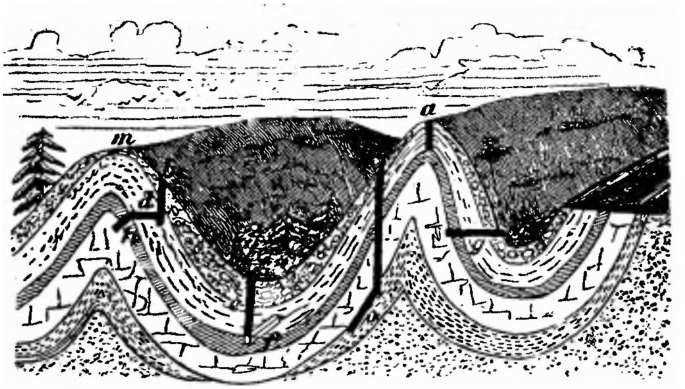


Рис. 4.

Мульда или **синклиналь.** Складка, обращенная выпуклостью внизъ (рис. 4).

Мутація. Такъ называется въ біологіи внезапно появляющаяся новая органическая форма.

Напластованіе или залеганіе. Напластованіемъ (или залеганіемъ) называется расположеніе пластовъ относительно другъ друга. Согласнымъ напластованіемъ называется такое напластованіе, при которомъ пласты расположены параллельно другъ другу. Несогласнымъ называется такое напластованіе, при которомъ пласты не параллельны между собою. На рис. 5 пласты *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, *h*, *i* напластованы между собою согласно, но несогласно съ пластами *j*, *k*, *l*, *m*, *n*, *o*, *p*.

Нарушеніе. См. «Дислокація».

Нектонъ. Нектономъ называются тѣ живущіе въ водѣ организмы, которые перемѣщаются въ ней активно, самопроизвольно, въ отличіе отъ планктона, организмовъ, пассивно перемѣщающихся, т. е. переносимыхъ теченіемъ воды.

Нутація. Колебаніе земной оси около средняго положенія; періодъ этого колебанія составляетъ 18 лѣтъ.

Ньюредъ. (New Red). Пермскіе и тріасовые красные песчаники въ Англіи.

Области, лишенныя стока. См. «безсточныя области».

Ольдредъ. (Old Red). Мощныя красныя отложенія песчаниковъ девонскаго періода на сѣверѣ Европы.

Онтологизмъ, или **онтологическій методъ**,—см. «актуализмъ».

Оолитъ. Слоистая, химически выдѣленная порода, состоящая изъ круглыхъ, скорлуповатаго сложенія, зернышекъ извести или соединеній желѣза.

Органогенныя породы. Породы, сложенныя организмами, какъ, напримѣръ, рифовые известняки, каменный уголь.

Основныя породы. Бѣдныя кремнеземомъ, богатыя желѣзомъ вулканическія или плутоническія породы.

Палласитъ. Метеоритъ, представляющій переходъ между каменнымъ и желѣзнымъ метеоритомъ.

Пелагическій. Морской, относящійся къ открытому морю.

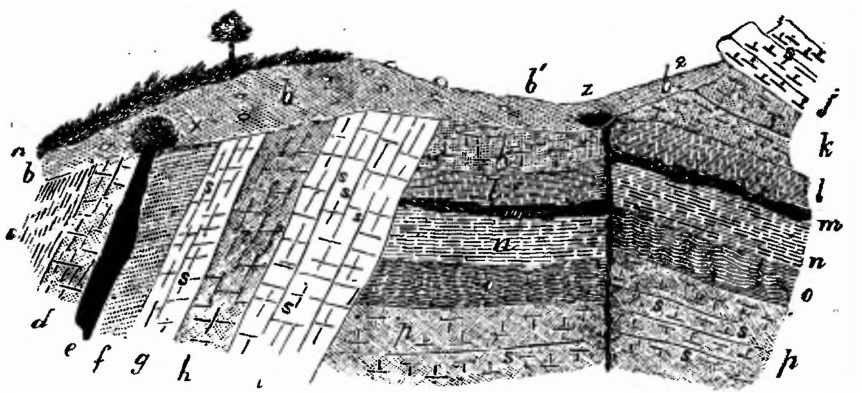


Рис. 5.

Пегматитъ. Крупнокристаллическій жильный гранитъ, въ которомъ ортоклазъ правильно проросъ кварцемъ, благодаря чему въ изломѣ получаются фигуры, напоминающія еврейскія письмена.

Переслаиваніе. Поочередное наслаиваніе разнородныхъ слоевъ другъ надъ другомъ.

Петрографія. Наука о минералогическомъ строеніи породъ въ связи со способомъ образованія.

Пермокарбонъ. Совокупность породъ каменноугольнаго и пермскаго періодовъ; также эпоха, обнимающая каменноугольный и пермскій періоды.

Пиросфера (отъ греч. «пир»—огонь и «сфайра»—шаръ). Раскаленное ядро земного шара.

Планктонъ. См. «Нектонъ».

Плутоническія породы. См. «глубинныя породы».

Плутоническіе процессы. См. «глубинные процессы».

Плейстосейстовая область. Область, подвергшаяся наибольшему разрушенію при землетрясеніи.

Полихромовые минералы, породы. Многоцвѣтные минералы, породы.

Полигенные вулканы. Такъ называются вулканы, которые, въ отличіе отъ моногенныхъ, образовались не сразу, не въ результатѣ одного извержения, а на протяженіи многихъ изверженій, раздѣленныхъ между собою во времени.

Профиль. Вертикальный разрѣзъ черезъ извѣстный участокъ земной коры,—разрѣзъ составленный на основаніи поверхностныхъ обнаженій или подземныхъ выработокъ.

Псевдопланктонъ. Лжепланктонъ, переносимыя водою части морскихъ животныхъ и растеній, живущихъ собственно на днѣ, прикрѣпленными.

Псевдоморфоза. Минералъ или минеральная масса, встрѣчающаяся въ кристаллическихъ формахъ другого минерала.

Пѣнистый известнякъ (пѣнистый камень). Твердыя, пористыя (оолитовыя) известковыя банки въ верхнемъ отдѣлѣ нижняго раковиннаго известняка, часто богатыя каменными ядрами, а также отпечатками двухстворчатыхъ и улитокъ.

Регрессія. Отступаніе моря, въ результатѣ чего извѣстныя части его присоединяются къ материку.

Реликтовая фауна, или **реликтовая флора.** Такіе организмы, сородичи которыхъ уже вымерли, и которые сохранились въ живыхъ, благодаря тому, что остались внѣ дѣйствія тѣхъ условій, подъ вліяніемъ которыхъ вымерли ихъ сородичи. Такіе организмы попадаются на уединенныхъ островахъ или въ тихихъ бухтахъ, лишенныхъ открытаго сообщенія съ океаномъ.

Руководящія окаменѣлости (или руководящія ископаемыя). Органическіе остатки, которые являются характерными только для одного періода, и по которымъ, слѣдовательно, можно опредѣлить возрастъ породъ.

Сбросъ. Когда нарушеніе залеганія породъ сопровождается разрывомъ, и одна часть перемѣщается относительно другой, то образуется сбросъ.

Свита жилъ. Система жилъ, большей частью, параллельныхъ между собою.

Секреція. Въ противоположность къ конкреціи, которая растетъ по направленію изнутри наружу, секреціей называютъ ассоціацію минераловъ, возникающую въ пустотахъ породъ, наростая снаружи внутрь (друза и т. п.).

Серицитъ. Зеленые листочки каліевой слюды, отличающіеся сильнымъ блескомъ.

Серпентинъ. Соединеніе окиси магнія и кремнекислоты; въ кристаллическихъ сланцахъ встрѣчаются цѣлыя жилы или залежи серпентина.

Сессильный. Прикрѣпленный къ мѣсту.

Сидеритъ. Желѣзный метеоритъ.

Синклиналь. См. «Мульда».

Симбіозъ. Сожительство.

Сифонъ. Трубка, проходящая черезъ многокамерную раковину головоногаго.

Складка. Когда нѣкоторыя части земной коры опускаются, то онѣ производятъ боковое давленіе на окружающія породы, выпирая ихъ вверхъ,—возникаютъ складки. Складки бываютъ антиклинальныя и синклинальныя (см. соотвѣтствующія слова).

Сланцеватость. Способность породы (подвергшейся образованію складокъ) раскалываться на параллельныя плиты, которыя обычно пересѣкаются направленіемъ слоистости.

Слоистость. Раздѣленіе породы, образовавшейся подъ водою, параллельными, первоначально, большей частью, горизонтальными, швами на слои или банки. Не есть хорошо слоистые вулканическіе туфы, образовавшіеся не подъ водою, равно какъ встрѣчаются неслоистые осадочные известняки, а также залежи соли и гипса.

Смѣшанная жила. Жильная трещина, заполненная симметрическими зонами различныхъ породъ.

Согласное напластованіе, или **залеганіе.** См. «напластованіе».

Стратиграфія. Ученіе о порядкѣ расположенія породъ въ земной корѣ.

Структура. Строеніе.

Сутурная линія. См. «Лопастная линія».

Сѣдло. См. «антиклиналь».

Талассическія области. Области окраинныхъ частей мірового моря.

Тектоника. Геологическое строеніе той или иной части земной коры.

Тектоническіе процессы. Такъ называются процессы, связанные съ измѣненіемъ залеганія и взаимнаго расположенія породъ, слагающихъ земную кору,—процессы, влекущіе за собою дислокацію отдѣльныхъ частей относительно другъ друга.

Тектоническія линіи. Линіи, по которымъ происходитъ нарушеніе относительнаго расположенія частей земной коры.

Теллурическій (отъ латин. «tellus»—земля). Относящійся къ землѣ.

Термопластическое измѣненіе. Измѣненіе, обусловленное высокой температурой и давленіемъ.

Тифоническіе процессы. Процессы, совершающіеся въ самыхъ глубокихъ частяхъ литосферы.

Трансгрессивное напластованіе. Трансгрессивнымъ называютъ такое напластованіе, при которомъ породы опредѣленнаго возраста залегаютъ на болѣе древнихъ породахъ различнаго возраста; напримѣръ, тріасовыя отложенія на силурійскихъ и кембрійскихъ. Такое напластованіе называется также переметнымъ.

Трансгрессія. Наступаніе моря и затопленіе имъ материковыхъ областей.

Траппъ. Темная, базальтовидная порода.

Трассъ. Трахитовый, неслоистый туфъ.

Трахитовыя породы. Такъ называются породы, носящія ясные слѣды поверхностнаго изліянія и быстраго остыванія; характернымъ для этихъ породъ является присутствіе аморфныхъ частицъ въ основныхъ массахъ, а также включеніе стекла въ выдѣленіяхъ. Полевой шпатъ встрѣчается, главнымъ образомъ, въ формѣ стекловиднаго санидина. Трахитовыя породы развиты преимущественно въ новѣйшихъ отложеніяхъ.

Туфы. Слоистыя или неслоистыя породы, образовавшіяся путемъ сцементированія вулканическаго пепла.

Унгулитовый песчаникъ. Кембрійскіе песчаники Прибалтійскаго края съ раковиной Obolus Apollinis.

Фація. Совокупность общихъ характерныхъ признаковъ одновременно образовавшихся породъ.

Филлитъ. Сѣрая до сине-черной, мелкокристаллическая, не содержащая окамѣнелостей порода.

Филогенія. Родословная исторія происхожденія какой-нибудь группы организмовъ.

Фирнъ. Зернистый снѣгъ въ области скопленія глетчеровъ.

Фитогеографическій. Относящійся къ географическому распространенію растеній.

Фитогеновая порода. Порода, сложенная растеніями.

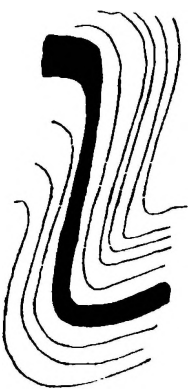


Рис. 6.

Флексура. Односторонняя складка (см. рис. 6).

Флецъ. Слой, пластъ.

Флуидальная структура. Неправильная, ленточная структура, возникающая въ томъ случаѣ, когда порода затвердѣваетъ изъ текучаго потока лавы, во время движенія; эта структура отражаетъ на себѣ теченіе лавоваго потока.

Фонолитъ (отъ греч. «фонос»—звукъ и «литос»—камень). Темно-сѣрая или зеленочерная плотная вулканическая порода, состоящая изъ кристалликовъ санидина, нефелина, авгита, лейцита съ гаюиномъ, магнетитомъ и санидиновыми табличками, иногда обусловливающими тонкослоистую отдѣльность; подъ молотомъ порода издаетъ звонкій звукъ, чѣмъ и объясняется ея названіе.

Хондры. Узловатыя выдѣленія (шарики) въ каменныхъ метеоритахъ.

Хондритъ. Каменный метеоритъ.

Шальштейнъ. Сцементированный пепелъ діабазовыхъ извержений.

Шаррьяжъ (отъ французскаго «charriage»—волоченіе). Подъ шаррьяжемъ подразумѣваютъ совокупность явленій относительнаго перемѣщенія, подъ вліяніемъ бокового давленія, частей земной коры, надвигающихся одна на другую, образуя перекрытія. Ученіе о шаррьяжѣ возникло относительно недавно и далеко не можетъ считаться законченнымъ. Да и само понятіе «шаррьяжъ» не представляется вполнѣ опредѣленнымъ: различные авторы употребляютъ его въ не вполнѣ тождественныхъ значеніяхъ.

Шлиры. Части раствора, расплавленной массы, жидкой или полужидкой смѣси, неоднородныя по составу или консистенціи.

Эволютныя раковины. Аммонитовыя раковины, у которыхъ въ отличіе отъ инволютныхъ, сбоку видны всѣ завитки.

Эвригалинные организмы. Такъ называются организмы, легко переносящіе сильное измѣненіе содержанія солей въ водѣ.

Эвстатическое измѣненіе уровня моря. Эвстатическимъ Зюссъ назвалъ такое измѣненіе уровня моря, которое распространяется на всю его поверхность; напримѣръ, повышеніе уровня вслѣдствіе вытѣсненія воды матеріаломъ, приносимымъ въ море рѣками, или пониженіе уровня, вслѣдствіе присоединенія вновь образовавшагося морского бассейна.

Экзогенные процессы. Процессы, обусловленные дѣйствіемъ внѣшнихъ силъ, въ отличіе отъ эндогенныхъ процессовъ, происхожденіемъ своимъ обязанныхъ внутренней теплотѣ земли.

Экзарація. Дѣятельность (снесеніе продуктовъ вывѣтриванія) текучаго льда (глетчеровъ).

Эндогенные процессы. Процессы, обусловленные дѣйствіемъ причинъ, коренящихся въ нѣдрахъ земли, въ частности внутренней теплотой земли. Напр., вулканическіе процессы, сейсмическіе и т. п.

Эндемическіе организмы. Организмы мѣстнаго происхожденія въ отличіе отъ организмовъ, очутившихся въ данной мѣстности, благодаря переселенію.

Эолиты. Такъ называются камни, находимые въ додилювіальныхъ (доледниковыхъ) и дилювіальныхъ отложеніяхъ, бывшіе, поводимому, въ употребленіи въ качествѣ инструментовъ у человѣкоподобныхъ обезьянъ или же у первобытнаго человѣка.

Эоловые процессы. Процессы, связанные съ дѣйствіемъ вѣтра.

Эпигенетическій. Происшедшій позднѣе.

Эпицентръ. Мѣсто на земной поверхности, расположенное надъ гипоцентромъ землетрясенія (мѣсто, лежащее на радіусѣ земного шара, проведенномъ черезъ гипоцентръ).

Эрратическіе валуны. Валуны, перенесенные глетчерами.

Эрозія. Перенесеніе продуктовъ вывѣтриванія силою текучей воды.

Эруптоза. Газообразныя и жидкія массы, поднимающіяся на поверхность изъ внутренности земного шара.

Эруптивныя породы. Породы изверженнаго, вулканическаго происхожденія.

Эруптивные процессы. Процессы изверженія.

Ювенилевыя воды (отъ лат. «juvenis»—юноша). Такъ называются воды, которыя появились на земной поверхности изъ внутренности земли при вулканическихъ изверженіяхъ впервые.

Важнѣйшіе химическіе элементы, составляющіе земную кору

до глубины 10 километровъ, включая и воду морей (7%), а также атмосферу (0,003%).

(По *Кларку* и *Фогту*).

		Содержаніе въ процентахъ
Кислородъ	*O*	50
Кремній	*Si*	26,20
Алюминій	*Al*	7,44
Желѣзо	*Fe*	4,15
Кальцій	*Ca*	3,19
Натрій	*Na*	2,43
Магній	*Mg*	2,30
Калій	*K*	2,27
Водородъ	*H*	0,90
Титанъ	*Ti*	0,399
Хлоръ	*Cl*	0,21
Углеродъ	*C*	0,13
Сѣра	*S*	0,108
Фосфоръ	*P*	0,102
Барій	*Ba*	0,082
Марганецъ	*Mn*	0,078

Каждый изъ остальныхъ элементовъ составляетъ менѣе 0,05%.

Проф. І. Вальтеръ

ИСТОРІЯ
ЗЕМЛИ и ЖИЗНИ

1. Свойства земли.

Неудержимо протекаетъ передъ нами процессъ мірового развитія. Если по вечерамъ надъ нами сверкаетъ, повидимому, одно и то же звѣздное небо, то звѣзды, все же, мѣняютъ свое положеніе: никогда не группируются онѣ въ прежнемъ порядкѣ; каждый день надъ нами проносятся новыя тучи, новыя капли воды протекаютъ въ нашихъ рѣкахъ, и ландшафтъ облачается все въ новыя и новыя одѣянія.

Наши чувства не изощрены настолько, чтобы слѣдить за всѣми дѣйствующими здѣсь таинственными силами и уловить всѣ ихъ не проходящія безслѣдно проявленія. Что земля подвержена постояннымъ измѣненіямъ, становится яснымъ каждому только тогда, когда проявленія эти выступаютъ въ грандіозномъ масштабѣ,—въ видѣ-ли ливней, опустошающихъ цѣлыя области, горнаго обвала, измѣняющаго очертанія горы, въ видѣ-ли землетрясенія, бороздящаго почву сѣтью расщелинъ, или же въ видѣ новаго вулканическаго изверженія.

Но какъ только мы станемъ на геологическую точку зрѣнія, изощримъ наши чувства, взглянемъ за предѣлы человѣческой жизни и всмотримся вглубь вѣковъ и тысячелѣтій,—тогда и ничтожныя, обыкновенно незамѣтныя, явленія сцѣпляются въ длинную цѣпь, тогда настоящее представляется не болѣе, какъ мимолетнымъ мгновеніемъ въ послѣдовательномъ ряду вѣковъ, а ничтожныя проявленія слабыхъ силъ складываются въ грандіозные перевороты.

Когда мы убѣдимся въ томъ, что геологическія измѣненія настоящаго представляютъ лишь отголоски подобныхъ же явленій, совершавшихся на нашей планетѣ тысячи и милліоны лѣтъ назадъ,—тогда передъ нами вырисуется новая картина міра. Современное состояніе земли покажется намъ послѣдней преходящей фазой длительнаго процесса развитія. Мы вперимъ нашъ взоръ въ глубокія дали безграничнаго прошлаго и проникнемся желаніемъ прослѣдить шагъ за шагомъ былыя состоянія земли.

Среди вопросовъ, занимавшихъ умы мыслящихъ людей, не найдется, пожалуй, ни одного, который поднимался бы такъ часто и рѣшался бы столь разнообразно, какъ вопросъ о первоначальномъ состояніи и прошломъ земного шара. На этотъ вѣчный вопросъ пытались дать отвѣтъ библейское повѣствованіе о сотвореніи міра, космогоніи грековъ и римлянъ, равнымъ образомъ—священныя сказанія дикихъ народовъ. Современное естествознаніе стремится разрѣшить эту древнюю проблему точными методами изслѣдованія.

Цѣлый рядъ естественно-научныхъ дисциплинъ принимаетъ участіе въ этой работѣ. Астрономія и геологія, минералогія, физика и химія, физіологія, зоологія и ботаника, океанографія и метеорологія раздѣляютъ между собою эту многогранную задачу. И если геологія среди своихъ сестеръ имѣетъ преимущественное право заниматься этими вопросами, то, все же, и ея силы заключены въ извѣстныя границы, внѣ которыхъ ей приходится обращаться за совѣтами къ другимъ наукамъ. Критически, подъ угломъ зрѣнія геолога, разсмотрѣть все то, что изслѣдовано этими дисциплинами, и соединить въ одну общую картину съ собственно геологическими фактами—такова задача настоящей книги.

Подобно тому, какъ исторія рода человѣческаго тѣмъ яснѣе для насъ, чѣмъ ближе къ настоящему времени данныя событія, а факты ея становятся тѣмъ скуднѣе и сомнительнѣе, чѣмъ болѣе мы приближаемся къ начальнымъ стадіямъ человѣческой культуры,—точно такъ же и геологическіе факты тѣмъ многочисленнѣе, и тѣмъ отчетливѣе запечатлѣны на камнѣ, чѣмъ ближе они къ геологически новому времени. Но когда мы принимаемся за изслѣдованіе древнѣйшихъ состояній нашей планеты, мы наталкиваемся на скудость документовъ, разобрать которые становится затруднительнымъ, и содержаніе которыхъ обнаруживаетъ большіе пробѣлы.

Исторія человѣческаго рода распадается на два болѣшихъ отдѣла. Въ древнѣйшее, такъ называемое доисторическое время, человѣкъ пріобрѣлъ самыя главныя свои особенности: прямую походку, членораздѣльную рѣчь, искусство добывать огонь и приготовлять орудія производства, равно какъ выработалъ первыя формы общежитія. Но эти основные и величайшіе шаги его развитія окутаны таинственнымъ мракомъ, разсѣять который пытается только шаткая гипотеза. И только вступая въ такъ называемое „историческое время“, изслѣдователь-историкъ встрѣчаетъ подъ ногами твердую почву.

Точно такъ же и исторія земли распадается на два отдѣла: они неодинаковы какъ по своей продолжительности, такъ и по надежности и точности изслѣдованія, но представляютъ одинаковый интересъ. „Историческому времени“ историка соотвѣтствуетъ область исторической геологіи. Здѣсь со всѣхъ сторонъ къ намъ притекаетъ несмѣтное количество документовъ. Намъ остается только расположить ихъ въ хронологическомъ порядкѣ и затѣмъ внимательно прочитать. Слой за слоемъ, подобно листамъ лѣтописи, мы разбираемъ пласты, содержащіе окаменѣлости, и находимъ начертанными на нихъ: границы нѣкогда существовавшихъ морей, песчаныя области былыхъ пустынь, устья гигантскихъ рѣкъ, направленіе величайшихъ горныхъ цѣпей и распредѣленіе давно потухшихъ вулкановъ. Мы въ состояніи очертить границы ботаническихъ (фитогеографическихъ) и зоогеографическихъ провинцій древнѣйшихъ періодовъ, наблюдать переселенія (миграцію) животныхъ и измѣненія ихъ формъ.

Но чѣмъ далѣе мы погружаемся въ глубь временъ, тѣмъ скуднѣе становятся документы; мы постепенно выходимъ за границы исторической геологіи и вступаемъ въ область до-историческаго періода жизни земли.

Въ тѣ отдаленныя времена наша планета пріобрѣла свои важнѣйшія особенности, но ощупью бродимъ мы въ сумеркахъ предвѣч-

ныхъ временъ, руководясь ненадежными методами, большіе пробѣлы прерываютъ послѣдовательность наблюденій, наши заключенія мы строимъ на разрозненныхъ фактахъ, и заключенія эти держатся или рушатся вмѣстѣ съ опредѣленными предположеніями. Несмотря на это, мы, все же, попытаемся включить въ кругъ нашего изученія и эти древнѣйшіе періоды жизни нашей планеты. Намъ нужно только имѣть въ виду, что каждый день можетъ принести открытіе, которое разрушитъ то, что до сихъ поръ казалось твердо установленнымъ, и тогда мы избѣгнемъ опасности принимать вѣроятное за непреложное или считать нѣкоторыя изъ приведенныхъ здѣсь предположеній научно установленными фактами.

Но прежде чѣмъ приступить къ изслѣдованію этихъ древнѣйшихъ періодовъ нашей планеты, разсмотримъ землю въ современномъ ея состояніи,—не съ точки зрѣнія одного изъ ея обитателей, связаннаго съ нею всѣми своими судьбами и склоннаго считать ее центромъ мірозданія, а съ точки зрѣнія естествоиспытателя, направляющаго свой взоръ изъ отдаленнаго мірового пространства въ ту часть небеснаго свода, гдѣ находится наша солнечная система.

Такой наблюдатель увидитъ передъ собою часть звѣзднаго неба, усѣяннаго такими же свѣтящимися точками, какія украшаютъ и любую другую часть небеснаго свода. Невооруженнымъ глазомъ онъ различитъ звѣзды отъ первой до седьмой величины, но телескопъ покажетъ ему еще безчисленное множество слабо свѣтящихся звѣздъ.

Одной изъ среднихъ по яркости звѣздъ представится наше солнце. Желтый свѣтъ его будетъ, вѣроятно, уступать по силѣ нѣкоторымъ бѣлымъ звѣздамъ, и у наблюдателя едва ли будетъ какое-нибудь основаніе выбрать именно эту звѣзду предметомъ особаго изученія. Еще труднѣе допустить, чтобы ему пришло въ голову обратить вниманіе на темную звѣзду, въ 1.280.000 разъ меньшую, совершающую вокругъ далекаго солнца оборотъ въ 365 дней. Между тѣмъ, эта исчезающе малая звѣздочка представляетъ нашъ міръ, нашъ универсумъ, и для большинства людей составляетъ исходный пунктъ и центръ ихъ чувствованій и мышленія.

Посмотримъ теперь, какія существенныя и наиболѣе бросающіяся въ глаза свойства установитъ нашъ наблюдатель на этой незамѣтной звѣздочкѣ, приближаясь къ ней все болѣе и болѣе.

Самой важной особенностью нашей земли въ современномъ ея видѣ является ея шарообразная форма. Правда, утонченными методами удалось установить, что поверхность земли не представляетъ правильной шаровой поверхности, а имѣетъ довольно неправильную форму такъ называемаго геоида, не только сплющеннаго у полюсовъ, но представляющаго неправильности и въ другихъ направленіяхъ; но для нашихъ наблюденій эти отступленія отъ правильной шаровой поверхности (геоидныя деформаціи) не играютъ замѣтной роли.

При взглядѣ на такъ называемую карту земли или на глобусъ намъ прежде всего бросаются въ глаза градусная сѣть, линіи пароходныхъ рейсовъ и телеграфныхъ кабелей, сѣть желѣзныхъ дорогъ, пестрыя границы государствъ и города. Всѣ эти, для насъ, людей, столь важныя, вещи покажутся естествоиспытателю, впервые посѣщающему нашу землю, весьма неважными. Если на глобусѣ діаметромъ въ 60 сантиметровъ экваторъ изображенъ линіей толщиною въ 0,1 мил-

лиметра, то такая линія черной лентой покрываетъ на немъ пространство въ 20 километровъ шириною; если Берлинъ обозначенъ кружкомъ діаметромъ въ 1 миллиметръ, то занимаемая этимъ кружкомъ поверхность разъ въ 50 больше того мѣста, какое дѣйствительно соотвѣтствуетъ на глобусѣ столицѣ Германіи. Точно также преувеличены на нашихъ картахъ ширина рѣкъ, размѣры горъ и многія другія подробности.

Итакъ, не обращая вниманія на эти, для насъ, уроженцевъ земли, столь важныя, вещи, нашъ наблюдатель прежде всего установитъ тотъ фактъ, что наша земля есть гладкій вращающійся шаръ. Правда, мы знаемъ, что полярный діаметръ земли нѣсколько короче экваторіальнаго, что на землѣ возвышаются горы высотой до 8800 метровъ, а въ океанахъ встрѣчаются глубины до 9500,—но эти отступленія отъ шарообразной формы весьма незначительны.

На глобусѣ діаметромъ въ ростъ человѣка разность между экваторіальной и полярной осями равна 5 миллиметрамъ; самая высокая гора представится выступомъ въ $1^1/_2$ миллиметра надъ поверхностью нормальнаго шара, тогда какъ величайшія морскія впадины предстаявятся углубленіями въ $1^1/_3$ миллиметра. Долина рѣки Колорадо въ Аризонѣ рис. 1), глубиною до 2000 метровъ, представится царапиной глубиною въ $^1/_4$ миллиметра. Разность въ высотахъ высочайшей горы и глубочайшей океанической впадины выразится на глобусѣ величиною въ 2,5 миллиметра

Еще менѣе значительной окажется разность между средней высотой континентовъ въ 700 метровъ и средней глубиной океановъ въ 3500 метровъ. На глобусѣ діаметромъ въ ростъ человѣка эта разность выразится 0,5 mm.,—такъ тонка та водная оболочка, которую мы называемъ „міровымъ океаномъ“.

Снаружи земной шаръ окруженъ а т м о с ф е р о й, плотность которой уменьшается по направленію снизу вверхъ, и которая, вѣроятно, безъ рѣзкихъ границъ переходитъ въ лишенное воздуха міровое пространство. Поэтому, очень трудно точно опредѣлить высоту атмосферы; ее можно принять равной 200 километрамъ, и на нашемъ глобусѣ она можетъ быть представлена величиной въ 25 миллиметровъ.

Міровой океанъ тоже образуетъ замкнутую оболочку вокругъ всего земного шара, но оболочка эта часто прерывается большими пробѣлами, которые мы называемъ континентами и островами. 28% земной поверхности принадлежатъ сушѣ, а 72% составляютъ поверхность г и д р о с ф е р ы. Большіе континенты окружены болѣе или менѣе обширнымъ береговымъ поясомъ, за которымъ оканчивается континентальный массивъ и начинается откосъ къ глубокому морю. Эту область мелкаго моря называютъ областью к о н т и н е н т а л ь н о й с т у п е н и[1]; (к о н т и н е н т а л ь н о й т е р р а с о й); можно показать, что она возникаетъ отъ совокупнаго дѣйствія прибоя волнъ и впадающихъ въ море рѣкъ.

Далеко вглубь материковъ проникаетъ вліяніе моря. Широко развѣтвляющаяся сѣть водяныхъ нитей въ видѣ ручейковъ, рѣкъ, потоковъ, озеръ, глетчеровъ и снѣжныхъ покрововъ прорѣзываетъ континентъ, такъ что отношеніе поверхности суши къ поверхности водной оболочки выражается для первой въ еще менѣе благопріятныхъ цыфрахъ.

Обозрѣвая морскія глубины, мы приходимъ къ заключенію, что современные океаны не представляютъ плоскихъ чашъ, глубина кото-

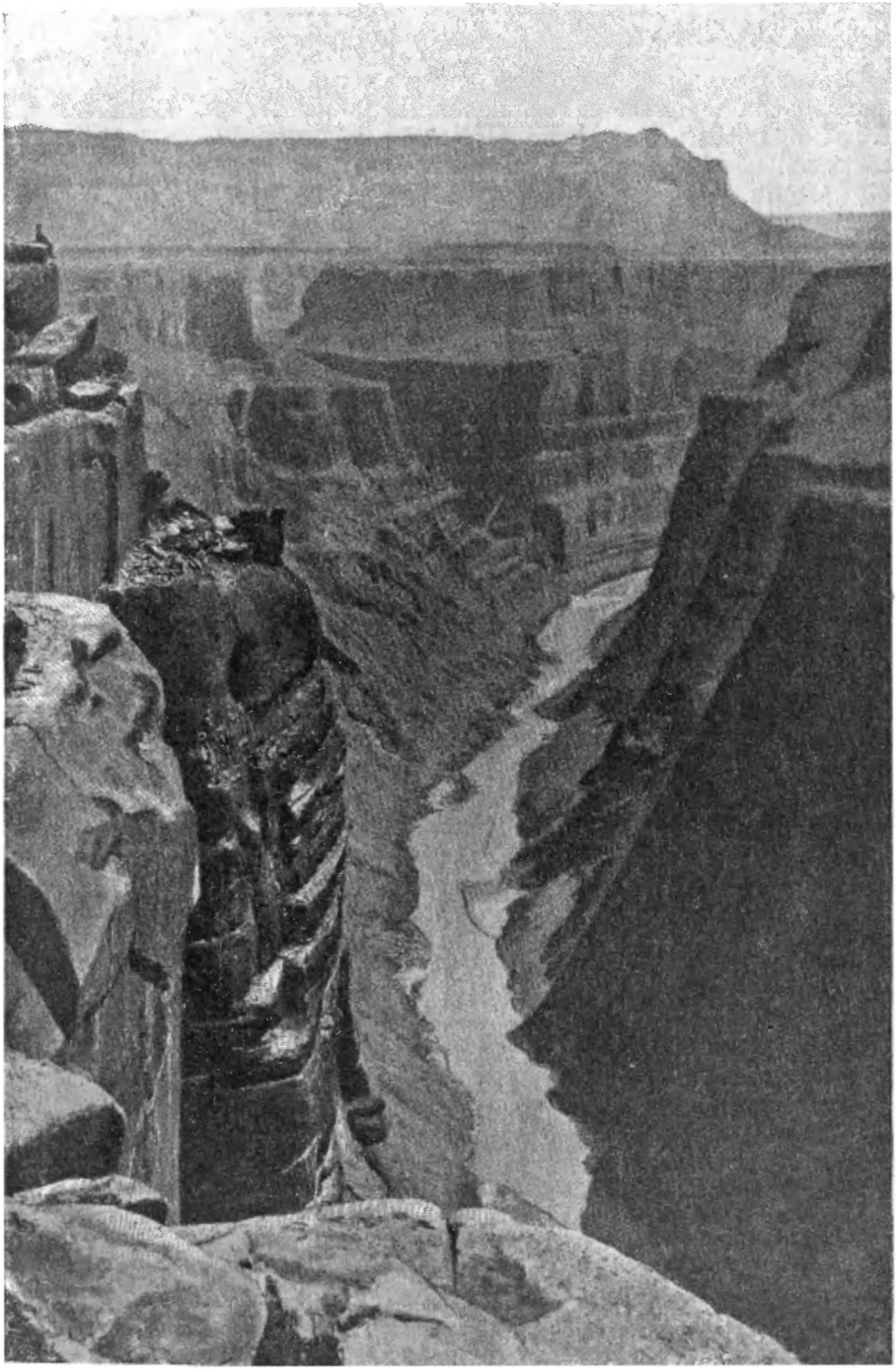


Рис. 1. Каньонъ рѣки Колорадо.

рыхъ увеличивается отъ материка къ центру: часто наибольшія морскія глубины расположены вблизи острововъ или материковъ. Глубина Тускарорской впадины близъ Курильскихъ острововъ составляетъ 8512 метровъ, а Кермадекской, къ сѣверу отъ Новой Зеландіи,—9528 метровъ.

Въ настоящее время около двухъ третей поверхности земли принадлежатъ лишеннымъ свѣта, холоднымъ, какъ ледъ, областямъ глубокаго моря. Но это отношеніе не всегда было такимъ: оно получилось лишь, какъ результатъ развитія земли на протяженіи геологической исторіи.

Мы привыкли каждую карту, каждый глобусъ ориентировать относительно оси вращенія земли, и потому не можемъ вполнѣ правильно оцѣнить распредѣленіе суши и воды на земномъ шарѣ. Но если мы мысленно снимемъ глобусъ съ подставки, чтобы разсмотрѣть его со всѣхъ сторонъ, то сразу увидимъ (рис. 2), что существуетъ не пять океановъ, а одно общее міровое море, центръ котораго находится въ южной части Тихаго океана, и что отсюда, устремляясь на сѣверъ, отходятъ большіе и малые заливы, раздѣляющіе большіе материки и омывающіе ихъ со всѣхъ сторонъ.

Только озера и рѣчныя системы областей, лишенныхъ стока къ океану, вполнѣ разобщены отъ него; одна пятая часть всей современной суши принадлежитъ этимъ бѣднымъ атмосферными осадками пустынямъ и степнымъ пространствамъ.

Міровое море подвержено постоянному движенію.

Приливъ и отливъ измѣняютъ береговую линію, вѣтеръ и буря производятъ могущественныя волны, пассаты порождаютъ поверхностныя теченія, а различіе температуръ вызываетъ медленное, едва замѣтное, движеніе въ болѣе глубокихъ слояхъ воды. Солнечная теплота вызываетъ испареніе воды на поверхности моря, вода поднимается вверхъ, въ атмосферу, снова падаетъ внизъ въ видѣ дождя и снѣга, а избытокъ воды на сушѣ изъ устьевъ большихъ рѣкъ стекаетъ обратно въ океанъ. Мы видимъ, что гидросфера постоянно мѣняется; можно было бы, однако, полагать, что большіе контуры морскихъ бассейновъ остаются неизмѣнными.

Но если мы обратимся къ отдаленному прошлому, то увидимъ, напримѣръ, при Баяхъ, римскія постройки, находящіяся на нѣсколько метровъ ниже уровня моря, а на скалистыхъ берегахъ острова Капри, на высотѣ 200 метровъ,—отчетливые знаки прежней береговой линіи. Такимъ образомъ, и океанъ представляется царствомъ непостоянства, подверженнымъ вѣчнымъ измѣненіямъ, царствомъ, границы котораго столь же измѣнчивы, какъ и его волны.

Подъ атмосферой и гидросферой мы находимъ третью оболочку, окружающую земной шаръ. Если мы на одинъ моментъ освободимся отъ представленія, что лѣсъ состоитъ изъ тысячъ отдѣльныхъ деревьевъ, коралловый рифъ—изъ милліоновъ отдѣльныхъ животныхъ, то сможемъ разсматривать эту, покрытую животной и растительной жизнью, поверхность, какъ однородный, хотя и съ большими пробѣлами, слой живой субстанціи, какъ біосферу. Эта сфера пестрымъ ковромъ разстилается по сушѣ и по дну морскому; она принимаетъ до прихотливости разнообразныя формы, какъ тундра, лѣсъ, болото, дебри, каралловый рифъ, скопище рыбъ, стадо животныхъ, — но вездѣ состоитъ изъ живыхъ организмовъ, которые

растутъ другъ возлѣ друга, часто тѣсно сплотившись, размножаются и умираютъ. Начиная съ высотъ Тибетскаго плоскорья и кончая населенными губками глубинами моря, кишитъ этотъ многообразный міръ организмовъ. Если организмы заимствуютъ пищу, большей частью, изъ атмосферы и гидросферы, то послѣ своей смерти они оставляютъ неисчезающіе остатки въ видѣ известковыхъ банокъ, залежей каменнаго угля или скопленія костей.

Познакомившись съ тремя верхними оболочками земного шара, перейдемъ къ твердой оболочкѣ земли—литосферѣ. Что она состоитъ изъ болѣе или менѣе твердыхъ породъ, слагая горы и долины, этому учитъ насъ повседневный опытъ. Особенный интересъ для насъ представляетъ вопросъ, до какой глубины простирается этотъ крѣпкій, твердый фундаментъ.

Величественное ущелье Колорадо въ Африкѣ (рис. 1) простирается до глубины въ 2000 метровъ, и его крутыя стѣны до самаго

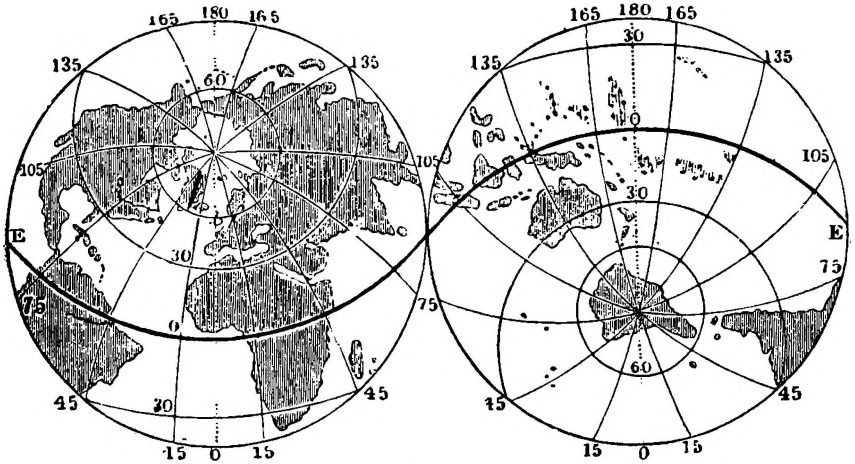


Рис. 2. Материковое и водное полушарія. (*E*—*E* отмѣчаетъ положеніе экватора).

основанія состоятъ изъ твердыхъ породъ. Послѣ этого насъ не поразитъ то обстоятельство, что самая глубокая шахта одного изъ рудниковъ Сѣверной Америки на глубинѣ 1.388 метровъ упирается въ крѣпкія породы. Крѣпкія породы встрѣтила также глубочайшая буровая скважина въ мірѣ при Парушовицѣ въ Верхней Силезіи. Температура близъ поверхности равняется 12° С.; на глубинѣ же 2.003 метровъ она поднимается до 69,3°.

Подобное повышеніе температуры съ глубиною можно наблюдать повсюду; въ среднемъ температура повышается на 1° С. при возрастаніи глубины земли на 33 метра,—мы неизбѣжно приходимъ къ заключенію, что подъ твердой холодной корой земной находится нагрѣтая зона, температура которой повышается по мѣрѣ приближенія къ центру земли; эту зону мы называемъ раскаленнымъ ядромъ земли, или пиросферой. Простое вычисленіе показываетъ, что на глубинѣ 50—75 километровъ подъ нашими ногами господствуетъ температура около 1.500° С.

Вводя въ плавильную печь, нагрѣтую до 1500° С., гранитъ, базальтъ или какую-нибудь другую породу, мы видимъ, что они не

только принимаютъ температуру печи, но и начинаютъ плавиться превращаясь въ вязкую жидкость. При вулканическихъ изверженіяхъ на поверхность, дѣйствительно, вырывается раскаленная расплавленная масса (магма), застывающая затѣмъ въ видѣ лавы.

Отсюда сдѣлали выводъ, что и внутренность земли наполнена подвижной жидкостью. Но астрономическіе факты, вообще говоря, противорѣчатъ подобному допущенію. Земной шаръ, какъ цѣлое, относится къ своимъ космическимъ движеніямъ, какъ твердая неподвижная масса, совершенно такимъ же образомъ, какъ если бы онъ состоялъ изъ стали.

Это противорѣчіе не трудно, однако, устранить, если имѣть въ виду то, что нагрѣтая горная порода можетъ быть превращена въ жидкость лишь подъ незначительнымъ давленіемъ; если же съ увеличеніемъ температуры будемъ увеличивать и давленіе, то масса нагрѣвается, не плавясь; но достаточно немного уменьшить давленіе, и перегрѣтая масса тотчасъ же перейдетъ въ жидкое состояніе.

Пиросфера окружена непрерывной оболочкой литосферы; послѣдняя оказываетъ на внутреннее ядро земли столь сильное давленіе что ядро, несмотря на господствующую въ немъ высокую температуру, расплавиться въ цѣломъ не можетъ и имѣетъ видъ твердаго стальнаго шара. Но при уменьшеніи давленія раскаленное ядро готово сразу вырваться потокомъ расплавленной магмы.

Какія температуры господствуютъ въ ядрѣ земли,—объ этомъ можно дѣлать только предположенія. Одни геофизики допускаютъ температуру въ 5.000°, тогда какъ другіе вычисляютъ, что на днѣ шахты доведенной до центра земли, господствовала бы температура въ 32.000°

Были попытки составить сужденіе, на основаніи законовъ физики, и относительно аггрегатнаго состоянія земного ядра. Полагаютъ что подъ твердой земной корой находится газовый шаръ, что въ глубокихъ частяхъ его различные химическіе элементы существуютъ рядомъ въ изолированномъ состояніи, а выше, въ переходной области (области диссоціаціи), они попеременно то вступаютъ въ химическія соединенія, то снова разъединяются.

Что касается химическихъ свойствъ земного шара, то можно сказать лишь то, что тамъ преобладаютъ тяжелые элементы. Это явствуетъ изъ того, что удѣльный вѣсъ земли въ цѣломъ равняется 5,6 (приблизительно-удѣльному вѣсу магнитнаго желѣзняка), тогда какъ наиболѣе распространенныя въ земной корѣ породы обладаютъ удѣльнымъ вѣсомъ, приблизительно, въ 2,5.

Что массы въ земной корѣ, а также во внѣшней зонѣ пиросферы распредѣлены неравномѣрно, это доказываютъ результаты производившихся за послѣдніе годы наблюденій надъ качаніемъ маятника. Такъ подъ Альпами[3] земная кора легче настолько, насколько это соотвѣтствуетъ массѣ горныхъ породъ мощностью въ 1200 метровъ, а между озерами Гарда и Манги имѣется избытокъ массы въ 700 метровъ. Подъ Исполиновыми горами мы должны предполагать недостатокъ (дефектъ) массы въ 240 метровъ, а въ бассейнѣ Одера — избытокъ въ 350 метровъ. Если бы дальнѣйшія измѣренія подтвердили, что континентальныя области, вообще, легче областей глубокаго моря, то на основаніи этого можно было бы придти къ заключенію, что и локализація морей обусловлена мѣстнымъ стяженіемъ земной коры.

Что касается увеличенія плотности по направленію къ центру земли, то для установленія этого производились многократныя вычисленія, приведшія къ почти согласующимся между собою результатамъ. Плотность земли по

Радіусъ.	Вальтерсгаузену.	Лапласу.	Дж. Дарвину.
1	2,6	2,7	3,7
0,9	3,9	3,8	4,1
0,8	5,1	5,0	4,6
0,7	6,2	6,1	5,3
0,6	7,0	7,2	6,1
0,5	7,8	8,2	7,4
0,4	8,4	9,0	9,2
0,3	8,9	9,8	12,3
0,2	9,3	10,3	18,5
0,1	9,5	10,6	37,0
0	9,5	10,7	∞

На основаніи этого можно допустить, что на глубинѣ 1.000 километровъ покоится полый желѣзный шаръ (уд. вѣсъ 5—6), внутри котораго находятся болѣе тяжелые металлы. Но избытокъ чистаго желѣза въ земномъ ядрѣ невѣроятенъ, такъ какъ удѣльный вѣсъ ядра соотвѣтствуетъ, приблизительно, удѣльному вѣсу мѣди.

Мы видимъ, что земля состоитъ изъ пяти сферическихъ оболочекъ:

1. Атмосферы, или воздушной оболочки,
2. Гидросферы водной
3. Біосферы живой
4. Литосферы „ земной коры.
5. Пиросферы „ раскаленнаго ядра.

Три внѣшнія оболочки чрезвычайно измѣнчивы, подвижны и являются ареной дѣйствія внѣшнихъ или экзогенныхъ силъ. Затѣмъ слѣдуетъ относительно мало измѣняющаяся твердая кора и, наконецъ, раскаленный газовый шаръ; послѣдній составляетъ главную массу нашей планеты; въ первобытныя времена онъ могъ часто прорывать относительно тонкую земную кору, нынѣ же онъ прорывается въ литосферу лишь при совершенно исключительныхъ условіяхъ (подъ вліяніемъ эндогенныхъ силъ).

Чрезвычайное разнообразіе совершающихся на поверхности земной коры перемѣщеній массъ можно[6], съ геологической точки зрѣнія, подраздѣлить на двѣ категоріи:

а) Благодаря вывѣтриванію, размыванію соотвѣтствующихъ горныхъ породъ, почти повсемѣстно образуется мелко- или крупнозернистый обломочный матеріалъ, который лишь въ рѣдкихъ случаяхъ остается на мѣстѣ и подъ вліяніемъ силы тяжести погружается внизъ; вообще же, онъ уносится вѣтромъ, водою и глетчерами. Дѣйствіе всѣхъ атмосферныхъ силъ въ этомъ направленіи мы называемъ снесеніемъ или денудаціей. Благодаря денудаціи, радіусъ земли претерпѣваетъ мѣстное сокращеніе.

b) Тамъ же, гдѣ послѣ болѣе или менѣе продолжительнаго времени вышеназванныя переносящія силы ослабѣваютъ и перестаютъ

переносить продукты вывѣтриванія и разрушенія, послѣдніе, успѣвшіе уже разсортироваться по крупности зеренъ, отлагаются, и здѣсь радіусъ земли удлиняется вслѣдствіе о т л о ж е н і я (образованія породъ).

Денудація и отложеніе не только представляютъ конечныя стадіи однородно протекающаго процесса, но исключаютъ другъ друга во времени и въ пространствѣ.

Вывѣтриваніе и денудація разрыхляютъ породу и удаляютъ ее слой за слоемъ, и въ корѣ земной образуются все болѣе обширныя и глубокія раны; эти раны мы называемъ долинами, если онѣ ограничены тѣсными границами, и низинами или низменностями, если онѣ имѣютъ видъ обширныхъ плоскихъ поверхностей; сумма снесеннаго или извлеченнаго матеріала соотвѣтствуетъ объему образовавшихся пустотъ. Такимъ путемъ могутъ быть снесены до самаго основанія цѣлыя горныя системы, и только внутреннее строеніе оставшагося горнаго остова свидѣтельствуетъ о томъ, что на этомъ, теперь, быть можетъ, совершенно ровномъ, мѣстѣ нѣкогда существовала высокая горная цѣпь.

Что же сталось съ продуктами разрушенія: пылью и иломъ, пескомъ и гравіемъ, гальками и дресвою, унесенными съ мѣста своего образованія различными силами? Послѣ болѣе или менѣе продолжительнаго переноса продукты разрушенія снова отлагаются, и, въ зависимости отъ продолжительности отложенія и тѣхъ условій, въ какихъ оно происходитъ, образуется либо тонкій прослоекъ, толщиною въ листъ бумаги, либо же песчаныя отложенія мощностью до 4.000 метровъ.

По мѣрѣ того, какъ одинъ слой обломочнаго матеріала отлагается на другомъ, слои, прежде бывшіе на поверхности, медленно опускаются въ глубину и при этомъ обыкновенно претерпѣваютъ весьма значительныя измѣненія.

По преобладающимъ физическимъ или химическимъ процессамъ въ земной корѣ можно различать, идя сверху внизъ, три зоны или пояса:

1. Поясъ денудаціи и отложенія, гдѣ происходятъ явленія, о которыхъ шла рѣчь выше; за нимъ, въ различномъ разстояніи отъ поверхности земли, слѣдуетъ

2. Поясъ цементаціи. Здѣсь во всѣхъ пустотахъ имѣется нагрѣта вода, въ которой растворены различныя химическія вещества; вода склонна выдѣлять растворенныя въ ней вещества вездѣ, гдѣ она остается болѣе или менѣе продолжительное время, или гдѣ встрѣчаются растворы различной температуры и различнаго химическаго состава. Понятно, что при этомъ выпадаютъ наиболѣе трудно растворимыя соединенія (кремнекислота, тяжелый шпатъ), но также и легче растворимыя известковыя соли, равно какъ соли желѣза. Такимъ образомъ рыхлыя отложенія (гальки, песокъ, мягкая глина, раковинный песокъ опустившись на болѣе или менѣе значительную глубину подъ давленіемъ выше лежащихъ, болѣе молодыхъ слоевъ, въ этой зонѣ быстро цементируются и превращаются въ прочные конгломераты, песчаники сланцевыя глины или известняки.

Еще глубже слѣдуетъ

3. Поясъ плутоническої теплоты. Здѣсь породы пропитываются снизу горячей водой и магматическими парами; при этомъ въ состав

и сложеніи породъ часто происходятъ столь глубокія измѣненія, что изъ первоначально рыхлаго кварцеваго песка, во второй зонѣ цементировавшагося въ песчаникъ, можетъ получиться твердый звонкій кварцитъ, а первоначальный рыхлый раковинный песокъ, въ поясѣ цементаціи перешедшій въ пористый известнякъ, здѣсь превращается въ кристаллическій мраморъ. (О дальнѣйшихъ структурныхъ измѣненіяхъ, влекущихъ за собою образованіе рудныхъ жилъ и минераловъ,—измѣненіяхъ, совершающихся въ этой области близъ пиросферы, мы ниже будемъ говорить особо). Наконецъ, мы достигаемъ границы пиросферы и переходимъ къ перегрѣтымъ массамъ (магмѣ), при вулканическихъ изверженіяхъ устремляющимся вверхъ.

Земной шаръ вращается вокругъ оси со скоростью пушечнаго ядра (на экваторѣ—450 метр. въ сек.); такъ какъ при этомъ онъ обращается къ свѣтящему и грѣющему солнцу то той, то другой стороною, то періоду обращенія соотвѣтствуетъ смѣна дня и ночи.

Вмѣстѣ съ тѣмъ земной шаръ обращается и вокругъ солнца и полный оборотъ совершаетъ въ 365 дней 5 часовъ 48 минутъ и 46 секундъ, проходя въ секунду 30,000 метровъ по орбитѣ, лишь на одну шестидесятую отклоняющуюся отъ окружности. Ось земли не перпендикулярна къ плоскости орбиты; поэтому, въ одну половину года сѣверное полушаріе получаетъ солнечныхъ лучей болѣе южнаго полушарія, а во вторую половину года происходитъ обратное.

Чтобы дойти до земли, принести ей свѣтъ и тепло, солнечнымъ лучамъ нужно пройти разстояніе въ 149,000,000 километровъ. Близъ экватора на 1 кв. метръ поверхности земли падаетъ количество лучей, дѣйствительно содержащееся на такой же площади. Но по направленію къ полюсамъ это количество лучей, вслѣдствіе шарообразной формы земли, распредѣляется все по большей площади земли и поэтому оказываетъ меньшее дѣйствіе. Вслѣдствіе такого уменьшенія солнечной теплоты отъ экватора къ полюсамъ, возникаютъ различаемые нами на землѣ климатическіе пояса:

a) Вдоль экватора тянется широкій **тропическій поясъ**, отличающійся высокой, равномѣрной температурой, обильными атмосферными осадками и роскошной растительностью. Онъ обнимаетъ половину всей земной поверхности и постепенными переходами связанъ съ

b) сѣвернымъ и южнымъ **пустынными поясами**, которые тоже отличаются высокими температурами, но въ то же время незначительнымъ количествомъ атмосферныхъ осадковъ и бѣдной растительностью. Далѣе слѣдуютъ

c) сѣверный и южный **умѣренные пояса**, гдѣ особенно рельефно выступаетъ различіе между лѣтомъ и зимою. Выпавшій зимою снѣгъ, проникшій изъ полярныхъ областей, лѣтомъ таетъ подъ вліяніемъ солнечныхъ лучей; здѣсь органическая жизнь, равно какъ и неорганическіе процессы съ ритмической послѣдовательностью опредѣляются временами года.

d) Только одна двѣнадцатая часть земной поверхности лежитъ внутри сѣвернаго и южнаго **полярныхъ круговъ**; здѣсь поверхность покрыта сплошнымъ ледянымъ и снѣжнымъ покровомъ, и органическая жизнь на сушѣ развита очень скудно. Но тѣмъ богаче морская флора и фауна. Полярный климатъ можетъ показаться намъ

аномаліей; тѣмъ не менѣе, онъ болѣе всего соотвѣтствуетъ присущимъ современной землѣ особенностямъ. Наша планета повсемѣстно была бы покрыта вѣчнымъ льдомъ и снѣгомъ, если бы солнце постоянно не согрѣвало ее своими лучами.

Вычисленія показываютъ, что наша земля, будучи изолирована отъ дѣйствія солнечныхъ лучей, должна была бы принять температуру—200°. Между тѣмъ самая низкая температура на полюсахъ достигаетъ лишь—70°. Почему же наша земля не можетъ принять той температуры, какая опредѣляется вышеупомянутыми вычисленями? Причина кроется въ воздушной оболочкѣ, которая, подобно стеклу оранжереи, не такъ легко выпускаетъ въ міровое пространство проникшіе черезъ нее солнечные лучи. Такимъ образомъ, атмосфера защищаетъ нашу планету отъ разрушительнаго дѣйствія господствующей въ міровомъ пространствѣ низкой температуры.

Холодный воздухъ—тяжелъ, теплый—легокъ; поэтому, въ экваторіальныхъ странахъ воздухъ поднимается вверхъ, движется въ верхнихъ слояхъ атмосферы по направленію къ полюсамъ и оттуда возвращается обратно къ тропикамъ по поверхности земли. Еслибы земной шаръ былъ неподвиженъ, то эта огромная теллурическая циркуляція воздуха—пассатные вѣтры—была бы направлена по меридіанамъ. Но, вслѣдствіе вращенія земли, пассатные вѣтры отклоняются отъ меридіональнаго направленія, и, такимъ образомъ, самые сильные вѣтры дуютъ въ сѣверномъ полушаріи съ юго-востока на сѣверо-западъ, а въ южномъ полушаріи съ сѣверо-запада на юго востокъ. Треніемъ этихъ воздушныхъ потоковъ о поверхность океана приводятся въ движеніе и массы воды,—возникаютъ морскія теченія, имѣющія огромное вліяніе на климатъ береговыхъ странъ и географическое распредѣленіе морскихъ организмовъ.

Температура морской поверхности, какъ и температура суши, опредѣляется астрономическимъ положеніемъ земли относительно солнца; поэтому, мы и въ моряхъ можемъ различать климатическія зоны, температура которыхъ колеблется между 35°С. у экватора и—2,5°С. у полюсовъ. Но нагрѣванію солнцемъ подвергается только поверхностный слой толщиной въ 400 метровъ; температура же глубокихъ слоевъ даже подъ экваторомъ всего на нѣсколько градусовъ выше 0°. Вспомнимъ, что центральный пунктъ великаго мірового моря находится въ южной части Тихаго океана близъ Южнаго Ледовитаго океана. Холодная вода—тяжела, и температура у дна болѣе или менѣе значительнаго воднаго бассейна опредѣляется зимней температурой на поверхности воды. Поэтому, холодная, какъ ледъ, водная масса изъ Южнаго Ледовитаго океана постоянно направляется въ экваторіальную область Тихаго, Индійскаго и Атлантическаго океановъ, принося съ собою въ лишенныя свѣта глубины свѣжій кислородъ и пищу для глубоководной фауны, и опредѣляетъ температуру низшихъ слоевъ воды. Во всѣ времена дно океана должно было обладать самой низкой температурой, возможной при данномъ климатѣ.

Такъ какъ ось вращенія земли не перпендикулярна къ орбитѣ, а наклонена къ ней подъ угломъ въ 23°, то всѣ климатическіе пояса сдвигаются на столько же градусовъ къ полюсу то въ сѣверномъ, то въ южномъ полушаріи, чѣмъ объясняется происхожденіе зимы и лѣта. Этимъ обусловленъ цѣлый рядъ періодическихъ процес-

совъ и движеній въ атмосферѣ, гидросферѣ и біосферѣ. Вопросомъ о геологическомъ значеніи этихъ процессовъ мы займемся ниже.

Мы, люди—кратковременные гости на нашей землѣ,—привыкли считать всѣ эти отношенія неизмѣнными, но многочисленные факты доказываютъ, что перечисленныя свойства земли подвержены непрерывнымъ измѣненіямъ. Въ Тюрингіи нѣкогда росли пальмы, въ Гренландіи господствовалъ климатъ, при которомъ могло произрастать хлѣбное дерево, а позднѣе у береговъ Англіи жили арктическія

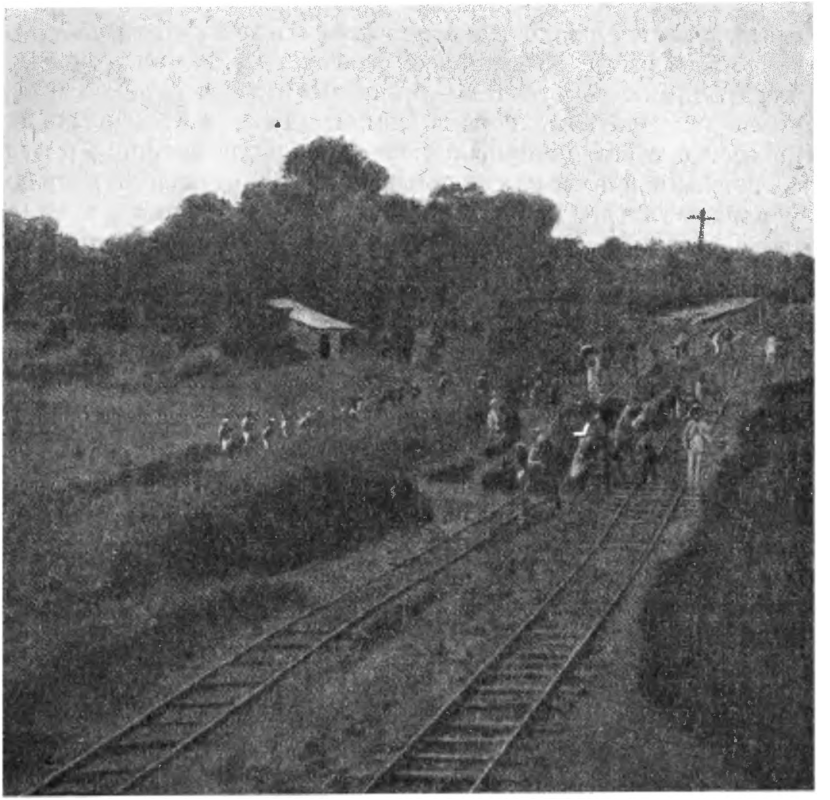


Рис. 3. Сбросовая трещина высотою около двухъ метровъ; эта трещина образовалась во время индійскаго землетрясенія 1897 года и изогнула рельсы при Нильфамари. Рабочіе заняты исправленіемъ пути и приведеніемъ рельсъ въ горизонтальное положеніе.

моллюски. Въ тонкослоистыхъ известнякахъ Золенгофена морскія рыбы такъ хорошо сохранились, что возможно изслѣдовать содержимое ихъ кишекъ и микроскопическую структуру ихъ мускуловъ. Въ Альпахъ и Гималаяхъ на высотѣ болѣе 3.000 метровъ мы находимъ морскія окаменѣлости. Въ сентябрѣ 1538 года близъ Неаполя на ровномъ берегу возникъ новый вулканъ (Монте-Нуово), а въ 1879 году во время землетрясенія въ Ассамѣ, въ Сѣверной Индіи, произошло поднятіе почвы на 30 метровъ, причемъ сигнальные камни тригонометрическихъ измѣреній сдвинуты были на 50 метровъ. Трещина пересѣкла рельсы при станціи Нильфамари, и образовалась терраса высотой почти въ два метра (рис. 3).

И составъ нашего животнаго міра измѣнился на протяженіи историческаго времени. Въ 1844 году исчезъ послѣдній экземпляръ безкрылой гагарки (Alca impennis), ранѣе жившей на островахъ Сѣверной Атлантики, а изъ милліоновъ бизоновъ, всего нѣсколько десятковъ лѣтъ тому назадъ населявшихъ преріи Сѣверной Америки, сохранились лишь небольшія стада въ государственныхъ питомникахъ.

Мы видимъ, что многое изъ того, что кажется намъ прочнымъ, неизмѣннымъ, измѣнилось, и возникаетъ вопросъ: *какія свойства нашей земли остались неизмѣнными съ момента ея возникновенія и до нашихъ дней?*

Рельефъ нашей планеты не относится къ этимъ существеннымъ свойствамъ. Гдѣ ранѣе возвышались высокія горы, тамъ впослѣдствіи возникала равнина, а гигантскія цѣпи Гималаевъ принадлежатъ къ новѣйшимъ складчатымъ горамъ земли. Даже шарообразный видъ земли не всегда былъ присущъ ей: онъ получился лишь въ результатѣ долгихъ астрофизическихъ превращеній. Точно такъ же и сплющеніе земли у полюсовъ приблизительно на пять географическихъ миль образовалось не сразу: астрономія учитъ, что нѣкогда день продолжался всего четыре часа, и тогда сплющеніе эллипсоида вращенія должно было быть значительно больше.

Если примемъ во вниманіе, что раскаленное ядро земли отдѣляется отъ ледянаго мірового пространства тонкой пленкой каменной литосферы, то придемъ къ заключенію, что нѣкогда высокія температуры внутренняго ядра господствовали и на земной поверхности. Въ то время гидросфера существовать не могла; еще менѣе возможно было тогда существованіе органической жизни. Пиросфера и атмосфера должны были соединяться между собою постепенными переходами и образовать неразрывное цѣлое. Эта горячая первобытная атмосфера должна была имѣть существенно иной составъ: она заключала въ себѣ воду древнѣйшаго моря, всю массу углерода, накопленнаго въ нынѣшнихъ каменноугольныхъ пластахъ, и многіе другіе элементы принимающіе участіе въ строеніи твердой земной коры.

Допустивши, что первобытная земля обладала болѣе высокой температурой, чѣмъ въ настоящее время, мы, на основаніи извѣстныхъ законовъ физики, должны допустить также, что она отличалась *большими размѣрами*. И, дѣйствительно, цѣлый рядъ твердо установленныхъ фактовъ съ неопровержимостью доказываетъ сокращеніе земного шара даже за послѣднюю, точно изслѣдованную фазу развитія земли. Каждая складчатая цѣпь горъ соотвѣтствуетъ куску земной коры, которая въ извѣстный моментъ оказывается слишкомъ объемистой для все умень шающагося земного шара и потому должна покоробиться. Область Сентисскаго плоскорья (Säntisstock)[9] въ продолженіе третичнаго періода сократилась съ 15 до 5 километровъ. Если бы мы могли разгладить складки Альпъ, то поверхность, которую мы могли бы покрыть ими была бы, по-меньшей мѣрѣ, на 50 километровъ больше; другія складчатыя горы дали бы еще болѣе значительныя приращенія земной поверхности.

Положеніе полюсовъ вращенія и вмѣстѣ съ тѣмъ распредѣленіе климатическихъ поясовъ часто разсматриваютъ, какъ неизмѣнный элементъ нашей планеты. Но намъ извѣстны геологическіе факты указывающіе на иное положеніе полюса, а астрономическія наблюденія

доказываютъ перемѣщеніе полюсовъ, хотя и незначительное,—даже въ послѣдніе годы.

Точно такъ же и теплопоглощательная способность атмосферы не всегда была такой, какъ въ настоящее время. До образованія отложеній каменнаго угля воздухъ долженъ былъ содержать гораздо болѣе углекислоты, и, благодаря этому, его теплопоглощаемость была гораздо больше, такъ что климаты на землѣ должны были регулироваться совершенно иными нормами.

Особенно характернымъ свойствомъ нашей планеты можно, пожалуй, считать ея массу. Но каждый день на землю падаютъ метеорная пыль и метеориты, увеличивая ея массу, тогда какъ образованіе луны сопряжено было съ уменьшеніемъ массы земли.

Намъ кажется почти очевиднымъ, что солнце, какъ грѣющее и свѣтящее центральное тѣло, всегда находилось въ центрѣ нашей планетной системы, но и это допущеніе вызываетъ серьезныя возраженія.

Такимъ образомъ, измѣняется, повидимому, все, что казалось намъ прочнымъ и неизмѣннымъ, и если мы хотимъ перечислить только тѣ свойства земли, которыя остаются на всемъ протяженіи прошлаго, то мы можемъ сказать приблизительно слѣдующее. Земля есть небольшое небесное тѣло перемѣнной массы и перемѣннаго вида, вращающееся вокругъ оси и вмѣстѣ съ тѣмъ вокругъ центральнаго пункта нашей солнечной системы по почти круглой орбитѣ. Ея исторія представляетъ безчисленный рядъ измѣненій, совершавшихся на протяженіи долгихъ періодовъ времени,—измѣненій, происходившихъ вначалѣ катастрофически, а затѣмъ все медленнѣе и равномѣрнѣе и постепенно приведшихъ къ обособленію болѣе легкихъ внѣшнихъ оболочекъ и тяжелаго ядра. Внѣшнія оболочки подвергались все большему вліянію луны и солнца, но существенной причиной измѣненія строенія и лика земной коры оставалась отдача теплоты въ міровое пространство раскаленнымъ ядромъ земли. День и ночь, а, можетъ быть, и времена года являются древнимъ наслѣдіемъ давно прошедшихъ періодовъ жизни земли, но всѣ другія измѣненія, въ особенности современное распредѣленіе теплыхъ и холодныхъ климатическихъ областей, имѣютъ позднѣйшее происхожденіе.

2. Геологическія силы.

Всѣ народы древности въ своихъ священныхъ сказаніяхъ удѣлили вниманіе и вопросу о сотвореніи земли, но длительное вліяніе на мышленіе позднѣйшихъ временъ оказало только Моисеево повѣствованіе о сотвореніи міра. Вмѣстѣ съ Библіей оно распространилось по всей землѣ, а теперь мы слышимъ его отголосокъ даже у дикихъ народовъ.

Когда авторъ пятокнижія вновь редактировалъ древнія вавилонскія сказанія, онъ, вѣроятно, былъ далекъ отъ мысли писать исторію земли. Семь дней творенія столь же мало можно считать математическими датами, сколь мало точной можно считать продолжительность жизни патріарховъ: это—величины, предназначенныя для того, чтобы воздѣйствовать болѣе на чувство, чѣмъ на разумъ. Если и въ настоящее время находятся изслѣдователи, пытающіеся согласовать геологическіе

періоды съ числомъ дней древней священной недѣли, то они, какъ намъ кажется, совершенно игнорируютъ символическій смыслъ Моисеева повѣствованія.

Иначе обстоитъ дѣло съ библейскихъ повѣствованіемъ о потопѣ и катастрофѣ, постигшей Содомъ и Гоморру. Здѣсь въ поэтической формѣ описаны два событія, въ основѣ которыхъ лежатъ, несомнѣнно геологическіе факты. Благодаря вавилонскимъ раскопкамъ, мы познакомились съ оригинальнымъ повѣствованіемъ эпоса Издубара; повѣствованіе это сочинено было за 3000 лѣтъ до Рождества Христова затѣмъ оно было заимствовано Моисеемъ и описано, какъ „потопъ“ Здѣсь мы читаемъ о великомъ наводненіи, опустошившемъ низменности Месопотаміи: землетрясеніе породило въ почвѣ рядъ трещинъ, черезъ которыя устремились на поверхность грунтовыя воды; циклонъ нагналъ морскія волны вглубь плодородной низменности, и изъ тысячъ людей, населявшихъ эту мѣстность, спаслись лишь немногіе, которые, будучи предупреждены предвѣстниками катастрофы, успѣли заблаговременно найти пріютъ на хорошо построенномъ кораблѣ.

Геологическое изслѣдованіе окрестностей Мертваго моря показало, что и гибель Содома вызвана была сильнымъ землетрясеніемъ. Во время землетрясенія въ почвѣ береговой области, богатой минеральнымъ масломъ, асфальтомъ и легко воспламеняющимися газами, могли образоваться трещины и при этомъ возникнуть взрывы и воспламененіе этихъ массъ. Даже соляная фигура жены Лота соотвѣтствуетъ, пожалуй, дѣйствительному наблюденію: изъ отложеній каменной соли при Джебель Усдомѣ (Djebel-Usdom) могла отдѣлиться глыба, которая подъ дѣйствіемъ атмосферныхъ осадковъ могла принять человѣкоподобную форму.

Въ продолженіе многихъ вѣковъ особенно сказаніе о потопѣ было необходимымъ реквизитомъ всякаго догматическаго или научнаго изложенія исторіи земли. Въ потопѣ видѣли событіе, постигшее весь міръ, и такъ какъ объяснить происхожденіе столь огромныхъ массъ воды представлялось дѣломъ труднымъ, то пытались такъ или иначе устранить эту трудность. Одни предполагали, что „воды глубинъ“ прорвались на поверхность изъ огромныхъ пещеръ и затѣмъ снова собрались туда же. Зильбершлагъ[3] изобрѣлъ даже особый аппаратъ, чтобы физически объяснить это перемѣщеніе воды. Другіе думали, что надъ землей пронеслась мокрая комета, затопившая землю, а затѣмъ другая, сухая, комета впитала въ себя избытокъ воды. Такъ одна догма замѣнялась другой.

Между тѣмъ, въ Верхней Италіи стали изслѣдовать слои земной коры и нашли въ нихъ хорошо сохранившихся рыбъ, аустерій (устрицъ) и другія „морскія тѣла“. Особенно привлекли къ себѣ всеобщее вниманіе прекрасные отпечатки рыбъ Monte Bolca[4]. Въ 1707 году при Санторинѣ возникъ новый вулканическій островъ, и нѣтъ ничего удивительнаго въ томъ, что съ тѣхъ поръ стали прибѣгать для объясненія геологическихъ фактовъ не къ потопу, а къ вулканическому поднятію.

Попытки восемнадцатаго столѣтія разгадать доисторическій періодъ жизни земли, попытки, скорѣе фантастическія, чѣмъ научныя, сильно дискредитировали „геологію“, какъ науку. Но около 1790 года А. Г. Вернеръ въ Фрейбергѣ провозгласилъ важнѣйшей цѣлью науки

„геогностическое“ изслѣдованіе земной коры вмѣсто „геологическаго„ умозрѣнія. Это обстоятельство было весьма чревато послѣдствіями. Къ сожалѣнію, самъ Вернеръ не избѣгнулъ той ошибки, которую онъ такъ рѣзко осудилъ: онъ пытался объяснить происхожденіе всѣхъ породъ и всѣхъ горъ изъ медленно стягивавшагося „первобытнаго моря“. Онъ полагалъ, что изъ этого великаго океана ведетъ свое происхожденіе даже базальтъ, слагающій самыя высокія вершины горъ въ Саксоніи. Противъ этой крайности выступили тюрингенецъ Фойгтъ и шотландецъ Гуттонъ. Такимъ образомъ, возникъ споръ между нептунистами и вулканистами, десятилѣтіями волновавшій ученый міръ; къ сожалѣнію, Германіи этотъ споръ принесъ больше вреда, чѣмъ пользы.

Когда стало окончательно невозможнымъ отстаивать морское происхожденіе базальта, то крайніе нептунисты должны были, по-меньшей мѣрѣ, прибѣгнуть къ софизму, чтобы спасти свою теорію: они признали базальтъ „псевдовулканическимъ“, то-есть осадочной породой, сплавленной каменноугольными пожарами. Это заблужденіе раздѣляли даже такіе тонкіе наблюдатели, какъ Гете.

Старо, какъ міръ, стремленіе противопоставить этимъ сказочнымъ силамъ, этимъ неподдающимся провѣркѣ гипотезамъ и фантастическимъ построеніямъ—научно-ясный, легко поддающійся опытной провѣркѣ методъ. Нѣкоторые видѣли спасеніе въ э к с п е р и м е н т ѣ, доказавшемъ свою состоятельность въ области химіи, физики и минералогіи. Но, кажется, попытка искусственно, въ лабораторіи, возсоздавать малые и большіе геологическіе процессы неизмѣнно приводила къ мысли, что, когда рѣчь идетъ объ объясненіи геологическихъ процессовъ, экспериментъ теряетъ свою доказательную силу. Часто химическій опытъ, который мы безъ труда продѣлываемъ въ пробиркѣ, не удается въ томъ случаѣ, когда мы пытаемся повторить его въ большомъ масштабѣ на химической фабрикѣ: побочныя обстоятельства, при пробиркѣ не игравшія никакой роли, въ послѣднемъ случаѣ пріобрѣтаютъ уже серьезное значеніе и кореннымъ образомъ мѣняютъ результатъ. Многочисленныя геологическія заблужденія „доказаны“ экспериментально, и изъ правильно поставленныхъ опытовъ часто выводились о ш и б о ч н ы я з а к л ю ч е н і я. Такимъ образомъ, экспериментъ какъ будто подтверждалъ именно тотъ взглядъ, что точное доказательство для геологическихъ гипотезъ, вообще, невозможно. Но мало-по-малу выработался новый методъ: этотъ методъ, правда, тоже таитъ въ себѣ извѣстные источники ошибокъ, но, тѣмъ не менѣе, ему, благодаря критическому его примѣненію, новѣйшая геологія обязана всѣми своими успѣхами.

Гуттонъ[6] первый высказалъ мысль, что загадку прошлаго земли можно разгадать путемъ н а б л ю д е н і я г е о л о г и ч е с к и х ъ с и л ъ, д ѣ й с т в у ю щ и х ъ и в ъ н а с т о я щ е е в р е м я. Но, когда мы у него читаемъ, что на днѣ глубокаго моря господствовали весьма высокія температуры, расплавлявшія морской илъ, превращая его въ пласты каменнаго угля, и сплавлявшія кристаллы соли въ твердую каменную соль,—когда мы у него находимъ подобныя мысли, то мы видимъ, какой путь развитія должна была пройти высказанная имъ основная идея, чтобы стать цѣннымъ методомъ геологическаго познанія.

Между тѣмъ, въ 1805 году близъ Пишельгдорфа возникъ новый островъ, побудившій доктора фонъ Гоффа регистрировать подобныя

явленія, чтобы такимъ образомъ собрать сравнительный матеріалъ для изученія прошлыхъ измѣненій земли. Въ 1822 году вышелъ первый томъ его, удостоеннаго преміи, труда, составляющій краеугольный камень въ исторіи геологіи. Никогда еще никто съ такой ясностью не высказывался въ пользу онтологическаго метода, какъ основы геологическихъ выводовъ. Ни одинъ изъ его предшественниковъ не положилъ столько труда на то, чтобы уяснить каждому сущность этого метода и его примѣненіе. Затѣмъ, въ 1822 году, появился извѣстный трудъ Чарльза Ляйелля „Principles of Geology" (принципы геологіи); Чарльзъ Ляйелль первый осуществилъ мысль фонъ-Гоффа (въ своемъ трудѣ онъ, однако, ни разу не упоминаетъ своего предшественника) и этимъ положилъ основу дальнѣйшему, весьма плодотворному развитію современной геологіи.

Съ тѣхъ поръ наблюденіе современныхъ геологическихъ процессовъ росло съ чрезвычайной, почти не поддающейся никакому учету, быстротой. Глубины морскія раскрыли передъ нами свои тайны, смѣлые путешественники прошли по материкамъ почти до самаго полюса и собрали такое обиліе фактовъ для геологіи, что стало почти невозможнымъ одолѣть этотъ огромный сравнительный матеріалъ, и каждая попытка собрать его въ одно цѣлое оканчивается неудачей. Но онтологическій методъ съ возрастающей силой проникаетъ во всѣ отрасли геологическаго изслѣдованія. Подъ вліяніемъ Ляйелля, постепенно сложилось представленіе, будто всѣ процессы прошлаго всегда разыгрывались въ одномъ и томъ же видѣ, что они, пожалуй, даже постоянно повторялись съ періодической послѣдовательностью. Леопольдъ фонъ-Бухъ утверждалъ, что Альпы поднялись сразу, въ результатѣ грандіознаго сдвига, сопряженнаго съ поднятіемъ: огромныя скалы взлетѣли на равнины со скоростью 175 футовъ, расположившись здѣсь, какъ „эрратическіе (наносные) валуны"; теперь же, даже при самыхъ грандіозныхъ землетрясеніяхъ, мы видимъ, что части земной коры сдвигаются лишь на нѣсколько миллиметровъ. Прежде полагали, что материки то поднимаются, то опускаются, какъ будто земля представляетъ собою резиновый шаръ; теперь же нѣкоторые изслѣдователи пытаются исключить поднятія земной коры, допуская только медленныя движенія океана; Кювье признавалъ только грандіозныя катастрофы, въ періодической смѣнѣ уничтожавшія всѣ живыя существа земли и каждый разъ обусловливавшія новый актъ творенія организмовъ; теперь же незамѣтному переходу одной разновидности въ другую придается столь важное значеніе, что геологическія времена растянулись до невѣроятности, и о нихъ трудно составить себѣ даже представленіе.

И мы убѣждены въ чрезвычайной длительности геологическихъ періодовъ, мы не вѣримъ въ катастрофы и чудесные перевороты, постигавшіе всю землю, мы считаемъ развитіе одной животной формы изъ другой единственнымъ научнымъ объясненіемъ палеонтологическихъ фактовъ. Но были времена, когда состоянія неорганической земли быстро измѣнялись, и періоды, когда происходили лишь медленныя измѣненія. Нѣкоторыя геологическія событія были до того рѣдки, что о нихъ нельзя безъ оговорокъ судить по современнымъ намъ процессамъ; ихъ воздѣйствія на органическую жизнь иногда были до того глубоки, что въ относительно короткій промежутокъ времени совершались величайшія превращенія органическихъ формъ.

Мы считаемъ важнѣйшей задачей настоящей книги подчеркивать именно подобныя своеобразныя явленія и говорить о геологическихъ катастрофахъ даже мѣстнаго характера, если мы признаемъ крупныя измѣненія въ строеніи слоевъ земной коры.

Но, сдѣлавъ это ограниченіе, принудительно диктуемое прогрессомъ науки, мы все же считаемъ онтологическій методъ самымъ важнымъ свѣточемъ для разсѣянія мрака геологическаго прошлаго.

Если ранѣе судьбы геологической науки зависѣли всецѣло отъ таланта единичнаго геолога, то теперь онтологическій методъ даетъ намъ въ руки компасъ, который, при умѣломъ пользованія имъ, долженъ привести насъ къ великой и блестящей цѣли.

Послѣ сказаннаго попытаемся прежде всего свести многообразіе процессовъ, совершающихся нынѣ на землѣ, къ ихъ великимъ источникамъ силъ.

Земля—планета и, какъ таковая,—часть солнечной системы; послѣдняя же представляетъ динамическую единицу. Всѣ процессы движенія, разыгрывающіеся въ ней, могутъ быть безъ натяжки объяснены дѣйствіемъ силъ, господствующихъ внутри солнечной системы. Нѣтъ ни малѣйшаго основанія сводить земные процессы къ какой-нибудь другой силѣ, господствующей внѣ солнечной системы; для объясненія геологическихъ процессовъ совершенно безразлична даже, иногда допускаемая, различная температура мірового пространства.

Если бы наша земля парила въ міровомъ пространствѣ, какъ изолированная, остывшая звѣзда, не притягиваемая ни однимъ сосѣднимъ тѣломъ, не омываемая тепловыми и свѣтовыми лучами солнца, то на ней дѣйствовала бы только сила тяжести. Эта сила дѣйствовала бы такимъ образомъ: рыхлыя и мягкія массы съ высотъ опускались бы въ глубину, горы постепенно становились бы все ниже и ниже, а долины постепенно заполнялись бы падающими массами. Скоро установилось бы состояніе общаго равновѣсія: отъ полюса до экватора царилъ бы вѣчный покой, лишь случайно нарушаемый паденіемъ метеорита.

То обстоятельство, что земля была и есть театръ постоянныхъ измѣненій, зависитъ отъ воздѣйствія внѣшнихъ и внутреннихъ силъ, противодѣйствующихъ силѣ тяжести; эти силы мы и намѣрены теперь свести къ ихъ главнымъ общимъ причинамъ.

Какую роль среди земныхъ процессовъ играютъ атмосферные осадки,—общеизвѣстно. Снѣгъ и дождь падаютъ изъ атмосферы на землю, потоки и глетчеры совершаютъ свой стремительный путь по наклонной почвѣ и при этомъ перемѣщаютъ колоссальныя массы, словно игрушки. Во время одного разлива Гоанго погибло милліонъ людей; могущественный водопадъ Ніагара пробилъ себѣ лощину длиной въ 10 километровъ и глубиной въ 100 метровъ по крѣпкимъ горнымъ породамъ; горный обвалъ задолго до памяти людей засыпалъ камнями долину Рейна при Флимсѣ на высоту 100 метровъ, а въ этой громадѣ камней зеленый потокъ вырѣзалъ узкую живописную ложбину; вся сѣверная Германія въ ледниковый періодъ была засыпана занесеннымъ съ сѣвера покровомъ гальки и песка, покровомъ, мощность котораго часто достигала 100 метровъ. Все это—частичныя проявленія силъ, освобождаемыхъ падающими массами воды; и всѣ эти разнообразныя явленія коренятся въ солнечной теплотѣ.

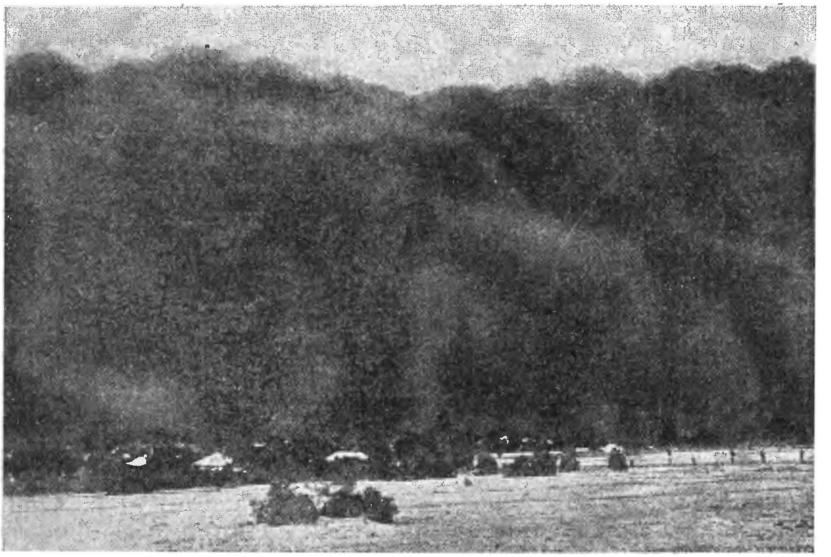


Рис. 4. Начало самума въ Новомъ Южномъ Уэльсѣ.

Ураганъ въ октябрѣ 1844 года развилъ на островѣ Куба почти 500 милліоновъ лошадиныхъ силъ; это соотвѣтствуетъ приблизительно суточной производительности всѣхъ паровыхъ машинъ земли. Въ сухихъ песчаныхъ пустыняхъ мы видимъ, какъ вѣтромъ приводятся въ движеніе песчаныя горы высотою въ 30 метровъ; дюны Каракумской пустыни перемѣщаются въ теченіе лѣта на 18 метровъ къ югу; самумъ поднимаетъ (см. рис. 4) свои бурыя облака пыли на невѣроятную высоту. Штормъ на морѣ освобождаетъ огромныя количества силы; онъ подымаетъ воду гребнями волнъ высотой въ 15 метровъ, а на берегу прибойная волна достигаетъ иногда высоты 60 метровъ (рис. 5). Тотъ же вѣтеръ сообщаетъ цѣлымъ областямъ моря движеніе въ одну и ту же сторону, такъ что Гольфштремъ протекаетъ мимо береговъ Флориды со скоростью 2 метровъ въ секунду,—и всѣ эти движенія порождаются солнечной теплотой.

Когда мы проѣзжаемъ мимо крутыхъ скалъ, незадолго до того подвергшихся дѣйствію солнечныхъ лучей, ледъ таетъ въ трещинахъ скалъ, и огромные валуны падаютъ внизъ, чтобы у подошвы горы нагромоздиться въ высокія отлогости. Въ пустыняхъ мы видимъ, какъ распадаются на куски, подобно апельсину, высокія гранитныя глыбы, расщепленныя вслѣдствіе колебаній температуры (рис. 6). Другія гранитныя глыбы крошатся въ грубый песокъ, кружимый самумомъ и нагромождаемый въ высокія дюны. Выдуваемыя отсюда тончайшія частички уносятся вѣтромъ изъ пустыни и нагромождаются въ степныхъ окрестностяхъ въ высокія лессовыя отложенія (рис. 20). И эти явленія мы опять-таки должны приписать дѣйствію солнечной теплоты.

Въ каждую секунду на землю нисходитъ въ видѣ солнечной теплоты 365 билліоновъ лошадиныхъ силъ.—Нѣтъ ничего удивительнаго въ томъ, что тепловые лучи далекаго огненнаго шара оказываютъ глубокое вліяніе и на механизмъ земныхъ силъ. Но вмѣстѣ

съ теплотой на насъ падаютъ неисчислимые снопы свѣтовыхъ лучей, которые, въ свою очередь, оказываютъ на нашу планету удивительное дѣйствіе.

Какъ только пройдетъ зима, видъ ландшафта въ нашихъ широтахъ совершенно мѣняется: растенія начинаютъ расти, зеленѣютъ и цвѣтутъ. Если мы дадимъ себѣ отчетъ въ томъ, какая сила требуется для того, чтобы надъ почвой поднялось высокое дерево, какія силы освобождаются при развитіи листьевъ и вѣтвей, какая энергія затрачивается животными при движеніи, начиная съ удара крыльевъ мотылька и кончая прыжкомъ льва,—то мы составимъ себѣ нѣкоторое представленіе о томъ, какія силы развиваетъ біосфера, взятая, какъ цѣлое. И когда мы видимъ известковыя скалы высотою въ 500 метровъ, сложенныя кораллами и другими животными и растеніями, отлагающими известь, или обращаемъ нашъ взоръ на отложенія каменнаго угля, включенныя въ землю въ древнѣйшія времена,—когда мы видимъ все это, мы воочію убѣждаемся въ геологической роли органической жизни. Но всѣ эти процессы сопряжены съ поглощеніемъ зелеными растеніями углекислоты, а такъ какъ послѣдняя возникаетъ только подъ вліяніемъ свѣтовыхъ лучей, то всѣ органическія движенія и воздѣйствія оказываются слѣдствіемъ солнечнаго свѣта.

Въ настоящее время морскіе приливы и отливы играютъ въ смѣнѣ теллурическихъ измѣненій хотя и замѣтную, но, все-же, незначительную роль. Иначе обстояло дѣло въ первобытное время, когда земля вращалась вокругъ своей оси быстрѣе, луна находилась къ ней ближе, а земной день, какъ показалъ Джорджъ Дарвинъ, длился не 24, а всего 4 часа.

Вслѣдствіе того, что приливныя волны, обусловленныя притяженіемъ луны и солнца, трутся о движущуюся землю, вращеніе на-

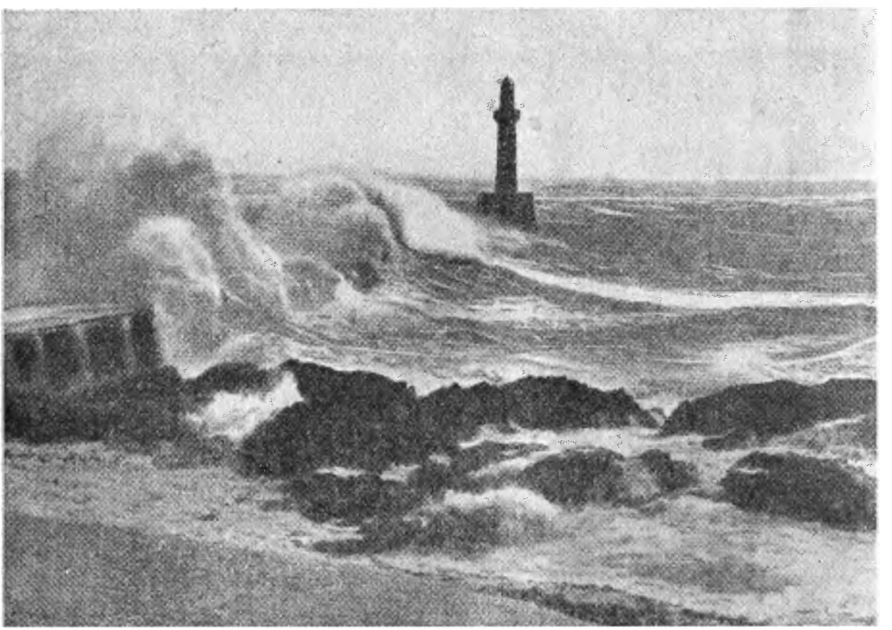


Рис. 5. Прибой волнъ у береговъ Англіи.

шей планеты замедляется, и продолжительность сутокъ увеличивается. При приливахъ, сопровождаемыхъ штормомъ, освобождаются колоссальныя силы. Съ грохотомъ разбивается волна о морской берегъ, подкапываетъ скалистые берега, разрываетъ дюны и затопляетъ прикрытыя ими низменности. Такъ всѣ связанныя съ этимъ геологическія измѣненія находятся подъ вліяніемъ космическихъ массъ, и, такимъ образомъ, притяженіе луны и солнца вступаетъ въ рядъ великихъ геологическихъ силъ.

Существенное вліяніе на характеръ проявленія всѣхъ до сихъ поръ разсмотрѣнныхъ процессовъ имѣетъ положеніе земной оси въ

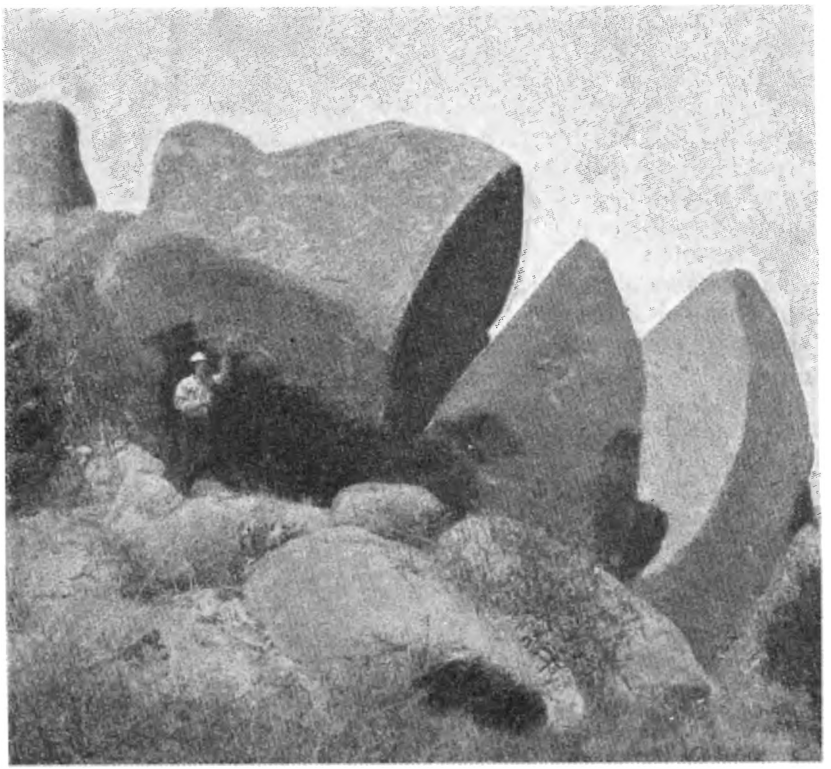


Рис. 6. Глыба гранита въ Сіерра де Лосъ Долоресъ (Sierra de los dolores) въ западномъ Техасѣ; подвергшись охлажденію ливнемъ послѣ сильнаго нагрѣванія солнечными лучами, она раскололась на 3 части.

солнечной системѣ. Свѣтовые и тепловые лучи падаютъ на земную поверхность параллельно: на экваторѣ они могутъ развивать всю свою силу, тогда какъ по мѣрѣ удаленія отъ экватора и возрастанія географической широты ихъ дѣйствіе становится все слабѣе и слабѣе. Благодаря наклонному положенію земной оси относительно плоскости ея орбиты (эклиптики), попеременно въ одно полугодіе большее количество солнечной теплоты получаетъ сѣверное полушаріе, въ второе полугодіе—южное полушаріе. Теперь уголъ наклона земной оси къ плоскости эклиптики составляетъ 23°, за 29400 лѣтъ до Рождества Христова онъ составлялъ 27°, а въ 14400 году по Р. Х. составитъ 21°.

Рис. 7. Аббатство Санъ-Мишель въ Бретани во время отлива (видъ съ сѣверо-востока).

Такъ называемая нутація земной оси совершается въ періодъ 18 лѣтъ и, поэтому, въ геологическомъ отношеніи не имѣетъ существеннаго вліянія, но къ прецессіи не разъ прибѣгали для объясненія геологическихъ измѣненій. Подъ прецессіей разумѣютъ медленное перемѣщеніе по эклиптикѣ точекъ равноденствія. Благодаря этому перемѣщенію, совершающемуся въ періодъ 26000 лѣтъ, получа-

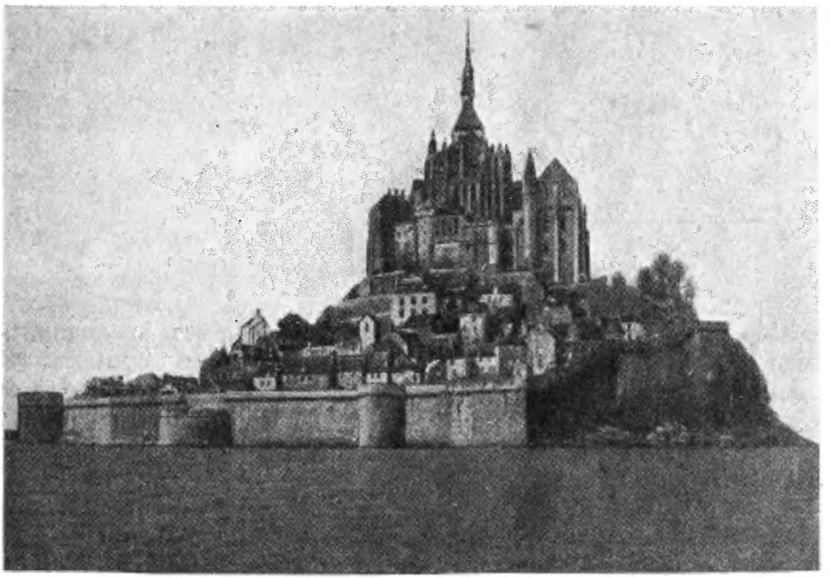


Рис. 8. Аббатство Санъ-Мишель во время прилива (видъ съ востока).

етъ больше свѣта и тепла то сѣверное, то южное полушаріе. Но это періодически возвращающееся явленіе до сихъ поръ не могл быть опознано въ геологическихъ лѣтописяхъ.

Остаются, наконецъ, незначительныя непериодическія колебані полюсовъ; эти колебанія доказаны новѣйшими изслѣдованіям измѣненія высоты полюсовъ (фиг. 9); не невѣроятно, что иногда на ступали также болѣе значительныя измѣненія въ положені земной оси.

Когда намъ представляется случай изслѣдовать строеніе земно коры, мы часто наблюдаемъ своеобразные складчатые изгибы (фиг. 10

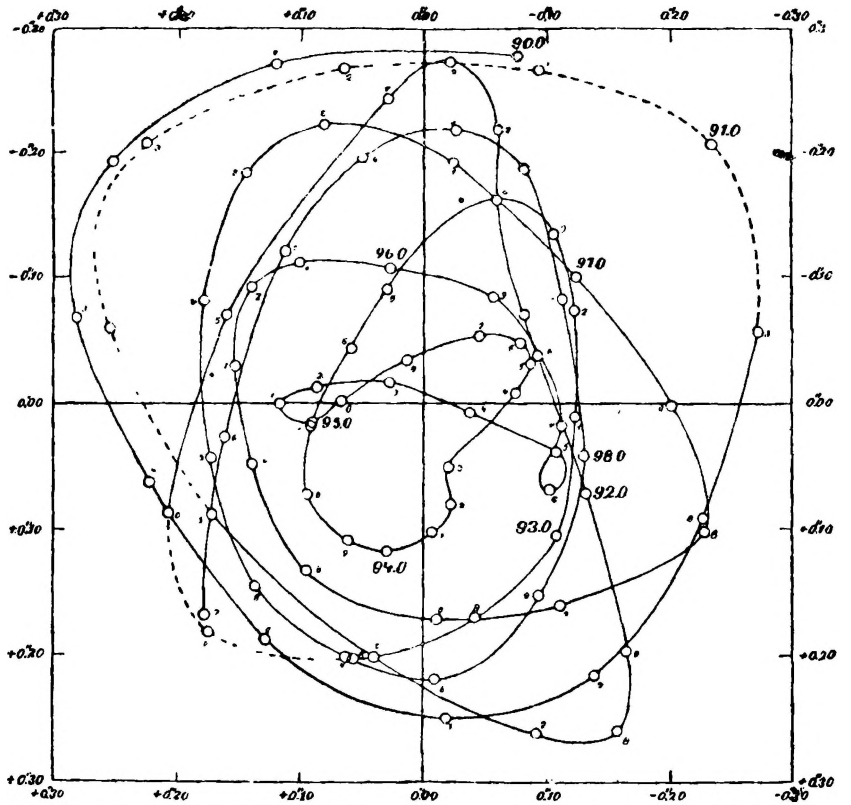


Рис. 9. Перемѣщеніе сѣвернаго полюса въ годы 1890—1898.

На горахъ и въ областяхъ такъ называемыхъ кристаллическихъ сланцевъ эти складки выступаютъ наружу, часто онѣ скрыты глубоко подъ горизонтальными каменными покровами,—но почти вездѣ мы можемъ въ основной горной породѣ распознать складчатое строеніе. Мы знаемъ, что собранные въ складки слои нѣкогда представляли горизонтальныя банки и покровы, такъ что земная кора въ различныя времена коробилась то тутъ, то тамъ; и если бы мы могли разгладить эти складки, то полученной такимъ образомъ коры хватило бы, пожалуй, на то, чтобы ею окружить два шара такого же діаметра, какъ наша современная земля.

Эти факты неизбѣжно приводятъ насъ къ неопровержимому заключенію, что земной шаръ нѣкогда былъ **больше**, и что платье было примѣрено ему въ то время, когда его діаметръ былъ гораздо больше.

Столь же достовѣрнымъ представляется, что стяженіе земного шара происходило на всемъ протяженіи геологическихъ періодовъ. Землетрясенія и горообразованіе, происхожденіе трещинъ и ущелій, поднятіе и опусканіе, сбросы и сдвиги—все это находится въ причинной связи съ процессомъ стяженія земного шара.

Міровое пространство холодно, какъ ледъ. Уже при подъемахъ на воздушныхъ шарахъ наблюдали лѣтомъ на высотѣ 12 километровъ температуру—60°, и вѣроятно, что тепловое состояніе мірового простран-

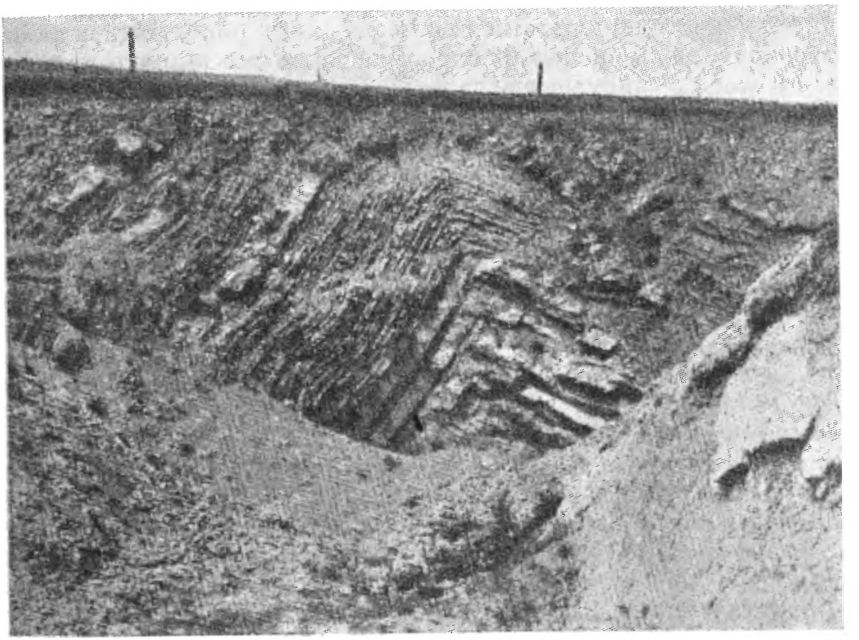


Рис. 10. Собранные въ сѣдло (антиклинальную складку) слои раковиннаго известняка въ Вольфсгрундѣ, близъ Готы.

ства уклоняется отъ нулевой точки еще гораздо больше. Но земной шаръ, окруженный тонкой каменной оболочкой, заключаетъ въ себѣ громадный запасъ тепла. Еслибы даже земная кора повсюду показывала температуру—60°, то, все-же, разность между ея температурой и температурой мірового пространства была бы больше 100°.

Если отдача теплоты связана, какъ полагаютъ нѣкоторые, съ превращеніемъ радіоактивныхъ веществъ, то это, вѣдь, нисколько не мѣняетъ того факта, что наша земля теперь, какъ и нѣкогда, повсюду и всегда теряетъ теплоту.

Потеря теплоты влечетъ за собою уменьшеніе объема. Правда, Риттеръ[11] показалъ, что стягивающійся, вслѣдствіе потери теплоты, газообразный шаръ — а земное ядро, навѣрное, газообразно—становится теплѣе; но уменьшеніе объема остается, и, разсматривая это уменьшеніе, какъ

первопричину процесса образованія складокъ, мы должны въ отдачѣ теплоты земнымъ ядромъ міровому пространству признать грандіозную геологическую силу.

Происхожденіе вулкановъ, горячихъ источниковъ (термъ), гейзеровъ и мофеттъ находится въ столь тѣсной связи съ процессомъ горообразованія, что и здѣсь мы приходимъ къ тому же источнику силы.

Но рядомъ съ напряженіями, разряжаемыми разрывами земной коры и образованіемъ горныхъ складокъ, въ исторіи земли мы находимъ также другія движенія, весьма существенно мѣняющія отношенія суши и воды. Бываютъ такіе періоды, когда море оставляетъ свои границы, безудержно тѣснится къ берегамъ и медленно затопляетъ цѣлые континенты. Тогда въ геологическомъ разрѣзѣ за отложеніями съ наземными растеніями и животными слѣдуютъ морскія горныя породы, изобилующія раковинами вымершихъ морскихъ обитателей, или осадки узкоограниченной морской бухты перекрываются широко распространенными слоями слѣдующаго періода. Это вторженіе океана въ материкъ называютъ трансгрессіей, а соотвѣтствующія явленія отступанія моря—регрессіей. Многіе геологи видятъ причину этихъ явленій въ активномъ перемѣщеніи водной стихіи. По ихъ мнѣнію, море, притягиваемое какими-то загадочными силами, измѣняетъ свои глубины и границы и то совершаетъ нашествіе на материкъ, завоевывая новыя области суши, то, медленно отступая, обнажаетъ свое дно и создаетъ новые материки. Позже мы будемъ имѣть случай показать, что многія такъ называемыя трансгрессіи представляютъ не что иное, какъ зоогеографическія переселенія отдѣльныхъ фаунъ или даже только измѣненія содержанія солей въ прибрежныхъ водахъ; но, если мы и исключимъ подобные случаи, то, все-же, останется еще цѣлый рядъ „настоящихъ“ трансгрессій моря.

Мы склоняемся къ болѣе старому взгляду, что причина трансгрессій лежитъ въ медленныхъ вспучиваніяхъ или опусканіяхъ кусковъ земной коры подъ болѣе или менѣе значительными морскими бассейнами. Было бы, въ самомъ дѣлѣ, весьма странно, еслибы двѣ трети земного шара не претерпѣвали никакихъ перемѣщеній и только потому, что надъ ними находится легкій слой морской воды, тогда какъ на всѣхъ материкахъ пласты твердыхъ тяжелыхъ породъ мощностью въ 3000 метровъ и болѣе въ процессѣ образованія складокъ изгибаются и подымаются, какъ игрушки.

Мы должны уяснить себѣ, что пиросфера состоитъ изъ различныхъ по плотности и вѣсу шлировъ, которые подъ вліяніемъ общаго охлажденія земного шара претерпѣваютъ своеобразныя перемѣщенія, медленно мѣняютъ свои мѣста и на границахъ проникаютъ другъ въ друга. Какъ недавно превосходно доказано, тонкая оболочка земли всегда слѣдуетъ за этими основными движеніями, проявляя ихъ въ нѣсколько измѣненной формѣ, въ видѣ плоскихъ выпуклостей и вогнутостей.

Сопоставляя, въ заключеніе, всѣ до сихъ поръ разсмотрѣнные нами геологическіе процессы и относя ихъ къ лежащимъ въ ихъ основѣ источникамъ силъ, получаемъ слѣдующую картину:

Паденіе метеоритовъ, горные обвалы, образованіе осадковъ, колебанія береговой линіи и т. д.—обусловлены силой земной тяжести.

Приливы и отливы, удлиненіе дня, нутація, прецессія (и колебанія земной оси?)—обусловлены притяженіемъ солнца и луны.

Физическое вывѣтриваніе, круговоротъ воды, вѣтры, морскія волны, потоки, дожди, снѣгъ, рѣки, глетчеры, испареніе лишенныхъ стока бассейновъ и т. д.—обусловлены тепловыми лучами солнца.

Органическая жизнь, руководящія окаменѣлости (Leitfossilien), образованіе известняковъ, динамита, угля—обусловлены свѣтовыми лучами солнца.

Образованіе горъ, плутоническіе очаги, вулканы, горячіе источники, многія трансгрессіи, регрессіи, вѣковыя поднятія и опусканія большихъ площадей, быть можетъ, также перемѣщенія полюсовъ обусловлены отдачей теплоты землею міровому пространству.

Игрою этихъ силъ создается необозримое разнообразіе геологическихъ процессовъ настоящаго, и мы того убѣжденія, что и въ геологической древностине дѣйствовали никакія другія силы. Задачей слѣдующихъ главъ будетъ—показать, какія замѣчательныя взаимоотношенія существуютъ между названными группами силъ, какія неожиданныя дѣйствія вызваны ими, и сколь далеко идущіе ряды причинъ ими обусловлены. Но вмѣстѣ съ тѣмъ не забудемъ привести доказательство того, что нѣтъ ни малѣйшаго основанія допускать для объясненія исторіи земли и жизни существованіе другихъ, внѣземныхъ или таинственныхъ, чудесныхъ силъ.

Обиліе геологическихъ событій, фактическая послѣдовательность явленій, богатое развитіе органической жизни,—все это представляетъ для каждаго, кто серьезно о нихъ размышляетъ, столь волшебную картину, что стоитъ только раскрыть глаза, чтобы увидѣть себя со всѣхъ сторонъ окруженнымъ „естественными“ чудесами.

Въ заключеніе мы должны обратить вниманіе еще на одну интересную сторону геологической проблемы: безпристрастно изучая послѣдовательность геологическихъ событій, какъ ихъ излагаютъ намъ яснымъ языкомъ слои земной коры, мы не можемъ не признать того факта, что исторія земли отнюдь не протекала всегда одинаково спокойнымъ темпомъ. Были длинные періоды, на протяженіи которыхъ одинъ за другимъ отлагались слои, богатые морскими животными, или въ другомъ мѣстѣ складывались сотни метровъ песчаниковыхъ пластовъ, не содержащихъ окаменѣлостей. Были времена, въ которыя животные виды спокойно смѣняли другъ друга, связанные незамѣтными переходами, когда роды слѣдовали другъ за другомъ съ періодической правильностью. Но вдругъ въ этихъ спокойныхъ причинныхъ рядахъ мы замѣчаемъ рѣзкій перерывъ. Хаотическіе конгломераты мѣстами образуютъ толщи чрезвычайной мощности, на материковыхъ залежахъ каменнаго угля вдругъ появляются морскіе известняки, среди мощныхъ, не содержащихъ окаменѣлостей, песчаниковъ появляется слой, изобилующій морскими животными, мощностью всего въ нѣсколько сантим. Или послѣ періодовъ продолжительнаго покоя изъ глубинъ земной коры вдругъ появляются вулканическія массы, и тамъ, гдѣ ранѣе было низменное холмистое мѣсто, возвышаются покрытые снѣгомъ исполины—горы. И органическая жизнь въ извѣстныя времена слѣдуетъ, повидимому, совершенно инымъ законамъ: могучія причины быстро измѣняютъ цѣлыя фауны: животныя группы, которыя долгое время жалко прозябали, совершенно незамѣтныя, рѣдкіе пред-

ставители которыхъ не играли никакой роли въ фаунѣ, сразу получаютъ мощный расцвѣтъ, образуютъ многочисленные виды и подвиды, заселяютъ огромныя пространства новыхъ областей суши и съ поразительной быстротой проникаютъ въ самыя отдаленныя мѣста.

Эти литологическіе и біологическіе контрасты въ геологическихъ документахъ—скачкообразное развитіе цѣлыхъ флоръ и фаунъ, а также границы большихъ геологическихъ періодовъ—пытались объяснять исключительно неполнотой геологическихъ памятниковъ. Мы твердо убѣждены въ филетическомъ переходѣ одного животнаго вида въ другой, равно какъ въ медленномъ и постепенномъ дѣйствіи отдѣльныхъ силъ природы; мы также не отрицаемъ наличности несомнѣнныхъ пробѣловъ въ памятникахъ прошлаго нашей планеты, и, несмотря на это, мы думаемъ, что предположеніе, будто всѣ эти скачки, пробѣлы и контрасты—только кажущіеся, не соотвѣтствуетъ фактамъ

Мы хотимъ здѣсь же указать на то, что въ игрѣ геологическихъ силъ два различныхъ причинныхъ ряда не должны дѣйствовать непремѣнно въ одномъ и томъ же направленіи и съ одной и той же интенсивностью. Часто они интерферируютъ и либо ослабляютъ дѣйствіе одинъ другого, либо усиливаютъ. Напримѣръ, уменьшеніе количества солнечной теплоты, обусловленное, быть можетъ, увеличеніемъ солнечныхъ пятенъ, можетъ для данной широты совершенно компенсироваться тѣмъ, что въ то же время происходитъ перемѣщеніе земной оси въ обратномъ направленіи, такъ что количество теплоты, получаемое даннымъ мѣстомъ въ продолженіе года, едва ли измѣнится. Поднятіе мощной системы складокъ можетъ и не повлечь за собою образованіе высокой горной цѣпи, если въ то же время происходитъ интенсивное вывѣтриваніе, понижающее возникающія складки. Богато населенный материкъ можетъ получить значительный приростъ суши безъ того, чтобы его флора и фауна испытали существенное измѣненіе, такъ какъ когда ростъ суши слѣдуетъ по географической долготѣ, создаются совершенно иныя условія разселенія, чѣмъ въ томъ случаѣ, когда онъ совершается по направленію къ полюсамъ.

Наоборотъ, если нѣсколько причинныхъ рядовъ геологическихъ измѣненій случайно дѣйствуютъ въ одномъ и томъ же направленіи, взаимно усиливая дѣйствіе другъ друга, то можетъ статься, что, благодаря совпаденію процессовъ, произойдетъ грандіозное измѣненіе, хотя, дѣйствуя независимо другъ отъ друга, процессы эти не могли бы вызвать существеннаго преобразованія.

Мы считаемъ одной изъ главныхъ нашихъ задачъ—изъ длиннаго ряда незамѣтныхъ измѣненій выдѣлить столь своеобразныя, полныя значенія событія и удѣлить ихъ освѣщенію особенное вниманіе. Мы хотимъ показать, что развитіе земли совершалось, большей частью, медленно и постепенно, но иногда земля въ быстрой смѣнѣ событій пробивала новые пути, и развитіе ея совершалось болѣе быстрымъ темпомъ. Если бы такія измѣненія касались только неорганической природы, географическаго облика земли, то можно было бы говорить о „героическомъ вѣкѣ“; когда же рѣчь идетъ о весьма глубоко захватывающемъ преобразованіи отдѣльныхъ и даже многихъ совмѣстно живущихъ животныхъ группъ, то для характеристики этого явленія наиболѣе подходитъ слово „анастрофа“.

Такъ какъ нѣкоторыя изъ вышеупомянутыхъ геологическихъ измѣненій можно свести къ періодически возвращающимся причинамъ, то часто дѣлались попытки разсматривать и геологическія событія, какъ періодическіе процессы. Вѣрили въ возможность доказать наличность то періодическихъ ледниковыхъ эпохъ, то замкнутаго цикла морскихъ отложеній, то правильнаго перемѣщенія океана отъ полюсовъ къ экватору, то закономѣрнаго ритма въ измѣненіи организмовъ.

Но когда мы безъ предубѣжденія разсматриваемъ хронологически вполнѣ твердо установленную послѣдовательность геологическихъ событій, передъ нами почти вездѣ развертываются литогенетическіе, филогенетическіе или біономическіе причинные ряды, которые никогда не возвращаются къ своей исходной точкѣ, и всѣ попытки доказать періодическое возвращеніе этихъ процессовъ въ слояхъ земной коры представляются намъ насиліемъ надъ фактами.

3. Положеніе земли въ солнечной системѣ.

Когда человѣческій глазъ, ограниченный пространствомъ и временемъ, наблюдаетъ ростъ растенія, которое вначалѣ украшается пестрыми цвѣтами, а затѣмъ, увядая, склоняется къ землѣ, то человѣкъ думаетъ, что вначалѣ произошло нѣчто новое, а затѣмъ оно исчезло, и говоритъ о зарожденіи и смерти. Но естествоиспытателю извѣстно, что при этомъ измѣнялась только форма вещества: онъ видитъ не начало и конецъ, а только смѣну явленій.

То же думали относительно процессовъ, наблюдающихся на небесномъ сводѣ. Мнѣніе, освященное древностью, гласитъ, что весь міръ произошелъ изъ ничего, и что его ждетъ матеріальная гибель; оно совершенно не считается съ тѣмъ обстоятельствомъ, что существующая матерія не можетъ разрушаться, новая матерія не можетъ создаваться, что въ процессѣ мірового развитія мы видимъ лишь поперечное сѣченіе безконечныхъ причинныхъ рядовъ, впереди и позади теряющихся въ сумеркахъ безконечности.

И наша земля нѣкогда возникла, но лишь въ томъ смыслѣ, что существовавшая міровая матерія, сконцентрировавшись, образовала нашу планету; наша земля погибнетъ въ томъ смыслѣ, что образующая ее матерія приметъ новыя формы.

Кантъ полагалъ, что туманность, первоначально выходившая за предѣлы орбиты Нептуна, однажды пришла въ медленное вращеніе, что затѣмъ отдѣлилось внѣшнее кольцо, аналогичное кольцу Сатурна, что кольцо разорвалось и сконцентрировалось въ самую крайнюю планету, старшее дитя солнца. На протяженіи долгихъ періодовъ туманность продолжала сжиматься и образовала послѣдовательно Нептуна, Урана, Сатурна, Юпитера, Марса, Землю, Венеру и Меркурія.

Большинство планетъ при выдѣленіи своихъ лунъ повторяли въ маломъ масштабѣ ходъ развитія всей системы.

Нептунъ образовалъ	1 луну.	Юпитеръ	8 лунъ.
Уранъ	4 луны.	Марсъ „	2 луны
Сатурнъ	10 лунъ.	Земля образовала	1 луну..

То обстоятельство, что Сатурнъ, помимо своихъ лунъ, имѣетъ еще кольцо, представлялось лучшимъ доказательствомъ для этой гипотезы, хотя какъ разъ это обстоятельство заключаетъ въ себѣ большое затрудненіе. Образовались ли луны Сатурна одновременно или послѣдовательно, одна за другой? Находится ли кольцо въ процессѣ образованія новой луны или нѣтъ?—всѣ эти вопросы оставались безъ отвѣта.

Пятнадцать лѣтъ спустя, французскій математикъ и астрономъ Лапласъ[2] обнародовалъ свое мнѣніе, аналогичное Кантовской теоріи, ни однимъ словомъ, конечно, не упоминая о первенствѣ Канта. Неопровержимое доказательство вѣрности своей теоріи Лапласъ видѣлъ особенно въ томъ, что всѣ планеты и ихъ спутники движутся въ одномъ и томъ же направленіи, и доказывалъ, что по законамъ теоріи вѣроятностей существуетъ 1000 милліардовъ шансовъ противъ одного за то, что и новая, быть можетъ, еще не открытая луна, тоже должна вращаться въ нормальномъ направленіи справа налѣво.

Но когда открыты были спутники Нептуна и Урана, оказалось, что они вращаются въ сторону, п р о т и в о п о л о ж н у ю вращенію другихъ небесныхъ тѣлъ.

А съ тѣхъ поръ мы познакомились съ нѣкоторыми другими астрономическими фактами, которые трудно совмѣстить съ этой, столь вразумительной, казалось, теоріей.

Представляется вѣроятнымъ, что наружныя планеты свѣтятъ еще собственнымъ свѣтомъ; такимъ образомъ, онѣ моложе, быть можетъ, своихъ сестеръ; кольцо Сатурна распадается подъ телескопомъ на вращающуюся систему твердыхъ тѣлецъ; двойныя звѣзды показываютъ намъ существенно иное распредѣленіе массы въ системѣ неподвижныхъ звѣздъ, а законъ сохраненія энергіи, въ связи съ новѣйшими изслѣдованіями надъ радіоактивными веществами, также далъ намъ новыя точки зрѣнія для сужденія о происхожденіи нашей солнечной системы.

Наша солнечная система обнаруживаетъ весьма своеобразное распредѣленіе массы: центральное тѣло въ семьсотъ разъ больше всѣхъ планетъ и ихъ спутниковъ, вмѣстѣ взятыхъ. Перевѣсъ центральнаго тѣла можно особенно реально иллюстрировать слѣдующимъ образомъ: если массу, существующую въ нашей солнечной системѣ, распредѣлить равномѣрно на пространствѣ, обнимаемомъ орбитой Нептуна, то въ кубѣ съ ребромъ въ 570 метровъ заключался бы только одинъ граммъ космической матеріи (такой же кубъ, наполненный атмосфернымъ воздухомъ, вѣситъ 240.000.000 килограммовъ). Этимъ ярко обрисовываются чрезвычайная пустынность и разрѣженность матеріи, царящія въ современномъ межпланетномъ пространствѣ.

Разсматривая другія космическія системы на небесномъ сводѣ, мы видимъ, что наша солнечная система отнюдь не представляетъ единственнаго типа распредѣленія массъ. Кромѣ нашей солнечной системы, астрономы различаютъ между космическими тѣлами еще слѣдующія, группы: во-первыхъ, к о с м и ч е с к і я т у м а н н о с т и, обнаруживающія либо однородно-хаотическое распредѣленіе массъ, либо единичныя сгущенія. Несмотря на самыя разнобразныя формы очертаній и группировки массъ, ихъ спектры обнаруживаютъ поразительное сходство. Судя по этимъ спектрамъ, туманныя пятна состоятъ изъ свѣтящихся, сильно разрѣженныхъ газовъ; водородъ и гелій распознаются легко; значеніе же другихъ спектральныхъ линій опредѣлить трудно. Не рѣ-

шеннымъ остается вопросъ, можно ли допустить, что астрономически видимыя туманныя пятна могутъ быть превращены въ неподвижныя звѣзды, или нѣтъ, такъ какъ эти пятна обнаруживаютъ существенно иной химическій составъ, чѣмъ звѣзды; во всякомъ случаѣ, среди космическихъ массъ они занимаютъ довольно обособленное положеніе.

Замѣчательный типъ образуютъ туманныя звѣзды[5], у которыхъ внутри туманной массы находится свѣтлая звѣзда, и которыя съ нѣкоторымъ правомъ могутъ быть разсматриваемы, какъ зарождающіяся образованія неподвижныхъ звѣздъ.

Весьма замѣчательны открытыя недавно въ громадномъ количествѣ (около 20000) двойныя звѣзды[6]. Это—системы, масса которыхъ разложена на нѣсколько равныхъ или неравныхъ частей, обращающихся около общаго центра. По яркости обѣихъ составляющихъ можно съ извѣстнымъ правомъ судить объ ихъ относительной величинѣ:

γ Дѣвы разлагается на двѣ звѣзды		яркости	3: 3
Полярная звѣзда		„	2: 9
Сиріусъ	„	„	1: 9
Альдебаранъ	„		1:11

Но часто одна звѣзда не видна и, можно думать, уже совершенно остыла; о ея существованіи можно заключить только по движеніямъ ея свѣтящейся сестры.

Особенно замѣчательно, что нѣкоторыя изъ этихъ темныхъ звѣздъ (типа Лиры) періодически вспыхиваютъ, не потому, пожалуй, что онѣ временно закрыты были другой звѣздой, какъ это имѣетъ мѣсто у Алголя, а, вѣроятно, потому, что послѣдней порождается приливная волна, прорывающая тонкую охлажденную кору, вызывая такимъ образомъ выливаніе наружу раскаленныхъ потоковъ магмы.

О размѣрахъ отдѣльныхъ солнцъ внутри системы двойныхъ звѣздъ можно судить по временамъ ихъ обращенія. Время обращенія:

δ Малаго Коня .	11,5	лѣтъ
42-ой Волосъ Вереники	25,7	
Сиріуса	49,4	„
γ Дѣвы	169,5	„
ν въ созвѣздіи Льва	296	„
36-ой Андромеды	349	
ς въ Водолеѣ	1578	

Четвертый типъ представляютъ звѣздныя скопленія, образующія, по всѣмъ видимостямъ, однородныя системы изъ многочисленныхъ большихъ небесныхъ тѣлъ.

ς Рака состоитъ только изъ трехъ звѣздъ одинаковой яркости, изъ которыхъ одна совершаетъ оборотъ вокругъ общаго центра въ 60 лѣтъ, другая—въ 700 лѣтъ. Въ θ Ориона обращаются 4 главныхъ звѣзды: IV-ой, VI-ой, VII-ой и VIII величины, и двѣ маленькія, почти незамѣтныя звѣздочки. Другія звѣздныя скопленія состоятъ изъ тысячъ неподвижныхъ звѣздъ. Нѣкоторыя звѣздныя скопленія имѣютъ неправильные контуры, веретенообразные или спиральные; другія образуютъ какъ-бы колоссальные конусы, въ серединѣ которыхъ звѣзды находятся гораздо ближе одна къ другой, чѣмъ у краевъ, и такимъ

образомъ мы находимъ всѣ переходы вплоть до большой спиральной туманности Андромеды, которую телескопу еще не удалось разложить на отдѣльныя свѣтящіяся точки, хотя спектроскопъ показываетъ, что это—звѣздное скопленіе.

Итакъ, мы видимъ, что сгущеніе космическихъ массъ въ отдѣльныя звѣздныя образованія обычно отнюдь не слѣдуетъ типу нашей солнечной системы, и послѣднюю мы должны разсматривать, какъ рѣдкій, исключительный случай. И здѣсь геоцентрическая точка зрѣнія долгое время удерживала изслѣдованіе на ложномъ пути.

Наша планетная система состоитъ изъ трехъ группъ большихъ тѣлъ, вращающихся вокругъ солнца по орбитамъ, близкимъ къ окружностямъ. Рой приблизительно 600 планетоидовъ отдѣляетъ четыре внутреннихъ планеты отъ четырехъ наружныхъ.

		Масса по отношенію къ землѣ.	Удѣльный вѣсъ.	Термическое состояніе.	Направленіе вращенія спутниковъ.
Внутреннія планеты.	Меркурій	0,04	0,8	Застывшая кора и бѣдная газами тонкая атмосфера.	
	Венера	0,81	0,9		←
	Земля	1,00	1,0		←
	Марсъ	0,12	0,8		←
Планетоиды					
Наружныя планеты.	Юпитеръ	309,61	0,23	Ядро, вѣроятно, въ состояніи краснаго каленія, съ сильно поглощающей атмосферой	←
	Сатурнъ	92,65	0,12		←
	Уранъ	14,74	0,25		→
	Нептунъ	16,47	0,14		→

Разсматривая удѣльные вѣса планетныхъ массъ, мы ясно видимъ, что внутреннія планеты обнаруживаютъ въ этомъ отношеніи полное сходство съ Землею; наружныя же планеты, между собою весьма сходныя, состоятъ изъ массъ, существенно болѣе легкихъ.

Слѣдовательно, промежуточное пространство, наполненное планетоидами, служитъ также границей плотностей,—такимъ образомъ, мы приходимъ къ предположенію, что двѣ группы планетъ произошли изъ различныхъ аггрегатовъ массъ. Если въ плотности искать ключа для генетическихъ отношеній нашей планетной системы, то отсюда слѣдуетъ, что солнце (плотностью въ 0,25) родственно внѣшней группѣ планетъ, хотя теперь оно занимаетъ центръ нашей системы.

Къ тому же поразительному заключенію мы приходимъ, сравнивая термическія отношенія. Внутреннія планеты остыли, ихъ бѣдная газами атмосфера не представляетъ существеннаго препятствія для прохожденія солнечныхъ лучей. Внѣшнія же планеты окружены плотной атмосферой паровъ; эта атмосфера отражаетъ на своей поверхности солнечный свѣтъ, но вмѣстѣ съ тѣмъ черезъ нее иногда просвѣчиваетъ темнокрасное каленіе, вѣроятно, еще горячаго небеснаго тѣла.

Эти полные противорѣчій факты Фай[3] пытается объяснить астрономически слѣдующими предположеніями. Исходный пунктъ нашей

солнечной системы составляла приблизительно шарообразная, медленно вращавшаяся масса. Послѣдняя превратилась въ сплющенное кольцо, вращавшееся около бѣднаго матеріей центра. Такъ какъ здѣсь еще не было преобладающаго скопленія притягивающей матеріи, то въ газовомъ кольцѣ могли образоваться отдѣльные вихри, которые, вращаясь въ направленіи общаго движенія, медленно сгущались, поглощали сосѣднюю матерію и послѣдовательно образовали отдѣльныя планеты. Согласно съ этимъ, впервые образовался Меркурій, затѣмъ, въ порядкѣ послѣдовательности, Венера, Земля, Марсъ, Юпитеръ и Сатурнъ. Но тогда солнце еще не существовало, еще недоставало центральной притягивающей массы; ея вещество было разсѣяно въ межпланетномъ пространствѣ и еще не обладало динамическимъ перевѣсомъ.

Мало-по-малу эта остающаяся еще матерія сгущалась, меньшія и большія массы устремлялись къ центру и здѣсь концентрировались; на внѣшней же периферіи носились два широкихъ туманныхъ кольца, а остальныя планетныя массы находились еще въ такомъ состояніи, при которомъ возможно было образованіе маленькихъ колецъ. Благодаря счастливому обстоятельству, одна группа этихъ колецъ сохранилась до настоящаго времени,—она окружаетъ Сатурнъ; всѣ же остальныя группы колецъ сконцентрировались въ одинъ или нѣсколько индивидуумовъ, образовавъ спутниковъ различныхъ планетъ.

Между тѣмъ центральная масса образующагося солнца все росла; здѣсь сосредоточилось $^{699}/_{700}$ всей матеріи; система получила тяжелый центръ, а образовавшіяся подъ конецъ внѣшнія планеты возникли при совершенно иныхъ условіяхъ, чѣмъ ихъ старшія сестры.

Не наша задача — заняться по существу обсужденіемъ этихъ трудныхъ проблемъ, занять по отношенію къ нимъ опредѣленное положеніе,—но мы, все-же, затронемъ слѣдующій вопросъ: достигла ли уже наша солнечная система конца своего развитія, или же вѣроятны еще дальнѣйшія измѣненія? Другими словами: представляетъ ли современное состояніе центральнаго тѣла конечную стадію или только переходъ къ другимъ стадіямъ?

Нормальный глазъ можетъ въ ясную погоду насчитать 5500 неподвижныхъ звѣздъ, или „солнцъ“. Въ телескопъ число неподвижныхъ звѣздъ возрастаетъ до 65000000, а разлагая свѣтъ въ спектроскопѣ, мы можемъ судить также о термическомъ и химическомъ состояніяхъ звѣздъ. При этомъ оказывается, по Шейнеру[4], что приблизительно половина всѣхъ неподвижныхъ звѣздъ излучаетъ бѣлоголубой свѣтъ. Эти звѣзды образуютъ I классъ. Ихъ температура значительно превышаетъ 7000°. Ихъ спектръ непрерывенъ отъ крайней красной линіи до крайней фіолетовой. Отчетливыя линіи водорода говорятъ за то, что этотъ элементъ преобладаетъ въ ихъ атмосферѣ, тогда какъ гелій, натрій, кальцій и желѣзо играютъ менѣе значительную роль.

Представители II класса звѣздъ, связаннаго съ первымъ цѣлымъ рядомъ переходовъ, свѣтятъ желтымъ свѣтомъ и обладаютъ температурой около 7000°. Ихъ спектръ въ фіолетовой части блѣденъ и пересѣченъ многочисленными линіями, въ которыхъ съ достовѣрностью установлено присутствіе кальція, желѣза, водорода, натрія, никкеля, магнія, кобальта, кремнія, мѣди, цинка, серебра, олова, всего около 40 извѣстныхъ на землѣ элементовъ; нѣкоторыхъ же элементовъ, какъ-

то: кислорода, азота, фосфора, брома, хлора, сѣры, фтора, установить съ достовѣрностью не удалось.

Только одна восьмая часть видимыхъ неподвижныхъ звѣздъ принадлежитъ къ III классу. Онѣ—оранжево-желтаго или краснаго цвѣта. Ихъ температура 3000°—4000°. Въ ихъ атмосферѣ содержатся уже химическія соединенія, особенно углеводороды.

Этими тремя классами звѣздъ исчерпывается видимый звѣздный міръ, но весьма вѣроятно, что на небесномъ сводѣ чрезвычайно велико число совершенно остывшихъ звѣздъ (классъ IV). Съ какой-нибудь звѣзды наблюдатель могъ бы видѣть въ нашей солнечной системѣ только центральное тѣло, а не 600 планетъ, планетоидовъ и спутниковъ; многія двойныя звѣзды вращаются вокругъ темнаго спутника, существованіе котораго можно доказать только путемъ вычисленій: милліоны маленькихъ космическихъ тѣлъ становятся видимы для насъ лишь тогда, когда они, какъ метеоры, вступаютъ въ земную атмосферу, а такъ называемыя „новыя звѣзды“ являютъ примѣръ временнаго вспыхиванія космическаго тѣла, уже успѣвшаго покрыться твердой корой.

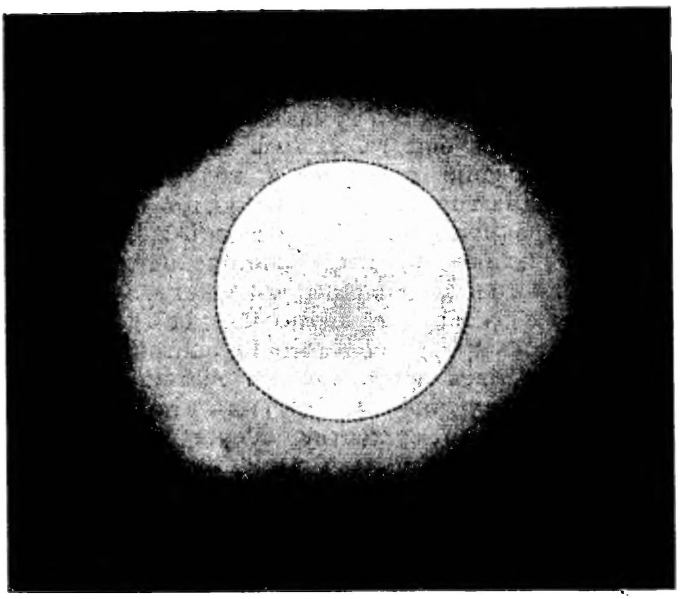


Рис. 11. Солнце по фотографическому снимку во время полнаго солнечнаго затменія 28 мая 1900 года. Пунктирная окружность представляетъ очертанія свѣтящагося солнечнаго диска

Своеобразное численное соотношеніе трехъ классовъ свѣтящихъ звѣздъ навело Шейнера на рядъ интересныхъ мыслей. Если половина всѣхъ звѣздъ принадлежитъ къ первому классу, три восьмыхъ—ко второму, а одна восьмая—къ третьему классу, то отсюда мы можемъ заключить, что космическія тѣла дольше всего пребываютъ въ стадіи бѣлаго свѣченія; въ стадіи II они пребываютъ почти столько же времени, чтобы затѣмъ довольно быстро остыть и лишиться силы свѣта. Наше солнце принадлежитъ ко II классу звѣздъ. Его температура составляетъ близъ поверхности около 7000°; что же касается колоссальныхъ температуръ во внутренности солнечнаго шара, то опредѣлить ихъ невозможно даже приблизительно.

Когда мы разсматриваемъ солнце сквозь тонкій облачный покровъ, оно представляется намъ совершенно круглымъ дискомъ. Но при полномъ затменіи свѣтъ солнца ослабляется, и нашъ глазъ въ состояніи

замѣтить и менѣе свѣтлыя краевыя части,—тогда шарообразная форма исчезаетъ (рис. 11). Всюду выступаютъ неровности (протуберанцы), измѣняющія свою форму; спектроскопъ открываетъ въ нихъ раскаленный водородъ, магній, гелій, натрій, барій, титанъ и пары желѣза. Снаружи мы тогда видимъ мягко свѣтящую нѣжную атмосферу неправильнаго очертанія, окружающую солнечное ядро. Вещество солнца въ коронѣ настолько разрѣжено, что комета 1843 года безпрепятственно прошла черезъ нее; къ центру же плотность непрерывно возрастаетъ.

Шмидтъ[6] теоретическими разсужденіями показалъ, что въ раскаленномъ газовомъ шарѣ, плотность котораго убываетъ отъ центра къ периферіи,—что въ такомъ шарѣ существуетъ сферическая поверхность, вліяющая на излученіе свѣта такимъ образомъ, что всѣ части, расположенныя внутри этой поверхности, свѣтятъ очень ярко, массы же, расположенныя внѣ этой поверхности, излучаютъ слабый свѣтъ. Если это такъ, то противоположность между свѣтящимъ солнечнымъ шаромъ и объемлющей его разрѣженной „атмосферой“ не должна быть рѣзкой, и солнце можно разсматривать, какъ неправильный свѣтящій газовый шаръ, плотность котораго п о с т е п е н н о убываетъ отъ центра къ переферіи, и діаметръ котораго, пожалуй, въ три раза больше, чѣмъ діаметръ извѣстнаго намъ солнечнаго диска.

По старымъ вычисленіямъ Томсона и Гельмгольца, солнце должно непрерывно охлаждаться и, для компенсаціи этой потери тепла, сжиматься на 6 километровъ въ столѣтіе. Въ противоположность этимъ вычисленіямъ, Риттеръ[9] показалъ, что сжимающійся газовый шаръ—а солнце, несомнѣнно, является таковымъ—излучаетъ только 19% теплоты, порожденной сжатіемъ, а 81% этой теплоты расходуетъ на повышеніе температуры своей массы. Вычислено, что солнце излучаетъ въ 1 минуту на каждый квадратный сантиметръ такое количество теплоты, какого достаточно для повышенія температуры 4 граммовъ воды на 1^0C, или, выражаясь технически, 4 граммъ-калоріи (малыхъ калоріи). Если это такъ, то постоянная потеря теплоты солнцемъ составляетъ 580.000.000.000.000.000.000.000.000.000.000 граммъ-калорій (малыхъ калорій). Конечно, большую часть этой теплоты солнце разсѣиваетъ въ холодное міровое пространство, и лишь $\frac{1}{2250}$ милліонной доли попадаетъ на землю. Если же въ то самое время солнце накопляетъ въ 4 раза больше теплоты, то, естественно, не заслуживаютъ довѣрія всѣ вычисленія возраста центральнаго тѣла или нашей земли, основанныя на отдачѣ теплоты солнцемъ. Мы можемъ сказать только слѣдующее: солнце, вѣроятно, уже довольно долго пребываетъ въ теперешней термической стадіи развитія и еще долго будетъ пребывать въ ней.

Особый родъ дальнѣйшаго измѣненія нашей солнечной системы состоитъ въ томъ, что большія планетныя массы постоянно притягиваютъ къ себѣ меньшія тѣла и увеличиваются на ихъ счетъ. Этотъ процессъ будетъ разсмотрѣнъ нами въ слѣдующей главѣ на нѣкоторыхъ особенно характерныхъ примѣрахъ. Во всякомъ случаѣ междупланетное пространство нашей солнечной системы должно становиться все бѣднѣе метеорными массами, поскольку въ него не попадаютъ новыя космическія массы.

Наконецъ, весьма замѣчательное свойство нашей солнечной системы состоитъ, повидимому, въ слѣдующемъ: самое большое послѣ солнца

тѣло, Юпитеръ, очень близко подходитъ своей орбитой къ рою планетоидовъ и производитъ сильное разстройство, когда орбита какого-либо изъ планетоидовъ вступаетъ въ сферу его притяженія: орбита планетоида становится сильно эксцентричной. Сверхъ того, маленькое космическое тѣло, находясь въ перигеліи близко къ солнцу, должно сильно повысить свою температуру, въ афеліи же, отстоя далеко отъ солнца, оно должно испытать энергичное охлажденіе. Благодаря этому, въ космическомъ тѣлѣ должны происходить постоянные разрывы, поверхность его должна постоянно растрескиваться. Въ то же время для каждаго космическаго тѣла существуетъ опредѣленный предѣлъ скорости, до котораго каждая изъ его частей можетъ двигаться не покидая своей сферы притяженія. Пушечному ядру для того, чтобы оно съ земли перелетѣло въ міровое пространство, нужно было бы сообщить начальную скорость въ 11 километровъ въ секунду. На планетоидѣ діаметромъ въ 10 километровъ достаточно было бы начальной скорости въ 6 метровъ, а на планетоидѣ въ 1 километръ діаметромъ достаточно было бы начальной скорости въ 0,6 метра въ секунду, чтобы преодолѣна была сила его притяженія, и отдѣлившіяся части устремились въ міровое пространство. На основаніи этого д'Арлоцъ [16]) высказываетъ предположеніе, что постоянно растрескивающійся, вслѣдствіе температурныхъ колебаній, планетоидъ можетъ постепенно распасться на рой мелкихъ кусковъ. Эти куски въ видѣ к о м е т ъ кружатся по сильно эксцентричной орбитѣ вокругъ солнца и, въ концѣ концовъ, должны быть совершенно уничтожены послѣднимъ ѝли какой-нибудь большой планетой, которая пересѣчетъ ихъ орбиту.

Такимъ образомъ, не только земля, но и солнце, а также большинство другихъ тѣлъ нашей системы подвержены постояннымъ измѣненіямъ, и нѣкоторые періоды геологическаго прошлаго протекали при астрономическихъ условіяхъ, совершенно отличныхъ отъ современныхъ.

4. Образованіе луны и метеориты.

Единственный въ своемъ родѣ и весьма важный въ исторіи земли процессъ представляетъ отдѣленіе отъ нея ея спутника. Въ самомъ дѣлѣ, тогда и только въ этомъ единственномъ случаѣ земля потеряла часть своей матеріи. Масса луны составляетъ одну пятидесятую часть массы земли, плотность ея составляетъ 3,6; слѣдовательно, ея плотность меньше плотности земли въ цѣломъ, но она значительно больше плотности земной коры. Отсюда мы заключаемъ, что ко времени образованія луны наша планета была уже раздѣлена на зоны различной плотности; но разслоеніе это тогда не ушло еще такъ далеко, какъ въ настоящее время, такъ какъ въ противномъ случаѣ удѣльный вѣсъ луны, образовавшейся, несомнѣнно, изъ экваторіальнаго кольца земной поверхности, составлялъ бы только 2,5.

Луна отстоитъ отъ земли на 385000 километровъ и совершаетъ оборотъ вокругъ своей матери въ $27^1/_3$ дней, почти въ такой же промежутокъ времени она совершаетъ оборотъ вокругъ своей оси; поэтому, луна обращена къ намъ всегда одной и той же стороной; ея день равняется, слѣдовательно, четырнадцати нашимъ днямъ, столь же продолжительна и ея ночь. Такъ какъ луна носится по холодному

мірovому пространству, незащищенная замѣтной атмосферой, то вечеромъ на ея поверхности, сильно накаленной солнечными лучами, должно происходить энергичное охлажденіе. Равнымъ образомъ тамъ должны совершаться съ такой же силой, съ какой они совершаются въ самыхъ сухихъ пустыняхъ, процессы физическаго вывѣтриванія: растрескиваніе всѣхъ возвышенностей, раздробленіе полихромныхъ, сложныхъ горныхъ породъ... Это дѣйствіе еще усиливается наступающими время отъ времени *) солнечными затменіями.

Въ виду отсутствія атмосферы, на лунѣ отсутствуютъ также явленія воздушныхъ теченій: вѣтры, шлифовка скалъ летучими песками, эоловыя разрушенія; на лунѣ нѣтъ и воды, и, такимъ образомъ, отсутствуетъ самая важная на землѣ причина образованія долинъ. Правда, на лунѣ сила тяжести въ шесть съ половиной разъ меньше, чѣмъ на землѣ; поэтому, образующіеся отъ сильнаго накаливанія и послѣдующаго охлажденія продукты разрушенія породъ опускаются въ низменности совсѣмъ медленно, а это обусловливаетъ возможность на лунѣ гораздо болѣе высокихъ и болѣе крутыхъ горныхъ склоновъ. Особенно поразительно то, что центръ тяжести луны отстоитъ отъ ея геометрическаго центра на 59 километровъ; другими словами, луна имѣетъ на обращенной къ намъ сторонѣ какъ бы уплотненный покровъ.

Уже невооруженный глазъ различаетъ на лунѣ свѣтлыя и темныя пятна. По углу, подъ которымъ поляризованный свѣтъ отражается отъ болѣе яркихъ частей, сдѣлали выводъ, что онѣ имѣютъ свойства застывшаго стекляннаго потока. Сѣрыя части, ошибочно называемыя „морями“, представляютъ, по всей вѣроятности, огромныя скопленія обломковъ, въ которыя превратились скалы лунной коры подъ вліяніемъ температурныхъ колебаній: разбитая трещинами, шероховатая масса иначе отражаетъ солнечный свѣтъ, чѣмъ неразрушенные участки.

Съ помощью телескопа можно различать на лунѣ всѣ формы поверхностей, которыя больше 30 метровъ. Поэтому, форма луны относительно лучше извѣстна, чѣмъ рельефъ одинаковой по величинѣ площади земли. Особенно легко различимы слѣдующія формы:

1. *Горныя цѣпи.* Вытянутые въ длину, большей частью, плоскіе горные хребты; онѣ часто имѣютъ въ высоту не болѣе 100 метровъ, но въ длину тянутся неправильными линіями до 300 километровъ. Ихъ расположеніе производитъ впечатлѣніе, что это—плоскіе валы обломковъ, происшедшихъ отъ разрушенія болѣе высокихъ горъ, случайно расположившихся вмѣстѣ.

2. *Борозды.* Плоскія углубленія шириною отъ одного до двухъ километровъ; они тянутся прямолинейно,—иногда, впрочемъ, поворачиваютъ подъ острымъ угломъ,—на разстояніе до 500 километровъ,

3. Наибольшій интересъ представляютъ кольцевыя горы. Эти горы распредѣлены по всей поверхности луны и бываютъ различной величины. На сторонѣ, обращенной къ намъ, насчитываютъ такихъ горъ 33000 (см. рис. 12), а судя по ихъ расположенію, надо думать, что онѣ покрываютъ и другое полушаріе луны. Ихъ діаметръ колеблется между 1 и 215 километрами; чаще всего онѣ имѣютъ въ діаметрѣ отъ 40 до 80 километровъ. Кольцевыя горы расположены либо въ одиночку, либо неправильными группами; часто одна гора

*) 1—2 раза въ годъ. Въ подлинникѣ: „каждый 4-й день“... *Г. К.*

расположена внутри другой. Но лишь рѣдко можно наблюдать концентрическое расположеніе кольцевыхъ горъ; большей частью (см. рис. 13) меньшія горы расположены внутри или внѣ большаго кольца, украшая его склоны и гребень, причемъ форма меньшихъ колецъ всегда явственно выдѣляется на фонѣ кольцеобразнаго основанія; никогда онѣ не пересѣкаются, и гдѣ возникло новое кольцо, тамъ болѣе старая кольцевая форма исчезла. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ внутри кольцевой горы возвышается зубчатый горный хребетъ; вообще же, площадь, опоясываемая кольцомъ, представляется ровной и лежитъ обыкновенно значительно (до 3000 метровъ) глубже, чѣмъ окружающая поверхность луны. Никогда мы не наблюдаемъ долины, которая пересѣкала бы кольцевой валъ; склоны кольцевыхъ горъ — весьма круты, иногда почти отвѣсны, и нельзя не признать, что горы эти состоятъ изъ твердыхъ породъ, а не изъ рыхлыхъ продуктовъ разрушенія. Самыя высокія кольцевыя горы достигаютъ 7500 метровъ высоты, шесть изъ нихъ имѣютъ въ высоту 6000 метровъ, 22—4500 метровъ. Для столь небольшого космическаго тѣла, какъ луна, такая разница уровней представляется чрезвычайно большой. Самыя маленькія кольцевыя горы не улавливаются телескопомъ, и можно думать, что по поверхности луны распредѣлено еще безчисленное множество весьма маленькихъ колецъ.

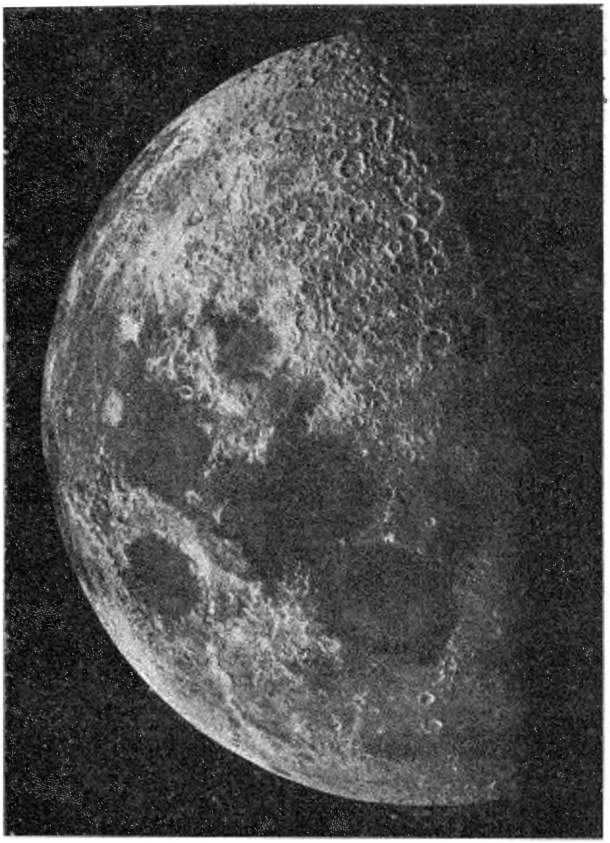


Рис. 12. Кольцевыя горы и равнины на лунѣ.

Кольцевыя горы обыкновенно называютъ „кратерами“ и съ этимъ связываютъ представленіе о вулканическомъ происхожденіи. Во многихъ книгахъ сильно уменьшенное изображеніе подобной лунной горы (рисованное съ гипсовой модели!) сопоставляютъ съ искаженнымъ изображеніемъ земного вулкана. Это совершенно ошибочное представленіе затушевываетъ существенныя особенности обоихъ явленій, и только этимъ объясняется то, что до сихъ поръ кольцевыя горы считаются вулканами.

Земной вулканъ представляетъ,—позднѣе мы объ этомъ поговоримъ обстоятельнѣе,—насыпанную конусную гору, имѣющую на вершинѣ своей узкое воронкообразное отверстіе—кратеръ. Внѣшній откосъ этого пепельнаго конуса составляетъ 10°—15°, самое большее 32°; отверстіе кратера имѣетъ болѣе крутыя стѣнки, но его діаметръ, большей частью, не превышаетъ нѣсколькихъ сотъ метровъ. Самые большіе кратеры дѣйствующихъ вулкановъ имѣютъ въ діаметрѣ 1100 метровъ.

Но если такой вулканъ долгое время не дѣйствуетъ и подверженъ дѣйствію атмосферныхъ силъ, то круглое углубленіе кратера мало-по-малу расширяется, особенно въ томъ случаѣ, когда валъ кратера прорѣзывается глубокой бороздой (баранкосой), по которой вы-

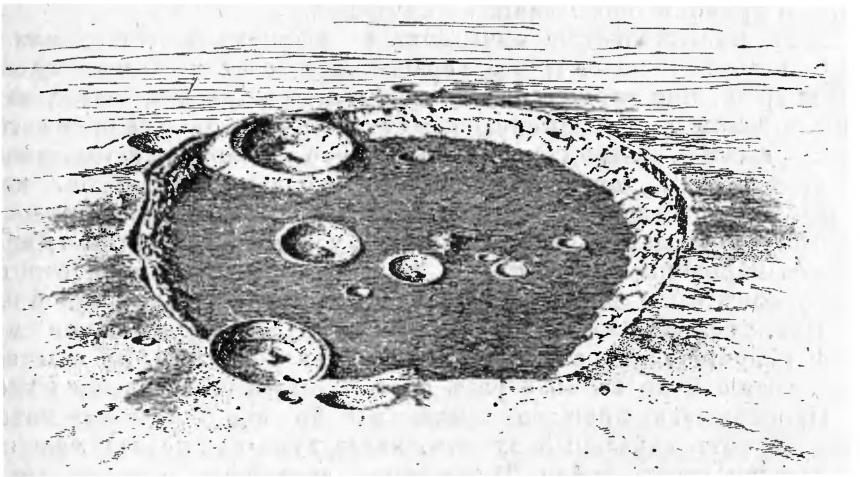


Рис. 13. Кольцевая гора Кювье на лунѣ. (Діаметръ—228 километровъ; глубина—3000 метровъ).

вѣтрившійся матеріалъ можетъ уноситься проточной водой. Такимъ образомъ возникаютъ круглыя кратерныя долины діаметромъ въ 10—20 километровъ.

Но въ вулканическихъ областяхъ рядомъ съ дѣйствующими кратерными жерлами и размытыми кратерными долинами встрѣчается еще третій видъ котловинъ: кратеры взрыва. Послѣдніе образуются въ томъ случаѣ, когда громадныя массы пара прорываются черезъ земную кору, оставляя на поверхности земли глубокую яму. При этомъ образуются котловины діаметромъ въ 3—20 километровъ; онѣ либо бываютъ сухими, либо образуютъ такъ называемое кратерное озеро (Maar).

На лунѣ, лишенной воды и воздуха, такое безчисленное множество кольцевыхъ горъ не могло образоваться ни путемъ размыва и сноса, ни путемъ взрывовъ паровъ, такъ какъ въ противномъ случаѣ мы должны были бы допускать, что луна еще недавно обладала атмосферой, а подобное предположеніе совсѣмъ невѣроятно. Но сдѣлаемъ это невѣроятное предположеніе: допустимъ, что луна еще недавно обладала атмосферой, что эта гипотетическая воздушная оболочка какими-то судьбами исчезла,—если даже допустимъ все это, то, все-же, мы не въ состояніи объяснить, почему внутреннее основаніе коленъ лежитъ на

3000 метровъ ниже поверхности луны, почему кольцевыя горы такъ круты, почему меньшія кольца совершенно неправильно налегаютъ на большія, измѣняя ихъ форму.

Такимъ образомъ, съ точки зрѣнія геолога приходится отвергнуть предположеніе, что кольцевыя горы луны возникли такъ же, какъ земные вулканы, ибо свойства этихъ обѣихъ горныхъ формъ по существу различны.

Можно утверждать только одно: кольцевыя горы представляютъ столь характерную и частую форму поверхности луны, что всякая теорія образованія луны не можетъ не считаться съ этими фактами.

Изслѣдованія Джорджа Дарвина[2] открыли рядъ чрезвычайно важныхъ фактовъ касательно исторіи происхожденія луны и состояній земли ко времени образованія ея спутника.

Луна, какъ извѣстно; вызываетъ въ жидкихъ частяхъ земли приливную волну; эта волна трется о вращающуюся землю. По закону сохраненія энергіи, при этомъ должна совершаться работа, замедляющая вращеніе земли, т. е. удлиняющая сутки. Въ настоящее время это замедленіе весьма незначительно. Солнечное затменіе, наблюдавшееся 3000 лѣтъ назадъ, можно вычислить съ небольшой ошибкой, исходя изъ нынѣ существующихъ условій. Но незначительное отклоненіе, все же, получится, и объясняется оно легко удлиненіемъ сутокъ. Дарвинъ считаетъ вѣроятнымъ, что треніе, вызываемое приливами и отливами, въ прошломъ было значительно больше. Когда луна была вдвое ближе къ землѣ, треніе было въ 64 раза больше. Когда разстояніе между землей и луной было въ четыре раза меньше, чѣмъ въ настоящее время, треніе было въ 4096 разъ больше, чѣмъ въ настоящее время.

Прослѣживая прошлое земли, мы въ концѣ концовъ наталкиваемся на тотъ начальный пунктъ, когда луна составляла еще почти нераздѣльную часть земли. Тогда земля совершала оборотъ вокругъ своей оси въ 4 часа, вмѣсто теперешнихъ 24 часовъ; при такой колоссальной скорости отъ земной поверхности могли отрываться ея части. „Математическій анализъ не въ состояніи прослѣдить детали такого разрыва“. Дарвинъ полагаетъ, что приливъ, вызванный солнцемъ на жидкой еще землѣ, послужилъ причиной отдѣленія отъ земли экваторіальныхъ массъ. Вѣроятно, что отъ земли оторвалось не одинъ, а нѣсколько кусковъ, которые позднѣе соединились въ одинъ, образовавъ луну. „Система должна была пережить періодъ всеобщаго разстройства, прежде чѣмъ образованіе луны снова возстановило порядокъ“.

Первоначально масса луны двигалась въ плоскости экватора, въ небольшомъ удаленіи отъ земли; мы должны допустить, что луна обращалась вокругъ земли нѣсколько медленнѣе, чѣмъ послѣдняя вращалась вокругъ своей оси. Возникавшее вслѣдствіе этого треніе приливной волны уменьшало періодъ вращенія земли, вначалѣ быстро, затѣмъ все медленнѣе, но вмѣстѣ съ тѣмъ луна должна была удаляться отъ земли по винтовой линіи и описывать все большую и большую орбиту. Четырехчасовыя сутки и мѣсяцъ, первоначально длившійся тоже четыре часа, становились все больше и больше. Но мѣсяцъ увеличивался значительно быстрѣе, пока онъ не достигъ почти 29 сутокъ. Дарвинъ показываетъ, что это состояніе должно было быть поворотнымъ пунктомъ въ исторіи земли: отнынѣ мѣсяцъ возрастаетъ

все медленнѣе, а число оборотовъ земли увеличивается быстрѣе; луна обгоняетъ землю, и число дней мѣсяца относительно убываетъ. Нашъ современный мѣсяцъ въ $27^1/_3$ дней соотвѣтствуетъ уже, быть можетъ, второй фазѣ исторіи луны и земли, а конечный результатъ этого тренія, вызываемаго приливами, будетъ состоять въ слѣдующемъ: земля и луна будутъ вращаться другъ около друга, составляя какъ бы одно тѣло; день будетъ равняться 55 нынѣшнимъ днямъ, и такова же будетъ продолжительность мѣсяца.

Такимъ образомъ, луна вызывала на землѣ существенныя измѣненія въ длительности дня и ночи; точно такъ же земля вызывала соотвѣтствующія измѣненія на лунѣ. Покамѣстъ луна находилась еще въ раскаленномъ состояніи, въ жидкихъ породахъ должны были подниматься громадныя приливныя волны. Такъ какъ луна вращалась вокругъ своей оси быстрѣе, то треніе, вызываемое этими волнами, было очень велико. „Луна вращалась все медленнѣе и медленнѣе, до тѣхъ поръ, пока ея раскаленная жидкая поверхность не затвердѣла; затвердѣла и волна, вызванная на лунѣ землею, такъ что экваторъ луны не представляетъ правильнаго круга, и длинная ось направлена въ сторону земли".

Прослѣдимъ теперь судьбу кусковъ, отдѣлившихся отъ земной поверхности къ началу образованія луны и, вѣроятно, кольцомъ большихъ и малыхъ массъ окружавшихъ землю.

Пока происхожденіе кольцевыхъ горъ луны пытались, по аналогіи съ земными вулканами, объяснять дѣйствующей изъ ея нѣдръ силой изверженія (эруптивной силой), до тѣхъ поръ цѣлый рядъ важныхъ фактовъ оставался непонятымъ.

Дѣйствующіе при всякомъ вулканическомъ изверженіи газы, а равно и тучи пепла—на лунѣ отсутствуютъ; стекловидную поверхность кольцевыхъ горъ невозможно совмѣстить съ предположеніемъ, что горы эти состоятъ изъ рыхлыхъ продуктовъ изверженія; діаметры кольцевыхъ горъ превосходятъ тѣ размѣры, съ какими мы встрѣчаемся въ земныхъ вулканахъ; пересѣченіе малыхъ и большихъ кольцевыхъ горъ тоже противорѣчило господствующей теоріи вулкановъ.

Поэтому, непредубѣжденные наблюдатели не переставали обращать вниманіе [3] на то, что происхожденіе кольцевыхъ горъ можно объяснять также нагроможденіемъ массъ извнѣ. Но это воззрѣніе не было оцѣнено по достоинству и не получило признанія, несмотря на то, что оно подтверждалось различными экспериментами, давшими согласные результаты:

Если бросать небольшія количества муки на поверхность, покрытую гладкимъ слоемъ муки, или же полужидкую глину съ высоты двухъ метровъ на поверхность, покрытую глиной же,—то образуются кольцевыя горы. То же мы видимъ при бросаніи мягкаго каучуковаго шара на покрытую пылью доску или при паденіи съ высоты 1 метра водяныхъ капель на водяную поверхность, покрытую слоемъ плауноваго сѣмени. Образующіяся при этомъ горы во всѣхъ подробностяхъ до того похожи на лунныя горы, что нельзя было не придти къ заключенію, что подобнымъ же образомъ возникли и лунныя горы

Астрономическія вычисленія привели Джорджа Дарвина къ предположенію, что наша луна первоначально состояла изъ нѣсколькихъ отдѣльныхъ кусковъ; затѣмъ Г. К. Гильбертъ (G. K. Gilbert) убѣди-

тельно показалъ, какимъ образомъ изъ этихъ кусковъ составилась луна. Съ теченіемъ времени самый крупный кусокъ постепенно втягивалъ въ себя меньшія массы, увеличивая такимъ образомъ всю массу. При столкновеніи этихъ космическихъ тѣлъ каждый разъ освобождалось громадное количество теплоты, благодаря которой спутникъ, успѣвшій уже остыть, снова приходилъ въ жидкое состояніе. Съ теченіемъ времени различіе массъ главной луны и ея меньшихъ сестеръ становилось все больше, и, наконецъ, масса послѣднихъ сдѣлалась относительно настолько незначительной, что при паденіи на поверхность главной массы онѣ расплавляли только поверхностныя части. Падая, онѣ и сами приходили въ расплавленное состояніе, на расплавленной поверхности луны возникалъ круговой валъ, который быстро затвердѣвалъ въ видѣ кольцевой горы. Такимъ образомъ, луна все увеличивалась насчетъ меньшихъ массъ космической матеріи, которыя вмѣстѣ съ луной окружали землю и постепенно поглощались большей сестрой, подобно тому, какъ маленькіе шарики ртути сливаются съ большей каплею, какъ только придутъ въ соприкосновеніе съ нею. Борозды же на лунѣ можно бы разсматривать, какъ вытянутыя въ длину раны отъ падающихъ подъ очень острымъ угломъ снарядовъ (метеоритовъ).

Такимъ образомъ, луна въ очень выразительной формѣ разсказываетъ намъ, какъ много меньшихъ космическихъ тѣлъ нѣкогда окружали нашу землю, и какъ межпланетное пространство солнечной системы съ незапамятныхъ временъ становилось все болѣе и болѣе разрѣженнымъ.

Что этотъ процессъ продолжается и въ настоящее время, этому учатъ насъ падающіе на землю метеориты. Потеря массы нашей землею произошла только одинъ разъ, тогда какъ приращеніе ея массы отъ падающихъ на нее метеориыхъ тѣлъ совершалось почти непрерывно и продолжается донынѣ. Теорія возмущеній [6] оставляетъ безъ объясненія 5″ въ среднемъ времени обращенія луны. Но если мы допустимъ, что въ каждыя двѣсти лѣтъ на землю выпадаетъ слой метеорной пыли толщиною только въ 1 миллиметръ, то вышеупомянутая разница между наблюденіемъ и теоріей легко станетъ понятной.

Въ такъ называемыхъ падающихъ звѣздахъ, метеорахъ и огненныхъ шарахъ, мы обыкновенно видимъ лишь оптическія явленія. Темныя массы космической матеріи, обращающіяся по сложнымъ кривымъ вокругъ солнца, приблизившись къ землѣ, притягиваются ею. Большинство падающихъ звѣздъ становятся видимыми на высотѣ 95 километровъ. Но иногда отдѣльныя свѣтящіяся точки замѣчаются въ телескопъ на большей высотѣ. Особенно часты небольшія, телескопическія падающія звѣзды, но и большія падающія звѣзды наблюдаются въ продолженіе всего года. Извѣстные періоды года особенно богаты падающими звѣздами; тогда мы говоримъ о роякъ падающихъ звѣздъ. Ихъ наблюдаютъ (по нов. стилю):

2— 3 января	15—23 октября
5—11 апрѣля	12—14 ноября (леониды)
25—30 іюля	27—29 ноября.
8—12 августа (персеиды)	6—13 декабря.

Свѣтовые эффекты свидѣтельствуютъ о томъ, что темныя массы, попадая въ земную атмосферу, плавятся и сгораютъ.

Мельчайшія пылинки, отдѣляющіяся отъ метеорныхъ массъ, проходятъ черезъ атмосферу со скоростью, доходящей до 40 километровъ въ секунду; на землѣ онѣ смѣшиваются съ земной пылью, которую кружатъ высокіе тромбы, или поднимаютъ высоко въ воздухъ вулканическія изверженія, такъ что, въ большинствѣ случаевъ, невозможно распознать метеорное происхожденіе этихъ примѣсей. Но на покрытыхъ снѣгомъ пространствахъ полярныхъ областей и въ мягкихъ, бѣдныхъ желѣзомъ осадкахъ глубокаго моря иногда удавалось обнаружить присутствіе значительныхъ количествъ космической пыли.

Изслѣдовать свойства[1] этихъ маленькихъ космическимъ тѣлъ, или метеоритовъ, мы имѣемъ возможность лишь въ томъ случаѣ, когда они первоначально настолько велики, что послѣ прохожденія черезъ земную атмосферу остается нерасплавленный остатокъ *).

Рис. 14. Метеоритъ изъ Станнерна. Его поверхность обнаруживаетъ расплавленный черный коровый слой, покрытый небольшими развѣтвленными бороздами и ребрами, которые, располагаясь лучеобразно, идутъ отъ отдѣльныхъ выступовъ къ краямъ.

Смотря по составу, различаютъ[7] желѣзные (сидериты), каменные (хондриты) и стекловатые (тектиты) метеориты, но эти различныя группы связаны между собою постепенными переходами.

Петрографическое изслѣдованіе многихъ сотенъ метеоритовъ показало, что они состоятъ преимущественно изъ такихъ минераловъ, которые въ породахъ земной горы встрѣчаются рѣдко, либо не встрѣчаются вовсе. Ихъ строеніе изъ шаровидныхъ образованій (хондръ), сильная трещиноватость силикатовъ, преобладаніе стекла въ кристаллахъ, обиліе пустотъ,—всѣ эти особенности такъ характерны для метеоритовъ, что смѣшать послѣдніе съ какой-нибудь земной породой невозможно.

Больше половины всѣхъ извѣстныхъ метеоритовъ принадлежатъ къ каменнымъ хондритамъ. При паденіи метеоритовъ на Лонгъ-Айландѣ (Long Island) найдено было 3000 кусковъ съ общимъ вѣсомъ

*) Геологъ, знакомый со строеніемъ земной коры, не можетъ не считать нелѣпымъ предположеніе, что чечевицеобразно включенныя въ литосферу залежи каменной соли или даже пласты каменнаго угля и гранитные штоки нѣкогда упали на землю въ видѣ метеорныхъ массъ. Но въ широкихъ кругахъ это фантастическое воззрѣніе пользуется большимъ довѣріемъ: еще недавно сдѣлана была попытка объяснить происхожденіе всей Австраліи паденіемъ колоссальнаго метеора. Мы должны поэтому категорически заявить, что эти фантастическія воззрѣнія противорѣчатъ всѣмъ геологическимъ фактамъ, и серьезно опровергать ихъ не приходится.

въ 564 килограмма, у Пултуска найдена тысяча кусковъ величиной съ горошину, такъ что здѣсь можно было говорить о „каменномъ градѣ".

Желѣзные метеориты, большей частью, выпадаютъ большими отдѣльными кусками, вѣсъ которыхъ у Ранхито (Ranchito) достигалъ 50.000 килограммовъ, въ то время какъ у Каньонъ-Діабло (Canon Diablo) найдено нѣсколько глыбъ вѣсомъ каждая до 50 килограмммовъ и множество маленькихъ кусковъ, вѣсомъ только въ 2 грамма и общимъ вѣсомъ въ 4122 килограмма.

Паденіе стекловатыхъ метеоритовъ составляетъ очень рѣдкое явленіе. Въ среднеміоценовую эпоху каменный дождь засыпалъ Молдавскую низменность; выпавшіе тамъ темнозеленые стекловатые камни, покрытые своеобразными листоватыми рубцами (молдавитъ, см. рис. 16), долгое время представляли неразрѣшимую загадку, пока не доказано было ихъ внѣземное происхожденіе. Паденіе метеоритовъ, относящееся къ дилювіальной эпохѣ, извѣстно на Зондскомъ архипелагѣ и въ Австраліи.

Особенный интересъ представляетъ стекловатый камень, упавшій 24 января 1904 года у Игартъ-Галле (Igart-Halle).

Минералогическій составъ метеоритовъ показываетъ, что они образовались безъ доступа воды и кислорода. Строеніе минераловъ свидѣтельствуетъ объ очень ускоренной кристаллизаціи, а сходство широко распространенныхъ хондръ съ градинами или крупой позволяетъ думать, что они образовались изъ раскаленныхъ, быстро затвердѣвшихъ газовъ: это предположеніе раздѣляется многими изслѣдователями метеоритовъ.

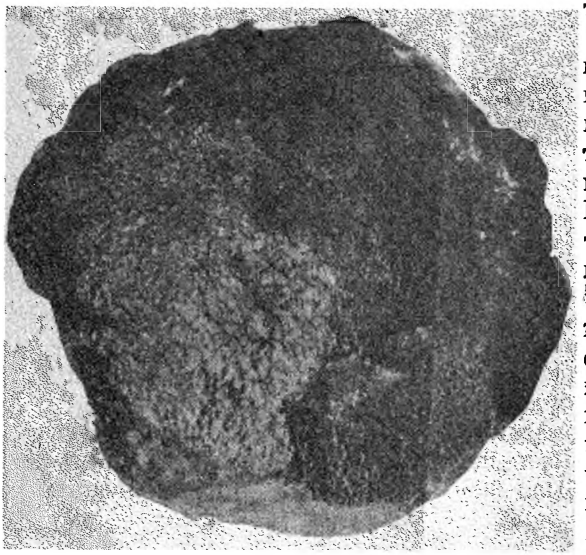


Рис. 15. Искусственное воспроизведеніе поверхности метеорита дѣйствіемъ струи пара на канифоль.

Можно предполагать, что многіе метеориты представляютъ уплотненіе той матеріи нашей солнечной системы, которая не использована была при образованіи планетъ. Первоначальные размѣры этихъ тѣлъ, блуждающихъ въ межпланетномъ пространствѣ, были во всякомъ случаѣ весьма различны, о чемъ можно съ большой вѣроятностью заключить также на основаніи ихъ минералогическаго состава. Въ самомъ дѣлѣ, мы знаемъ, что при быстромъ охлажденіи вулканическихъ массъ возникаетъ стекловидное вещество, тогда какъ при медленномъ охлажденіи происходитъ раздѣленіе различныхъ по своимъ физическимъ и химическимъ свойствамъ составныхъ частей первоначальной

кловатой смѣси. Въ стекловатыхъ метеоритахъ мы видимъ продуктъ е ма быстраго отвердѣванія, что особенно должно имѣть мѣсто въ небольшихъ комкахъ міровой матеріи. Широко распространенныя во многихъ метеоритахъ включенія стекла указываютъ на то, что и кри-

сталлическое вещество ихъ выдѣлилось изъ первоначальной стекловидной смѣси.

Особенно характерную для метеоритовъ форму затвердѣванія,—форму, не наблюдающуюся въ земныхъ лавахъ,—представляютъ уже упомянутые шарики (хондры), величиною съ просяное зерно, широко распространенные въ каменныхъ метеоритахъ. Оливинъ, авгитъ, бронзитъ, полевой шпатъ, желѣзо особенно часто образуютъ хондры.

Рис. 16. Молдавитъ изъ Могельно (Mohelno).

Газообразныя вещества, въ такомъ изобиліи имѣющіяся въ болѣе или менѣе крупныхъ космическихъ тѣлахъ, изъ этихъ маленькихъ массъ, повидимому, улетучились съ такой быстротой, что при ихъ отвердѣваніи не могли играть никакой роли. Въ большихъ же метеорныхъ массахъ вмѣстѣ съ тѣмъ происходило сильное раздѣленіе минераловъ легкихъ, бѣдныхъ желѣзомъ, и минераловъ тяжелыхъ, богатыхъ желѣзомъ. Тяжелые минералы собирались въ ядрѣ, легкіе—на поверхности космическаго тѣла. Въ переходной зонѣ возникали такъ называемые палласиты, въ которыхъ никкелевое желѣзо образуетъ ячеистую сѣтку, наполненную камневидными соединеніями кремневой кислоты.

Въ согласіи съ этимъ воззрѣніемъ, Добрэ (Daubrée) [9] указалъ на то, что по его опытамъ каменные метеориты должны были застывать очень быстро. Фогель [10] полагаетъ, что въ желѣзныхъ метеоритахъ кристаллизація совершалась очень медленно.

Съ различными скоростями и въ довольно неправильномъ распредѣленіи блуждаютъ всѣ эти стекловатыя, камневидныя или металлическія массы по межпланетному пространству; придя въ сферу притяженія солнца или какой-нибудь планеты, онѣ быстро устремляются ей навстрѣчу, чтобы либо сгорѣть яркимъ свѣтомъ въ ея атмосферѣ, либо упасть на нее въ видѣ рѣдкаго небеснаго камня.

Черный камень, нѣсколько столѣтій назадъ упавшій въ Аравіи, заложенъ въ каменную стѣну Каабы и почитается милліонами людей, а научное изслѣдованіе метеоритовъ, этихъ рѣдкихъ небесныхъ пришельцевъ, до нашихъ дней продолжаетъ открывать намъ все новыя и новыя чудеса.

5. Образованіе и измѣненіе земной коры.

Въ то время, когда отъ массы земли отдѣлилась масса луны, земля, весьма вѣроятно, имѣла большій объемъ, чѣмъ въ настоящее время. Лишь съ этого момента начинается раздѣленіе массъ, составляющихъ землю, по удѣльнымъ вѣсамъ, въ результатѣ чего получилась наблюдаемая нынѣ разница между удѣльными вѣсами земной коры и земного ядра. Горячій газовый шаръ совершалъ оборотъ вокругъ своей оси въ 3—5 часовъ, вращался, слѣдовательно, въ 6 разъ быстрѣе, чѣмъ въ настоящее время и, благодаря столь большой скорости вращенія, превратился, вѣроятно, въ сильно сплюснутый эллипсоидъ вра-

щенія; только съ удлиненіемъ сутокъ форма его все болѣе и болѣе приближалась къ шарообразной.

Близость массы луны, вѣроятно, вызывала въ газовомъ шарѣ громадныя приливныя волны; вмѣстѣ съ тѣмъ происходилъ постоянный обмѣнъ теплоты между горячимъ ядромъ газоваго шара и холоднымъ міровымъ пространствомъ. Быть можетъ, позволительно допускать потоки, какіе еще теперь наблюдаются на солнцѣ, вздымающіеся протуберанцы, временное образованіе пятенъ и большія вихревыя движенія, которыя, на подобіе барометрическихъ депрессій, должны были направляться по земной поверхности съ запада на востокъ.

Какъ показалъ Шейнеръ, у неподвижныхъ звѣздъ дольше всего продолжается состояніе бѣлаго каленія; почти столь же продолжительное время онѣ испускаютъ желтый свѣтъ; но когда онѣ охладятся уже настолько, что желтый свѣтъ переходитъ въ красное каленіе, тогда онѣ быстро проходятъ черезъ послѣднія фазы и превращаются въ темныя звѣзды съ остывшей корой. Если мы эти воззрѣнія перенесемъ на землю, освѣщая ими ея прошлое, то придемъ къ заключенію, что наша земля въ стадіи краснаго каленія обладала еще температурой около 3000°. Такъ какъ почти всѣ земныя породы плавятся уже при 1600°, то въ то время еще не могла существовать твердая земная кора; точно такъ же не могли существовать ни жидкая вода, ни органическія вещества. Мало-по-малу раскаленная пиросфера сливалась съ горячей, богатой парами, атмосферой; въ послѣдней безпрепятственно могли собираться болѣе летучіе газы, какъ гелій, аргонъ, водородъ, кислородъ, азотъ, хлоръ и т. п., тогда какъ болѣе тяжелые металлы опускались къ центру.

Весьма вѣроятно, что начавшееся при дальнѣйшемъ охлажденіи образованіе земной коры происходило слѣдующимъ образомъ: вначалѣ выдѣлились отдѣльныя затвердѣвшія глыбы, которыя затѣмъ соединились въ общій сводъ, причемъ послѣдній, прежде чѣмъ принять устойчивую форму, многократно разламывался и снова возстановлялся.

Неоднократно высказывалось предположеніе, что гнейсъ, гранитъ и другія кристаллическія породы представляютъ продукты первоначальнаго затвердѣнія земной коры, но новѣйшія изслѣдованія доказали ошибочность этой гипотезы. Мы не знаемъ ни одной породы, образовавшейся въ тѣ отдаленнѣйшія времена, и потому, мы не въ состояніи, опираясь на геологическія наблюденія, прослѣдить условія образованія земной коры. Только астрономическія изслѣдованія могутъ дать намъ нѣкоторыя указанія.

Какъ извѣстно, на небѣ иногда вспыхиваютъ, такъ называемыя, „новыя звѣзды“; ихъ яркость усиливается въ продолженіе нѣсколькихъ часовъ, такъ что онѣ представляются желтыми звѣздами (около 7000°), часто же онѣ свѣтятъ только краснымъ свѣтомъ (3000°). Спустя нѣсколько дней, онѣ начинаютъ тускнѣть, а по прошествіи нѣсколькихъ мѣсяцевъ даже въ телескопъ нельзя уже уловить свѣтящейся точки.

Для объясненія вспыхиванія новыхъ звѣздъ предложено было нѣсколько гипотезъ, но ближе всѣхъ къ истинѣ, на нашъ взглядъ, гипотеза Целльнера. По Целльнеру, тонкая корка недавно застывшей звѣзды разрывается, внезапно вырываются наружу огромные потоки лавы, затопляютъ большія площади, расплавляютъ цѣлыя участки коры и затѣмъ медленно снова остываютъ.

Если это такъ, то и наша земля могла быть театромъ грандіозныхъ катастрофъ, которыя становились, быть можетъ, все сильнѣе и сильнѣе въ своемъ проявленіи до тѣхъ поръ, пока постоянное приращеніе толщины коры устранило возможность ея разрыва. Для всѣхъ дальнѣйшихъ разсужденій весьма важно указать на то, что всѣ эти процессы завершились задолго до начала кембрійскаго періода, такъ какъ соотвѣтствующими обнаженіями можно съ неопровержимостью доказать, что въ кембрійскій періодъ земная кора имѣла въ толщину уже тысячи метровъ.

Но кажется, что извѣстныя руководящія линіи въ планѣ строенія современной поверхности земли восходятъ ко времени образованія земной коры. Со времени Александра фонъ-Гумбольдта, Риттера и Эли де Бомона геологи и географы не переставали указывать на то, что большія горныя цѣпи и очертанія материковъ обнаруживаютъ извѣстную закономѣрность въ своемъ расположеніи и распредѣленіи. Одни полагаютъ, что уже при отдѣленіи луны на землѣ остались большіе рубцы, другіе находятъ въ рельефѣ земли четыре основныхъ параллельныхъ линіи, а нѣкоторые утверждаютъ, что основныя направленія горныхъ цѣпей опредѣляются колоссальнымъ тетраэдромъ. Заслуживаетъ вниманія и слѣдующее обстоятельство: на протяженіи исторіи земли нѣкоторыя части земной поверхности неоднократно становились материками, другія превращались въ дно моря; наряду съ ними есть области, постоянно подверженныя процессу горообразованія: онѣ коробились, образуя складки, претерпѣвали сдвиги и изломы, между тѣмъ какъ области, расположенныя съ ними по сосѣдству, не затрагивались этими процессами. Такое отношеніе необходимо указываетъ на общія причины: вѣроятно, что въ строеніи земли съ древнихъ временъ существовали прочныя броневые щиты и легкоподвижныя области швовъ; эти различныя области различно относились къ тѣмъ или другимъ процессамъ, ареной которыхъ была наша планета на протяженіи своей многовѣковой жизни.

Нѣтъ сомнѣнія, что самымъ важнымъ событіемъ въ исторіи нашей планеты было образованіе твердой земной коры: это событіе отдѣляетъ первобытный звѣздный періодъ отъ начинающейся съ того времени собственно геологической исторіи. До того времени обмѣнъ массъ и теплоты могъ происходить безпрепятственно между всѣми слоями нашей планеты, начиная съ самаго внутренняго ядра и кончая крайними границами атмосферы: болѣе тяжелыя массы опускались внизъ, въ центральныя области; болѣе легкіе газы поднимались вверхъ разнообразными протуберанцами; вмѣстѣ съ тѣмъ теплота со всѣхъ сторонъ излучалась въ холодное міровое пространство, и такъ какъ преграды излученію нигдѣ не было, то земля теряла путемъ излученія много теплоты.

Въ соотвѣтствіи съ этимъ уменьшалась ея масса; форма земли, первоначально представлявшая плоскій, чечевицеобразный эллипсоидъ вращенія, все болѣе приближалась къ формѣ шара; вмѣстѣ съ тѣмъ постоянно уменьшался діаметръ земли.

Все это измѣнилось, какъ только въ первый разъ погасъ собственный красно-коричневый свѣтъ земли, какъ только земной шаръ оказался отъ полюсовъ къ экватору въ тискахъ тѣснаго панцыря изъ охладѣвшихъ кусковъ земной коры. Подобно тому, какъ тонкая ширма

можетъ значительно смягчить жаръ камина, такъ даже тонкая земная корка должна была значительно уменьшить отдачу теплоты въ мировое пространство. Отнынѣ пиросфера, окруженная литосферой, могла терять теплоту во-внѣ только путемъ теплопроводности, и лишь прорывы потоковъ магмы изнутри черезъ кору на время возстанавливали прежнія условія. Въ этихъ прорывахъ мы усматриваемъ первыя грандіозныя проявленія вулканизма, который позднѣе ограничивалъ свою дѣятельность все меньшими и меньшими областями и представлялъ единственный путь, по которому внутренняя теплота земли могла непосредственно излучаться въ міровое пространство.

До образованія литосферы исторія земли опредѣлялась почти исключительно излученіемъ теплоты въ холодное міровое пространство. Мы даже не знаемъ, существовало ли уже тогда солнце, какъ „центральное тѣло"; но если масса солнца къ тому времени и была уже сосредоточена въ центрѣ системы, то она, все же, не могла оказывать на измѣненія земли никакого термическаго вліянія.

Все это кореннымъ образомъ измѣнилось, какъ только между атмосферой и пиросферой образовалась преграда въ видѣ земной коры. Правда, потоки и движенія внутри пиросферы могли продолжать собственное, теперь уже вполнѣ обособленное, существованіе но на движенія атмосферы рѣшающее вліяніе пріобрѣтаютъ солнечная теплота и положеніе земной оси: постепенно возникаютъ климатическіе пояса, пассатныя теченія и холодные полюсы, которые отнынѣ направляютъ ходъ исторіи земной поверхности.

Земная кора раздѣлила и жидкія массы земли на двѣ неравныя части. Отнынѣ мы различаемъ вадозу[3], т. е. всѣ воды, циркулирующія на земной поверхности и во внѣшнихъ слояхъ земной коры отъ эруптозы, т. е. жидкостей, берущихъ свое происхожденіе изъ внутренности земли: ювенилевыхъ источниковъ, вулканическихъ паровъ и вырывающихся на поверхность земли огненножидкихъ лавъ. Вадоза постоянно увеличивается насчетъ эруптозы. Этого вопроса мы еще коснемся, когда будемъ говорить о гидросферѣ.

Прослѣдимъ теперь, какія дальнѣйшія измѣненія претерпѣла земная кора и претерпѣваетъ до настоящаго времени.

Первая земная корка образовалась подъ вліяніемъ холода міроваго пространства; и послѣ образованія первой корки холодъ этотъ продолжаетъ непрерывно проникать въ раскаленное земное ядро, хотя и медленнѣе, чѣмъ прежде. Благодаря этому, образовались утолщенія земной коры различной мощности и свойствъ; утолщенія эти, подобно броневымъ плитамъ корабля, укрѣпляли земную кору. На основаніи нѣкоторыхъ соображеній полагаютъ, что средняя толщина остывшей земной коры составляетъ 75 километровъ. Такова, слѣдовательно, глубина, до которой уже проникъ холодъ мірового пространства; поверхности одинаковой температуры (геоизотермы, хтонизотермы) соотвѣтствуютъ отдѣльнымъ этапамъ этого процесса.

Въ среднемъ температура земли возрастаетъ на 1°C съ приближеніемъ къ центру земли на 33 метра (геотермическій градіентъ); въ нѣкоторыхъ буровыхъ скважинахъ наблюдали значительно меньшія или же значительно большія значенія геотермическаго градіента: у Пшибрама—66 метровъ, у Пихельбронна—всего 14 метровъ. Еслибы въ обоихъ упомянутыхъ мѣстахъ температура и съ дальнѣйшимъ

углубленіемъ возрастала по тому же закону, то во второмъ случаѣ на глубинѣ 1000 метровъ господствовала бы такая же температура, какая въ первомъ случаѣ господствуетъ на глубинѣ 4000 метровъ. Изъ этого примѣра мы можемъ заключить, что толщина затвердѣвшей земной коры различна въ различныхъ мѣстахъ.

Трудно рѣшить, какую роль въ охлажденіи земного шара играетъ климатическая температура земной поверхности, и оказываетъ ли теплопроводность породъ существенное вліяніе на охлажденіе земного ядра. Поскольку можно судить на основаніи непосредственныхъ наблюденій, броневой покровъ земной коры состоитъ преимущественно изъ гранитныхъ породъ; бѣдные кремнеземомъ сіениты, діориты и габбро менѣе распространены. Въ этомъ смыслѣ правы старые геологи, видѣвшіе въ гранитѣ и гнейсѣ первоначальную земную кору, съ той только оговоркой, что породы эти, по нашему убѣжденію, не представляютъ продукта первоначальнаго образованія: онѣ лишь во всѣ послѣдующіе періоды и до нашихъ дней служили и служатъ связью между разорванными частями земной коры, своего рода заплатами на внутреннихъ ранахъ литосферы, образованныхъ въ земной корѣ процессомъ горообразованія.

Утолщеніе земной коры вслѣдствіе охлажденія отдѣльныхъ магматическихъ массъ происходитъ не только снизу, но и сверху. Когда глубокіе каналы прорѣзываютъ всю земную кору, и изъ нихъ выливаются вулканическія массы и остываютъ, то литосфера вооружается сверху броней изъ базальта, порфира или трахита, и на обширныхъ пространствахъ отлагаются громадныя количества вулканическаго пепла.

Такимъ образомъ, каждый дымящійся вулканъ, каждый остывшій потокъ лавы, каждый горячій источникъ представляетъ частичное проявленіе вѣкового охлажденія земли; если примемъ во вниманіе, что эти процессы происходили постоянно съ незапамятныхъ временъ, то должны будемъ придти къ заключенію, что отдача теплоты земнымъ шаромъ міровому пространству на протяженіи всего развитія нашей планеты была одной изъ самыхъ грандіозныхъ и самыхъ общихъ геологическихъ силъ.

Такъ какъ породы, слагающія земной шаръ, имѣютъ при различной температурѣ различный объемъ, то, благодаря измѣненію температуры, должны были происходить поднятія и опусканія земной коры: какой-нибудь участокъ земной коры въ полярной области будетъ, безъ сомнѣнія, тяжелѣе равнаго ему по объему и составу участка тропической области. При всѣхъ климатическихъ измѣненіяхъ, при увеличеніи снѣговыхъ и ледяныхъ полей или при исчезновеніи громадныхъ массъ глетчеровъ, находящіяся подъ ними породы должны соотвѣтственно расшириться или сократиться въ объемѣ.

Но эти объемныя измѣненія отдѣльныхъ кусковъ земной коры представляютъ подчиненное явленіе относительно сокращенія всего земного шара, сокращенія, обусловленнаго непрерывной потерей тепла.

Изслѣдованія Джорджа Дарвина показали, что скорость вращенія земли вокругъ своей оси постоянно убываетъ подъ вліяніемъ тренія, вызываемаго приливами и отливами. Первоначально сутки продолжались всего 4 часа; въ настоящее время продолжительность ихъ составляетъ

24 часа. Если бы на скорость вращенія земли вокругъ своей оси вліялъ только этотъ процессъ, то и теперь должно было бы наблюдаться удлиненіе сутокъ. Такъ какъ астрономическое вычисленіе сроковъ солнечныхъ затменій покоится на принятіи постоянной продолжительности сутокъ, то въ наступленіи подобныхъ затменій на протяженіи послѣднихъ тысячелѣтій была бы открыта нѣкоторая ошибка. Этого на самомъ дѣлѣ нѣтъ; слѣдовательно, долженъ происходить другой процессъ, компенсирующій дѣйствіе тренія, вызываемаго приливами и отливами. Скорѣе всего, можно думать, это компенсирующее дѣйствіе производится сокращеніемъ объема земного шара; на основаніи другихъ геологическихъ фактовъ сокращеніе объема приходится принимать безусловно.

Геологическое изученіе земной коры показываетъ, что въ ней имѣются обширныя площади, покрытыя совершенно горизонтальными пластами, рядомъ съ другими областями, состоящими изъ тѣсно сдвинутыхъ, изломанныхъ и собранныхъ въ складки породъ. Разсматривая только поверхностныя области земной коры, мы констатируемъ фактъ, что приблизительно половина извѣстной намъ земной коры собрана въ складки, а другая половина ея состоитъ изъ горизонтальныхъ пластовъ. Но это отношеніе кореннымъ образомъ мѣняется, какъ только мы включаемъ въ кругъ нашего разсмотрѣнія и болѣе глубокіе разрѣзы: на глубинѣ часто всего нѣсколькихъ сотъ, а то и нѣсколькихъ тысячъ метровъ, мы всюду подъ горизонтальными покровами находимъ *складчатую горную цѣпь*.

Эмпирическое положеніе старыхъ геологовъ, что фундаментъ земной коры вездѣ состоитъ изъ гнейса, правильнѣе формулировать такъ: *самыя глубокія части земной коры вездѣ состоятъ изъ складчатыхъ, кристаллическихъ породъ*.

Но это коробленіе земной коры произошло неодновременно; оно происходило на всемъ протяженіи исторіи земли. То коробилась литосфера въ Центральной Азіи, то она коробилась въ области Средиземного моря, то образовывались складки въ Средней Европѣ, то процессъ образованія складокъ вызывалъ къ жизни Анды. И продолжительность этихъ движеній земной коры была различна: область Альпъ многократно подвергалась процессу горообразованія, тогда какъ существованіе среднегерманскихъ хребтовъ эпохи карбона (каменноугольнаго періода) было кратковременно.

На отдѣльныхъ точно изслѣдованныхъ горныхъ цѣпяхъ удалось получить цыфровыя данныя относительно мѣстнаго стяженія земной коры. Такъ, Циллертальскія Альпы[5] укоротились на 37%. Горная цѣпь Юра имѣетъ теперь въ ширину 7 километровъ, тогда какъ раньше составляющія ее массы покрывали полосу шириной въ 12 километровъ; массы, составляющія калифорнійскія прибрежныя горы, шириною въ 10 километровъ, ранѣе покрывали площадь шириною въ 24 километра; аналогичныя числовыя данныя мы находимъ во всѣхъ складчатыхъ горахъ, равно какъ въ областяхъ кристаллическихъ сланцевъ.

На горныхъ работахъ часто представляется случай наблюдать, что породы находятся въ своеобразномъ напряженіи, которое при удаленіи подпорки разряжается то быстро, то медленно.

Въ каменноугольныхъ копяхъ Гаусгама (Верхняя Баварія) сдвинутые пласты лежатъ совершенно спокойно, а ненарушенные пласты

бурно растрескиваются, какъ бы подъ дѣйствіемъ взрывовъ, какъ только горныя работы нарушатъ взаимную связь породъ. Съ тѣхъ поръ, какъ въ сланцевыхъ ломкахъ Легестена (Lehesten) вынули массу породъ въ 400 метровъ по длинѣ и ширинѣ и въ 70 метровъ по высотѣ, задняя стѣна ломки сдвинулась на 100 метровъ; этотъ сдвигъ перерѣзалъ даже каменную лѣстницу и въ продолженіе тридцати лѣтъ достигалъ во многихъ мѣстахъ 8 сантиметровъ.

Въ нѣкоторыхъ мѣстахъ по удаленіи висячаго бока слои, ранѣе расположенные горизонтально, искривляются сводообразно. Также и по распредѣленію землетрясеній, которыми въ большинствѣ случаевъ сопровождаются перемѣщенія пластовъ земной коры, можно совершенно ясно показать, что одно и то же движеніе можетъ въ сосѣднихъ областяхъ проявляться съ различной силой и въ различныхъ направленіяхъ.

Изъ приведенныхъ фактовъ явственно вытекаетъ, что въ горныхъ породахъ, слагающихъ земную кору, и въ настоящее время существуютъ сильныя напряженія, которыя могутъ легко разряжаться.

Во всякомъ случаѣ горообразующій процессъ проявляется внутри земной коры и на ея поверхности въ самыхъ разнообразныхъ формахъ. Изъ огромнаго количества отдѣльныхъ случаевъ, различаемыхъ „тектонической геологіей“, мы приведемъ лишь нѣкоторые, наиболѣе характерные примѣры.

Подобно тому, какъ упругій стержень подъ дѣйствіемъ изгибающихъ усилій изгибается сначала въ плоскую дугу, такъ и земная кора часто образуетъ плоскія, выпуклыя или вогнутыя складки; складки большого радіуса будемъ называть *сводами*. Когда изогнутой складкой захватываются цѣлыя страны, то море можетъ овладѣть ими, затопляя въ неудержимой *трансгрессіи* значительную часть суши. Если же морское дно подымается выпуклымъ сводомъ, выступая наружу, то береговая линія отступаетъ, и прибрежная полоса расширяется; если процессъ долгое время совершается въ одномъ и томъ же направленіи, то обширныя океаническія площади могутъ быть *трансгрессіей* присоединены къ материку. Исторія земли открываетъ намъ долгіе періоды трансгрессивныхъ и регрессивныхъ движеній моря, но до сихъ поръ еще не удалось открыть какой-нибудь закономѣрности въ наступленіи того или другого явленія.

Когда напряженіе свода литосферы возрастаетъ, плоская сводчатость превращается въ болѣе крутую *складку* (фиг. 10). Обыкновенно тогда образуется рядъ параллельныхъ складокъ, которыя, медленно поднимаясь, превращаютъ ровную до того мѣстность въ цѣпь *горныхъ хребтовъ*. Въ каждой складкѣ различаютъ выпуклое сѣдло (антиклиналь) и смежную съ нимъ мульду (вогнутость, синклиналь); онѣ связаны между собою такъ называемымъ среднимъ крыломъ. Боковое давленіе можетъ поднимать и собирать въ складки опредѣленный участокъ земной коры до тѣхъ поръ, пока тяжесть поднятой массы не уравновѣситъ силы, образующей складки. Но это равновѣсіе быстро нарушается совершенно инымъ процессомъ; вывѣтриваніе и денудація тотчасъ начинаютъ уменьшать вѣсъ поднятаго участка, и если напряженіе бокового давленія еще сохранилось, то оно разряжается въ видѣ *вторичнаго процесса образованія складокъ*.

Такимъ образомъ, при продолжительной денудаціи горообразующія перемѣщенія по сбросовымъ трещинамъ могутъ долгое время совершаться въ одномъ и томъ же направленіи безъ измѣненія топографическаго рельефа мѣстности.

Этимъ объясняется часто встрѣчающаяся грандіозная высота нѣкоторыхъ сбросовъ, глубина большихъ трещинныхъ долинъ и глубокая денудація остововъ древнихъ складчатыхъ горныхъ хребтовъ.

Такъ называемые сдвиги представляютъ горизонтальныя перемѣщенія двухъ участковъ земной коры по одной трещинѣ. Возможно, что они происходятъ довольно часто, но по строенію пластовъ земной коры и позднѣйшему рельефу мѣстности узнать ихъ довольно трудно.

Во время японскаго землетрясенія 1891 года два участка земли, усаженные деревьями, сдвинулись другъ относительно друга такимъ образомъ, что два дерева, прежде расположенныя рядомъ, очутились одно позади другого (рис. 17).

Рис. 17. Сдвигъ, произведенный землетрясеніемъ въ Уметрѣ въ Японіи, 1891 г. При этомъ дерево *B* перемѣстилось въ *B'* занявъ иное положеніе относительно дерева *A*.

Другую группу перемѣщеній земной коры мы называемъ перекрытіями или явленіями шарьяжа (charriage); при нихъ участокъ земной коры надвигается (въ связи, конечно, съ извѣстнымъ поднятіемъ) на другой участокъ. Долгое время недооцѣнивали геологическое значеніе шарьяжа, но недавно удалось доказать наличность надвиговъ столь колоссальныхъ размѣровъ, что въ явленіяхъ шарьяжа необходимо признать одну изъ важнѣйшихъ формъ разряженія бокового давленія. На сѣверной сторонѣ Альпы[8], имѣющія теперь въ высоту 2000 метровъ, надвинулись на форландъ (Vorland, мѣстность, впереди лежащую, предгорье) на 50 километровъ; въ Шотландіи[9] перекрытія большихъ горныхъ участковъ достигаютъ грандіозныхъ размѣровъ; въ вестфальскихъ каменноугольныхъ отложеніяхъ Зутанскимъ шарьяжемъ[11] передвинутъ горный участокъ длиною въ 30 километровъ; въ Сѣверной Норвегіи каменный покровъ длиною въ 1800 километровъ и мощностью теперь еще въ 1500 метровъ надвинутъ былъ на востокъ на другія породы на разстояніе 130 километровъ.

Но часто слои земной коры не собирались въ складки, а разбивались системой трещинъ на разнообразныхъ формъ участки, которые затѣмъ скользили другъ по другу вверхъ или внизъ, образуя такъ называемые сбросы. По тѣсной зависимости, существующей между сбросами и складками, при частыхъ переходахъ собранныхъ въ складки полосъ въ изборожденныя трещинами области, не подлежитъ никакому сомнѣнію, что и сбросы, какъ общее правило, представляютъ внѣшнее выраженіе нѣкогда существовавшаго бокового напряженія.

Чаще всего клинообразныя, заостренныя книзу, горныя массы выжимались кверху, или по заостренному кверху участку скользили вверхъ сосѣдніе участки, такъ что первый, какъ углубленный гра-

бенъ, кажется опустившимся между двумя высокими горными хребтами (горстами). Иногда цѣлые участки земной коры перебрасываются надъ сосѣдними массами, и въ этомъ случаѣ на болѣе молодыхъ породахъ залегаютъ породы болѣе древняго происхожденія, не пуская, такъ сказать, корней въ глубину.

Вездѣ, гдѣ разряженіе напряженія горныхъ породъ сопряжено съ ихъ разрывомъ, въ моментъ разряженія должно имѣть мѣсто сотрясеніе земной коры; такимъ образомъ возникаетъ землетрясеніе, которое, распространяясь отъ эпицентра разрушенной области, отдается въ видѣ отдаленнаго землетрясенія на весьма далекомъ разстояніи.

При этомъ не столь значительны перемѣщенія, большей частью, остаются, конечно, скрытыми подъ оболочкой продуктовъ вывѣтриванія. Поэтому, особенный интересъ представляютъ проявленія нѣкоторыхъ крупныхъ землетрясеній.

Во время японскаго землетрясенія[12] 28 октября 1891 года въ почвѣ образовалась трещина длиною въ 100 километровъ, по которой земная кора сдвинулась въ горизонтальномъ направленіи на разстояніе до 2-хъ метровъ, а въ вертикальномъ направленіи—на 6 метровъ. Во время землетрясенія на Суматрѣ[13] тріангуляціонный знакъ передвинулся на 123 сантиметра. Наиболѣе точно изучены топографическія послѣдствія индійскаго землетрясенія[14] 1897 года (рис. 3), гдѣ вновь произведенная тріангуляція обнаружила перемѣщенія постоянныхъ точекъ на разстояніе 2—4 метровъ.

Этимъ напряженіямъ, разряжающимся мгновенными землетрясеніями, противостоятъ другія движенія, при которыхъ перемѣщеніе уровня происходитъ безъ сотрясенія мѣстности.

Такъ, въ Бруншвейгѣ[15] на нѣкоторыхъ постоянныхъ точкахъ, отмѣченныхъ при измѣреніи высоты, обнаружены были въ промежутокъ 15—25 лѣтъ измѣненія высотъ величиною до 17 сантиметровъ. Въ Шлезвигъ-Гольштейнѣ многіе сигнальные камни обнаружили измѣненія высотъ на 10—23 сантиметра.

Къ измѣненіямъ въ строеніи могутъ быть сведены и многія такъ называемыя измѣненія кругозора: извѣстныя зданія, которыя ранѣе хорошо видны были съ опредѣленнаго пункта, по прошествіи нѣсколькихъ лѣтъ становятся невидимыми съ того же пункта, не находятся болѣе въ прежнемъ полѣ зрѣнія.

Несмотря на чрезвычайное разнообразіе движеній земной коры, мы во всѣ времена встрѣчаемъ своеобразную закономѣрность. Между континентальными массивами мы находимъ обширныя депрессіи, въ которыхъ на протяженіи цѣлыхъ періодовъ отлагаются осадки. На днѣ наполненнаго водою моря или въ центрѣ пустыни, лишенной стока къ океану, одинъ за другимъ отлагаются слои отложеній, образуя толщи породъ мощностью до нѣсколькихъ тысячъ метровъ. Материковые конгломераты и песчаники, морскіе глины и известняки, вулканическія лавы и пепелъ отлагаются другъ на другѣ, и отложенія одного періода безъ перерывовъ чередуются съ отложеніями другого періода. Область такихъ продолжительныхъ отложеній[16] называютъ геосинклиналью. Ясно, что во время этихъ процессовъ должно было имѣть мѣсто непрерывное медленное опусканіе земной коры. Но затѣмъ земная кора въ томъ же мѣстѣ начинаетъ коробиться, образуетъ складки, причемъ ось вновь образующихся горныхъ цѣпей часто

не совпадаетъ съ продольной осью геосинклинали; плоскіе своды превращаются въ болѣе или менѣе крутыя, узкія складки, съ ровнаго дна морского поднимаются длинныя цѣпи горъ, и ранѣе горизонтальные покровы породъ нагромождаются въ видѣ высокихъ горныхъ хребтовъ. Недавно составленныя статистическія данныя даютъ результатъ, близко подходящій къ тому, что сказано выше: и въ настоящее время 91% всѣхъ землетрясеній падаетъ на области геосинклиналей и только 9%—на сосѣднія равнины сложенныя горизонтальными планетами. Удовлетворительнаго объясненія закономѣрной послѣдовательности еще не существуетъ, но явленія эти господствуютъ въ извѣстномъ смыслѣ на протяженіи всей исторіи земли, и мы еще не разъ будемъ имѣть случай прослѣдить образованіе отдѣльныхъ геосинклиналей.

Такъ какъ опусканіе и отложеніе новыхъ осадковъ приблизительно уравновѣшиваются въ геосинклинали, то въ ней никогда не образуется несоразмѣрно глубокая котловина или ванна, которая предварительно заполнялась-бы воздухомъ или морской водою и затѣмъ лишь осадками: поверхность какой-нибудь области отложеній все время остается на одномъ и томъ же разстояніи отъ центра земли.

Геосинклинали, постоянно заполняемыя осадочными образованіями и впослѣдствіи снова подымающіяся цѣпями горъ, принадлежатъ, въ большинствѣ случаевъ, къ областямъ мелководнаго моря. Но рядомъ съ этими геосинклиналями мы на протяженіи исторіи земли видимъ въ другихъ мѣстахъ постоянное опусканіе обширныхъ площадей, которыя никогда снова не подымаются изъ глубины. Это—собственно *глубоководныя области* мірового моря. Онѣ все болѣе и болѣе опускаются, причемъ незначительное количество образующихся тамъ осадковъ не въ состояніи компенсировать опусканіе. Только рифообразующіе кораллы способны воздвигать известковые острова на подводныхъ скалахъ и отмеляхъ обширныхъ областей опусканія; эти известковые острова при безпрестанномъ опусканіи мало-по-малу достигаютъ той чрезвычайной мощности, какую впервые теоретически предположилъ Чарльзъ Дарвинъ; позднѣе чрезвычайная мощность известковыхъ отложеній была установлена непосредственно буровыми работами на Фунафути[18].

Другимъ симптомомъ уменьшенія земного ядра мы должны считать *изверженіе вулканическихъ лавъ*. Если Деканъ покрытъ толщей вулканическихъ массъ мощностью въ 1000 метровъ и площадью около 700000 квадратныхъ километровъ, то это значитъ, что пиросфера потерпѣла столь-же огромную потерю объема. Подобные лавовые покровы въ Исландіи и Сѣверной Америкѣ показываютъ, сколь огромныя массы иногда изливались изъ внутренности земли наружу. Даже во время изліянія этихъ массъ земной шаръ сжимался въ мѣстѣ изверженія.

Сравнительно съ этими признаками уменьшенія земной поверхности отступаютъ на задній планъ факты, свидѣтельствующіе о *мѣстномъ расширеніи* земной коры. Мы, тѣмъ не менѣе, не можемъ обойти молчаніемъ того, что существуетъ множество явленій, говорящихъ о расширеніи земной коры. Мощные гранитные штоки и многочисленныя, заполненныя новѣйшаго происхожденія породами, трещины (жилы) земной коры доказываютъ, что большіе участки литосферы подверглись боковому расширенію.

Выдвигая эти факты на передній планъ, неоднократно утверждали, что теорія сжатія земли невѣрна и что скорѣе можно наблюдать растяженіе земной коры.

Противъ этого нужно прежде всего возразить слѣдующее: внутри мощной системы складокъ должны существовать отдѣльныя мѣста, гдѣ, благодаря интерференціи различныхъ по направленію движеній, должна наступить извѣстная устойчивость, даже расширеніе земной коры.

Но, даже независимо отъ этого, противоположность[19] между этими обоими явленіями—только кажущаяся, такъ какъ образованіе складокъ и образованіе вулкановъ происходятъ не одновременно, а обыкновенно слѣдуютъ одно за другимъ. Мѣстныя растяженія слѣдуютъ во времени за образованіемъ складокъ и, позволимъ себѣ прибавить, начинаются лишь тогда, когда горная цѣпь уже денудирована (снесена) и нѣсколько разгружена. Такимъ образомъ вполнѣ естественно, что и въ предѣлахъ покоробленнаго складками участка земной коры могутъ возникать растяженія и разрывы, разсѣкающіе породы многочисленными трещинами. Но эти мѣстныя, ограниченныя во времени, явленія, на нашъ взглядъ, не настолько значительны, чтобы могли быть поставлены на одну доску съ повсемѣстно распространенными и постоянно проявляющимися дѣйствіями бокового давленія.

Образующіяся трещины и пустоты заполняются или снизу раскаленной магмой или минеральными растворами изъ боковыхъ породъ. Такимъ образомъ возникаютъ гранитные штоки, жильныя породы, рудныя и минеральныя жилы.

Насколько можно обозрѣть коробленіе земной коры на протяженіи исторіи земли, оно происходитъ совершенно неправильно, то здѣсь, то тамъ, и невозможно обнаружить никакого періодическаго повторенія горообразующаго процесса. На закатѣ палеозойской эры и въ третичный періодъ движенія земной коры отличались особенной силой и почти повсемѣстно измѣняли ея строеніе, въ промежуточные же между ними періоды движенія земной коры, хотя и не прекращались, но отличались меньшей силой; то-же можно сказать и о вулканическихъ изверженіяхъ. Отсюда можно съ увѣренностью вывести заключеніе, что постоянная отдача теплоты пиросферой міровому пространству почти вездѣ и во всѣ времена вызывала въ земной корѣ тангенціальное (касательное) напряженіе, но разряженіе этого напряженія, благодаря различной твердости и различной формѣ горныхъ породъ, локализуется во времени и въ пространствѣ, пріурочиваясь къ опредѣленнымъ моментамъ времени и пространства. Поэтому, горообразующій процессъ проявляется въ столь разнообразныхъ формахъ.

6. Міровое море.

Когда затвердѣвающія глыбы на поверхности нашей планеты соединились въ общій броневой сводъ литосферы, и тяжелые металлы земного ядра отдѣлились отъ легкихъ газовъ первобытной атмосферы, холодъ мірового пространства началъ быстро и неуклонно понижать температуру послѣдней. Для образованія каменной оболочки земли потребовались многія тысячелѣтія. Но для того, чтобы первобытная

атмосфера охладилась настолько, чтобы выпала первая капельножидкая вода,—для этого потребовалось, быть можетъ, всего нѣсколько дней.

Тепловыя границы этого процесса составили предметъ интереснаго изслѣдованія. Давленіе современной атмосферы на уровнѣ моря соотвѣтствуетъ вѣсу 760 миллиметровъ ртутнаго столба, а точка кипѣнія воды составляетъ здѣсь 100° С. На вершинѣ Монблана атмосфера, болѣе разрѣженная, въ состояніи уравновѣсить только 417 миллиметровъ ртутнаго столба, а вода кипитъ уже при 84° С. Съ повышеніемъ атмосфернаго давленія повышается и точка кипѣнія: при двухъ атмосферахъ она равняется 121°, при трехъ атмосферахъ она достигаетъ уже 134°.

Если бы вода океана была равномѣрно распредѣлена по земной поверхности, то это міровое море имѣло бы среднюю глубину въ 2000 метровъ, и такъ какъ водяной столбъ высотой въ 10 метровъ представляетъ вѣсъ атмосферы, то первобытная атмосфера, въ которой вся вода содержалась въ видѣ паровъ, должна была повсемѣстно производить давленіе, равное въ среднемъ 200 нынѣшнимъ атмосферамъ. Вычислено, что при такомъ атмосферномъ давленіи точка кипѣнія воды составляла 375° С., и такимъ образомъ температура въ 375° С. была наивысшей температурой, при которой вода могла тогда существовать въ капельно-жидкомъ видѣ. Выше мы установили, что твердая корка вокругъ земли могла образоваться лишь тогда, кога температура земли опустилась ниже 2000°; капельно-жидкая же вода могла выпасть изъ первобытной атмосферы лишь послѣ того, какъ ея понижавшаяся температура опустилась ниже 400° С.

Мы намѣренно закругляемъ числа, такъ какъ къ подобнымъ вычисленіямъ нельзя не относиться съ нѣкоторымъ недовѣріемъ. Приходится, напр., подвергать сомнѣнію основное предположеніе, что количество воды мірового моря того времени было такое же, какъ въ настоящее время. Но здѣсь не такъ важно дать точныя цифры, какъ важно найти общее выраженіе кривой пониженія температуры на протяженіи развитія земли. Съ каждой выпавшей каплей воды вѣсъ атмосферы уменьшался, и вмѣстѣ съ тѣмъ понижалась точка кипѣнія, такъ что этотъ процессъ ускорялся *) самъ собою и закончился, когда точка кипѣнія воды понизилась до 100° С, при давленіи 1 атмосферы.

Согласно этой гипотезѣ, образованіе первобытнаго моря должно было произойти катастрофически, въ довольно короткій промежутокъ времени, и его воды должны были быть очень горячи. Часто говорятъ о „кипящемъ“ первобытномъ морѣ; это, однако, невѣрно: жидкость начинаетъ кипѣть, когда мы нагрѣемъ ее до точки ея кипѣнія, а только что описанный процессъ происходилъ при обратныхъ условіяхъ.

---

*) Авторъ выражается не точно: съ каждой выпавшей каплей воды вѣсъ атмосферы уменьшался, понижалась, слѣдовательно, температура кипѣнія, а потому для дальнѣйшаго ожиженія требовалось нѣкоторое охлажденіе (пусть безконечно малое) атмосферы, и, такимъ образомъ, процессъ ожиженія не могъ „самъ собою“ ускоряться, а, наоборотъ, самъ собою долженъ былъ нѣсколько замедляться (въ какой степени, это—другой вопросъ); замедленіе это должно было еще нѣсколько усиливаться въ виду того, что образованіе каждой капли сопровождалось освобожденіемъ такъ называемой скрытой теплоты парообразованія.

Г. К.

Покрывало ли это первобытное море равномѣрно всю землю, или же неровности земной коры уже тогда раздѣляли водныя пространства и сушу,—этотъ вопросъ долженъ остаться открытымъ: его нельзя рѣшить на основаніи наблюденій; равнымъ образомъ невозможно составить вѣрнаго сужденія о глубинѣ первобытнаго моря. Если бы количество жидкой воды на землѣ (вадозы) осталось съ тѣхъ поръ неизмѣннымъ, то земной шаръ былъ бы окруженъ равномѣрной водной оболочкой толщиною въ 2000 метровъ. Но едва ли мы въ правѣ сдѣлать подобное предположеніе, такъ какъ два процесса стремятся абсолютно измѣнить объемъ гидросферы:

Во-первыхъ, вулканическія изверженія доставляютъ изъ внутренности земли на поверхность значительныя количества газовъ (эруптозы); газы эти берутъ свое происхожденіе не изъ морской воды, яко бы проникающей вглубь земли по трещинамъ, какъ предполагали ранѣе, а содержались растворенными въ магмѣ пиросферы. Такимъ образомъ, вулканическія явленія увеличиваютъ количество жидкой воды на землѣ.

Но издавна дѣйствуетъ другой процессъ, противодѣйствующій первому. Большая часть слагающихъ земную кору породъ возникла путемъ вывѣтриванія болѣе древнихъ породъ. Всѣ песчаниковыя и глинистыя породы, къ которымъ мы должны причислить сѣрыя вакки, кварциты, песчаники, мергели, глины, сланцеватыя глины и глинистые сланцы, образовались изъ продуктовъ разрушенія другихъ породъ; послѣднія постепенно разрушались различными физическими и химическими процессами, размягчались и разлагались.

Въ полевомъ шпатѣ содержатся лишь незначительные слѣды воды, тогда какъ образовавшаяся изъ него глина содержитъ воды 14%. Такимъ образомъ, слой глины мощностью въ 100 метровъ долженъ былъ поглотить при своемъ образованіи слой воды мощностью въ 14 метровъ. Если допустимъ, что со времени кембрійскаго періода изъ глиноземистыхъ минераловъ и бѣдныхъ водою соединеній желѣза образовался путемъ вывѣтриванія слой толщиной всего только въ 5000 метровъ кластическихъ (обломочныхъ) породъ, то на протяженіи этого времени связанъ былъ химически слой воды такой же площади и толщиной болѣе 500 метровъ.

И здѣсь мы намѣренно беремъ круглыя числа, такъ какъ всякое подобное вычисленіе таитъ въ себѣ многіе источники ошибокъ. Мы хотѣли лишь показать, что водная оболочка земной поверхности находилась подъ вліяніемъ *двухъ* крупныхъ геологическихъ процессовъ, которые съ давнихъ временъ *противодѣйствовали другъ другу*. Выдѣленіе земнымъ ядромъ газовъ черезъ вулканическія жерла, фумаролы и горячіе источники постоянно увеличивало количество воды на земной поверхности, или *вадозы*, но вмѣстѣ съ тѣмъ вывѣтриваніе все время связывало воду. Вспомнимъ вулканическія катастрофы древнѣйшаго первобытнаго времени; разсмотримъ отложенія вулканическаго пепла, отлагавшіяся во всѣ времена, съ энергичнымъ развитіемъ водяныхъ паровъ, покровами мощностью въ нѣсколько сотенъ метровъ, и на основаніи этого мы, конечно, въ правѣ заключить, что отъ выдѣленія газовъ земнымъ ядромъ количество жидкой воды на земной поверхности постоянно возрастало.

Одно время поднятъ былъ вопросъ[2], не было ли первобытное море свободно отъ солей, и не объясняется ли современное содержаніе

солей въ океанѣ выщелачиваніемъ материковыхъ породъ. Противъ этого говоритъ тотъ фактъ, что содержаніе солей въ рѣкахъ совершенно иное по составу, чѣмъ въ морѣ. Количество углекислыхъ солей (карбонатовъ) въ морской водѣ могло бы скопиться изъ впадающихъ рѣкъ въ 1200 лѣтъ, количество сѣрнокислыхъ солей (сульфатовъ)—въ 480000 лѣтъ, а количество хлористыхъ солей (хлоридовъ)—въ 100 милліонновъ лѣтъ.

Слѣдовательно, морская вода содержитъ столь безотносительно большой избытокъ сульфатовъ и особенно хлоридовъ, что онъ не могъ образоваться путемъ выщелачиванія земной коры, и его необходимо считать старымъ наслѣдіемъ первобытнаго океана, если только онъ не доставленъ былъ изъ магмы вулканическимъ путемъ.

Старые геологи считали такъ называемыя „первозданныя породы", или, какъ мы ихъ теперь называемъ, кристаллическіе сланцы, осадкомъ первобытнаго моря. Предполагали, что при охлажденіи горячей, богатой солями, воды выпалъ осадокъ, который долженъ былъ отличаться иными свойствами, чѣмъ породы позднѣйшаго происхожденія. Но уже при разсмотрѣніи литосферы мы отмѣтили, что воззрѣнія на происхожденіе кристаллическихъ сланцевъ весьма существенно измѣнились. Теперь мы видимъ въ нихъ продукты превращенія (метаморфизаціи) самыхъ различныхъ породъ, продукты, которые только потому такъ схожи между собою, что подвержены были однимъ и тѣмъ же процессамъ метаморфизаціи. Противъ предположенія, что кристаллическіе сланцы представляютъ продукты осажденія первобытнаго горячаго моря, говоритъ особенно тотъ фактъ, что они почти всегда образуютъ малыя или большія линзы, характеръ которыхъ не вездѣ одинъ и тотъ же; между тѣмъ, еслибы они представляли отложенія первобытнаго моря, то, по аналогіи съ современными глубоководными отложеніями, они должны были бы отличаться однородностью на протяженіи громадныхъ площадей.

По изслѣдованіямъ Джоржа Дарвина, мы должны допустить, что сутки на первобытной землѣ продолжались всего нѣсколько часовъ. Съ первымъ появленіемъ моря начало сказываться дѣйствіе приливовъ и отливовъ: скорость вращенія земли вокругъ своей оси замедлялась, день становился больше, и, такъ какъ луна стояла еще очень близко къ землѣ, то контрастъ между приливомъ и отливомъ былъ еще очень великъ.

Въ настоящее время существуетъ очень немного такихъ мѣстъ [берегъ Бретани (см. рис. 7 и 8) или Канады], гдѣ приливная волна высотою въ 15 метровъ даетъ намъ возможность представить себѣ тѣ штормовыя волны, которыя тогда, быстро слѣдуя одна за другой, заливали землю. Если изъ воды гдѣ-нибудь выступали плоскія мели или материки, то они должны были быстро затопляться грандіозными волнами, быстро слѣдовавшими одна за другой съ бѣшеной силой, и если возникали группы вулканическихъ острововъ, то волна скоро сметала ихъ. Такимъ образомъ, современный лунный приливъ кажется намъ лишь слабымъ отголоскомъ прежнихъ временъ, когда приливы играли руководящую роль въ видоизмѣненіи поверхности земли.

Вмѣстѣ съ волнами и теченіями, вскорѣ возникшими въ морѣ, приливы и отливы должны были, сверхъ того, стремиться къ тому, чтобы перемѣшивать воду и, вмѣсто мѣняющагося вслѣдствіе различ-

ныхъ мѣстныхъ процессовъ содержанія солей, создать тотъ столь однородно составленный соляной растворъ, который съ того времени остался характерной особенностью океана. Отъ полюса до экватора и отъ берега до самыхъ глубокихъ частей современное море обнаруживаетъ поразительно однородное содержаніе солей. Пусть въ тропическихъ моряхъ содержаніе солей составляетъ 4%, а въ какомъ-нибудь заливѣ оно разбавляется впадающими рѣками до 1%,— отношеніе химическихъ составныхъ частей вездѣ—почти одно и то же. Только этимъ можно объяснить то обстоятельство, что морская фауна по всей землѣ имѣетъ столь однородный характеръ.

Но гдѣ значительныя количества воды на протяженіи долгихъ тысячелѣтій отрѣзаны отъ сношеній съ міровымъ моремъ, тамъ вскорѣ измѣняется средній составъ соляного раствора.

Чрезвычайно широкое распространеніе многихъ кембрійскихъ и силурійскихъ морскихъ животныхъ съ рѣшительностью свидѣтельствуетъ о томъ, что и тѣ первобытныя моря были наполнены однороднымъ солянымъ растворомъ.

Пока міровое море было усѣяно только плоскими отмелями и группами быстро сносившихся вулканическихъ острововъ, до тѣхъ поръ приливныя волны, прибои и теченія могли безпрепятственно охватывать всю землю и повсемѣстно перемѣшивать воду; поверхностная вода, богатая кислородомъ, проникала во всѣ глубины, и нигдѣ на днѣ морскомъ не могли образоваться растворы существенно иного состава. Но съ превращеніемъ отмелей въ сушу, а группъ острововъ—въ материковыя пространства, теченія стали встрѣчать на своемъ пути препятствія, циркуляція воды замедлялась или мѣстами совсѣмъ пріостанавливалась, возникли мертвые углы, интерференціонные пункты движенія воды, области съ ослабленнымъ обмѣномъ воды. Такія мѣста называются галистазами (областями безвѣтрія[4]). Позже мы обстоятельнѣе поговоримъ о роли этихъ мѣстъ въ исторіи земли.

Для нашихъ дальнѣйшихъ разсужденій весьма важно разсмотрѣть здѣсь одинъ вопросъ, который можно рѣшить, къ сожалѣнію, только для кембрійскаго и слѣдующихъ за нимъ періодовъ исторіи земли. Вопросъ заключается въ слѣдующемъ: монофилетично ли родословное дерево моря? Другими словами: расчленялась ли когда-нибудь колоссальная масса воды мірового моря материковыми пространствами на два или болѣе совершенно обособленныхъ океановъ, или же море и прежде представляло, какъ въ настоящее время, непрерывное цѣлое? Въ пользу послѣдняго воззрѣнія мы должны указать на то, что цѣлый рядъ морскихъ животныхъ, какъ Lingula, Discina, Avicula, Arca, Pleurotomaria жили съ одними и тѣми же родовыми признаками отъ кембрія и силура до настоящаго времени. Невзирая на то, что на протяженіи столь долгаго времени море постоянно мѣняло свое мѣстоположеніе, эти животныя всегда въ немъ жили, и ихъ раковины встрѣчаются, часто въ массовыхъ количествахъ, въ морскихъ отложеніяхъ всѣхъ періодовъ. Если бы непрерывность мірового моря была когда-нибудь нарушена на болѣе или менѣе продолжительное время, то и въ родословномъ деревѣ морскихъ животныхъ мы должны были бы наблюдать рѣзкій перерывъ, и отъ кембрія до настоящаго времени нельзя было бы прослѣдить одни и тѣ же характерные родовые признаки.

Въ то время, какъ притяженіе луны вызывало приливы и отливы, которые въ первобытное время производили очень сильное дѣйствіе, а позднѣе становились все болѣе и болѣе малодѣятельными, вскорѣ тепловые лучи солнца ввели въ обиходъ земли другой процессъ, пріобрѣтавшій все большее и большее вліяніе на ходъ ея измѣненій--начался круговоротъ воды. Солнечные лучи испаряли, особенно на экваторѣ, поверхностныя воды моря: соли оставались въ растворѣ, а въ атмосферу поднимался не содержащій солей, дестиллированный водяной паръ. Этотъ процессъ вскорѣ долженъ былъ породить столь характервую противоположность между богатымъ солями моремъ и не содержащими солей водными массами воздуха и материка. Воду со среднимъ содержаніемъ солей мірового моря мы называемъ морской: въ устьяхъ большихъ рѣкъ находимъ солоноватую (бриническую) воду; если въ какомъ-нибудь водоемѣ, совершенно или почти отрѣзанномъ отъ океана, содержаніе повышено, благодаря испаренію, то такую воду мы называемъ соленой; если же испаренная, не содержащая солей, вода снова собирается большими количествами, то получается прѣсная вода.

Для нашихъ дальнѣйшихъ разсужденій полезно будетъ установить, въ предѣлахъ морской воды, еще одно различіе. Въ полузакрытомъ заливѣ, гдѣ солоноватыя воды, обусловленныя впаденіемъ большихъ рѣкъ, измѣненіемъ береговой линіи и вліяніемъ материка, порождаютъ большое разнообразіе біономическихъ условій, мы находимъ совершенно иного состава животный міръ, чѣмъ на днѣ открытаго, свободнаго, непрерывнаго океана. Вмѣстѣ съ Дэна (Дана) мы называемъ эти области талассическими; въ дальнѣйшемъ мы часто будемъ имѣть случай противопоставлять ихъ океаническимъ образованіямъ открытаго моря.

Тепловая энергія солнца, противодѣйствующая силѣ притяженія земли, поднимаетъ испаряющіяся капельки воды и освобождаетъ огромное количество тѣхъ силъ, которыя измѣняютъ рельефъ земной коры при паденіи дождя, при бурномъ теченіи рѣкъ и движеніи глетчеровъ, при паденіи водопадовъ и наводненіяхъ, порождаемыхъ ливнями. Та же солнечная энергія порождаетъ на поверхности моря волны и буруны, теченія и водовороты, такъ глубоко измѣняющіе береговую линію и форму берега. Такъ какъ вода въ своемъ распредѣленіи приспособляется ко всѣмъ неровностямъ, то очертанія моря постоянно мѣняются, равно какъ мѣняются контуры и прѣсноводныхъ бассейновъ.

Но, кромѣ этихъ измѣненій глубины и формы береговъ, исторія мірового моря указываетъ и на движенія болѣе крупнаго масштаба, причины которыхъ коренятся не въ транспортирующей дѣятельности волнъ, а скорѣе въ перемѣщеніи уровня моря. Разстояніе отъ уровня воды до центра земли становится больше или меньше, и, вслѣдствіе этого, мѣняются очертанія и положеніе воднаго бассейна.

Такъ какъ при увеличеніи разстоянія уровня моря отъ центра земли острова и береговыя скалы погружаются въ воду, то это явленіе прежде необдуманно называли опусканіемъ берега, а въ обратномъ случаѣ говорили о „поднятіи“.

Но изслѣдованія о распространеніи этихъ движеній привели къ тому заключенію, что не всегда мы имѣемъ дѣло съ движеніемъ литосферы, и что во многихъ случаяхъ передъ нами—измѣненіе водной

оболочки. И чтобы въ научныхъ описаніяхъ возможно было примѣнять совершенно нейтральное выраженіе, условились говорить о перемѣщеніяхъ береговой линіи, и положительнымъ называютъ поднятіе уровня моря (= опусканіе берега), отрицательнымъ—опусканіе морского уровня (= поднятіе берега).

Насколько легко узнать и измѣрить перемѣщенія морского берега, настолько трудно въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ объяснить, почему на данномъ берегу передвинулась граница между обѣими стихіями.

Подобно тому, какъ въ ватерпасѣ зеркало воды всегда устанавливается въ одномъ и томъ же геометрическомъ положеніи, какъ бы ни мѣнялось положеніе ватерпаса, точно такъ же огромный уровень гидросферы всегда устанавливается въ поверхности геоида. Но насколько простой кажется эта формула, настолько сложной становится проблема, когда мы имѣемъ въ виду отдѣльный случай.

На покоящейся шарообразной, совершенно гладкой землѣ, состоящей изъ концентрическихъ слоевъ одинаковой плотности безъ мѣстныхъ уклоненій, гидросфера, если бы вода была одинаковой плотности, представляла бы однообразную водную оболочку одинаковой повсемѣстно толщины. Но на землѣ не имѣетъ мѣста ни одно изъ этихъ условій: земля сплющена у полюсовъ, ея поверхность—неровна, и края материковъ тянутъ воду вверхъ, такъ же, какъ масса земного ядра тянетъ ее внизъ. Когда возникаетъ такая горная цѣпь, какъ Анды, море у западнаго берега Южной Америки должно подняться, а когда эта цѣпь сносится денутаціей, уровень моря слѣдуетъ за опускающимся профилемъ земли.

Вычисленіе показываетъ, что образованіе мощнаго ледяного покрова въ Сѣверной Европѣ должно было силою притяженія поднять береговыя воды Атлантическаго океана, а послѣ ледниковаго періода, когда ледъ растаялъ, не только вся эта ледяная масса возвратилась въ океанъ въ видѣ жидкой воды, но вмѣстѣ съ тѣмъ, прекратилось притягивающее дѣйствіе ледяной массы, и оба эти явленія вліяли на положеніе уровня воды въ противоположныхъ направленіяхъ.

Гдѣ, вслѣдствіе сжатія земного ядра, возникаетъ большая область опусканія, туда море должно устремить свои воды, и въ то время, какъ здѣсь материкъ становится дномъ моря, въ другихъ мѣстахъ должно послѣдовать уменьшеніе моря, отступаніе береговой линіи.

Вода, содержащая соли, тяжелѣе прѣсной воды, т. е. столбъ морской воды высотой въ 100 метровъ въ состояніи уравновѣшивать столбъ прѣсной воды большей высоты; поэтому въ мѣстѣ впаденія большой рѣки береговая линія будетъ расположена выше, чѣмъ въ прилагающихъ частяхъ берега, омываемыхъ соляными волнами.

Если мы взвѣсимъ тѣ и другія обстоятельства, если вспомнимъ, что всѣ эти условія постоянно мѣнялись, то не будемъ удивляться тому, что какъ въ настоящемъ, такъ и въ прошломъ, наблюдались постоянныя колебанія береговой линіи моря. Поэтому, продолжительную границу какого-нибудь древняго моря мы должны намѣтить тамъ, гдѣ чередуются въ частой смѣнѣ морская и материковая фауны. Этотъ случай встрѣчается далеко не такъ часто, какъ можно было бы ожидать, и если, наоборотъ, мы наблюдаемъ, что древнее море постоянно стремится впередъ, завоевывая новыя области суши, или же постоянно отступаетъ назадъ и покидаетъ свое дно, то такія транс-

грессіи и регрессіи нельзя объяснять игрою незначительныхъ притягивающихъ силъ.

На страницѣ 58 мы уже показали, что эти крупныя перемѣщенія гидросферы объясняются, весьма вѣроятно, медленными изогнутіями земной коры; эти изогнутія могутъ выпирать цѣлые континенты; съ такой же легкостью они могутъ погрузить въ море большія пространства суши или же привести въ движеніе дно глубокаго моря.

Считается одной изъ важнѣйшихъ задачъ исторической геологіи начертить границы древнихъ морей въ послѣдовательныя фазы трансгрессивныхъ движеній и такимъ путемъ охарактеризовать палеогеографическія состоянія нашей планеты.

Но стоитъ только сопоставить карты одного и того же періода, составленныя различными авторами, чтобы сразу увидѣть, что каждая карта даетъ иную береговую линію. Поэтому, какъ ни цѣнны подобные эскизы для геолога-изслѣдователя, который въ состояніи судить объ источникахъ ихъ ошибокъ и оцѣнить значеніе приводимыхъ въ нихъ данныхъ, для неспеціалиста они мало полезны, такъ какъ они всегда представляютъ лишь гипотетическія комбинаціи. На основаніи этого мы воздержались отъ приложенія подобныхъ картъ къ ниже приводимымъ нами описаніямъ древнихъ морей.

Весьма важно то обстоятельство, что при приближеніи трансгрессирующаго моря участокъ материка, до того цѣльный, разбивается на систему острововъ самыхъ различныхъ формъ; точно такъ же при регрессіи моря изъ воды впервые выныряетъ архипелагъ плоскихъ острововъ. Въ связи съ этимъ, многія геологическія отложенія на границѣ двухъ формацій характеризуются совмѣстнымъ нахожденіемъ остатковъ морскихъ животныхъ и материковыхъ растеній.

Такимъ образомъ, море безостановочно странствовало съ одного мѣста земной коры на другое; каждый періодъ въ исторіи земли характеризуется особымъ распредѣленіемъ воды и суши, и постоянно здѣсь одно—измѣнчивость.

Но на распредѣленіе морей весьма существенно вліяетъ и другой процессъ, а именно: денудація материка и заполненіе морскихъ бассейновъ продуктами вывѣтриванія суши и другими осадками. Рѣка несетъ въ море громадныя массы продуктовъ разрушенія, нагромождаетъ высокую дельту и затѣмъ медленно сноситъ ее въ открытый океанъ. Широкая кайма прибрежныхъ отложеній опоясываетъ берегъ, и мало-по-малу котловины наполняются вновь образовавшимися горными породами. Исторія геосинклиналей уже показала намъ, какую огромную роль играетъ заполненіе нѣкоторыхъ областей депрессіи, гдѣ органическія известковыя банки и вулканическія массы состязаются въ мощности съ механическими осадками песчаныхъ и иловыхъ отложеній. Каждая песчинка вытѣсняетъ равное ей по объему количество воды, и, слѣдовательно, уровень воды у всѣхъ береговъ долженъ подниматься на высоту, соотвѣтствующую объему образовавшихся за то же время морскихъ отложеній.

Всѣ эти процессы совершаются въ столь длинные періоды, что продолжительности человѣческой жизни недостаточно, чтобы непосредственно наблюдать ихъ въ настоящемъ. Въ этому присоединяется еще слѣдующее обстоятельство. Поднятіе берега или отступаніе моря установить очень легко, такъ какъ при этомъ мы на сушѣ

узнаемъ океаническіе остатки: въ скалахъ сидятъ камнеточцы, окаменѣвшіе коралловые рифы окаймляютъ берега, а прибой волнъ выработалъ бороздчатую „береговую линію“. Но когда берегъ опускается или уровень моря подымается, то волны скрываютъ признаки суши. Поэтому, мы почти на всѣхъ берегахъ находимъ вѣрные признаки происшедшаго нѣкогда „поднятія“, или отрицательнаго перемѣщенія береговой линіи, тогда какъ „опусканія“, или положительныя перемѣщенія береговой линіи, распознать трудно.

Работа историографа земли была бы значительно облегчена, и возможно было бы произвести оцѣнку отдѣльныхъ періодовъ, если бы движенія океана совершались п е р і о д и ч е с к и, если бы мы могли доказать, что море странствовало то на южное, то на сѣверное полушаріе или же, быть можетъ, выливалось, отправляясь отъ экватора и пройдя черезъ тропики, на сѣверъ и на югъ. Но ни одна изъ до сихъ поръ предложенныхъ въ этомъ направленіи гипотезъ не учитываетъ всѣхъ фактовъ, и мы считаемъ болѣе правильнымъ просто установить хронологическую послѣдовательность опредѣленныхъ рядовъ фактовъ, вмѣсто того, чтобы стремиться уложить въ одну формулу чрезвычайное многообразіе геологическихъ причинныхъ рядовъ.

Въ то время, какъ границы моря постоянно перемѣщались, и океанъ безостановочно странствовалъ по земному шару, къ этому, повидимому, присоединился другой процессъ, который, протекая въ томъ же направленіи, постепенно вносилъ новый элементъ въ игру теллурическихъ (земныхъ) силъ.

Современная поверхность земли состоитъ, приблизительно, изъ трехъ восьмыхъ частей суши, одной восьмой части мелкаго моря и четырехъ восьмыхъ глубокаго моря; если бы это отношеніе существовало во всѣ времена, то въ слояхъ земной коры признаки глубоководныхъ отложеній должны были бы встрѣчаться въ четыре раза чаще, чѣмъ признаки отложеній мелководныхъ. Между тѣмъ, несмотря, на многочисленныя трансгрессіи, имѣвшія мѣсто въ прошломъ, неизвѣстно почти, за небольшими исключеніями, никакихъ отложеній древнихъ періодовъ, которыя были бы эквивалентны современнымъ глубоководнымъ образованіямъ. Все снова и снова океанъ странствовалъ по земному шару, но нигдѣ онъ не оставлялъ абиссальныхъ (глубоководныхъ) остатковъ въ болѣе или менѣе широкихъ размѣрахъ. Равнымъ образомъ, и легкость, съ какой особенно въ древніе періоды море перемѣщалось по землѣ, постоянно затопляя теперешнія континентальныя поверхности, а также широкое распространеніе космополитическихъ ископаемыхъ въ палеозойскую эру дѣлаютъ невѣроятнымъ предположеніе, что уже тогда существовало современное глубоководное море.

Разсматривая современную глубоководную морскую фауну и ища въ ней чертъ, родняшихъ ее съ фауной различныхъ эпохъ исторіи земли, мы находимъ, что она не содержитъ ни одной животной формы, характерной для древняго періода исторіи земли, но зато находимъ много такихъ родовъ, которые появились только въ средніе вѣка исторіи земли и пользовались тогда широкимъ распространеніемъ.

Въ глубокія части моря свѣтъ не проникаетъ, и никакая растительная жизнь тамъ невозможна. Вслѣдствіе этого, глубокія части моря не могутъ самостоятельно доставлять пищу живущимъ въ ней пред-

ставителямъ животнаго міра: всѣ глубоководныя животныя зависятъ въ своемъ существованіи отъ притока пищи изъ областей мелководья. Глубоководная (абиссальная) часть моря подобна, выражаясь языкомъ политической экономіи, чисто промышленному государству безъ собственнаго сельскаго хозяйства, государству, которое во всемъ своемъ существованіи зависитъ отъ странъ, занимающихся земледѣліемъ и скотоводствомъ.

Отсюда, какъ необходимое слѣдствіе, вытекаетъ, что фауна глубокаго моря не могла зародиться тамъ же, а должна была изъ болѣе свѣтлыхъ, богатыхъ растеніями, водныхъ слоевъ переселиться въ темныя глубины.

Какъ только мы уяснили себѣ этотъ неоспоримый фактъ, передъ нами встаетъ весьма важная геологическая проблема[8]. Мы спрашиваемъ:

Когда заселились глубоководныя части моря,
и когда возникли глубоководные бассейны?

Ниже мы покажемъ, что образованіе этихъ колоссальныхъ областей опусканія началось на закатѣ палеозойской эры въ связи съ сильными проявленіями горообразующаго процесса, а завершился этотъ грандіозный процессъ опусканія въ третичный періодъ, когда почти вся земная кора сотрясалась и перемѣщалась.

Такъ какъ огромныя площади земной коры, слѣдуя за сжимающимся земнымъ ядромъ, двигались по направленію къ центру, и вмѣстѣ съ тѣмъ увеличивались пространства собственно глубоководнаго дна, то материки, естественно, должны были возрастать.

Такимъ образомъ, намъ становится понятнымъ то, что глубоководные бассейны не превращаются снова въ материки, и что эти грандіозныя опусканія расширяются и углубляются, а ихъ положеніе на земной корѣ не можетъ болѣе измѣниться.

7. Органическая жизнь.

Рядомъ съ круговоротомъ воды совершается съ незапамятныхъ временъ и второй круговоротъ; онъ, правда, приводитъ въ движеніе между земной корой и воздушной оболочкой массы, значительно болѣе легкія, но, тѣмъ не менѣе, онъ имѣетъ въ исторіи земли несравненно болѣе высокое значеніе; мы говоримъ о происхожденіи и превращеніи органической субстанціи—протоплазмы.

Покровъ пестрыхъ растеній окружаетъ землю повсюду, гдѣ температура не остается продолжительное время ниже 0^0, гдѣ есть жидкая вода, и куда проникаютъ свѣтовые лучи солнца. Изъ атмосферы или изъ окружающей воды зеленыя растенія заимствуютъ углекислоту и воду, подъ вліяніемъ свѣта разлагаютъ эти соединенія на ихъ элементы; углеродъ, водородъ и часть кислорода они примѣняютъ на построеніе новаго ограническаго вещества, а избытокъ кислорода снова выдѣляютъ въ атмосферу. Эта такъ называемая „ассимиляція углекислоты“ растеніями представляетъ самый важный процессъ, регулирующій и поддерживающій въ настоящее время органическую жизнь на землѣ.

Но и теперь еще существуютъ извѣстные ферментные грибки и нѣкоторыя другія растенія, которыя ассимилируютъ неорганическія вещества инымъ путемъ. Поэтому, и относительно первобытной эпохи исторіи земли мы въ правѣ предположить, что первоначально испытаны были самые разнообразные способы ассимиляціи, пока господствующее положеніе не заняла, наконецъ, ассимиляція углекислоты, подъ вліяніемъ свѣта, зелеными красящими веществами растеній, какъ наиболѣе цѣлесообразная[1] форма ассимиляціи.

Солнечный свѣтъ, измѣненный и ослабленный земной атмосферой, содержитъ преимущественно голубые и красные тона. Голубые лучи особенно легко поглощаются различными желтыми и желтокрасными элементами хлорофилла, а красные лучи—его голубозелеными элементами.

Растеніями питаются животныя: одни питаются непосредственно растительной тканью, другія—косвенно, употребляя въ пищу мясо травоядныхъ животныхъ; слѣдовательно, и все животное царство непосредственно или косвенно зависитъ отъ ассимиляціи углекислоты зелеными растеніями въ присутствіи солнечнаго свѣта.

Все живущее подвержено постоянному измѣненію: развитіе и ростъ, зрѣлость и размноженіе, приспособленіе и наслѣдованіе, засѣленіе и переселеніе—только частичныя проявленія *измѣнчивости живой субстанціи*, никогда не пребывающей въ покоѣ. Біосфера въ еще большей степени, чѣмъ гидросфера, приспособляется къ внѣшнимъ условіямъ и въ каждый моментъ измѣняется вмѣстѣ съ ними.

Каждый живой индивидуумъ стремится привести свои свойства въ гармонію съ внѣшними условіями; онъ до тѣхъ поръ измѣняетъ свои свойства, пока не станетъ совершенно „приспособленнымъ“ къ внѣшнимъ условіямъ. Поэтому, мы различаемъ *измѣняющіяся* (варьирующія) *формы* и относительно устойчивые *виды*; это различіе можно наблюдать всюду не только въ органическомъ мірѣ настоящаго (*нынѣ живущихъ организмовъ*), но и въ мірѣ организмовъ геологическаго прошлаго (*ископаемыхъ*). Не всѣ виды измѣняются, но и не всѣ видовые признаки остаются во всѣ времена неизмѣнными. Въ историческомъ развитіи большинства цикловъ органическихъ формъ нетрудно отличать періоды большой измѣняемости (*анастрофы*) отъ періодовъ устойчивыхъ, лишь незначительно колеблющихся свойствъ.

Но измѣняемость и способность приспособленія протоплазмы имѣетъ извѣстныя границы, которыя существенно опредѣляются внѣшними условіями. Всякая жизнь существенно зависитъ отъ *воды*, и даже растенія сухихъ пустынь растутъ и размножаются лишь до тѣхъ поръ, пока содержаніе влаги въ воздухѣ или въ почвѣ не опустится ниже извѣстнаго уровня. Но, сверхъ того, всякая жизнь возможна лишь при *температурѣ ниже* 100° С.: продолжительное нагрѣваніе выше точки кипѣнія воды убиваетъ даже наиболѣе стойкіе жазнеспособные бродильные грибки.

Изъ выше изложенныхъ нами мыслей вытекаетъ, что на поверхности первобытной земли нѣкогда господствовала температура выше 100° С.;—тогда на поверхности земли не могло быть жидкой воды; на основаніи этого мы должны заключить, что *въ исторіи земли былъ моментъ, когда впервые зародилась жизнь*.

Чтобы объяснить это первое заселеніе земли живыми организмами, высказано было предположеніе, что жизнь занесена была къ намъ метеорными массами съ какого-нибудь другого космическаго тѣла. Но, во-первыхъ, никогда еще въ метеоритахъ не наблюдали слѣдовъ живой субстанціи: „органическія формы", открытыя въ нихъ нѣсколько лѣтъ назадъ, были плодомъ заблужденія. Кромѣ того, мы видѣли, что масса метеоритовъ образовалась въ отсутствіи жидкой воды; слѣдовательно, на метеоритахъ—космическихъ тѣлахъ не могло быть органической жизни, и послѣдняя не могла быть занесена съ нихъ на нашу планету.

Но если первобытная земля лишена была органической жизни, и если послѣдняя не могла также быть занесена на нашу планету метеоритами съ другого космическаго тѣла, то остается допустить, что жизнь самостоятельно зародилась на землѣ.

Вѣрующему человѣку кажется удобопонятнымъ представленіе, что жизнь начала сь съ высокоразвитыхъ, приспособленныхъ къ извѣстнымъ условіямъ существованія формъ, которыя созданы были въ одинъ или нѣсколько пріемовъ актомъ творенія. Но естествоиспытатель знаетъ, что даже высокоразвитыя растенія и животныя еще въ настоящее время, на нашихъ глазахъ, возникаютъ изъ совершенно простыхъ, мало дифференцированныхъ начальныхъ формъ (яйца и сѣменной клѣточки), и поэтому онъ—того убѣжденія, что жизнь началась на нашей планетѣ съ простыхъ первобытныхъ формъ, которыя лишь постепенно преобразовывались и совершенствовались.

Если образъ тѣхъ древнѣйшихъ живыхъ существъ мы можемъ возсоздать только путемъ спекулятивнаго мышленія, то физіологія приводитъ насъ къ вполнѣ опредѣленнымъ представленіямъ о тѣхъ условіяхъ, при которыхъ эта древнѣйшая органическая жизнь появилась и сохранилась. Многочисленные факты непререкаемо приводятъ насъ къ предположенію, что жизнь зародилась въ морѣ. Всѣ находящіяся въ періодѣ роста растительныя и животныя ткани богаты водой и вмѣстѣ съ тѣмъ содержатъ извѣстное количество поваренной соли. Сверхъ того, въ древнѣйшихъ ископаемыхъ отложеніяхъ мы находимъ представителей только морской фауны, и почти всѣ тѣ примитивныя первобытныя формы, которыя сохранились до настоящаго времени, тоже живутъ въ морѣ.

Прежде думали, что жизнь зародилась въ глубокомъ морѣ, что даже теперь, пожалуй, она можетъ тамъ зарождаться, и когда Гёксли въ 1857 году нашелъ въ пробахъ, взятыхъ со дна глубокихъ частей Атлантическаго океана, слизистое вещество, которое, по его мнѣнію, двигалось на подобіе протоплазмы, онъ думалъ, что имъ найдена столь долго отыскиваемая „первобытная слизь", и назвалъ ее Bathybius Haeckeli, въ честь смѣлаго передового борца за теорію развитія. Къ сожалѣнію, наблюденія Гексли оказались заблужденіемъ. Дж. Моррей (J. Murray) и К. Мёбіусъ въ 1874 году почти одновременно признали, что это—химическій осадокъ гипса, легко выпадающій изъ морской воды при прибавленіи къ ней крѣпкаго алкоголя.

Мысль о нахожденіи первобытной слизи на днѣ глубокаго моря представляла не только ошибку наблюденія: въ основѣ ея заключалась также ошибка біологическаго мышленія. Животная жизнь всегда находится въ зависимости отъ растительной и вмѣстѣ съ послѣдней невозможна безъ солнечнаго свѣта. Такъ, если въ лишенныхъ свѣта глу-

бокихъ частяхъ моря ассимиляція углекислоты невозможна, то невозможно и зарожденіе органической жизни. На самомъ дѣлѣ темныя пучины морскія и теперь не содержатъ никакихъ ассимилирующихъ растеній, и если бы теченія не приносили въ морскія глубины потока холодной полярной воды, богатой кислородомъ и питательными веществами, то эти глубины были бы совершенно безжизненны. Къ тому же, какъ мы будемъ имѣть возможность показать, въ древнѣйшія времена исторіи земли „глубокаго моря“ еще вовсе не существовало, и древнѣйшіе океаны отличались, по всей вѣроятности, незначительной глубиной. Слѣдовательно, жизнь такого характера, какъ современная біосфера, не могла получить начала въ лишенныхъ свѣта (афотическихъ) глубокихъ частяхъ моря, а если она, дѣйствительно, зародилась въ морѣ, то въ проницаемой для свѣта (діафановой) области мелководья. Равнымъ образомъ, жизнь не могла начаться въ видѣ животной протоплазмы, такъ какъ послѣдняя разрушаетъ наличную органическую субстанцію, не увеличивая ея абсолютной массы. Прежде чѣмъ могли развиться первыя животныя, должна была существовать ассимилирующая, растительная протоплазма.

Рис. 18. Графитовыя жилы въ разложенномъ гнейсѣ Цейлона.

Прибавимъ сюда, что происхожденіе жизни съ химической стороны представляетъ проблему, до сихъ поръ еще не разрѣшенную, и что, по нашему мнѣнію, должно было пройти много переходныхъ стадій, прежде чѣмъ протоплазма въ собственномъ смыслѣ слова стала двигаться, расти и размножаться. Укажемъ, все-же, на то, что и жизнь на землѣ появилась, по всей вѣроятности, постепенно подъ вліяніемъ пониженія кривой температуры, имѣвшаго мѣсто на протяженіи развитія земли. Чтобы возможно было появленіе и сохраненіе протоплазмы, первобытный океанъ, образовавшійся между 400° и 100°, долженъ былъ еще болѣе охладиться, и тогда только началось то чрезвычайное разнообразіе органическихъ движеній, какимъ съ того времени отмѣчена органическая жизнь на землѣ.

Какъ только появилась первая жизнь, началась борьба со смертью, такъ какъ жизнь развилась изъ неорганической, мертвой природы. Всѣ проявленія жизни представляютъ борьбу противъ посягательствъ неодушевленной природы и противъ конкурренціи другой жизни. Смерть снова превращаетъ сложную молекулу бѣлковины въ устойчивыя соединенія неорганической жизни.

Неоднократно высказывалось предположеніе, что графитъ кристаллическихъ сланцевъ представляетъ остатки древнѣйшихъ растеній земли. Но съ тѣхъ поръ, какъ установлено[3], что графитъ въ гнейсѣ на островѣ Цейлонѣ залегаетъ въ видѣ жилъ (рис. 18) и, такимъ образомъ, долженъ быть химическаго происхожденія, нахожденіе въ первозданныхъ породахъ слоевъ, богатыхъ графитомъ, не можетъ уже

служить доказательствомъ весьма древняго происхожденія органической жизни.

Конечно, день, когда первое изъ первобытныхъ растеній начало ассимилировать, отдѣленъ отъ того періода, отъ котораго до насъ дошли древнѣйшія окаменѣлости, колоссально большимъ промежуткомъ времени. Въ пользу этого взгляда мы приведемъ убѣдительные доводы при разсмотрѣніи кембрійской фауны, самой древней изъ извѣстныхъ намъ,—а здѣсь займемся разсмотрѣніемъ другого ряда фактовъ, который, въ свою очередь, приводитъ къ тому же заключенію.

Почти необозримое изобиліе окаменѣлостей, погребенныхъ въ слояхъ земной коры, приведено въ столь правильный хронологическій порядокъ, что относительно подавляющаго большинства ихъ не можетъ быть никакого сомнѣнія въ томъ, что они принадлежатъ къ фаунѣ той, а не иной древности. Мощность слоевъ, содержащихъ эти окаменѣлости, даетъ намъ вмѣстѣ съ тѣмъ приблизительный масштабъ для сужденія о продолжительности тѣхъ промежутковъ времени, которые протекли между появленіемъ двухъ фаунъ. Правда, эти промежутки времени мы не можемъ измѣрять столѣтіями или тысячелѣтіями: мы знаемъ только, что для образованія ряда слоевъ отъ кембрійскаго до настоящаго времени потребовались эоны.

На протяженіи этихъ, чрезвычайно продолжительныхъ, промежутковъ времени фауна слѣдуетъ за фауной, флора за флорой, въ большинствѣ случаевъ, со столь незначительными измѣненіями, что мы безъ труда узнаемъ въ нихъ послѣдовательные этапы развитія единаго родословнаго дерева. Если во времена Кювье еще можно было говорить о катаклизмахъ, которые, подобно глубокимъ пропастямъ, отдѣляютъ органическій міръ одного періода отъ органическаго міра слѣдующаго за нимъ періода, то съ тѣхъ поръ многочисленныя наблюденія убѣдили насъ въ томъ, что большинство пробѣловъ между фаунами представляютъ лишь мѣстные перерывы.

Итакъ, съ кембрійскаго періода и до настоящаго времени одна фауна развивалась изъ другой постепенными, непрерывными переходами; преобразованіе это совершалось въ весьма длинные промежутки времени, и въ родословномъ деревѣ органической жизни нигдѣ нельзя найти дѣйствительнаго перерыва. Если это такъ, то и докембрійское время мы должны мѣрить тѣмъ же масштабомъ и допустить, что *древнѣйшая изъ извѣстныхъ намъ высокоразвитая фауна представляетъ лишь конецъ длинныхъ рядовъ развитія*, которые безъ разрывовъ, медленными переходами ведутъ къ простымъ зачаткамъ жизни на землѣ.

Органическій міръ обыкновенно дѣлятъ на два большихъ царства: *растительное и животное*, но ни съ морфологической, ни съ физіологической точки зрѣнія между ними нельзя провести рѣзкихъ границъ.

Для нашихъ геологическихъ изслѣдованій вовсе ужъ не такъ, важно, состоитъ ли тотъ или иной ископаемый міръ изъ опредѣленныхъ родовъ и видовъ растительнаго и животнаго царства, такъ какъ на первомъ планѣ намъ важно, на основаніи этихъ ископаемыхъ остатковъ, опредѣлить общія біологическія и географическія условія давно прошедшаго времени. Для этой цѣли несравненно важнѣе знать какія жизненныя привычки присущи данной совокупности растеній

или животныхъ. Прикрѣпленный кораллъ имѣетъ иное геологическое значеніе, чѣмъ свободно плавающая медуза; ископаемая прѣсноводная рыба приводитъ насъ къ инымъ заключеніямъ, чѣмъ остатокъ живущей въ открытомъ морѣ акулы.

На современной земной поверхности мы различаемъ опредѣленныя біологическія провинціи, т. е. области съ почти однородными условіями существованія. Такъ какъ нашей дальнѣйшей задачей будетъ отыскать подобныя біологическія провинціи и въ исторіи земли, то мы здѣсь перечислимъ ихъ важнѣйшія особенности.

1. Море. Океанъ представляетъ однородный соляной растворъ перемѣнной температуры, различной степени освѣщенія и различной глубины. Образовавшіеся на днѣ его осадки, большей частью, расположены правильными слоями и почти всегда содержатъ въ изобиліи остатки нѣкогда жившихъ здѣсь животныхъ и растеній. Чѣмъ нормальнѣе содержаніе соли въ морской водѣ, тѣмъ фауна богаче родами и видами; незначительное измѣненіе въ содержаніи солей тотчасъ уменьшаетъ богатство животными формами, но зато тѣмъ въ большемъ количествѣ особей могутъ выступать выживающія формы. Морская фауна постоянно стремится заселять новыя области. Неоднократно происходили подобныя переселенія въ прѣсноводные бассейны, гдѣ остатки животныхъ изъ прошедшаго періода могутъ сохраняться долгое время.

Важное значеніе для распредѣленія морскихъ животныхъ имѣетъ на первомъ планѣ солнечный свѣтъ, который въ прозрачной водѣ проникаетъ до глубины приблизительно 400 метровъ; затѣмъ—солнечная теплота, порождающая на поверхности моря и въ мелкой водѣ климатическія зоны. Но, въ противоположность материковымъ областямъ, абсолютная высота морской температуры не играетъ никакой роли для животнаго богатства того или иного моря. Ледяныя воды полярныхъ морей такъ же богаты животными и растеніями, какъ теплыя области экваторіальныхъ морей. Мы должны также указать на то, что солнечныя климатическія зоны на днѣ моря исчезаютъ и замѣняются климатическими поясами, которые тянутся параллельно берегу и совершенно независимы отъ положенія земной оси. Поэтому, тщетны всѣ попытки по распредѣленію морскихъ животныхъ опредѣлить мѣстоположеніе климатическихъ зонъ въ тотъ или другой изъ прошлыхъ періодовъ исторіи земли.

Береговая область называется литоральной; она является ареной дѣйствія приливовъ и отливовъ, которые дважды въ день обнажаютъ широкую прибрежную полосу, и находится подъ преобладающимъ вліяніемъ материка. Неглубокія воды литоральной области постепенно переходятъ въ мелководное море, которое пронизывается солнечными лучами, таитъ въ себѣ богатую растительную жизнь и вмѣстѣ съ послѣдней заключаетъ въ себѣ также всѣхъ травоядныхъ. Мелководное море наполняется материковыми отложеніями (пескомъ и иломъ) и въ полуотрѣзанныхъ внутреннихъ моряхъ содержитъ также солоноватую (бракическую) или почти прѣсную воду. Такія области, называемыя талассическими, мы отличаемъ отъ океана въ собственномъ смыслѣ слова. Освѣщаемыя солнечнымъ свѣтомъ(діафановыя) мелководныя части моря переходятъ въ глубоководное море на глубинѣ приблизительно 400 метровъ, гдѣ проходитъ такъ называемая ассимиляціонная граница. Глубокія части моря не освѣщаются (афотическія);

здѣсь возможна только животная жизнь, вода—холодна, теченія и волны отсутствуютъ; и всѣ условія остаются неизмѣнными на чрезвычайно большихъ разстояніяхъ. Замѣчательно, что въ глубоководные бассейны илъ не проникаетъ, и здѣсь обширныя площади покрыты только на мѣстѣ образовавшимися органическими или вулканическими отложеніями. Ни одного осколка кварца тамъ до сихъ поръ не найдено.

Наибольшимъ разнообразіемъ біономическихъ условій отличается область а р х и п е л а г о в ъ. Каждый разъ, когда морское дно становится материкомъ, или когда океанъ трансгрессируетъ, образуется временно группа острововъ. Здѣсь смѣшиваются біологическія условія берега и моря, литоральной области и мелководнаго моря, открытаго и глубоководнаго морей. Поэтому, здѣсь возникаютъ весьма разнообразныя осадки, содержащіе самыхъ различныхъ представителей животнаго царства. Вездѣ, гдѣ мы наблюдаемъ быстрое чередованіе морскихъ животныхъ съ материковыми растеніями, напрашивается предположеніе, что мы видимъ подобныя переходныя образованія богатыя островами литоральной области.

Въ заключеніе остается разсмотрѣть собственно водное тѣло или о т к р ы т о е м о р е, которое отличается повсемѣстно однимъ и тѣмъ же содержаніемъ солей и на протяженіи громадныхъ площадей представляетъ весьма однородныя условія существованія. Діафанова область богата свободно подвѣшенными (пассивно мѣняющими свое мѣсто) растительными формами и доставляетъ пищу въ лишенныхъ свѣта глубины, лежащія за ассимиляціонной границей. Литоральная и мелководная области, глубокое море и архипелаги имѣютъ каждая свои характерныя отложенія, которыя могутъ быть безъ труда узнаны по породамъ и содержащимся въ нихъ окаменѣлостямъ; что же касается открытаго моря, то оно не знаетъ границъ своему распространенію, оставаясь вѣчно неизмѣннымъ, оно проникаетъ во всѣ перечисленныя области и представляетъ ихъ общую родину.

2. М а т е р и к ъ во многихъ отношеніяхъ представляетъ рѣзкую противоположность морю; на немъ обитаютъ фауна и флора, дышащія непосредственно воздухомъ, на немъ денудаціонные процессы преобладаютъ надъ процессами породообразующими, и только лишенныя стока къ океану пустыни походятъ на море въ томъ отношеніи, что являются ареной колоссальнаго нагроможденія породъ. Такъ какъ море и суша столь часто мѣнялись мѣстами, то подъ угломъ зрѣнія исторической геологіи трудно провести между ними рѣзкую границу. Прѣсноводные бассейны и соленыя озера часто содержатъ богатый животный міръ, который даже при очень большомъ числѣ особей всегда, однако, отличается незначительнымъ количествомъ видовъ.

Мы зашли бы слишкомъ далеко, еслибы описанныя біологическія провинціи стали разлагать еще на подотдѣлы и давать точную характеристику послѣднихъ. Ограничимся только указаніемъ, что каждый изъ нихъ населенъ своеобразной, ему одному свойственной флорой и фауной, и гдѣ мы снова наталкиваемся на уже извѣстныя условія существованія, тамъ мы опять находимъ соотвѣтствующій имъ органическій міръ.

На основаніи геологическихъ изслѣдованій установленъ тотъ фактъ, что опредѣленныя ископаемыя флоры или фауны встрѣчаются только въ породахъ опредѣленныхъ свойствъ, а въ сосѣднихъ породахъ

иного состава онѣ исчезаютъ. Но какъ только опять появится та же порода, мы снова встрѣчаемъ тотъ же органическій міръ, несмотря на то, что во времени или въ пространствѣ она иногда можетъ быть значительно удалена отъ первой. Отличительные признаки одновременно образовавшихся породъ называютъ фаціей (=лицо, обликъ); мы говоримъ, что органическая жизнь настоящаго времени зависитъ отъ внѣшнихъ условій существованія, а органическая жизнь геологическаго прошлаго—отъ фаціи. Излишне доказывать, что фація, какъ совокупность признаковъ, общихъ горнымъ породамъ одновременнаго происхожденія, есть не что иное, какъ литологическое выраженіе для господствовавшихъ въ то время условій образованія, и что послѣднія находятся въ соотвѣтствіи съ біономическими и климатическими жизненными условіями.

Измѣнчивость живой субстанціи, ея способность возможно лучше приспособляться къ внѣшнимъ условіямъ той среды, въ которой ей приходится жить, привели къ тому, что дѣйствіе среды оставило на каждомъ животномъ и растительномъ видѣ рельефный, отличительный для даннаго вида, отпечатокъ. Но вмѣстѣ съ тѣмъ, подъ вліяніемъ широко распространенныхъ и постоянно повторяющихся условій, выработались общіе признаки. Они даютъ намъ возможность различать въ мірѣ организмовъ слѣдующія группы:

I. Галобіосъ. Эта группа обнимаетъ морскіе организмы, растительные и животные; это—царство древнѣйшихъ органическихъ формъ, общая мать всѣхъ остальныхъ группъ. Уже въ древнѣйшихъ слояхъ, содержащихъ окаменѣлости, такъ же, какъ въ настоящее время, мы находимъ расчлененіе галобіоса на столь закономѣрные и характерные циклы формъ, что происхожденіе ихъ мы должны отнести къ древнѣйшимъ историческимъ временамъ.

А) Бентонъ обнимаетъ всѣ формы, живущія на днѣ моря: большинство водорослей, губокъ, коралловъ, моллюсковъ, иглокожихъ, мшанокъ, плеченогихъ и многихъ ракообразныхъ. Различаютъ прикрѣпленный (сидячій, сессильный) бентосъ и бентосъ подвижной (бродячій, вагильный), состоящій изъ ползающихъ и бѣгающихъ животныхъ. Между обѣими этими группами существуетъ множество переходовъ: то личинки прикрѣпленныхъ формъ свободно плаваютъ въ молодости, то, наоборотъ, личиночныя формы являются прикрѣпленными и лишь впослѣдствіи становятся свободными и подвижными. Такъ какъ различныя фаціи морского дна представляютъ, вообще, чрезвычайно разнообразныя жизненныя условія, то здѣсь богатство формъ достигаетъ наибольшей высоты. Разнообразные твердые покровы защищаютъ тѣло отъ посягательствъ и раздраженій внѣшняго міра, и ихъ остатки могутъ нагромождаться въ мощныя известковыя отложенія. Часто отложенія эти ограничены, на подобіе острововъ, небольшимъ пространствомъ, и тогда они высоко поднимаются надъ морскимъ дномъ, какъ органическіе известковые рифы.

Бентонныя животныя и растенія, большей частью, тѣсно связаны съ фаціей дна и перемѣщаются вмѣстѣ съ нею. Въ силу этого, ихъ окаменѣлые остатки являются самыми характерными памятниками опредѣленныхъ литологическихъ и біономическихъ условій.

Географическое распространеніе бентонныхъ животныхъ и растеній, заселеніе ими новыхъ областей совершается обыкновенно съ

помощью свободно плавающихъ личинокъ, которыя цѣлыми роями наполняютъ соленыя воды и разносятся повсюду, какъ мероопланхтонъ (мероопланктонъ). Морскія теченія распространяютъ нѣжные зародыши по всѣмъ областямъ; отдѣльныя особи, найдя гдѣнибудь подходящія для себя условія, поселяются здѣсь; подавляющее же большинство обречено на гибель.

В) Планктонъ (планхтонъ). Сюда относятся всѣ, большей частью, очень маленькія, морскія животныя и растенія, находящіяся въ морской водѣ въ свободно подвѣшенномъ состояніи (пассивно передвигающіяся); сюда принадлежатъ также болѣе или менѣе крупныя медузы, сифонофоры, нѣкоторыя ракообразныя и многія туникаты. Планхтонъ въ продолженіе всей жизни находится въ морской водѣ въ свободно подвѣшенномъ состояніи и, поэтому, обладаетъ тканями, весьма богатыми водой. Тѣло, большей частью, прозрачно и мягко, но иногда оно окружено нѣжной известковой или кремневой оболочкой, прозрачной, какъ стекло (глобигерины, радіоляріи, діатомеи). Дно современныхъ глубоководныхъ морей покрыто тонкой жижей, необыкновенно богатой планктоновыми остатками.

И въ геологическомъ прошломъ иногда отлагались подобные осадки. Во всякомъ случаѣ нѣжные остатки планктона могутъ попадаться въ какихъ угодно отложеніяхъ и ничего не доказываютъ относительно глубины воды въ области отложенія.

Наибольшее значеніе имѣетъ растительный планктонъ, въ виду того, что онъ доставляетъ первоначальную пищу для морскихъ животныхъ: какъ многочисленныя стада рыбъ, такъ равно и исполинскиты питаются исключительно пелагической массой мероплактона и планктона.

С) Кромѣ планктона, существуетъ значительная группа, называемая псевдопланктономъ; она обнимаетъ прикрѣпленныя или тяготѣющія ко дну формы, которыя пассивно широко распростаняются либо при жизни еще, либо послѣ смерти. Извѣстное Саргассово море со всѣми растущими на немъ миніатюрными животными, пустыя раковины спирули и наутилуса принадлежатъ собственно къ бентонному царству, но, въ противоположность большинству своихъ сообитателей, они легко выходятъ за границы, отведенныя для нихъ фаціей морского дна. Нѣкоторыя другія планктонныя животныя, какъ покажемъ ниже, имѣютъ весьма большое геологическое значеніе.

Д) Нектонъ обнимаетъ большинство ракообразныхъ и рыбъ, а также отдѣльныхъ высшихъ позвоночныхъ животныхъ, приспособившихся къ жизни въ водѣ, какъ дельфины, современные киты и нѣкоторыя вымершія формы. Ихъ тѣло имѣетъ, большей частью, форму торпеды, ихъ твердыя образованія могутъ отлагаться во всѣхъ морскихъ глубинахъ.

II. Между морскими организмами и обитателями прѣсной воды, лимнобіосомъ, нельзя провести рѣзкой границы, такъ какъ въ солоноватой водѣ рѣкъ смѣшиваются обѣ группы. Общія біологическія основанія позволяютъ считать весьма вѣроятнымъ, что лимнобіосъ произошелъ изъ галобіоса. Правда, геологически нельзя съ увѣренностью установить моментъ перваго появленія прѣсноводныхъ организмовъ, но во всякомъ случаѣ достойно вниманія то, что интенсивное заселеніе прѣсноводныхъ бассейновъ начинается лишь съ ка-

менноугольнаго періода. Для планктоннаго, бентоннаго и нектоннаго лимнобіоса характерно большое богатство особей при незначительномъ числѣ видовъ. Отдѣльныя крылья насѣкомыхъ нижняго силура и нѣкоторые скорпіоны верхняго силура свидѣтельствуютъ о томъ, что уже тогда нѣкоторыя животныя населяли сушу и, вмѣсто того, чтобы жабрами заимствовать кислородъ изъ воды, заимствовали его новыми органами изъ атмосферы; обильное заселеніе материка совпадаетъ съ каменноугольнымъ періодомъ. И растенія материковыя, которыя въ силурѣ и девонѣ оставили только ничтожные остатки, пріобрѣтаютъ серьезное геологическое значеніе, лишь съ каменноугольнаго періода.

III. Обитателей суши объединяютъ въ одну группу, называемую г е о б і о с ъ. Чрезвычайно важную роль играютъ въ исторіи земли, начиная съ карбона, наземныя растенія, такъ какъ они особенно чувствительно реагируютъ на климатическія условія, господствующія на землѣ. Что касается наземныхъ животныхъ, то они находятся въ строгой зависимости отъ наземныхъ растеній: если наземныя растенія вынуждены мигрировать въ силу измѣненія климатическихъ условій, то за ними должны слѣдовать и наземныя животныя.

Подобно тому, какъ отдѣльные растительные и животные виды стремятся вступить въ гармонію съ окружающей ихъ средой, такъ и только что разсмотрѣнныя біономигическія сообщества организмовъ пытаются устроиться въ отведенныхъ имъ областяхъ. И здѣсь въ концѣ концовъ было бы достигнуто полное равновѣсіе, еслибы условія существованія не были подвержены постояннымъ измѣненіямъ въ силу геологическихъ превращеній.

Настоящее слишкомъ коротко для того, чтобы мы могли воочію видѣть это постоянное измѣненіе всѣхъ жизненныхъ условій, но тѣмъ богаче такими симптомами лѣтописи геологіи. Если каждая порода представляетъ литологическое выраженіе господствовавшихъ при ея образованіи климатическихъ, океанологическихъ и другихъ условій, то мы не должны удивляться тому, что с м ѣ н ѣ ф а ц і й соотвѣтствуетъ смѣна флоры и фауны. И каждый разрѣзъ, позволяющій намъ заглянуть въ строеніе земной коры и въ прошлое нашей планеты, оказывается составленнымъ изъ многочисленныхъ, различныхъ породъ, располагающихся одна на другой и воочію показывающихъ намъ частую и непрерывную смѣну фацій. Толщи пѣсчаника слѣдуютъ за слоями известняка, конгломераты включены въ глины, вулканическій пепелъ покрываетъ мощные известковые рифы, и каждый разъ появляется иного состава животный міръ.

Такъ какъ смѣна фацій совершается въ большинствѣ случаевъ довольно медленно, то всѣ свободно живущіе организмы (вагильный бентосъ, нектонъ и планктонъ) могутъ слѣдовать за перемѣщающейся фаціей, чтобы на новомъ мѣстѣ снова найти старыя условія жизни. Но и у прикрѣпленныхъ ко дну растеній и животныхъ есть возможность, въ видѣ свободно плавающихъ эмбріоновъ и сѣмянъ, мигрировать въ новыя мѣста вслѣдъ за фаціей. Что для морскихъ созданій представляютъ морскія теченія, то для наземныхъ растеній представляетъ вѣтеръ, а рядъ другихъ транспортирующихъ средствъ (переносимыя водой деревья, перелетныя птицы, хищныя животныя) увеличиваетъ число возможностей активными и пассивными перемѣщеніями слѣдовать за перемѣщающейся фаціей.

Если нѣсколько переносящихъ силъ смѣняютъ другъ друга, то даже островъ, вновь возникшій среди океана, можетъ быстро заселиться. Мы находимъ морскихъ рыбъ въ кратерныхъ озерахъ Альбано, Неми, Больсены, которыя никогда не были соединены съ моремъ. На одномъ островѣ Тихаго океана тотчасъ послѣ его возникновенія росли двѣ кокосовыя пальмы, а также три другихъ растенія, на берегу лежали плоды пандануса и баррингтоніи, а въ воздухѣ порхала бабочка. Спустя 206 дней послѣ изверженія Кракатао, на островѣ Соединенія, въ разстояніи 5000 километровъ отъ Зундскаго пролива, найдена была пемза съ Кракатао, совершенно обросшая Spirorbis, Sc p la Anatifera.

Часто огромныя массы животныхъ появляются въ такомъ мѣстѣ, до котораго ранѣе они доходили лишь изрѣдка. На берегу Нормандіи у Кольвилля (Colleville) вдругъ появилось такое громадное количество особей Cardium edule и Donax anatinum, что онѣ усѣяли все побережье. Въ слѣдующемъ году уже не оказалось ни одного экземпляра.

Во время шторма близъ Мессины въ 1870 году выброшено было на берегъ 1700 глубоководныхъ рыбъ; правда, онѣ скоро вымерли; все же, это показываетъ, какія средства имѣются въ распоряженіи природы для распространенія какой-нибудь фауны далеко за предѣлы ея обычнаго мѣстопребыванія.

Біосфера съ поразительной скоростью завоевываетъ каждое мѣсто, удобное для поселенія. Можно даже сказать, что повсюду многочисленные зародыши ждутъ благопріятнаго момента, чтобы развиться, и погибаютъ, если такой моментъ не представляется.

Если жизненныя условія вновь открытой области поселенія нѣсколько отклоняются отъ обычныхъ, то в а р і а ц і я существующихъ зародышей вызываетъ къ жизни нѣсколько видоизмѣненныя формы. Неоднократно обширные участки суши захватывались моремъ или, наоборотъ, обширныя площади морского дна превращались въ сушу, и каждый разъ наступало такое видоизмѣненіе морской, соотвѣтственно материковой жизни, что причинная зависимость между обоими этими явленіями бросается, такъ сказать, въ глаза.

Теоретически разсуждая, можно думать, что свободно передвигающіяся наземныя животныя, а также морскія, нектонныя или вагильныя бентонныя животныя могутъ совершать какія угодно активныя путешествія въ любую другую біономическую область, но распространеніе современнаго животнаго міра показываетъ, что даже бѣгающія степныя животныя находятся въ зависимости отъ распространенія извѣстныхъ растеній; даже рыбы и киты населяютъ рѣзко ограниченныя области, за предѣлы которыхъ они не выступаютъ, такъ какъ за этими предѣлами они не находятъ подходящей для себя пищи въ видѣ планктона.

Такимъ образомъ, даже наиболѣе активно подвижное животное зависитъ въ своемъ распространеніи отъ растеній, перемѣщающихся лишь пассивно, и мѣняетъ свое мѣстопребываніе лишь тогда, когда перемѣщаются питающіе его пункты.

Распространеніе материковой флоры происходитъ, главнымъ образомъ, благодаря вѣтру, а распространеніе морского планктона,— благодаря морскимъ теченіямъ, зависящимъ отъ пассатныхъ вѣтровъ. Движенія атмосферы и гидросферы находятся въ закономѣрной зависимости отъ вращенія земли такимъ образомъ, что на сѣверномъ полушаріи господствуютъ преимущественно юго-западные вѣтры, а на

южномъ — сѣверо-западные. Правда, существуютъ многочисленныя, мѣстныя и временныя, отклоненія отъ этого правила, но, если исключить эти отклоненія и имѣть въ виду только господствующіе и наиболѣе сильные вѣтры и морскія теченія, то они имѣютъ западно-восточное направленіе, соотвѣтствующее вращенію земли. А вѣтры и морскія теченія играютъ руководящую роль въ распредѣленіи растительныхъ сѣмянъ и морского планктона, и такъ какъ ихъ западно-восточное направленіе обусловлено вращеніемъ земного шара вокругъ своей оси и остается постоянно однимъ и тѣмъ же, то, не упуская изъ виду нѣкоторыхъ исключеній, можно сказать: біосфера перемѣщается въ западно-востóчномъ направленіи, и это направленіе должно было во всѣ времена играть извѣстную роль при пассивныхъ странствованіяхъ растеній и животныхъ. Выходитъ, какъ будто біосфера вращалась вокругъ литосферы, и въ это вращательное движеніе могли вовлекаться даже наиболѣе самостоятельныя (устойчивыя) и наиболѣе крупныя животныя. Намъ придется еще описывать множество случаевъ, гдѣ это западно-восточное направленіе фитогеографическихъ или зоогеографическихъ странствованій рѣзко бросается въ глаза.

Въ исторіи земли не разъ происходила глубокая перемѣна фацій, коренное преобразованіе всѣхъ внѣшнихъ условій существованія, и мы видимъ, что органическій міръ реагируетъ на это явленіе различно:

1. Однѣ формы до того приспособились къ старому мѣстопребыванію и господствующимъ тамъ біономическимъ условіямъ, что онѣ не переносятъ измѣненія послѣднихъ и быстро вымираютъ. П о г и б а ю т ъ такимъ образомъ не только безчисленное множество особей, но и виды, роды, семейства, порядки и даже цѣлые классы.

2. Другія формы, хотя и не могутъ не поддаваться измѣнившимся условіямъ существованія, обладаютъ, однако, способностью активно или пассивно мѣнять мѣсто жительства и с т р а н с т в о в а т ь до тѣхъ поръ, пока онѣ снова не найдутъ свои старыя, подходящія для нихъ, условія фаціи.

3. Третья группа формъ п р и с п о с о б л я е т с я къ новымъ условіямъ; у этой группы измѣняются, при интенсивномъ естественномъ отборѣ, жизненныя привычки и особенности—возникаютъ новые виды.

Такимъ образомъ, смѣна фаціи вызываетъ вымираніе, новыя странствованія и образованіе видовъ.

Неразрушимые остатки каждаго животнаго, а часто также вещество растеній включены, естественно, въ тѣ породы, которыя образовались во время ихъ смерти. Если передъ нами песчаная пустыня или мало населенная морская область безвѣтрія (галистаза), то въ нагроможденныхъ песчаныхъ массахъ или иловыхъ отложеніяхъ мы найдемъ, быть можетъ, только отпечатокъ ступни какого-нибудь животнаго, случайно попавшаго въ пустыню, или остатки псевдопланктонныхъ животныхъ; но въ морской бухтѣ, изобилующей различными скорлупняками (раковинными животными), въ тихомъ озерѣ, обросшемъ лѣсомъ, богатыхъ насѣкомыми, мы находимъ въ образовавшемся илѣ раковины нѣкогда жившихъ здѣсь морскихъ животныхъ или нѣжные отпечатки листьевъ лѣсныхъ деревьевъ. Такіе остатки, слѣды или отпечатки называютъ о к а м е н ѣ л о с т я м и (или ископаемыми); при этомъ отнюдь не всегда происходило „окаменѣніе“ вещества ископаемаго животнаго или растенія.

Окаменѣлости, изученіе которыхъ со(
логіи, даютъ намъ въ руки не только вспомогательное средство для опредѣленія условій образованія включающихъ ихъ породъ: такъ какъ на протяженіи исторіи земли появлялись все новыя и новыя животныя и растенія, форма которыхъ никогда снова не возвращается, то съ помощью ископаемыхъ можно также опредѣлить геологическій возрастъ породъ. Такіе, характерные только для извѣстнаго періода, остатки называютъ руководящими окаменѣлостями (Leitfossilien); онѣ соотвѣтствуютъ нумераціи страницъ въ документахъ исторіи земли.

Иногда растенія и животныя живутъ, тѣсно сплоченныя между собой, въ столь громадныхъ количествахъ, и ихъ остатки нагромождаются такими массами, что они образуютъ самостоятельныя горныя породы. Такія отложенія, образованныя остатками организмовъ, называютъ органическими горными породами (органогенными породами). Изъ породъ этихъ, изъ которыхъ многія встрѣчаются сравнительно рѣдко, мы должны указать здѣсь особенно на каменные угли и известняки.

Всѣ залежи каменнаго угля представляютъ громадныя скопленія разложившагося растительнаго вещества. Въ соотвѣтствіи съ послѣдовательно смѣнявшими другъ друга на протяженіи исторіи земли флорами, и угли, изъ нихъ образовавшіеся, обнаруживаютъ различныя свойства, которыя могутъ еще существенно измѣниться отъ послѣдующихъ превращеній. Въ древнѣйшіе періоды наземныхъ растеній еще не существовало, или, по-меньшей—мѣрѣ, существовали въ такомъ ничтожномъ количествѣ, что нигдѣ не могли образовать значительныхъ скопленій угля. Поэтому, въ отложеніяхъ кембрійскаго, силурійскаго и девонскаго періодовъ мы находимъ каменные угли только морского происхожденія. Такъ какъ на днѣ моря разложившееся растительное вещество легко смѣшивается съ рыхлымъ морскимъ иломъ, то всѣ эти угли сильно загрязнены и для цѣлей отопленія примѣняться не могутъ. Такіе, болѣе древняго происхожденія, богатые углеродомъ, сланцы обнаруживаютъ рядомъ съ морскими животными часто явственные слѣды водорослей, изъ которыхъ они образовались.

Между тѣмъ медленно развивались папоротники, хвощи, сигилляріи и лепидодендроны, и эта возникшая въ морѣ новая флора во время каменноугольнаго періода перемѣщалась въ береговыя области. На половину освобожденные отъ вліянія морскихъ волнъ, названные роды давали начало нынѣ распространеннымъ литоральнымъ болотамъ, на днѣ которыхъ нагромождались мощные слои чистаго разложившагося растительнаго вещества.

Долгое время литоральная область оставалась главной областью образованія углей, и здѣсь образовались чрезвычайной мощности каменноугольныя залежи каменноугольнаго и пермскаго періодовъ.

Но съ теченіемъ времени растенія основались на сушѣ: развивались коніферы (хвойныя), цикадеи и высшія древесныя растенія. Упругія древесныя волокна представляютъ, вѣдь, хорошее приспособленіе для жизни на сухомъ, подверженномъ бурямъ, материкѣ. Но отнынѣ образованіе угля происходило лишь тамъ, гдѣ материковая флора могла пышно произрастать на берегу обширныхъ водныхъ бассейновъ и медленно гнить подъ защитой водныхъ массъ.

Такимъ образомъ, можно различать три разныхъ рода углей:

1) Морскіе каменные угли, образовавшіеся изъ водорослей до наступленія каменноугольнаго періода.

2) Литоральные каменные угли пермокарбона, образовавшіеся изъ земноводныхъ болотныхъ растеній.

3) Материковые угли, образовавшіеся позднѣе каменноугольнаго періода изъ богатыхъ древесиной голосѣмянныхъ и покрытосѣмянныхъ растеній (бурые угли).

Уголь представляетъ обыкновенно аморфную массу, состоящую изъ различныхъ углеродистыхъ соединеній (не углерода!), въ которой даже при микроскопическомъ изслѣдованіи нельзя узнать прежняго растительнаго вещества. Но различное происхожденіе каменнаго и бураго углей еще теперь явственно выражается въ ихъ различномъ химическомъ составѣ. Хотя по внѣшнему виду бурый уголь можетъ походить на каменный, но никогда онъ не можетъ превратиться въ послѣдній, тогда какъ изъ каменнаго угля подъ вліяніемъ давленія горъ и подъ дѣйствіемъ земной теплоты можетъ образоваться антрацитъ.

Угли всегда отлагались пластами; но *известняки*, которые тоже имѣютъ органическое происхожденіе, встрѣчаются либо въ видѣ пластовъ, либо неслоистыми массами. Пластовые известняки возникаютъ тамъ, гдѣ раздробленныя раковины распространялись морскими волнами на обширныя площади; но гдѣ прикрѣпленныя, вѣтвистыя животныя колоніи (рифообразователи) накопляютъ известковый песокъ въ своихъ каналахъ и пустотахъ, тамъ возникаютъ изолированные *известковые рифы*, которые, выростая на морскомъ днѣ отвѣсными стѣнами, могутъ достигать чрезвычайной мощности. Коралловыми рифами покрыта въ настоящее время одна двадцать вторая часть всей земной поверхности[6]; столь же обширныя многочисленныя рифовыя области мы находимъ и въ прошлые періоды исторіи земли.

Въ строеніи пластовыхъ известняковъ и коралловыхъ рифовъ принимаютъ участіе самые различные организмы, но всѣ они совершенно такъ же, какъ растительная ткань при образованіи каменнаго угля, претерпѣваютъ весьма глубокое превращеніе. Хищныя рыбы и ракообразныя разгрызаютъ известковыя раковины, волны шлифуютъ остроугольный раковинный песокъ, известковыя водоросли и мшанки облагаютъ его корой, а вскорѣ и самое известковое вещество распадается въ аморфный известковый порошокъ. Но циркулирующая въ известнякѣ вода снова склеиваетъ мелкія частички, и такимъ образомъ возникаютъ *аморфныя известковыя массы*, лишь на вывѣтренныхъ поверхностяхъ которыхъ видно еще иногда, что онѣ состоятъ изъ безчисленнаго множества органическихъ остатковъ.

Такимъ образомъ, въ геологическомъ превращеніи углей и известняковъ этихъ породъ органическаго происхожденія существуетъ поразительное сходство. Обѣ эти породы, первоначально возникшія изъ явственно различимыхъ и правильнаго строенія органическихъ остатковъ, разлагаются путемъ распаденія на аморфныя угольныя частички и въ аморфный известковый порошокъ, а когда эти мельчайшія частички снова соединяются въ твердыя породы, тогда прежняя органическая структура почти уже совершенно исчезаетъ.

Но, кромѣ того, при умираніи рифовыхъ известняковъ очень часто происходитъ химическое превращеніе: выпадаетъ углекислая

магнезія (вѣроятно, подъ вліяніемъ бактерій[7] изъ застаивающейся во всѣхъ порахъ морской воды), превращающая известнякъ въ доломитъ.

Такъ многочисленныя растенія и животныя во всѣ времена работали надъ созданіемъ мощныхъ органическихъ каменноугольныхъ залежей и морскихъ известняковъ, обогащая земную кору новыми слоями; а интенсивность этихъ процессовъ отнюдь не зависѣла отъ того, заключалось ли больше или меньше углекислоты въ воздухѣ или углекислой извести въ морской водѣ, а исключительно отъ біономическихъ условій, благопріятныхъ для размноженія углеобразующихъ растеній или складывающихъ известняки животныхъ.

Значеніе этихъ біономическихъ условій мы поймемъ особенно легко, если въ заключеніе разсмотримъ еще выдѣленіе кремнезема органическимъ путемъ.

Планктонныя діатомеи и радіоляріи, а также бентонныя кремневыя губки—единственныя существа, обладающія способностью вбирать въ себя ничтожныя, едва уловимыя количества кремиевой кислоты и нагромождать ее въ столь массовыхъ размѣрахъ, что она образуетъ цѣлыя горныя породы (трепелъ, радіоляріевый илъ, кизельгуръ и т. д.). Но распредѣленіе кремневыхъ организмовъ не обнаруживаетъ никакой зависимости отъ болѣе высокаго содержанія кремневой кислоты въ той или другой части моря; географическимъ распредѣленіемъ управляютъ скорѣе общія біономическія условія, какъ свѣтъ, содержаніе солей и движеніе морской воды.

Сумма углерода, накопленнаго въ каменноугольныхъ залежахъ, ранѣе заключалась въ атмосферѣ, а известь слоистыхъ и неслоистыхъ известняковъ была растворена въ морской водѣ. Поэтому, прежде атмосфера должна была быть гораздо богаче углеродомъ, а морская вода—известью, если только убыль этихъ веществъ непрерывно не пополнялась другими геологическими процессами.

Такъ біосфера образуетъ своеобразную переходную зону между атмосферой, гидросферой и литосферой. Углекислота воздуха можетъ, въ видѣ твердаго минеральнаго угля, принимать такое же участіе въ составѣ земной коры, какъ и известь, нѣкогда растворенная въ морской водѣ; и, если мы примемъ въ соображеніе, что углекислота, быть можетъ, доставлена на земную поверхность вулканическими процессами изъ пиросферы, то придемъ къ мысли, что даже раскаленное ядро земли вступаетъ во взаимодѣйствіе съ живой субстанціей.

8. Атмосфера и климатъ.

Пока земля испускала въ міровое пространство, какъ самосвѣтящаяся звѣзда, бѣлые, желтые и красные лучи, атмосфера безъ рѣзкихъ переходовъ переходила въ горячую пиросферу земного ядра. Газы могли безпрепятственно отъ центра раскаленнаго шара доходить до крайнихъ внѣшнихъ границъ атмосферы, по постоянно мѣняющимся путямъ совершались диффузіонныя движенія, тяжелыя части обособлялись отъ болѣе легкихъ частей, изъ элементовъ возникали химическія соединенія и снова распадались на элементы, бурно мѣнялась группировка атомовъ.

Благодаря образованію твердаго панцыря въ видѣ земной коры, возникла противоположность между вадозой и эруптозой. Съ тѣхъ поръ эруптоза продолжала свою хаотическую игру медленныхъ смѣшеній и раздѣленій во внутренности земли; вадоза же внѣ литосферы подпала подъ господствующее вліяніе солнечной теплоты. Возникъ правильный круговоротъ газовъ и жидкостей отъ экватора къ полюсамъ и обратно къ тропическому поясу; появились пассатные вѣтры и барометрическія воздушныя теченія, области затишья и циклоны, климатическіе пояса и термическія противоположности опредѣленнаго географическаго положенія.

Эти движенія атмосферы должны были сильно ускорить общее ея охлажденіе, и еслибы позволительно было судить о послѣдовательности событій по ихъ термическимъ условіямъ, то мы могли бы установить слѣдующій рядъ:

Собственная температура земли.	Соотвѣтствующія событія:
выше 7000°	раскаленная добѣла звѣзда
ниже 7000°	желтая
4000°	красная „
—	отдѣленіе лунной массы
ниже 2000°	образованіе земной коры
400°	образованіе гидросферы
100°	возникновеніе жизни.

Вадозовую газовую массу, оставшуюся послѣ выдѣленія литосферы, гидросферы и біосферы, мы называемъ атмосферой.

Теперь встаетъ вопросъ, какимъ образомъ протекало дальнѣйшее охлажденіе земли и какъ далеко оно съ тѣхъ поръ ушло.

Многіе геологическія спекуляціи о климатѣ прошлыхъ періодовъ развитія земли считаются съ замѣтнымъ на протяженіи геологическихъ періодовъ „охлажденіемъ земли“; поэтому, весьма важно найти принципіальный отвѣтъ на этотъ вопросъ.

Когда большія массы раскаленной внутренности земли внѣдряются въ породы земной коры и здѣсь остываютъ, какъ плутоническіе штоки, то сферу дѣйствія земной теплоты легко опредѣлить по химическимъ измѣненіямъ сосѣднихъ горныхъ породъ, въ такъ называемомъ „полѣ контакта“. Мы видимъ, что породы, начиная отъ мѣста соприкосновенія съ огненножидкой массой, явно убывающими зонами измѣняются химически и минералогически, вначалѣ сильно, а затѣмъ все слабѣе и слабѣе, и послѣдніе слѣды такихъ контактовыхъ явленій даютъ намъ вѣрный масштабъ для сужденія о теплопроводности породъ земной коры. Это контактовое поле имѣетъ въ діаметрѣ всего нѣсколько сотъ метровъ, лишь изрѣдка оно достигаетъ въ вертикальномъ направленіи 2000 метровъ.

Далѣе, изъ древнѣйшихъ системъ слоевъ, содержащихъ окаменѣлости, намъ извѣстны отложенія песчаниковъ измѣренной мощностью болѣе 2000 метровъ; эти песчаники даже въ самыхъ глубокихъ слояхъ своихъ, залегающихъ на болѣе древнихъ гранитахъ и гнейсахъ, не обнаруживаютъ никакого воздѣйствія высокой температуры. Безъ дальнѣйшаго ясно, что эти песчаники мощностью въ 2000 метровъ

должны были бы обнаруживать въ лежачемъ боку контактовыя явленія (явленія контактоваго метаморфизма), если бы теплота земли проникала сквозь толщу песчаниковъ на земную поверхность того времени и обусловливала значительное въ климатическомъ отношеніи нагрѣваніе моря или слоевъ воздуха. Отсюда же мы заключаемъ, что уже въ кембрійскій періодъ климатъ земли былъ обусловленъ только солнечными лучами. Такимъ образомъ, отпадаютъ всѣ гипотезы, пытающіяся свести теплый климатъ третичнаго періода и предполагаемый холодъ такъ называемыхъ ледниковыхъ періодовъ къ измѣненіямъ теплоты земли.

Уже въ кембрійскій періодъ земная поверхность постоянной потерей тепла въ міровое пространство была охлаждена настолько, что на ней возможны были низкія температуры, продолжительные снѣжные и ледяные покровы. Если съ тѣхъ поръ земля продолжала непрерывно терять теплоту въ міровое пространство, если многочисленныя вулканическія изверженія, горячіе пары и источники, пробивая насквозь земную кору, доставляли теплоту земли въ міровое пространство, то геологическое дѣйствіе этихъ процессовъ сказывалось не въ пониженіи средней годовой температуры или охлажденіи климата, а въ опусканіи и коробленіи земной коры, въ образованіи складокъ и явленіяхъ шарьяжа, въ уменьшеніи діаметра нашей планеты. Такимъ образомъ, отдача теплоты земнымъ ядромъ міровому пространству превращается въ живую силу, въ грандіозныя движенія, которыя, противодѣйствуя силѣ тяжести, постоянно видоизмѣняли землю. Въ настоящее время все вліяніе земной теплоты на земную поверхность выражается приблизительно $^1/_{50}{}^\circ$ *C*. Отсюда видно преобладающее вліяніе солнца на всѣ климатическія температуры земли.

Поверхность нашей земли уже давно остыла; не тропическое лѣто, а самая холодная полярная зима ближе всего подходитъ къ нормальному климату нашей планеты. Если-бы солнце погасло, и наша земля носилась бы по міровому пространству, не согрѣваемая теплыми солнечными лучами, то ея поверхность давно обледенѣла бы, ея моря затвердѣли бы, и прекратилась бы всякая жизнь. Не было бы ни климатическихъ зонъ, ни холодныхъ поясовъ, ни химическаго вывѣтриванія. Ледяное спокойствіе могилы лишь изрѣдка прерывалось бы низверженіемъ какого-нибудь метеорита или вулканическими изверженіями или же, наконецъ, медленнымъ короблениемъ литосферы.

Такимъ образомъ, климатъ нашей земли и связанныя съ нимъ перемѣщенія атмосферы зависятъ, вообще, отъ солнечныхъ лучей; эти лучи разсѣиваются во всѣ стороны мірового пространства съ такой расточительностью, что на землю падаетъ лишь ничтожная часть ихъ[1]. Свѣтящіе и грѣющіе лучи пробиваются черезъ атмосферу и лишь затѣмъ попадаютъ на вращающійся земной шаръ. Отсюда вытекаетъ, что земной климатъ обусловленъ слѣдующими факторами:

1) Собственной теплотой солнца,
2) свѣто- и теплопроницаемостью атмосферы,
3) формой земного шара, его рельефа,
4) положеніемъ земной оси,
5) движеніями земного шара.

Свѣтящаяся поверхность солнца нагрѣта выше 5000°. Каждый годъ она посылаетъ на землю такое количество теплоты, что на экваторѣ могъ бы растаять слой льда толщиной въ 38 метровъ, и даже въ полярной области могъ бы быть расплавленъ слой льда толщиной въ 13 метровъ. Если бы земля состояла изъ каменнаго угля, то солнечной теплоты было бы достаточно, чтобы сжечь ее въ 24 часа. Вычислено, что солнце ежегодно теряетъ 4°—8° тепла. Простой подсчетъ показываетъ намъ, что, согласно этимъ предположеніямъ, 8000 лѣтъ назадъ температура солнца должна была быть гораздо выше, если измѣненія нашего центральнаго свѣтила состояли только въ отдачѣ теплоты. Поэтому, важно отыскать отраженіе этой болѣе высокой температуры на климатѣ прошлаго.

Раскопки[2] вавилонской башни при Ниппурѣ дали возможность изучить высоко развитую и сложную культуру древностью въ 8000 лѣтъ. Свѣдѣнія о доходахъ земледѣлія и охоты, о путешествіяхъ и военныхъ походахъ царя, о путешествіяхъ сборщиковъ податей и т. д. даютъ намъ опорные пункты для сужденія о географическихъ и климатическихъ условіяхъ страны. Тогда Евфратъ, обособленный отъ Тигра, еще впадалъ въ Персидскій заливъ, слоны еще жили въ горахъ, и низменность, теперь заброшенная, была чрезвычайно плодородна, благодаря искусственнымъ оросительнымъ сооруженіямъ,—но въ остальномъ тамъ господствовалъ тотъ же климатъ, какой господствуетъ въ настоящее время, и до сихъ поръ не удалось открыть какого-бы то ни было признака измѣненія солнечной теплоты.

Итакъ, если солнечная температура за 8000 лѣтъ можетъ быть разсматриваема, почти какъ постоянная величина, то невольно возникаетъ вопросъ, чѣмъ могла возмѣщаться отдача теплоты солнцемъ. Высказано было предположеніе, что потеря теплоты компенсируется сокращеніемъ солнечнаго шара: годичнаго сокращенія діаметра солнца на 60 метровъ было-бы достаточно для того, чтобы возмѣщать излучаемую теплоту. Въ такомъ случаѣ 8000 лѣтъ назадъ діаметръ солнца долженъ былъ бы быть на 480 километровъ больше, и можно думать, что столь значительное измѣненіе величины солнечнаго диска было-бы обнаружено какимъ-нибудь астрономическимъ путемъ. Но, даже независимо отъ этого, приведенное вычисленіе, повидимому, не учитываетъ всѣхъ фактовъ. По Риттеру[3], результатъ весьма существенно мѣняется, если разсматривать солнце не какъ твердое тѣло, а какъ раскаленный газовый шаръ. Такой шаръ теряетъ при своемъ сокращеніи 19% образовавшейся теплоты, а 81% онъ удерживаетъ въ себѣ, и, въ согласіи съ этимъ, солнце отнюдь не должно становиться холоднѣе; его температура должна, наоборотъ, повышаться.

Наконецъ, теплота, отдаваемая солнцемъ міровому пространству, можетъ быть возмѣщаема и метеорными массами, наполняющими междупланетное пространство; о значеніи этихъ массъ для образованія луны и для вращенія земли мы уже выше говорили. Если бы позволительно было принять вмѣстѣ съ Файемъ (Faye), что и солнце образовалось изъ безчисленнаго множества мелкихъ метеоритовъ, причемъ масса его постоянно возрастала, и если этотъ процессъ и нынѣ продолжается,—то мы должны были бы придти къ поразительному результату, что солнце становится все теплѣе, что, по меньшей мѣрѣ, покрывается потеря, которую оно терпитъ черезъ лучеиспусканіе.

Но если столь многія причины вліяютъ на тепловой балансъ солнца, то вполнѣ понятно, что собственная теплота солнца на протяженіи всѣхъ временъ подвержена замѣтному измѣненію. Если когда-нибудь уменьшался притокъ метеорныхъ массъ, замедлялось сжатіе солнца, или увеличивалось лучеиспусканіе фотосферы, то вполнѣ могло и на землѣ замѣтно сказаться уменьшеніе солнечнаго излученія. Вѣдь, періоды солнечныхъ пятенъ показываютъ намъ, что незначительныя измѣненія земного климата происходятъ и теперь, и, слѣдовательно, представляется вполнѣ законнымъ связывать съ измѣненіями солнечной теплоты также нѣкоторыя климатическія явленія геологическаго прошлаго.

Свѣтовые и тепловые лучи солнца безъ существеннаго уменьшенія своей силы пробѣгаютъ 149 милліоновъ километровъ мірового пространства и затѣмъ вступаютъ въ земную атмосферу. Слой воздуха, толщиной около 200 километровъ, поглощаетъ часть попавшихъ въ него изъ мірового пространства лучей и значительныя количества лучей, отраженныхъ отъ земной поверхности, а сила этого поглощенія зависитъ отъ состава атмосферы. Первобытная атмосфера, въ которой содержалась еще, быть можетъ, вся морская вода, атмосфера палеозойской эпохи со своимъ большимъ содержаніемъ углекислоты представляютъ закономѣрныя стадіи развитія нашей воздушной оболочки и должны были оказывать существенное вліяніе на судьбы солнечныхъ лучей.

Въ настоящее время атмосфера содержитъ до 79% азота, который мы считаемъ постояннымъ носителемъ всѣхъ другихъ составныхъ частей; его масса во всѣ времена могла подвергаться лишь весьма незначительнымъ колебаніямъ. Небольшое количество азота принимаетъ участіе въ составѣ біосферы, немногіе минералы содержатъ азотъ въ связанномъ состояніи, слѣды соединеній азота содержатся и въ морской водѣ. Но, не считая отложеній селитры въ нѣкоторыхъ пустыняхъ, азотъ нигдѣ не принимаетъ значительнаго участія въ строеніи земной коры.

Затѣмъ, современная атмосфера содержитъ 21% кислорода; это отношеніе, повидимому, сильно мѣнялось на протяженіи исторіи земли. Образованіе закисей и окисей при вывѣтриваніи многихъ минераловъ и процессъ дыханія растеній и животныхъ уменьшаютъ содержаніе кислорода въ воздухѣ. Зато ассимиляція углекислоты растеніями увеличиваетъ это содержаніе. Мы уже указывали, что значительная часть свободнаго кислорода воздуха, вѣроятно, образована растительнымъ міромъ прошлаго. Содержаніе кислорода въ атмосферѣ соотвѣтствуетъ[4] приблизительно слою угля высотою въ 80 метровъ, который легко можно сравнить съ массой всѣхъ каменноугольныхъ залежей.

Но извѣстное количество свободнаго кислорода должно было существовать уже ко времени возникновенія жизни въ гидросферѣ, такъ какъ міръ растеній,—и, во всякомъ случаѣ, міръ животныхъ,—можетъ жить лишь въ присутствіи свободнаго кислорода.

Углекислоты въ современной атмосферѣ содержится 0,02%—0,05%. Тѣмъ не менѣе, она играетъ весьма крупную роль при поглощеніи тепловыхъ лучей. Если содержаніе углекислоты въ современной атмосферѣ принять за единицу, то можно составить слѣдующую та-

блицу, показывающую степень зависимости средней годовой температуры отъ содержанія углекислоты въ атмосферѣ:

Измѣненіе содержанія углекислоты на:		
—0,7	пониженіе средней годовой температуры на	3° — 3,3°
+1,5	повышеніе	3° — 3,7°
+ 2		4,9° — 6°
+2,5		6,4° — 7,9°
+ 3		7,3° — 9,3°

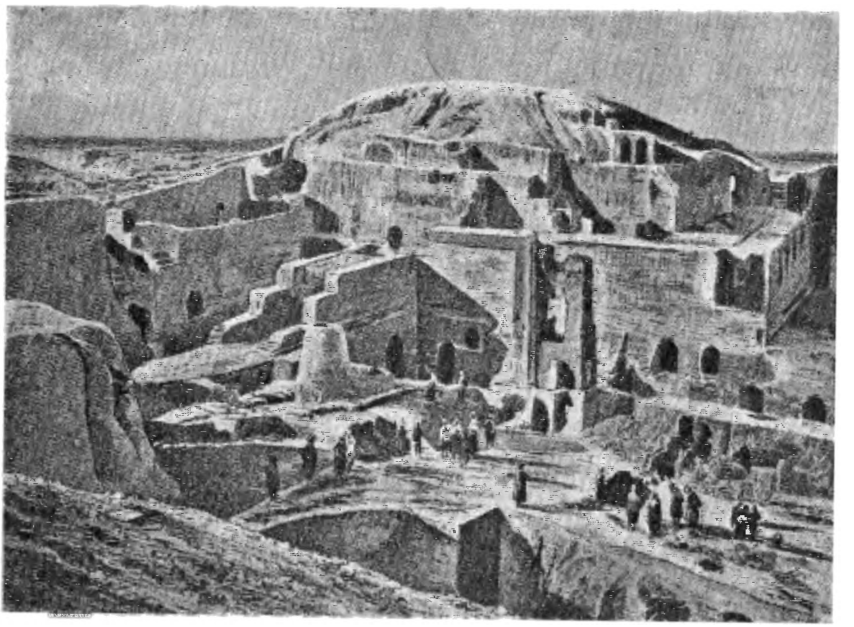


Рис. 19. Раскопки на мѣстѣ храма Ваала, построеннаго на утрамбованныхъ фундаментахъ сумерійскаго царскаго дворца.

Многими теллурическими процессами содержаніе углекислоты въ атмосферѣ, дѣйствительно, сильно измѣняется.

При вулканическихъ изверженіяхъ въ воздушную оболочку прорываются колоссальныя массы углекислоты изъ пиросферы; большія массы углекислоты продолжаютъ притекать въ атмосферу даже послѣ того, какъ собственно вулканическій періодъ уже завершился,—черезъ мофетты и углекислые источники. Незначительныя количества углекислоты освобождаются также при вывѣтриваніи карбонатовъ и разрушеніи плутоническихъ породъ, въ минералахъ которыхъ заключены пузырьки углекислоты. Если въ какомъ-нибудь гранитѣ[7] содержится около 30% кварца, въ многочисленныхъ микроскопическихъ порахъ котораго заключено около 5 объемныхъ процентовъ жидкой углекислоты, то при вывѣтриваніи кварца изъ одного кубическаго километра гранита можетъ освободиться 15.000 милліоновъ литровъ жидкой и 900.000 милліоновъ литровъ газообразной углекислоты. Этого коли-

чества углекислоты хватило бы на то, чтобы питать углекислый источникъ Наугейма въ продолженіе 273.000 лѣтъ.

Наконецъ, углекислота образуется при дыханіи животныхъ и растеній.

Наоборотъ, углекислота расходуется процессомъ образованія карбонатовъ при вывѣтриваніи и особенно процессомъ жизни растеній и многихъ морскихъ животныхъ. Если принять во вниманіе, что всѣ каменноугольныя залежи и почти всѣ известняки происходятъ изъ атмосферы и гидросферы, то станетъ яснымъ, что при образованіи этихъ органогенныхъ породъ связаны были колоссальные объемы свободной углекислоты. По Роджеру (Roger), заключенныя въ земной корѣ каменноугольныя залежи соотвѣтствуютъ массѣ углекислоты, въ шесть разъ большей, чѣмъ вся масса углекислоты, содержащаяся въ нашей атмосферѣ, а известняки, по Хогборну (Högborn), связали даже въ 25.000 разъ больше углекислоты.

Содержанія въ воздухѣ аргона и амміака мы можемъ не принимать здѣсь во вниманіе, но азотная кислота, образующаяся при электрическихъ разрядахъ, играетъ весьма замѣтную роль при вывѣтриваніи и разложеніи породъ. Сильное, глубокое вывѣтриваніе въ тропической зонѣ, приведшее къ нагроможденію громадныхъ массъ вывѣтрѣлыхъ продуктовъ (красная земля, латеритъ), находится, весьма вѣроятно, въ связи съ обиліемъ грозъ въ этой климатической области.

Наконецъ, большое значеніе имѣетъ водяной паръ, содержащійся въ атмосферѣ. Поднимаясь съ испаряющихся поверхностей океана и покрытыхъ водою пространствъ суши, онъ долженъ совершить большій или меньшій путь, прежде чѣмъ снова упадетъ на землю въ видѣ росы, дождя, града или снѣга. Всѣ вулканическія изверженія сопровождаются большими массами водяного пара, происходящими изъ внутренности земли и временно увеличивающими содержаніе водяного пара въ атмосферѣ. Но ошибочно думать, что эти эруптозныя водныя массы могутъ долгое время содержаться въ атмосферѣ, какъ таковыя. Мы видимъ, что избытокъ водяного пара снова выдѣляется изъ атмосферы въ видѣ дождя или снѣга во время и послѣ вулканическаго изверженія. Слѣдовательно, увеличивается, правда, масса гидросферы, но содержаніе водяныхъ паровъ въ атмосферѣ не можетъ повыситься на болѣе или менѣе длительный періодъ времени. Какимъ образомъ измѣняется масса воды гидросферы процессами вывѣтриванія и органической жизни, объ этомъ мы уже говорили на стр. 94.

При выдѣленіи водяного пара изъ насыщеннаго воздуха очень крупную роль играетъ атмосферная пыль, такъ какъ каждая капелька дождя образуется вокругъ пылинки, и такимъ образомъ можно даже сказать, что выпаденіе осадковъ можетъ быть ускорено и увеличено атмосферной пылью. Однако, бури пустынныхъ и степныхъ областей, гдѣ многими годами не бываетъ дождя, бури, подымающія цѣлыя горы пыли, показываютъ, что увеличеніе атмосферной пыли не всегда имѣетъ своимъ послѣдствіемъ увеличеніе количества атмосферныхъ осадковъ.

Пройдя черезъ земную атмосферу, солнечные лучи попадаютъ на землю. Формой земли обусловлено то обстоятельство, что пучокъ солнечныхъ лучей поперечнаго сѣченія въ 1 квадратный метръ у экватора согрѣваетъ площадь величиной тоже въ 1 квадратный метръ,

но съ увеличеніемъ широты, отъ экватора къ полюсамъ, одно и то же количество солнечныхъ лучей распредѣляется на все большую и большую площадь, и, такимъ образомъ, температура земной поверхности непрерывно убываетъ отъ экватора къ полюсамъ. Благодаря этому, возникаютъ климатическіе пояса, которые, правда, связаны между собою постепенными переходами, но все-же представляютъ извѣстную противоположность другъ другу.

Жаркая зона, или экваторіальная область, обнимаетъ шесть двѣнадцатыхъ частей всей земной поверхности. Слѣдовательно, вѣроятность найти въ какомъ-нибудь ископаемомъ отложеніи слѣды теплаго, тропическаго климата въ два—шесть разъ больше, чѣмъ для признаковъ умѣреннаго или холоднаго климата. Интенсивное нагрѣваніе солнечными лучами обусловливаетъ сильное испареніе и увеличеніе влажности воздуха; избытокъ влаги въ своей большей части быстро выдѣляется въ видѣ обильныхъ дождей (отъ 3 до 6 метровъ въ годъ) и сильно способствуетъ развитію органической жизни. Пышные первобытные лѣса покрываютъ мѣстность, и подъ ихъ защитой процессъ вывѣтриванія кумулятивно проникаетъ очень глубоко въ землю. Продукты вывѣтриванія породъ, содержащихъ желѣзо, большей частью, окрашены въ густой красный цвѣтъ (латеритъ). Періодъ тропическихъ дождей обыкновенно прерывается періодомъ сильной засухи; тогда химическое вывѣтриваніе пріостанавливается, но вмѣсто него наступаетъ механическое разрушеніе породъ. Содержащіеся въ почвѣ химическіе растворы высыхаютъ и выдѣляются повсюду въ видѣ конкрецій[8]. Тогда рыхлые продукты вывѣтриванія приводятся въ движеніе вѣтромъ, и такимъ образомъ могутъ быть засыпаны краснымъ пескомъ обширныя области дюнъ, а находящіяся между ними соляныя озера испаряются. Высокая средняя температура благопріятствуетъ какъ развитію, такъ въ равной степени и распаденію органическаго вещества. Поэтому, гумусовыя отложенія могутъ нагромождаться лишь на большой топографической высотѣ или вблизи постоянныхъ водныхъ поверхностей.

Большая масса осадковъ тропической области ведетъ къ развитію мощныхъ рѣчныхъ системъ, разносящихъ массы воды на огромныя разстоянія и постепенно размывающихъ всю страну, такъ что образованіе кластическихъ (обломочныхъ) породъ не можетъ достигнуть мощныхъ размѣровъ. Но къ экваторіальной зонѣ съ сѣвера и съ юга примыкаетъ[9] поясъ пустынь, который подвергается столь же интенсивному воздѣйствію солнечныхъ лучей, какъ экваторіальная область, но отличается отъ послѣдней бѣдностью осадковъ. Жалкая растительность и скудная животная жизнь населяютъ эти жаркія поверхности, и осадковъ недостаточно для того, чтобы поддерживать непрерывное сообщеніе рѣкъ съ моремъ.

Въ предѣлахъ пустынныхъ поясовъ и въ сосѣдствѣ съ ними можно, при большомъ разнообразіи климатическихъ и топографическихъ условій, различать слѣдующія гидрографическія подраздѣленія:

1. Мѣстность съ поверхности дренирована, т. е. количество осадковъ больше количества испаряющейся за то же время воды.

2. Въ періодъ дождей мѣстность дренирована, а во время засухи рѣки высыхаютъ.

3. Мѣстность дренирована нормально, и рѣки не достигаютъ моря только при многолѣтнихъ засухахъ.

4. Мѣстность не имѣетъ на поверхности сточныхъ канавъ, но по проницаемымъ породамъ потоки грунтовыхъ водъ стекаютъ въ сосѣднія дренированныя мѣстности.

5. Мѣстность не дренирована ни съ поверхности, ни подъ землею. Грунтовая вода капиллярно поднимается на пустынную поверхность, всѣ химическіе растворы концентрируются, мѣстность дѣлается солончаковой.

Несмотря на скудость осадковъ, вывѣтриваніе породъ совершается необыкновенно интенсивно: подъ вліяніемъ температурныхъ колебаній всѣ скалы растрескиваются и раздробляются, горячій вѣтеръ высасываетъ изъ глубинъ породы химическіе растворы, и послѣдніе разлагаютъ и разрыхляютъ всѣ крѣпкія массы. Такъ образуются массы щебня, которыя рѣдкими и быстро высыхающими осадками переносятся лишь на незначительныя разстоянія (рис. 41), но въ море снесены быть не могутъ. Медленно всѣ области депрессіи наполняются, большей частью, несортированными обломками окружающихъ горъ, пока послѣдніе утесы, наподобіе затепляемыхъ острововъ, не скроются подъ моремъ обломковъ.

Но гдѣ короткіе водные потоки изсякаютъ, тамъ образуются неглубокія озера, химическіе растворы которыхъ, благодаря испаренію, все болѣе и болѣе концентрируются. что ведетъ къ выдѣленію залежей соли, гипса, доломита и известковыхъ корокъ.

Важнѣйшей переносящей силой является вѣтеръ (дефляція), который при поддержкѣ водяныхъ потоковъ сноситъ горы, развѣваетъ всѣ породы и собираетъ въ одно мѣсто громадныя массы песку и пыли. Такъ въ пустыняхъ образуются обширныя области дюнъ и перемѣщаются, трансгрессируя надъ денудированной скалистой почвой или надъ высушенными осадками глинистыхъ и соляныхъ озеръ, а болѣе легкая пыль прекращаетъ свое движеніе уже за предѣлами пустыни (см. рис. 20), гдѣ она улавливается соляными поверхностями степей и нѣжными травяными зарослями.

Къ пустынному поясу примыкаетъ умѣренная зона, гдѣ одну половину года царитъ зимній полярный холодъ, а лѣтомъ—сухой и теплый степной климатъ. Постоянные потоки воды сносятъ всѣ обломки въ море, высокія горныя цѣпи покрыты вѣчнымъ снѣгомъ и спускающимися глетчерами. Продолжительная зима способствуетъ накопленію разложившагося растительнаго вещества; химическіе осадки составляютъ исключительное явленіе; озера всегда включены въ рѣчныя системы и потому не имѣютъ самостоятельнаго геологическаго значенія.

Полярная зона занимаетъ наименьшую площадь: ей принадлежитъ только одна двѣнадцатая часть земной поверхности. Въ виду незначительнаго нагрѣванія солнечными лучами, здѣсь возможна только жалкая растительная жизнь; мало развита здѣсь и животная жизнь, если не считать морской или прибрежной фауны. Земля покрыта толстыми покровами льда, углубленія заполнены моренами; физическое вывѣтриваніе и денудація совершаются интенсивно.

Только что описанныя климатическія противоположности сказываются тѣмъ рѣзче, чѣмъ больше поверхности суши; онѣ слабѣе тамъ, гдѣ море оказываетъ свое вліяніе. Эти противоположности смягчаются, даже совершенно стушевываются, когда возрастаетъ содержаніе углекислоты въ атмосферѣ: тогда влажная теплота тропической области

соотвѣтствуетъ пустыннымъ областямъ, мягкая температура умѣренной зоны—полярной области, и, такимъ образомъ, каждый разъ мѣняются климатическія условія всей земли.

Термическіе климатическіе пояса материка передаются и на пространства, занятыя морями, и обусловливаютъ то, что экваторіальное море имѣетъ среднюю температуру въ 35°—25°, моря умѣренной зоны въ 25°—10°, полярныя моря—въ 10°—0° и охлаждаются даже до—2,5°. Но это относится только къ верхнимъ слоямъ воды. На днѣ болѣе или менѣе глубокаго бассейна должна собираться тяжелая вода, и потому сюда стекаются всѣ водныя массы, берущія свое начало въ самыхъ холодныхъ пунктахъ всякой водной поверхности. Поэтому, море, доходящее до высокихъ широтъ, будетъ въ своихъ глубинахъ показывать полярныя температуры воды, даже въ томъ случаѣ, когда внутри тропиковъ, выше этихъ глубинъ, вода достигаетъ температуры въ 35°. Съ другой стороны, морской бассейнъ, занимающій немного широтныхъ градусовъ, но большое число долготныхъ градусовъ, можетъ обнаруживать въ своихъ глубокихъ частяхъ относительно теплую воду. Во всякомъ случаѣ важно то, что обитатели большихъ морскихъ глубинъ и ихъ распредѣленіе не зависятъ отъ климатическихъ поясовъ, господствующихъ на поверхности воды.

Но всѣ до сихъ поръ описанныя геологическія и біономическія условія, связанныя съ климатомъ, находятся подъ очень сильнымъ вліяніемъ рельефа земной коры. Игра климатическихъ факторовъ мѣняется не только, когда море внѣдряется въ большую область опусканія, но и въ томъ случаѣ, когда материковая равнина превра-

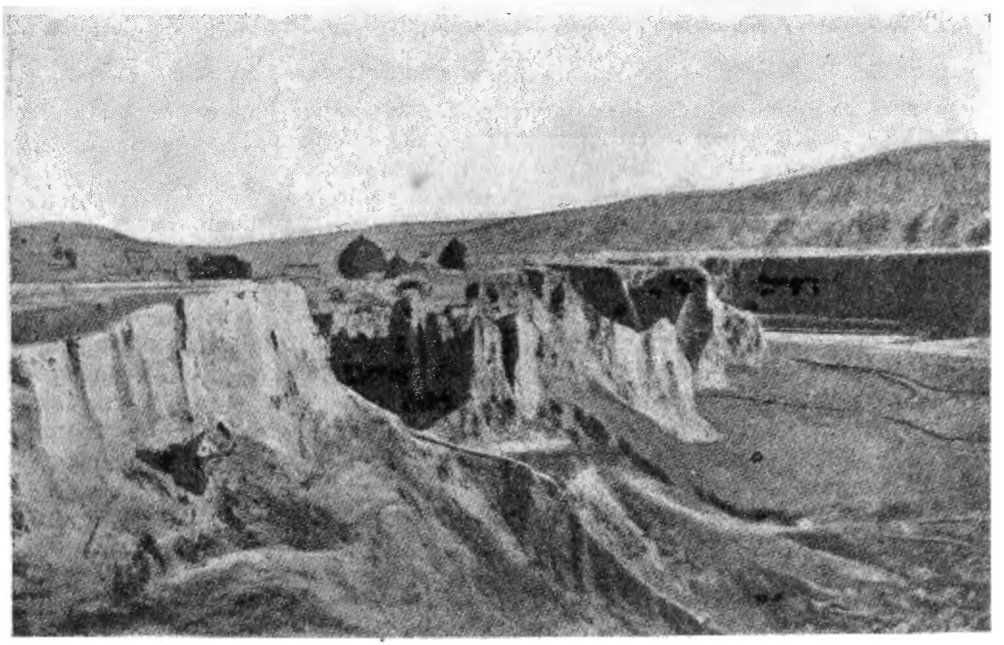


Рис. 20. Лессовый ландшафтъ въ Китаѣ. Горы состоятъ изъ скопленій перенесенной вѣтромъ пыли, въ которыхъ періодическія рѣки прорыли себѣ глубокія ложбины.

щается въ складчатую горную цѣпь, или же, когда горная цѣпь сносится продолжительной денудаціей. Удлиненіе плоскаго водораздѣла можетъ направить многоводную рѣку въ середину пустыни, высокая горная цѣпь можетъ стать на пути литологическихъ и зоогеографическихъ перемѣщеній, и на конусѣ вулкана могутъ среди тропической страны накопляться вѣчный снѣгъ и ледъ. Трансгрессія моря можетъ всегда сопровождаться мягкимъ островнымъ климатомъ, а развитіе большихъ материковъ, большей частью, обостряетъ климатическіе контрасты.

Климатъ опредѣленнаго мѣста оставался бы неизмѣннымъ въ продолженіе всего года, еслибы земная ось была строго перпендикулярна къ плоскости ея движенія вокругъ солнца. Но наклонъ земной оси, колеблющійся въ предѣлахъ 21^0—27^0, обусловливаетъ, особенно въ среднихъ и высшихъ широтахъ, смѣну временъ года. Явственныя „годовыя кольца“ въ соляныхъ и ангидритовыхъ залежахъ пермскихъ отложеній Стассфурта (рис. 21) доказываютъ, что уже въ то время наклонъ эклиптики былъ значителенъ, и вмѣстѣ съ тѣмъ даютъ намъ средство для опредѣленія времени, потребовавшагося на образованіе соляныхъ залежей. Поразительно, что[8] залежь, мощностью приблизительно въ 900 метровъ, образовалась въ относительно короткій промежутокъ времени, въ 10.000 лѣтъ.

Но вмѣстѣ съ этими ежегодно возвращающимися колебаніями земной оси существуетъ еще измѣненіе положенія земной оси, совершающееся въ значительно болѣе продолжительный періодъ времени. Вслѣдствіе притяженія солнцемъ и луною, земная ось въ продолженіе 26.000 лѣтъ описываетъ конусъ, уголъ растворенія котораго равенъ наклону эклиптики.

Благодаря этому, мѣняется продолжительность зимы то на одномъ, то на другомъ полушаріи, и вмѣстѣ съ тѣмъ мѣняются многія климатическія условія. Наконецъ, новѣйшія изслѣдованія показали, что существуютъ и неперіодическія колебанія высоты полюса, которыя путемъ интерференціи могутъ, смотря по обстоятельствамъ, ослаблять или усиливать вышеописанныя перемѣщенія полюса.

При всѣхъ этихъ, столь измѣнчивыхъ, процессахъ мы наблюдаемъ обмѣнъ между веществами, содержащимися въ атмосферѣ, и веществами, содержащимися въ другихъ оболочкахъ земного шара. Составъ атмосферы измѣняется массами, подымающимися изъ пиросферы, дѣятельностью біосферы и измѣненіями гидросферы. Каждая полярная окаменѣвшая ледяная глыба, каждый слой известняка, каждая каменноугольная залежь—часть атмосферы, присоединенная къ литосферѣ, и, слѣдовательно, воздушная оболочка земли представляется намъ образованіемъ, подверженнымъ постояннымъ измѣненіямъ, подвижнымъ газообразнымъ остаткомъ отъ большихъ геологическихъ процессовъ, не поглощеннымъ послѣдними.

Если мы, въ заключеніе, поставимъ себѣ вопросъ, какими причинами и какимъ образомъ можетъ измѣняться климатъ, то мы должны, въ соотвѣтствіи съ тремя существенными климатическими факторами, различать солнечныя, атмосферныя и географическія измѣненія климата.

1. Солнечныя причины климатическихъ измѣненій покоятся на томъ, что тепловой балансъ солнца подверженъ значительнымъ колебаніямъ.

Въ солнечной атмосферѣ мы наблюдаемъ диффузіонныя движенія, протуберанцы и потоки, протекающіе съ чрезвычайной быстротой; эти рѣзко мѣняющіяся явленія, выраженіе которыхъ мы находимъ въ появленіи солнечныхъ пятенъ, можно, повидимому, свести приблизительно къ одиннадцатилѣтнему періоду. Но вѣроятно, въ ходѣ развитія центральнаго тѣла бываютъ болѣе или менѣе длительныя, непериодическія, времена усиленнаго или ослабленнаго образованія пятенъ и излученія теплоты. Пятно, шириною около 50000 километровъ, которое въ 1903 году можно было видѣть на солнечномъ дискѣ даже невооруженнымъ глазомъ,—это пятно дѣлаетъ правдоподобнымъ старинное сообщеніе о томъ, что въ 626 году половина солнечнаго диска казалась темной. Уменьшается ли діаметръ солнца, какъ полагаетъ

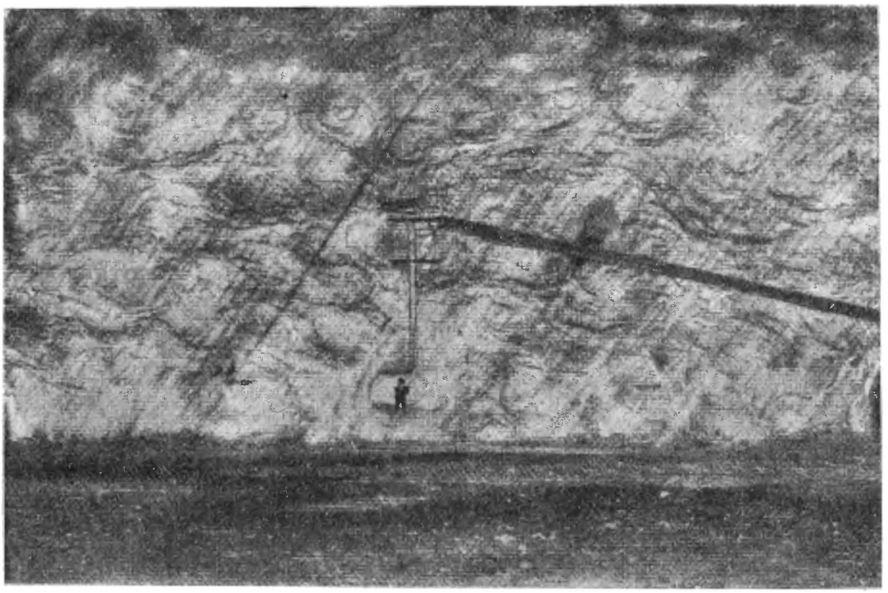


Рис. 21. Годовыя кольца въ соляныхъ залежахъ Стассфурта. Слои, первоначально залегавшіе горизонтально, въ третичный періодъ, вслѣдствіе образованія складокъ, приняли наклонное положеніе.

лордъ Кельвинъ, или увеличивается, какъ думаетъ Фай (Faye), возрастаетъ ли теплота солнца отъ падающихъ на него метеоритовъ или же убываетъ отъ излученія,—во всякомъ случаѣ ни тотъ, ни другой процессъ не протекаетъ вполнѣ однообразно или, что еще менѣе вѣроятно, періодически: наступаютъ ослабленія, паузы, интенсивныя измѣненія состоянія, могущія оказывать на климатъ земли весьма значительное воздѣйствіе. Особенно легко поставить въ связь съ подобными „солнечными“ причинами появленіе большихъ снѣжныхъ массъ въ пермскій и дилювіальный періоды. Съ другой стороны, отъ незначительнаго повышенія солнечной температуры могутъ быстро исчезнуть полярные ледяные покровы, какъ крайнія проявленія климатическихъ условій. Рука объ руку съ этимъ могло послѣдовать измѣненіе процессовъ вывѣтриванія, пассатныхъ вѣтровъ и морскихъ теченій, а это должно было оказывать извѣстное вліяніе на распредѣленіе организмовъ.

2. Атмосферныя измѣненія климата покоятся по существу на томъ, что измѣняется химическій составъ воздушной оболочки земли, благодаря чему увеличивается или уменьшается теплопроводность атмосферы. Приращеніе атмосферной углекислоты должно сглаживать климатическіе контрасты, а уменьшеніе углекислоты должно усиливать ихъ. Такимъ образомъ, съ возрастаніемъ содержанія углекислоты въ воздухѣ исчезаютъ пустыни и ледяные покровы, и, вмѣсто континентальнаго климата, мало-по-малу водворяется ровнаго характера приморскій климатъ.

3. Географическія измѣненія климата происходятъ отъ различныхъ причинъ. На первомъ планѣ перемѣщеніе полюсовъ земли. Такъ какъ климатическіе пояса земли расположены перпендикулярно къ земной оси, то каждое перемѣщеніе полюсовъ должно имѣть своимъ послѣдствіемъ перемѣщеніе и климатическихъ границъ. Система семи климатическихъ областей, ихъ взаимоотношенія и контрасты нисколько отъ этого не измѣняются, но экваторъ пересѣкаетъ другія страны, а области, дотолѣ изобиловавшія осадками, становятся пустынями.

Перемѣщеніе полюсовъ особенно сильно сказывается на климатѣ среднихъ широтъ.

Каждое измѣненіе морскихъ границъ тоже должно имѣть своимъ послѣдствіемъ передвиженіе климатическихъ областей, и при многочисленныхъ трансгрессіяхъ и регрессіяхъ моря, о которыхъ повѣствуетъ исторія земли, каждый разъ должно было совершаться относительное измѣненіе климата. Возникновеніе глубоководныхъ бассейновъ должно было особенно выразиться въ томъ, что до нихъ широко распространенъ былъ мягкій островной климатъ, тогда какъ постепенно растущіе континенты усиливали климатическіе контрасты. Именно въ связь съ этимъ можно поставить распространеніе по всей землѣ каменноугольной флоры.

Всѣ тектоническія движенія земной коры и всѣ денудаціонные процессы мѣняютъ размѣры и широту климатическихъ поясовъ. Благодаря образованію складокъ, среди сухой пустыни можетъ возникнуть изобилующая водою горная цѣпь, а незначительное перемѣщеніе береговой линіи можетъ превратить сложной формы островную страну въ однородный континентъ. Перемѣщеніемъ плоскаго водораздѣла можетъ совершенно измѣниться рѣчная система большой области, а вмѣстѣ съ тѣмъ преобразуются всѣ разыгрывающіяся въ ней біономическія явленія; плоскій перешеекъ можетъ отклонить теплое морское теченіе и вмѣстѣ съ тѣмъ совершенно измѣнить климатъ прибрежья.

Кромѣ названныхъ причинъ, можно было бы перечислить еще множество другихъ явленій, обусловливающихъ или вліяющихъ на измѣненіе климата; но эти явленія оказываютъ незначительныя воздѣйствія, которыя при игрѣ постоянныхъ измѣненій едва ли могутъ внести существенныя поправки въ крупныя черты климатическихъ отношеній.

Въ заключеніе, мы считаемъ еще важнымъ установить только слѣдующее: опираясь на прошлое земли, нельзя доказать періодическаго измѣненія климата, равно какъ нельзя доказать того, что климатическіе факторы измѣнялись всегда въ одномъ и томъ же

направленіи. Ледниковые періоды не наступали въ закономѣрной послѣдовательности за временами, отмѣченными избыткомъ солнечной теплоты; болотистый климатъ, господствовавшій во времена образованія каменныхъ углей, не возвращался съ закономѣрной ритмичностью.

Равнымъ образомъ, въ исторіи земли нѣтъ данныхъ, которыя свидѣтельствовали бы о постоянномъ убываніи теплоты на земной поверхности; скорѣе можно думать, что за временами первобытнаго мягкаго климата наступалъ періодъ рѣзкихъ климатическихъ контрастовъ; убываніе температуры на сѣверномъ полушаріи, явственно наблюдаемое нами съ третичнаго періода, отнюдь не завершилось ледниковымъ періодомъ: если бы это было такъ, мы теперь жили бы какъ бы въ межледниковое время, наканунѣ новаго ледниковаго періода; скорѣе такъ называемый ледниковый періодъ былъ только исключительнымъ эпизодомъ, передъ наступленіемъ котораго у подошвы Альпъ господствовалъ тотъ же мягкій климатъ, который мы теперь снова наблюдаемъ.

Намъ представляется наиболѣе важнымъ указать на то, что эти различныя климатическія измѣненія, вообще, должны были компенсировать другъ друга, но могло также статься, что когда-нибудь они случайно вліяли на климатъ въ одномъ и томъ же направленіи, и тогда они должны были сообща играть весьма значительную роль, какой никогда не могло бы играть ни одно изъ этихъ измѣненій, взятое въ отдѣльности. Этимъ можно было бы объяснить, почему до сихъ поръ не удалось установить въ исторіи земли соотвѣтствіе климатическихъ измѣненій астрономически точно возвращающимся періодамъ.

9. Глубинные эруптивные процессы.

Пока земля представляла раскаленный газовый шаръ безъ твердой оболочки, до тѣхъ поръ обмѣнъ и обособленіе составляющихъ ее массъ могли совершаться безпрепятственно отъ центра пиросферы до крайнихъ внѣшнихъ границъ атмосферы. Мощные потоки легкихъ газовъ, раскаленные потоки легкоплавкихъ соединеній двигались между сложной формы остовомъ болѣе косныхъ веществъ, и, такимъ образомъ, происходило медленно распаденіе хаотической смѣси на различные по плотности и тяжести участки.

Быть можетъ, потоки, еще нынѣ господствующіе на солнцѣ, позволительно уподоблять этимъ древнѣйшимъ состояніямъ нашей планеты; въ самомъ дѣлѣ, на поверхности солнца мы наблюдаемъ два явленія, позволяющія заключить о весьма энергичномъ движеніи, совершающемся въ нашемъ центральномъ свѣтилѣ. Протуберанцы представляютъ энергичныя истеченія раскаленныхъ газовъ (водорода вмѣстѣ съ геліемъ и кальціемъ), которые вырываются въ крайне разрѣженномъ состояніи и съ чрезвычайной скоростью, и очертанія которыхъ весьма измѣнчивы; солнечныя же пятна представляютъ пробѣлы въ солнечной атмосферѣ, порождаемые, вѣроятно [1], нисходящими тепловыми потоками.

По движеніямъ солнечныхъ пятенъ можно также измѣрить скорость вращенія солнца, причемъ получился весьма поразительный,

на первый взглядъ, результатъ, что экваторъ солнца совершаетъ оборотъ въ 25 дней, а полярная зона—въ 35 дней. Если бы солнце было тѣломъ твердымъ или жидкимъ, то всѣ точки его поверхности должны бы совершать оборотъ въ одно и то же время. Но солнце—раскаленный газовый шаръ [2], изъ раскаленнаго ядра котораго вырываются потоки и устремляются къ полярнымъ областямъ; расширяясь на периферіи, они приносятъ съ собою бо́льшую скорость вращенія, чѣмъ какой они должны были обладать, если бы долгое время участвовали въ движеніяхъ периферіи солнца.

Возможно, что подобные потоки цѣлыми періодами приводили въ движеніе массы нашего земного шара, вызывая раздѣленіе веществъ, первоначально распредѣленныхъ неправильно и многократно перемѣшивавшихся.

Какъ слѣдствіе этихъ диффузіонныхъ потоковъ, можно, пожалуй, разсматривать столь поразительное распредѣленіе плотности въ нашей планетѣ. При удѣльномъ вѣсѣ земли, разсматриваемой, какъ одно цѣлое, въ 5,5, ея внѣшняя периферія, атмосфера, состоитъ изъ совсѣмъ легкихъ газовъ, а за нею слѣдуетъ водная оболочка съ удѣльнымъ вѣсомъ около 1. Земная кора состоитъ преимущественно изъ твердыхъ породъ удѣльнаго вѣса въ 2,5. Глубже атмосферы залегаетъ раскаленная пиросфера, состоящая, насколько можно судить на основаніи непосредственныхъ наблюденій, изъ расплавленнаго стекла (магмы).

Магма часто, при вулканическихъ изверженіяхъ, вырывается на поверхность земли и распространяется по ней въ видѣ чернаго стекловиднаго обсидіана или пестраго смоляного камня. Химическій составъ и удѣльный вѣсъ этого подземнаго стекла, изъ котораго при охлажденіи образуется большое разнообразіе плутоническихъ и вулканическихъ породъ, подвержены большимъ колебаніямъ, и изъ одного и того же канала часто выливаются одна за другой совершенно разнородныя массы.

Предположеніемъ, что богатая желѣзомъ магма составляетъ внѣшнюю оболочку большого желѣзнаго шара, нельзя объяснить, какимъ образомъ компенсируется незначительный удѣльный вѣсъ земной коры. Въ самомъ дѣлѣ, въ центрѣ земли удѣльный вѣсъ долженъ составлять 9,5; отсюда ясно, что, вмѣсто желѣза, тамъ должны быть распространены болѣе тяжелые металлы, какъ:

Мѣдь . . . . (8,5)	Ртуть . . . . (13,5)
Серебро . . (10,5)	Золото . . . . (19)
Свинецъ . . (11,3)	Платина . . (21,5).

Объ аггрегатномъ состояніи пиросферы судить трудно; многіе факты говорятъ за то, что земное ядро представляетъ газовый шаръ, окруженный жидкой магмой: въ виду высокаго давленія, оказываемаго земной корой, подземныя массы должны относиться къ внѣшнимъ силамъ, какъ твердое вещество; только тамъ, гдѣ давленіе земной коры уменьшается, магма ожижается и начинаетъ внѣдряться внутрь земной коры.

Несмотря на продожительные диффузіонные токи, переносившіе болѣе легкія вещества къ периферіи, а болѣе тяжелые элементы къ центру земли, все же, не установилось совершенно правильное распредѣленіе элементовъ по удѣльному вѣсу. Это не должно насъ

удивлять: въ природѣ мы нигдѣ [2] не находимъ болѣе или менѣе значительныя массы жидкостей вполнѣ однороднаго (гомогеннаго) характера. Море, воздухъ, равно какъ растворы и огненножидкія массы, полученные искусственнымъ путемъ, обнаруживаютъ облака и пятна различной плотности, различнаго состава и различной способности преломленія, и для устраненія подобныхъ неравномѣрностей въ значительныхъ массахъ жидкости, нашей техникѣ приходится прибѣгать къ особенно остроумнымъ средствамъ. Такія, связанныя постепенными переходами, но различныя части какой-нибудь жидкости, называются шлирами.

Если мы вспомнимъ солнечные токи и перенесемъ наблюдаемыя на солнцѣ условія на землю въ доисторическое время, то мы безъ дальнѣйшихъ разсужденій придемъ къ предположенію, что и пиросфера должна была имѣть шлировой характеръ. Въ самомъ дѣлѣ, многочисленные, грандіозные процессы движенія, стремившіеся раздѣлить хаотически смѣшанныя вещества первобытной земли, были внезапно прерваны и замедлены, когда между пиросферой и атмосферой образовался панцырный сводъ земной коры. Облака и шлиры богатыхъ желѣзомъ тяжелыхъ массъ должны были носиться между легкоплавкими и болѣе легкими частями, и если на краяхъ такихъ шлировъ и дѣйствовали постоянно диффузіонные процессы, то, все же, они не могли совершенно нивеллировать существующія различія.

Что этотъ шлировой характеръ въ большомъ и въ маломъ не есть просто теоретическое предположеніе, это можно доказать различными наблюденіями. Во-первыхъ, при микроскопическомъ изслѣдованіи быстро затвердѣвшихъ магмъ, выступающихъ въ видѣ потоковъ и покрововъ вулканическаго стекла или лавовыхъ породъ, мы наблюдаемъ, какъ небольшіе шлиры перемѣннаго характера располагаются рядомъ и другъ надъ другомъ въ видѣ мелкихъ, струекъ (флуидальная структура). Равнымъ образомъ, при изученіи большихъ эруптивныхъ массъ наблюдаютъ большіе шлиры, по составу отличающіеся отъ окружающаго ихъ магматическаго очага.

Далѣе, изслѣдованіе древнихъ вулканическихъ горъ показываетъ намъ, что изъ одного и того же эруптивнаго канала одновременно и въ порядкѣ послѣдовательности выступали массы различнаго состава.

Наконецъ, наблюденія надъ качаніемъ маятника на земной поверхности показываютъ, что внутри земной коры повсюду встрѣчаются опредѣленныхъ очертаній области различной плотности, которыя могутъ быть объяснены только допущеніемъ, что внутри литосферы или подъ нею существуютъ болѣе легкіе или болѣе тяжелые шлиры. Будучи связаны постепенными переходами и мѣняя свое положеніе на протяженіи всѣхъ временъ, эти шлиры, вѣроятно, и теперь еще проникаютъ другъ въ друга, и на томъ самомъ мѣстѣ, гдѣ прежде располагалась тяжелая, богатая желѣзомъ, масса, въ слѣдующій періодъ можетъ носиться бѣдное желѣзомъ облако.

Установивши, что подъ затвердѣвшей корой магма имѣетъ шлировой характеръ, мы должны обратить вниманіе еще на другую ея особенность. Извѣстно, что при всѣхъ вулканическихъ изверженіяхъ выступаютъ огромныя массы паровъ; они образуютъ высокое, подымающееся къ небу облако, предшествуютъ выступленію лавы и пепла, сопровождаютъ это выступленіе и завершаютъ его. Прежде думали,

что эти массы газа, состоящія преимущественно изъ паровъ воды, происходятъ изъ морской воды, которая по трещинамъ будто бы стекала на раскаленное земное ядро и изверженіемъ снова доставлялась на поверхность. Казалось, что расположеніе многихъ вулкановъ вблизи моря особенно говоритъ въ пользу этого предположенія. Но многія вулканическія области расположены далеко отъ моря, составъ ихъ паровъ часто кореннымъ образомъ отличается отъ состава морской воды, и, по новѣйшимъ изслѣдованіямъ, вода, какъ таковая, въ магмѣ, повидимому, не существуетъ. Нигдѣ въ геологически столь основательно изслѣдованныхъ разрѣзахъ мы также не наблюдаемъ трещинъ, идущихъ отъ дна морского къ пиросферѣ. Горному дѣятелю, какъ и геологу, представляются тысячи случаевъ проникать въ корни древнихъ вулканическихъ областей и изслѣдовать дно первобытныхъ морей. Часто мы еще видимъ явственно, что вулканическія изверженія начались подъ моремъ, но въ подобномъ случаѣ никогда еще не наблюдали признаковъ нисходящихъ водяныхъ потоковъ, тогда какъ симптомы **восходящихъ** газовъ, какъ сопутствующаго вулканическимъ изверженіямъ явленія, попадаются постоянно. Поэтому, гипотеза, утверждающая, что морская вода сквозь тысячи горныхъ толщъ можетъ проникать въ очаги магмы, лишена всякаго основанія.

Наоборотъ извергающіеся пары мы должны разсматривать, какъ интегральныя составныя части пиросферы, которыя первоначально были растворены въ магмѣ, а затѣмъ освобождались при изверженіи.

Извѣстно, что въ расплавленныхъ металлахъ можно растворить большія количества газовъ, которые при охлажденіи и кристаллизаціи снова улетучиваются. Поэтому не слѣдуетъ усматривать никакого затрудненія въ предположеніи, что магма и теперь еще содержитъ огромныя массы водорода, хлора, углерода, фтора, бора, олова и другихъ элементовъ, которые увлекаются при изверженіяхъ и оказываютъ свое геологическое дѣйствіе внутри и на земной корѣ.

Эруптивные процессы обыкновенно дѣлятъ на двѣ группы: явленія, разыгрывающіяся внутри земной коры, называютъ **плутоническими**; феномены же, происходящіе надъ литосферой, называютъ **вулканическими**. Но работы многихъ изслѣдователей за послѣднія десятилѣтія показали, что даже плутоническіе процессы въ глубинѣ могутъ быть разсматриваемы только, какъ позднѣйшія фазы движеній, происходившихъ ранѣе въ еще болѣе глубокихъ областяхъ. Поэтому первыя и древнѣйшія стадіи эруптивнаго процесса, которыя должны были разыгрываться на нижней границѣ литосферы, прежде чѣмъ начались плутоническія измѣненія,—эти стадіи намъ кажется цѣлесообразнымъ называть **тифоническими**.

Александръ фонъ-Гумбольдтъ называлъ вулканы предохранительными клапанами земли и связывалъ съ этимъ представленіе, что подземные пары легко вызывали бы землетрясенія, если бы вулканическія изверженія не разгружали высоконапряженныхъ паровъ. И, такимъ образомъ, часто думали, что при вулканическомъ изверженіи устанавливается непосредственная, открытая связь между раскаленнымъ земнымъ ядромъ и атмосферой. Но простое соображеніе показываетъ, что это воззрѣніе не можетъ быть правильнымъ. Въ самомъ дѣлѣ, при огромной массѣ и грандіозномъ напряженіи подземныхъ паровъ

разъ открывшееся отверстіе не могло бы закрыться ранѣе, чѣмъ освободится отъ газовъ вся пиросфера, и изверженія лавы и пепла должны были бы происходить непрерывно въ одномъ и томъ же мѣстѣ. Временно могъ бы образоваться, быть можетъ, затворъ, какъ въ нѣкоторыхъ „потухшихъ“ вулканахъ настоящаго времени, но вскорѣ пары снова достигли бы такого напряженія, что выбросили бы лавовую пробку и опять открыли бы отверстіе. Но прослѣживая вулканическія изверженія на протяженіи продолжительныхъ періодовъ исторіи земли, мы убѣждаемся въ томъ, что они совершенно исчерпываются въ опредѣленномъ мѣстѣ и только послѣ долгой паузы снова выступаютъ въ другомъ мѣстѣ. Такимъ образомъ, мы приходимъ къ мысли, что вулканы не проходятъ сквозь всю толщу земной коры до самой пиросферы, а покоятся на мѣстныхъ магматическихъ очагахъ, раскаленная внутренность которыхъ выбрасывается при изверженіи наверхъ и замѣщается снизу притокомъ новой магмы.

Насколько неизбѣжно мы вынуждены принять предположеніе о существованіи тифоническихъ магматическихъ очаговъ, настолько труднымъ представляется намъ объяснить ихъ происхожденіе, и такъ какъ непосредственнымъ наблюденіемъ изучать эти процессы, естественно, невозможно, то здѣсь гипотеза обнаруживаетъ большой пробѣлъ. Одна теорія *), недавно вызвавшая большіе споры, исходитъ изъ предположенія, что древнѣйшая кора затвердѣванія была прорвана во многихъ мѣстахъ и покрылась разлившимися по ней потоками лавы. Эти лавовыя массы со временемъ покрылись затвердѣвшей корой, а внутренность ихъ осталась огненножидкой; такимъ образомъ возникли многочисленные, жидкіе магматическіе очаги, которые можно разсматривать, какъ источники позднѣйшихъ вулкановъ. Болѣе старая гипотеза гласитъ, что магматическіе очаги возникли и все еще возникаютъ внутри земной коры, благодаря мѣстному ожиженію, вызываемому высокимъ давленіемъ, а третья гипотеза, которую мы считаемъ наиболѣе вѣроятной, объясняетъ возникновеніе магматическихъ очаговъ слѣдующимъ образомъ. Распредѣленіе плотности въ земной корѣ и часто сильно мѣняющееся приращеніе температуры съ глубиною, равно какъ отношеніе сосѣднихъ частей земной коры къ процессу образованія складокъ,—все это дѣлаетъ весьма вѣроятнымъ, что толщина остывшей земной коры подвержена большимъ колебаніямъ,—другими словами, что пограничная поверхность, ниже которой температура выше точки плавленія всѣхъ породъ, весьма неправильно изогнута кверху и книзу. Далѣе, каждое измѣненіе давленія въ земной корѣ, вызвано ли оно отложеніемъ новыхъ осадковъ, денудаціей мощныхъ толщъ горныхъ породъ или же горообразующимъ процессомъ,—каждое такое измѣненіе давленія всегда измѣняетъ аггрегатное состояніе горячихъ массъ, лежащихъ подъ соотвѣтствующими участками земной коры; поэтому, находящіеся подъ земной корой магматическіе очаги легко превращаются въ жидкость и при посредствѣ паровъ, улетучивающихся при каждомъ уменьшеніи давленія, пробиваютъ себѣ путь на поверхность земли. Чувствительные инструменты нашихъ сейсмическихъ станцій реагируютъ на каждое сотрясеніе почвы, являющееся отголоскомъ даже очень далекаго земле-

*) Творцомъ ея является Штюбель.—Г. К.

трясенія. Такимъ образомъ, и подвижные магматическіе очаги въ земной корѣ должны приводиться въ движеніе и сотрясеніе самыми разнородными причинами, а возгоняющіеся сверху, растворенные въ нихъ, газы каждый разъ будутъ стремиться къ тому, чтобы увлечь за собою вверхъ часть обращенной въ жидкость массы. Всѣ полости и области пониженнаго давленія снова и снова заполняются снизу магмой, и земная кора пронизывается постоянно вновь внѣдряющимися въ нее и вновь заполняемыми магматическими очагами.

Обращаясь теперь къ слѣдующей области, области плутоническихъ явленій, мы вступаемъ въ область, открытую многочисленнымп наблюденіями. Правда, и эти процессы разыгрываются на глубинахъ въ нѣсколько тысячъ метровъ, но когда они завершены, и затвердѣвшія породы, появившіяся въ результатѣ ихъ дѣйствія, проведены на поверхность земли процессомъ денудаціи висячихъ горныхъ породъ, тогда мы безъ труда можемъ изслѣдовать пространство, въ которыхъ многія тысячелѣтія тому назадъ дѣйствовали огненно жидкія массы подземнаго міра.

Подвергая руды дѣйствію высокой температуры доменной печи, мы видимъ, что смѣсь веществъ, изъ которыхъ онѣ состоятъ, распадается на три рѣзко различающихся между собою части. Газы и пары подымаются вверхъ и улетучиваются черезъ трубу. Но болѣе косныя соединенія распадаются по удѣльному вѣсу: наверху плаваетъ болѣе легкій шлакъ, тогда какъ болѣе тяжелый металлъ занимаетъ самое нижнее положеніе. Шлакъ обыкновенно богатъ кремнекислотой; его составъ и количество зависятъ отъ свойствъ первоначальной руды и продолжительности плавки, во время которой шлакъ отдѣляется отъ металла.

Газы, силикаты и металлы представляютъ также три важнѣйшія составныя части магмы, внѣдряющіяся въ земную кору. Правда, химическій составъ отдѣльныхъ магматическихъ очаговъ измѣняется, равно какъ мѣняются и распредѣленные въ нихъ шлиры, но три названныя вещества всегда содержатся въ нихъ, и если полость, наполненная магмой, въ продолженіе долгаго періода предоставлена самой себѣ, въ ней наступаетъ такое же обособленіе составныхъ частей, какое мы видимъ въ доменной печи. Пары подымаются вверхъ и пронизываютъ сосѣднія породы, въ зависимости отъ ея проницаемости, на разстояніе отъ 500 до 2000 метровъ отъ плоскости соприкосновенія (контактовой плоскости).

Водяной паръ, углекислота, водородъ, углеводороды, хлористый водородъ, хлористый натрій, хлористый аммоній, хлорное желѣзо, фторъ, борная кислота, фосфаты (фосфорнокислыя соединенія), олово, никкель, серебро и золото, а также множество другихъ веществъ увлекаются вверхъ вмѣстѣ съ парами. Въ то время, какъ при обыкновенной температурѣ вода обладаетъ лишь весьма слабыми кислотными свойствами, при 1000^0 ея растворяющая способность въ 80 разъ сильнѣе, чѣмъ растворяющая способность кремнекислоты. Поэтому, при такихъ высокихъ температурахъ господствуютъ совсѣмъ иныя химическія условія, чѣмъ тѣ, какія мы въ состояніи искусственно воспроизвести въ лабораторіи; породы, окружающія магматическій очагъ, измѣняются минералогически и обнаруживаютъ извѣстныя структуры, появляющіяся въ результатѣ контактоваго дѣйствія.

Приближаясь къ контактовому полю плутонической породы, мы наблюдаемъ снаружи внутрь сперва зону, гдѣ сланцы содержатъ безчисленные комочки величиной съ просяное зерно, темныя пятна или красивыя иглы хіастолита. Ихъ число и величина все возрастаютъ, и близъ поверхности соприкосновенія получается зона плотнаго роговика. Топазъ и кристаллы плавиковаго шпата можно объяснить дѣйствіемъ фтористыхъ паровъ, великолѣпныя иглы турмалина можно свести къ дѣйствію борныхъ паровъ, апатитъ — къ дѣйствію фосфора; многіе гранитные штоки окружены ореоломъ оловяннаго камня. Съ внѣдреніемъ плутоническихъ магмъ связано также происхожденіе нѣкоторыхъ цѣнныхъ металловъ. Мѣсторожденія никкелево-магнитнаго колчедана[2] Скандинавіи, Сѣверной Америки, Богеміи и т. д. представляютъ выдѣленія изъ основныхъ магмъ. Золото[3] поднималось вмѣстѣ съ кислыми эруптивными породами, а платина доставлялась изъ глубинъ пиросферы въ серпентинизированныхъ роговообманковыхъ породахъ. Известнякъ превращался въ мраморъ или становился обруденѣлымъ; часто онъ содержитъ множество прекрасно образованныхъ минераловъ.

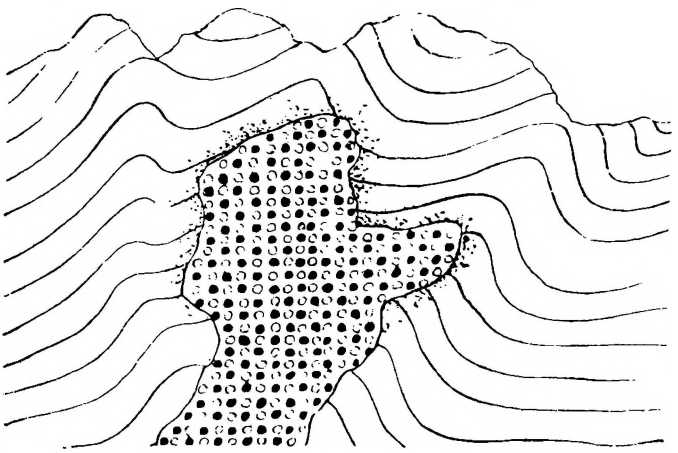


Рис. 22. При образованіи складокъ въ участкѣ земной коры подземная смѣшанная (недифференцированная) магма, состоявшая изъ частей, богатыхъ желѣзомъ (черныя точки), и частей, богатыхъ кремнекислотой (свѣтлыя точки), внѣдрилась въ складчатую горную систему, вслѣдствіе чего сосѣдніе слои (мелкій пунктиръ) подверглись измѣненію отъ контактоваго метаморфизма.

Но вмѣстѣ съ тѣмъ начинается очень глубокое раздѣленіе (рис. 22 и 23) первоначальной магматической смѣси на верхнюю область, богатую кремнекислотой и бѣдную желѣзомъ, и нижнюю зону, богатую желѣзомъ и бѣдную кремнекислотой. Мелкій дождь металлическихъ частицъ медленно просачивается въ глубину, а болѣе легкіе силикаты постоянно стремятся вверхъ.

Рука объ руку съ раздѣленіемъ этихъ составныхъ частей идетъ пониженіе температуры магматическаго очага, особенно въ томъ случаѣ, когда породы висячаго бока удаляются денудаціей, и холодъ мірового пространства проникаетъ въ глубину. Въ контактовомъ полѣ соединенія, разрыхленныя парами, группируются въ новыя группы минераловъ. Въ богатомъ кремнекислотой шлаковомъ покровѣ стекловидной магмы молекулы одного рода приближаются другъ къ другу и складываются во все растущіе, первоначально еще мягкіе, кристаллы, до тѣхъ поръ, пока вся первоначальная масса не будетъ такимъ образомъ видоизмѣнена и превращена въ твердую, не содержащую стекла, полнокристаллическую гранитовую породу. При описаніи вулканическихъ процессовъ намъ остается еще показать, что во многихъ случаяхъ полуостывшая магма имѣетъ возможность прорваться черезъ послѣдній

участокъ земной коры и вылиться на поверхность лавоваго потока. Тогда минералогическому раздѣленію первоначальной смѣси препятствуетъ внезапное затвердѣніе, и въ стекловатой или наполовину разстеклованной породѣ мы видимъ либо первые зачатки начинающагося процесса кристаллизаціи, микролиты, либо плотное строеніе изъ мелкихъ (фельзитъ) и крупныхъ кристалловъ, связанныхъ между собой недифференцированной стекловидной массой

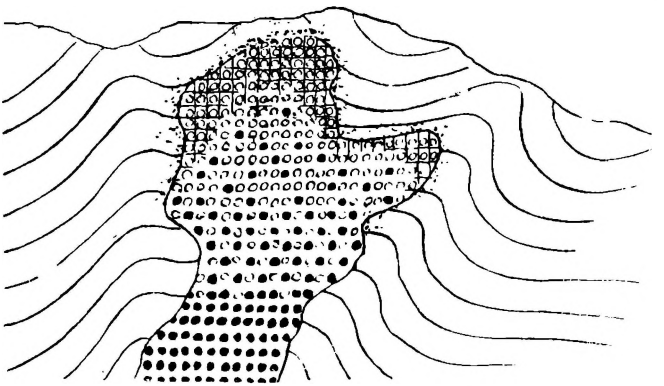


Рис. 23. Вслѣдствіе глубокой денудаціи гранитъ начинаетъ вверху охлаждѣвать и затвердѣвать (мѣста, покрытыя квадратиками), а богатая желѣзомъ магма опускается глубже.

Но кромѣ этихъ вулканическихъ отпрысковъ остывающихъ въ глубинѣ земли магматическихъ очаговъ, можно еще наблюдать окружающія ихъ очень характерныя, подземныя, т. е. плутоническія образованія. Отъ богатой кремнекислотой периферіи или отъ болѣе глубокихъ, богатыхъ желѣзомъ, зонъ отходятъ въ окружающія породы короткія или длинныя трещины, наполненныя кристаллизованнымъ минеральнымъ веществомъ отдѣлившихся частей магмы. Такимъ образомъ, плутоническій очагъ часто окружаетъ цѣлая свита жилъ, представляющая весьма заманчивую проблему для химическаго и минералогическаго изслѣдованій.

Въ нашихъ разсужденіяхъ мы до сихъ поръ не обращали вниманія на слѣдующее обстоятельство. Боковое давленіе, которое въ процессѣ горообразованія такъ легко производитъ полости и позволяетъ ближайшему тифоничеекому очагу магмы сдѣлать еще одинъ шагъ вверхъ, въ земную кору,—это давленіе, естественно, очень часто продолжаетъ дѣйствовать и послѣ того, какъ подземная полость заполнилась магмой. При этомъ расположеніе собравшихся въ болѣе или менѣе значительные кристаллы молекулъ, структура возникшей такимъ образомъ полнокристаллической породы очень часто претерпѣваетъ глубокое измѣненіе. Плоскіе кристаллы располагаются параллельными рядами, въ нихъ внѣдряются группы болѣе крупныхъ кристалловъ, и, такимъ образомъ, въ еще пластически мягкой гранитной массѣ возникаетъ структура, называемая жилковатой.

Вмѣстѣ съ тѣмъ гранитъ переходитъ въ гнейсъ; гнейсъ можетъ быть связанъ съ гранитомъ многочисленными переходами, хотя крайніе конечные члены обоихъ типовъ существенно отличаются другъ отъ друга.

Особенно трудный для пониманія случай наступаетъ тогда, когда внутри земной коры при образованіи складокъ открывается не обширная полость, которая шагъ за шагомъ, по мѣрѣ своего расширенія заполняется магмой, а въ складки собираются системы тонко на-

пластованныхъ сланцевъ, и образуются многочисленныя мелкія и болѣе крупныя пустоты, быстро заполняемыя внѣдряющейся магмой. При этомъ образуются рѣдкія смѣшанныя породы, состоящія изъ сланцевыхъ пластинокъ и гранитныхъ прожилковъ, изломанныхъ, разорванныхъ, раздробленныхъ и снова соединенныхъ магмой, слоеобразно или жилообразно заполняющей всѣ промежутки.

При такихъ условіяхъ магмой можетъ быть ассимилированъ и полурастворенъ цѣлый сланцевый сводъ; контактовое поле и гранитная зона, сланцевый покровъ и свита жилъ принимаютъ тогда новыя формы, въ которыхъ трудно разобраться; всѣ части представляются безсистемно проникшими другъ въ друга, и каждый отдѣльный кусокъ имѣетъ особый, ему одному свойственный, видъ. Такія *метаморфическія гнейсовыя области* самой запутанной структуры особенно легко выступаютъ въ складчатомъ ядрѣ большихъ горныхъ хребтовъ. Позже мы еще разъ будемъ имѣть случай заняться ихъ разсмотрѣніемъ.

Описанные плутоническіе процессы, правда, очень глубоко измѣняютъ строеніе и составъ земной коры, но всѣ они безъ исключенія разыгрываются глубоко подъ поверхностью земли и становятся доступными нашему разсмотрѣнію лишь тогда, когда снесены покрывающія ихъ породы.

Въ слѣдующей главѣ мы особо опишемъ выступающіе при этомъ вулканическіе процессы, а здѣсь мы займемся еще только весьма замѣчательными сопутствующими явленіями денудаціи. Часто на протяженіи исторіи земли возникали высокія складчатыя горныя цѣпи, и рука объ руку съ этимъ пустоты и полости въ складчатыхъ ядрахъ заполнялись плутоническими породами. Но каждый разъ начинались вывѣтриваніе и сносъ и обнажали все болѣе глубокіе горизонты складчатыхъ ядеръ. Такимъ образомъ, можно различать цѣлую цѣпь послѣдовательныхъ стадій, начиная со сноса неизмѣненной сланцевой оболочки (фиг. 22 и 23) и кончая обнаженіемъ глубоко лежащихъ корней (фиг. 24) плутоническихъ массивовъ.

Въ *отдѣльныхъ случаяхъ наблюдали* большія гранитныя массы, затвердѣвшія подъ сланцевой *оболочкой* мощностью *всего* въ 500—2000 метровъ. Въ другихъ случаяхъ надъ гранитными *массами* находился защищающій ихъ покровъ мощностью въ 5000—6000 метровъ.

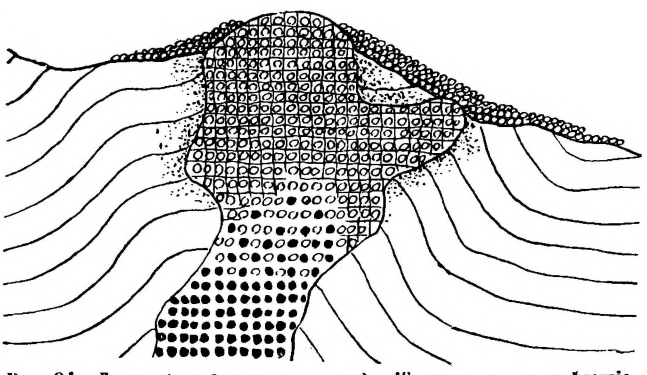


Рис. 24. Денудація обнажила затвердѣвшій гранитъ, и вслѣдствіе дальнѣйшаго вывѣтриванія образуются песчаныя массы (небольшіе кружки), которыя распространяются въ окрестностяхъ въ видѣ песчаниковыхъ покрововъ.

Первыя числа показываютъ, что „подъемная сила“ внѣдряющейся магмы часто очень незначительна и отнюдь не благопріятствуетъ гипотезѣ, ранѣе пользовавшейся широкимъ распространеніемъ, что горы могутъ быть воздвигнуты только поднимающимися источниками магмы.

Какъ только процессомъ денудаціи удалены самыя крайнія оболочки неизмѣненнаго сланцеваго покрова, денудаціонные процессы начинаютъ проникать въ пропитанную плутоническими жильными породами контактовую зону. Гальки изъ жильныхъ породъ и сланцы, измѣненные контактовымъ метаморфизмомъ, сносятся далеко въ долины и находятся въ отложеніяхъ рѣкъ. Но самый важный ихъ осадокъ состоитъ, все же, изъ вывѣтренныхъ и разрушенныхъ въ илъ сланцевъ. Теперь первыя гранитныя гальки примѣшиваются къ рѣчнымъ отложеніямъ, и вскорѣ обнаженные гранитные штоки съ родственными имъ гнейсовыми областями распространяются на большія пространства.

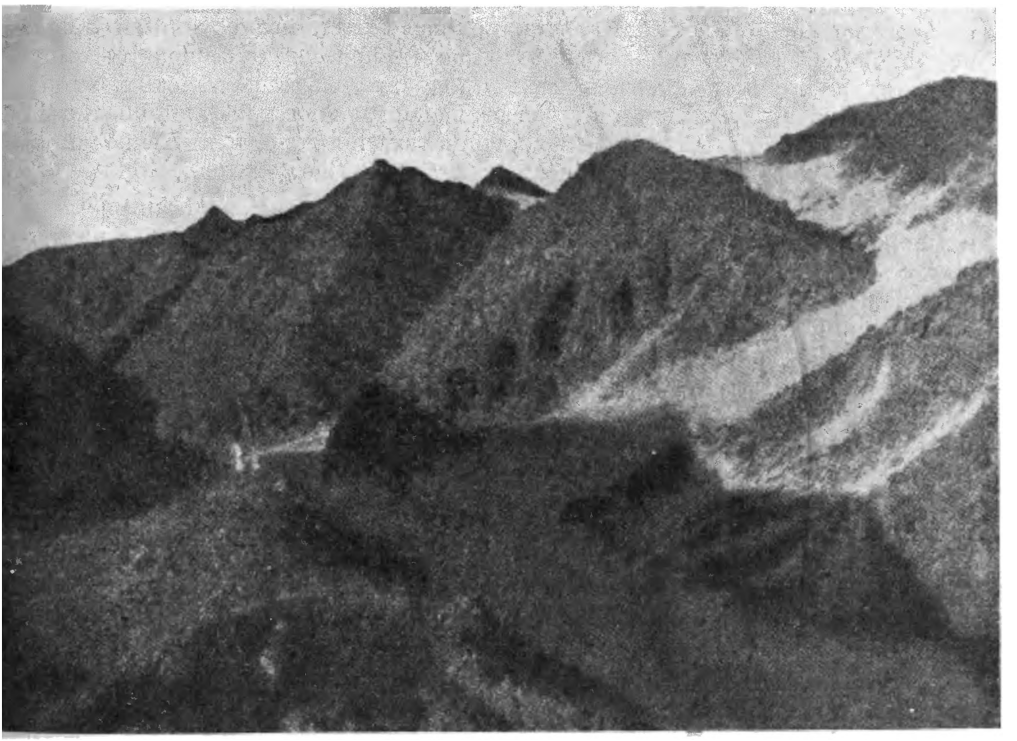
Важно указать на то, что именно на границѣ гранитной области, богатой кремнекислотой, появляются въ особенномъ изобиліи разнородныя породы, въ предѣлахъ же гранитной области характеръ породъ на большомъ протяженіи отличается большой однородностью. Выступаетъ ли въ ядрѣ старыхъ складчатыхъ горъ бѣлый, сѣрый или красный гранитъ равномѣрно зернистаго строенія или тонкослоистый и жилковатый гнейсъ, мы всегда встрѣчаемъ составъ изъ полевого шпата и кварца съ вкрапленными кристаллами слюды и роговой обманки. При чрезвычайномъ разнообразіи другихъ породъ уже старые геологи не могли не обратить вниманіе на крайне широк распространеніе и составъ гранитовъ. Современная петрографія знаетъ совершенно иного состава типы плутоническихъ глубинныхъ породъ, какъ: сіениты, діориты, габбро и многія другія, но всѣ эти породы ограничены въ своемъ распространеніи небольшими участками и часто встрѣчаются, какъ включенія въ обширныхъ гранитныхъ областяхъ.

Только немногія концентрическія оболочки сіенита включены въ гранитный массивъ Мейссена, и съ большимъ гранитнымъ штокомъ Брокена связаны относительно небольшіе выходы габбро. Если бы обозначить одной и той же краской всѣ до сихъ поръ извѣстныя гранитныя и едва отдѣлимыя отъ нихъ гнейсовыя области, другими словами, богатыя кремнеземомъ плутоническія породы, то нужно было бы нарисовать очень большую міровую карту для того, чтобы можно было въ томъ же масштабѣ ясно представить всѣ другія глубинныя породы.

Послѣ того, что сказано нами выше о раздѣленіи плутонически остывающей магматической смѣси, мы уже не можемъ разсматривать всякій гранитъ. какъ продуктъ кристаллизаціи кислой гранитной магмы: мы видимъ въ немъ богатую кремнеземомъ и, слѣдовательно, болѣе легкую „шлаковую шапку“ раздѣляющейся по удѣльному вѣсу магмы, а частое нахожденіе породъ изъ семейства гранитовъ не говоритъ о широкомъ распространеніи магмы опредѣленнаго состава, а показываетъ, что благодаря однородному и постоянно возвращающемуся процессу раздѣленія, въ медленно остывающихъ плутоническихъ очагахъ такъ часто возникалъ одинъ и тотъ же верхній слой.

Какъ только въ большой системѣ складчатыхъ горъ контактовое поле удалено денудаціей, и наружу выступаютъ скрытые подъ нимъ гранитные массивы, сразу въ обширной окрестности горной мѣстности поразительно измѣняется характеръ образованія осадковъ. Хотя гранитъ и считается типомъ горной породы, трудно поддающимся вліянію атмосферныхъ явленій, геологу, однако, извѣстно, что

при опредѣленныхъ геологическихъ условіяхъ гранитъ подвергается очень глубокому разложенію и вывѣтриванію. При тепломъ климатѣ, очень богатомъ осадками, полевой шпатъ гранита очень быстро превращается въ мягкій порошокъ въ большинствѣ случаевъ ярко краснаго цвѣта, и соединенныя съ полевымъ шпатомъ зерна кварца остаются въ видѣ болѣе крупнозернистаго остатка, тогда какъ полевой шпатъ вымывается въ видѣ красноватой рѣчной мути. Такимъ образомъ русла рѣкъ и низменности тропической области наполняются обширными покровами кварцеваго песка, и на далекомъ морскомъ берегу насы-



Фиг. 25. Гранитныя горы южн. части Синайскаго полуострова, превращаемыя въ песокъ, спускающійся въ доливы.

пается плоская песчаная дельта, матеріалъ которой получается изъ гранита и гнейсовыхъ породъ.

Тамъ же, гдѣ сухой климатъ мѣшаетъ разрушенію полевого шпата, происходитъ физическое вывѣтриваніе. Красный полевой шпатъ, темная слюда и бѣловатый кварцъ соединены въ гранитѣ своими плоскостями наростанія. Но когда горячее солнце пустыни пронизываетъ своими лучами эту многоцвѣтную мозаику, темная слюда поглощаетъ большее количество тепла, чѣмъ красный полевой шпатъ, а послѣдній поглощаетъ больше тепла, чѣмъ свѣтлый кварцъ. Когда же нагрѣтая до 70° гранитная скала ночью охлаждается, то различныя части ея отдаютъ теплоту неодинаково быстрымъ темпомъ. Вмѣстѣ съ этимъ расширеніе и сжатіе трехъ составныхъ частей гранита должны совершаться съ различной скоростью, и такимъ образомъ гранитъ или гнейсъ раздро-

бляется безъ значительнаго химическаго разложенія. Тогда у подошвы крутыхъ гранитныхъ скалъ (см. рис. 25) мы видимъ пестрый песокъ, въ которомъ соединены еще всѣ минералы гранита.

Но разбитая многочисленными трещинами слюда и легко растрескивающійся полевой шпатъ быстро превращаются горячимъ солнцемъ пустыни въ мельчайшій порошокъ, который легко подхватывается вѣтромъ и уносится на далекое разстояніе въ видѣ пыли пустыни. Остается только трудно растрескивающійся кварцъ; сильные порывы вѣтра нагромождаютъ его въ высокія серповидныя дюны (см. фиг. 26); такъ какъ никакая переносящая сила не можетъ удалить его изъ лишенныхъ стока областей, то онъ наполняетъ равнины песчаной толщей, наполняющей всѣ низменности, вздымается, подобно бушующему морю, у подошвы крутыхъ скалъ и при продолжительномъ дѣйствіи этихъ литогенетическихъ условій покрываетъ своими желтыми или красными песчаными слоями обширныя пространства, пока подъ нимъ не скроются послѣдніе раздробляющіеся гранитные утесы.

Такимъ образомъ, внѣдреніе въ земную кору плутоническихъ и магматическихъ очаговъ приводитъ къ рѣдкому явленію образованія слоистыхъ отложеній, и на морскомъ днѣ, покрытомъ бѣдными кварцемъ глинами, сланцами, мергелями и известняками, или на неровной денудированной поверхности материка внезапно появляются мощные морскіе или материковые песчаники. Толщи породъ, состоящихъ почти исключительно изъ песка, наслаиваются другъ на друга, какъ будто бы изъ атмосферы падали колоссальные дожди песка; эти толщи достигаютъ столь огромной мощности, что извѣстные періоды исторіи земли называютъ по частымъ въ нихъ песчаникамъ формаціями древняго краснаго песчаника, или пестраго песчаника, или квадроваго песчаника. Ихъ образованіе представляло бы неразрѣшимую загадку, если бы мы не могли видѣть геологическую причину засыпанія областей песками (регіональнаго засыпанія песками) въ одновременномъ разрушеніи гранитныхъ породъ.

Старые геологи считали гранитъ фундаментомъ земной коры; съ таинственнымъ страхомъ они разсматривали эту, распространенную по всему земному шару, породу въ глубинѣ шахтъ и на высотѣ окруженнаго легендами Блоксберга. Какъ „древнѣйшая кора затвердѣванія нашей планеты“, эта порода представляла особенный интересъ, котораго для современной геологіи она лишена. Среднегерманскіе граниты возникли въ складчатыхъ ядрахъ высокихъ горъ въ то самое время, когда на ихъ склонахъ складывались каменноугольныя залежи, и даже классическій первобытный гнейсъ Рудныхъ горъ получилъ свои характерныя особенности лишь въ каменноугольный періодъ, а напримѣръ, гранитъ береговъ рѣки Эльбы, въ контактовомъ полѣ котораго встрѣчаются издревле знаменитыя залежи, имѣетъ даже только третичный возрастъ.

Но если гранитъ и потерялъ свою историческую цѣнность, то, все же, съ его образованіемъ связаны новыя, удивительныя проблемы. Въ настоящее время онъ представляется намъ какъ бы залѣчивающимъ бинтомъ, закрывающимъ раны земной коры, благодѣтельнымъ источникомъ драгоцѣнныхъ рудъ и „первопричиной“ мощныхъ песчаныхъ

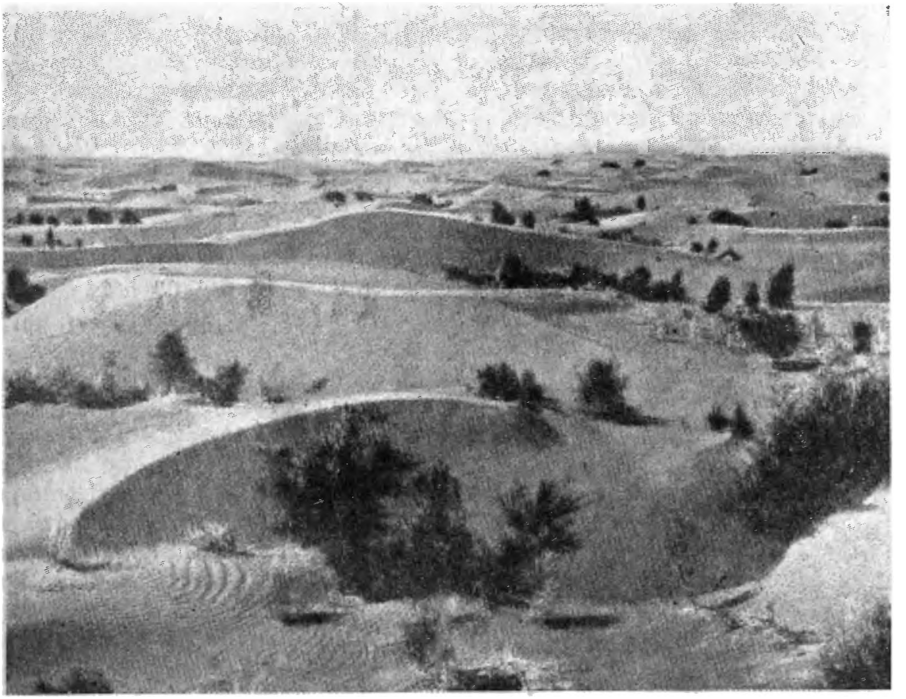


Рис. 26. Песчаное море Каракумской пустыни, гдѣ серповидныя дюны, начинаясь съ прибрежной области Аму-Дарьи и подвигаясь отсюда, перемѣщаются на югъ.

залежей, которыя въ извѣстные періоды покрываютъ огромныя поверхности материка и морского дна и становятся ареной богатыхъ красками безжизненныхъ пустынь или пестрыхъ морскихъ фаунъ.

10. Вулканизмъ.

Тифоническіе и плутоническіе процессы совершаются въ глубинахъ земли; они становятся доступными изслѣдованію и изученію лишь послѣ того, какъ процессомъ денудаціи снесены породы висячаго бока и открыты обширныя обнаженія. Вулканическія же явленія разыгрываются на земной поверхности: начало изверженія, самый процессъ его и конецъ легко могутъ быть прослѣжены, и осмотрѣно ихъ геологическое дѣйствіе. Но какъ разъ въ этомъ и заключается трудность изученія этихъ процессовъ. Въ самомъ дѣлѣ, мы имѣемъ передъ собою только послѣдніе симптомы причинныхъ рядовъ, которые начались въ таинственной глубинѣ много вѣковъ назадъ, множествомъ промежуточныхъ стадій измѣнялись и отклонялись въ сторону; а конечный результатъ этихъ рядовъ обусловленъ причинами, которыхъ мы въ нашихъ лабораторіяхъ никогда не въ состояніи подвергнуть совершенному испытанію.

Различными способами пытались изслѣдовать главную причину вулканическихъ процессовъ; подобно тому, какъ врачъ, чтобы поставить діагнозъ болѣзни, опредѣлить ея сущность, долженъ не только

узнать состояніе пацієнта, его дыханіе и температуру его кожи, но и изслѣдовать микроскопическихъ возбудителей болѣзни въ испражненіяхъ и изучить методически поставленными опытами прививки,—точно такъ же геологи и геофизики стремились, рядомъ съ наблюденіемъ видимыхъ проявленій вулканическихъ изверженій, изучать также въ лабораторіи изверженныя массы, чтобы по ихъ петрографическому строенію опредѣлить ходъ развитія вновь образованныхъ минераловъ.

При этомъ выяснилось, что каждое вулканическое изверженіе подготовляется тысячелѣтіями, что образованіе минераловъ и обратное расплавленіе выдѣлившихся минераловъ смѣняли другъ друга въ пестрой послѣдовательности еще задолго до того, какъ вулканическая магма вылилась на поверхность земной коры.

Такимъ образомъ, изслѣдованіе снова было направлено на плутоническую область глубины: подобно тому, какъ тяжелая болѣзнь часто опредѣляется лишь патологомъ, ножъ котораго можетъ проникнуть въ самое гнѣздо болѣзни, такъ научились искать собственный очагъ вулканическихъ явленій въ глубоко вскрытыхъ развалинахъ вулкана.

Въ изрѣзанномъ известняковомъ плато Швабскихъ Альпъ, въ утесахъ Шотландіи и въ скалистыхъ пустыняхъ Сѣверной Америки, а также въ многочисленныхъ другихъ пунктахъ представилась возможность прослѣдить путь магмы на тысячи метровъ подъ вулканическимъ конусомъ; въ результатѣ этихъ изслѣдованій открывались совершенно новыя точки зрѣнія для сужденія объ изверженіяхъ. Все явственнѣе вырисовывалась временная и причинная зависимость между плутоническими и вулканическими процессами, и уже теперь можно въ основныхъ чертахъ прослѣдить эруптивное поднятіе магматическихъ массъ изъ тифонической области въ вулканическую черезъ область плутоническую.

Различіе между плутоническимъ и вулканическимъ изверженіями заключается не только въ томъ, что первое происходитъ внутри земной коры, а второе—внѣ ея: главное различіе состоитъ въ усиленномъ *содѣйствіи эруптивныхъ паровъ* (см. рис. 27 и 28). При плутоническихъ процессахъ эруптивные газы играютъ лишь незначительную роль; если мы будемъ разсматривать, какъ результатъ ихъ дѣйствія, и область контактоваго поля вокругъ гранитнаго массива, то при этомъ мы видимъ только химическія измѣненія, но не механическія породы. Одинъ гранитный массивъ Швеціи затвердѣлъ подъ покровомъ сланцевъ мощностью всего только въ 1000 метровъ; діабазовый хребетъ Гюнскихъ горъ въ Тюрингенскомъ лѣсу скрытъ подъ толщей красно окрашенныхъ осадковъ мощностью около 500 метровъ. Слѣдовательно, въ обоихъ этихъ случаяхъ поднимающаяся магма не обладала достаточной силой, чтобы поднять или разорвать тонкій покровъ. Между тѣмъ въ Богеміи видимъ, что въ томъ самомъ мѣстѣ, гдѣ ранѣе возникъ бѣдный парами гранитъ, позднѣе земную кору прорывали многочисленныя вулканическія изверженія базальта.

Такимъ образомъ, содержаніе паровъ въ магмѣ должно быть совершенно различнымъ; спрашивается только, не можетъ ли количество паровъ мѣняться не только въ пространствѣ, но и во *времени*.

Столбъ паровъ Кракатау въ 1873 году имѣлъ 50 километровъ высоты, его первоначальная скорость равнялась удвоенной скорости

ядра крупповской пушки (1070 метровъ), и выброшенныя за все время массы пепла соотвѣтствуютъ объему въ 18 куб. километровъ.

Въ іюлѣ 1888 въ Японіи только однимъ изверженіемъ пара снесена вершина Бандай-Сана высотою въ 670 метровъ и длиною въ 1800метровъ. Взрывомъ удалено ядро горы, и разбросаны во всѣ стороны большія количества обломковъ, свергающихся внизъ въ равнину, наподобіе бурлящаго потока. Подобные факты показываютъ намъ, что внутри земли скрыты чрезвычайно высокаго напряженія пары (фиг. 27 и 28), ищущіе себѣ выхода то здѣсь, то тамъ.

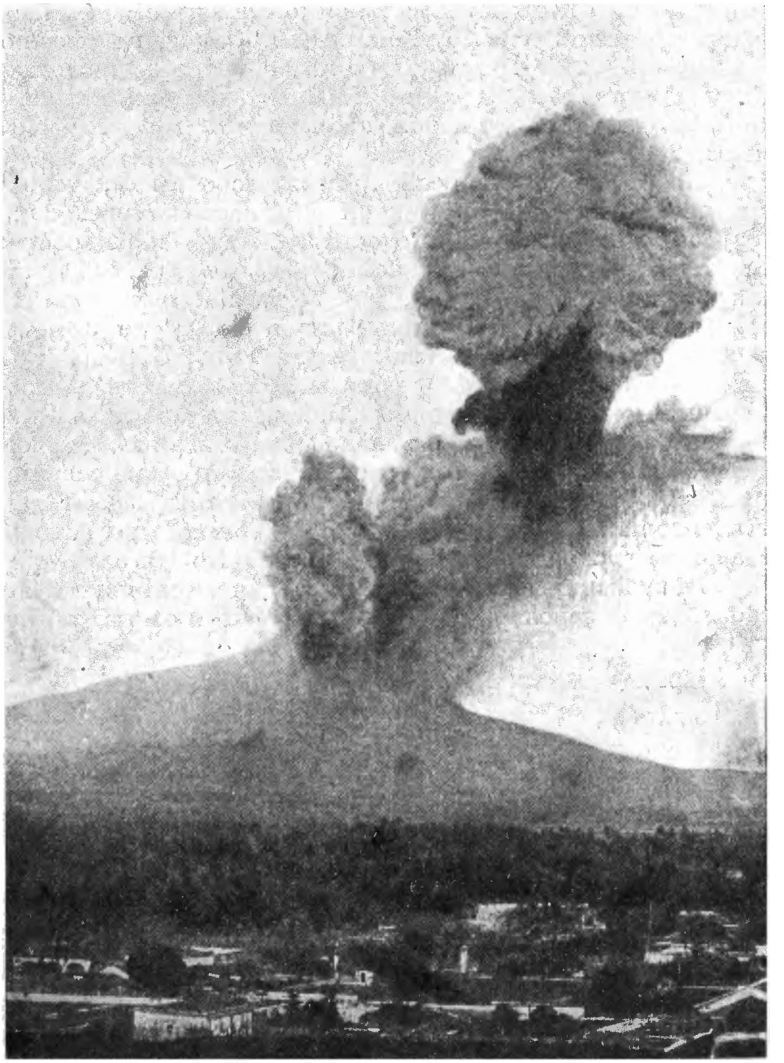


Рис. 27. Извержение вулкана Колима 24 марта 1903 г. (нов. ст.).

Въ вулканическихъ областяхъ встрѣчаются многочисленныя „раны“, или діатремы, пробитыя подобнаго рода изверженіями паровъ. Точнѣе всего изслѣдованы[2] подобные случаи на окраинѣ Швабскихъ Альпъ, гдѣ земная кора прорѣзана 127 каналами, круглой или неправильной формы, длиною отъ трехсотъ до девятисотъ метровъ; они, большей частью, наполнены разрушенными обломками породы, рѣже базальтомъ, и отмѣчаютъ пути, по которымъ въ міоценовую эпоху на поверхность вырывались высоконапряженные пары. Замѣчательные примѣры даетъ Шотландія[3], гдѣ извѣстно 80 такихъ каналовъ. Великолѣпныя обнаженія,

созданныя здѣсь моремъ, позволяютъ превосходно изучить сѣченіе этихъ буфферныхъ трубъ и ихъ отношеніе къ сосѣднимъ породамъ. Онѣ, большей частью, круглаго очертанія, имѣютъ въ ширину отъ 100 до 200 метровъ и острымъ краемъ примыкаютъ къ собраннымъ въ складки сланцамъ сосѣдней породы. Нѣкоторыя пересѣчены базальтовыми жилами позднѣйшаго происхожденія; особенный интересъ представляетъ разрѣзъ у Лоу-Кестля (Low-Castle), гдѣ можно ясно видѣть, какъ каналъ діаметромъ почти въ 60 метровъ продолжается въ узкую жилу шириною въ 10 метровъ. Изъ характера наполняющей каналы породы слѣдуетъ, что она происходитъ изъ глубины, по-меньшей мѣрѣ, 2500 метровъ.

Но самый знаменитый примѣръ подобныхъ „буфферныхъ трубъ" представляютъ алмазныя копи Кимберлея (рис. 29); алмазоносная голубая земля разбита многочисленными, воронкообразно расширяющимися кверху, каналами діаметромъ отъ 20 до 450 метровъ, которые тянутся по странѣ линіей длиною въ 200 километровъ. Выходы слоевъ сосѣдней породы выпячиваются кверху до 3 метровъ, а о силѣ паровъ особенно ярко свидѣтельствуютъ большія глыбы (Boulders) діаметромъ отъ 1 до 216 метровъ, торчащія въ алмазоносной землѣ. Алмазы, въ видѣ правильно ограниченныхъ кристалловъ или обломковъ болѣе значительныхъ кристаллическихъ группъ, расположены въ воронкообразномъ отверстіи брекчіи взрыва. Наибольшій алмазъ[5], вѣсомъ въ 3024 карата, найденный въ январѣ 1905 года (рис. 30), почти сплошь окруженъ плоскостями излома, по которымъ лишь съ большимъ трудомъ можно узнать первоначальную октаэдрическую форму.

Въ вулканическихъ областяхъ встрѣчаются многочисленныя воронки, впослѣдствіи заполненныя водой: кратерныя озера, или маары (рис. 31).

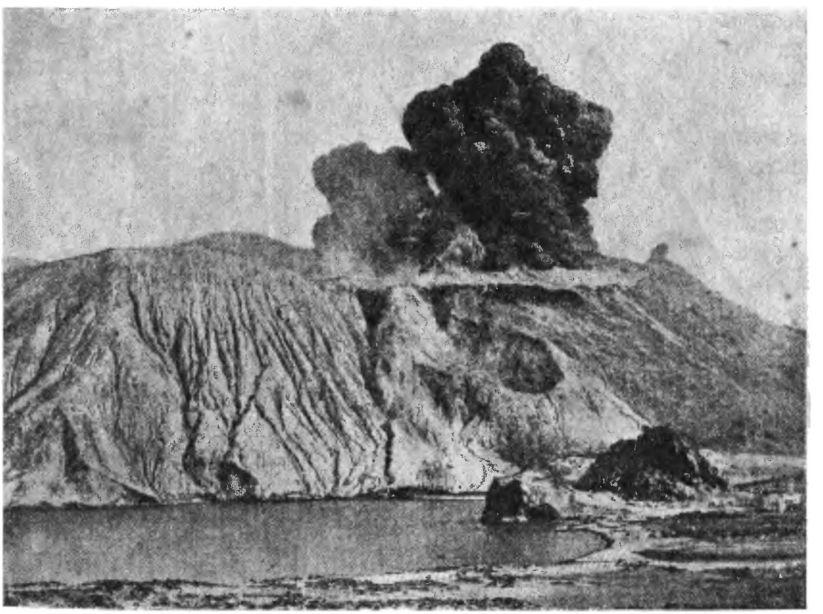


Рис. 28. Начало изверженія пепла на о-вѣ Вулкано 1888 г.

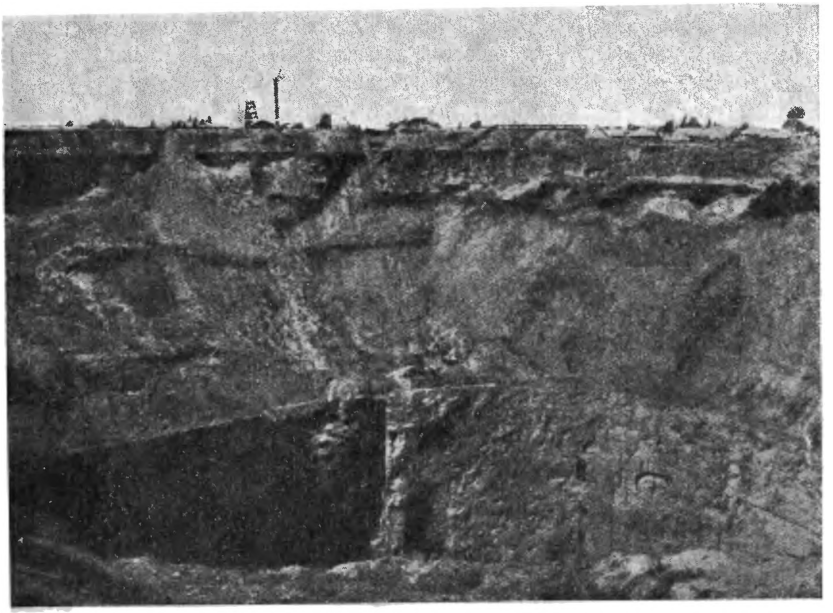


Рис. 29. Алмазная копь Кимберлея; мелафировый покровъ и висячіе слои экка прорваны были вулканическимъ взрывомъ. Позднѣе при разработкѣ этой копи извлечена была заполняющая трещину алмазная масса.

Если вулканическіе пары въ состояніи пробурить въ самыхъ крѣпкихъ породахъ каналы длиною въ 2.500 метровъ и образовать грандіозныя взрывныя воронки, если наступленіе подобныхъ мощныхъ изверженій происходитъ въ нѣкоторыхъ случаяхъ внезапно, безъ всякихъ предвѣстниковъ, то мы должны допустить, что такимъ образомъ разряжаются процессы, подготовлявшіеся очень долгое время, подобно тому, какъ маленькая электрическая искра въ состояніи вызвать взрывъ большой мины.

Удивительно, что до послѣдняго времени о химическомъ составѣ вулканическихъ паровъ извѣстно было лишь очень немного. Даже ядовитое облако газовъ, спустившееся на Мартинику изъ кратера Монъ-Пеле и мгновенно уничтожившее 30.000 человѣкъ, даже это облако не удалось подвергнуть анализу. Знали, что изъ кратера многихъ вулкановъ поднимаются водяной паръ и хлористыя соединенія, углекислота и сѣрнистая кислота, но только въ новѣйшее время предприняты были методическія изслѣдованія[6] о химическомъ составѣ эруптозныхъ паровъ. При этомъ получился поразительный результатъ, что въ магматическихъ парахъ водяной паръ вообще не существуетъ. Многіе минералы, образованные на стѣнкахъ кратера и въ открытыхъ кратерныхъ трещинахъ, не могутъ существовать въ присутствіи воды и расплываются, какъ только придутъ въ соприкосновеніе съ водянымъ паромъ атмосферы.

Уже желтоватый цвѣтъ выбивающагося изъ кратера (фиг. 27 и 28) столба водяныхъ паровъ, его опаловый отблескъ, когда онъ расплывается въ атмосферѣ, говорятъ за то, что въ немъ не можетъ быть ни водяного пара, ни углекислоты. И гдѣ представлялась воз-

можность уловить такіе пары и изслѣдовать ихъ химическій составъ, въ нихъ находили преимущественно азотъ, хлоръ, водородъ и амміакъ.

Но особенно интересно то обстоятельство, что какъ въ парахъ, такъ и въ свѣже выпавшемъ вулканическомъ пеплѣ, а также въ незадолго до того остывшихъ лавахъ содержится значительное количество углеводородовъ, которые легко могутъ быть выдѣлены въ видѣ зеленоватаго масла или жирового вещества.

Если бы подтвердилось, что въ вулканической магмѣ не содержится ни воды, ни углекислоты, но заключаются большія количества углеводородовъ, и что только при сгораніи послѣднихъ образуются вода и углекислота, то вулканическіе взрывы, которые предшествуютъ столь многимъ изверженіямъ, сопровождаютъ и завершаютъ ихъ, эти взрывы нашли бы простое объясненіе.

Остроумными опытами[7] удалось показать, что горячіе пары высокаго напряженія обладаютъ чрезвычайно большой силой взрыва, особенно въ томъ случаѣ, когда они содержатъ кислоты; такимъ образомъ, намъ уже не кажется страннымъ, что многія вулканическія изверженія происходятъ не по вытянутымъ, зіяющимъ трещинамъ, а въ мѣстахъ съ совершенно ненарушеннымъ залеганіемъ пластовъ, при чемъ они пробиваютъ землю наподобіе грохота рядомъ неправильно распредѣленныхъ каналовъ.

Въ нѣкоторыхъ случаяхъ этимъ на время исчерпывается вулканическая дѣятельность. Насыпь изъ обломковъ, оборванныхъ подымающимися парами, окружаетъ „рану“, и ни одинъ пузырекъ пара не свидѣтельствуетъ о дальнѣйшемъ поднятіи газовъ (рис. 31).

Вулканическій пепелъ, который такъ часто уносится вмѣстѣ съ парами и засыпаетъ не только окрестности вулканическаг

Рис. 30. Алмазъ Куллинанъ (3024 карата). Осколокъ октаэдра, первоначальный объемъ котораго былъ приблизительно въ четыре раза больше; найденъ въ 1905 г. въ желтой землѣ копи Премьеръ.

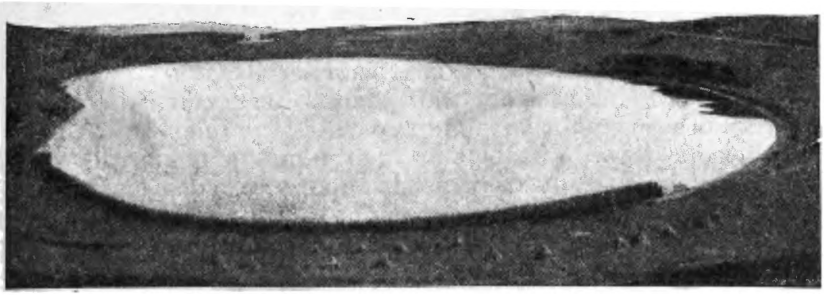


Рис. 31. Вейнфельдскій мааръ, — воронка, образовавшаяся при вулканическомъ взрывѣ и впослѣдствіи наполнившаяся водой.

жерла, но вѣтромъ и морскими теченіями уносится также на далекія разстоянія, состоитъ изъ стекловатой или разстеклованной магмы, сдѣлавшейся, вслѣдствіе сильнаго развитія паровъ, пѣнистой (пемза, шлакъ) или разорванной на многочисленные, большіе (бомбы, смотр., наприм., рис. 32), средніе (лапилли) осколки или пылеобразныя частички (пепелъ).

Болѣе крупныя составныя части вихреобразно вырывающагося облака пыли скоро опускаются на землю и нагромождаются вокругъ жерла въ круговой валъ, крутостѣнное отверстіе котораго называютъ кратеромъ. Но болѣе тонкія частицы пепла долгое время носятся по воздуху, далеко уносятся вѣтромъ и могутъ слоями пепла засыпать цѣлыя страны. Сцементированныя массы вулканическаго пепла называются туфомъ. Древніе туфы называютъ порфировымъ туфомъ, шальштейномъ и т. д.

Часто пепелъ падаетъ въ море, смѣшивается съ осадками дна морского и образуютъ мощныя отложенія. Туфы имѣютъ совершенно особенное геологическое значеніе: включенные въ ряды содержащихъ окаменѣлости слоевъ, они позволяютъ легко установить начало и продолжительность вулканическихъ изверженій.

Но часто взрывъ паровъ и пепла открываетъ только путь для расплавленной магмы.

Не исключена возможность того, что мощные обширные покровы лавы вытекали по продольнымъ трещинамъ, но во многочисленныхъ случаяхъ можно прослѣдить круглый или эллиптическій каналъ, по которому раскаленный потокъ вырывался наружу.

Уже шлировой характеръ магмы обусловливаетъ различіе ея химическаго состава, но большое разнообразіе лавовыхъ породъ, установленныхъ на новыхъ ископаемыхъ вулканахъ, еще усложняется въ силу другихъ обстоятельствъ.

Если магма выступаетъ изъ подземнаго очага со своими первоначальными свойствами, то она остываетъ въ видѣ стекла, въ большинствѣ случаевъ темнаго. Если въ магмѣ при нѣсколько болѣе медленномъ охлажденіи образовались микроскопическіе кристаллики, то мы имѣемъ, смотря по минеральному составу, плотный базальтъ, андезитъ, трахитъ, липаритъ. Но если одно поколѣніе кристалловъ въ своемъ ростѣ настолько опередило другія, что выступаетъ въ видѣ включеній изъ плотной основной массы, то подобную породу мы называемъ порфировой. Только рѣдко такія эффузивныя породы

остываютъ настолько медленно, что онѣ получаютъ зернистое крупнокристаллическое строеніе и не содержатъ стекла.

Однако, при выдѣленіи минераловъ изъ магмы важную роль играетъ, кромѣ воздѣйствія понижающейся температуры, рядъ другихъ обстоятельствъ. Уменьшеніе давленія при поднятіи, отдача газовъ, химическій составъ сосѣднихъ породъ и вплавленіе болѣе или менѣе значительныхъ массъ этихъ породъ въ магму—все это имѣетъ существенное значеніе для петрографическаго состава возникающей породы.

Въ то время, какъ образуется одинъ кристаллъ, другіе, уже существующіе, кристаллы снова растворяются, жидкая магма процессомъ кристаллизаціи непрерывно измѣняется по своему химическому составу, и, такимъ образомъ, въ магмѣ могутъ временно выдѣлиться различные кристаллы, которые вскорѣ затѣмъ снова переходятъ въ растворъ.

Если лейцитъ[9] долгое время поддерживается въ расплавленномъ состояніи, то выдѣляются кристаллы лейцита; при быстромъ же охлажденіи образуется полевой шпатъ. Если[10] расплавленный базальтъ въ продолженіе 48 часовъ поддерживается въ состояніи бѣлаго каленія, то въ немъ образуются оливинъ и магнитный желѣзнякъ, но послѣ 48 часовъ краснаго каленія получаются въ немъ лабрадоръ, авгитъ и магнитный желѣзнякъ. Такимъ образомъ минералогическія свойства постоянно измѣняются, и петрографическій составъ горной породы обусловленъ совершенно различными, смѣнявшими другъ друга причинами.

Если вулканическая магма застываетъ въ трещинахъ, то возникаютъ вулканическія жилы. Если магма собирается надъ жерломъ, то говорятъ о куполовидномъ покровѣ, а изливающіяся массы, смотря по размѣрамъ, называютъ потоками или покровами. Магма[11], богатая кремнеземомъ, густа въ жидкомъ состояніи, основная магма—отличается жидкой консистенціей; поэтому, особенно широко распространены базальтовые покровы. Одинъ лавовый потокъ Этны протекалъ со скоростью 300 метровъ въ часъ.

Вулканическія жилы и потоки при охлажденіи часто распадаются на правильную мозаику столбовъ, раздѣляемыхъ тонкими трещинами, перпендикулярными къ поверхности охлажденія. Въ Фингальской пещерѣ и во многихъ другихъ лавовыхъ потокахъ ясно видно[12], что только нижняя половина спустившагося въ море потока расчленена на столбы.

Изученіе вулкановъ началось съ наблюденія надъ итальянскими вулканами, а основу и масштабъ для большинства теорій вулканизма составлялъ Везувій, все снова и снова изслѣдовавшійся всѣми геологами. Везувій расположенъ въ издревле населенной мѣстности, и каждое изъ его изверженій, естественно, составляло историческое событіе; поэтому, періоды покоя между двумя послѣдовательными изверженіями Везувія казались характерными для всѣхъ вулкановъ. И когда въ 1538 году близъ Неаполя въ одну ночь выросъ вулканъ Монте-Нуово, то, въ виду столь часто прерываемаго роста Везувія, это казалось рѣдкимъ исключеніемъ.

Лишь недавно Штюбель подчеркнулъ, что медленное, постепенное наростаніе, наблюдаемое нами на многихъ итальянскихъ вулканахъ, не

представляетъ нормальнаго случая, что, наоборотъ, этимъ полигенным ъ вулканамъ нужно противопоставить вулканы моногенные, воздвигнутые въ одинъ пріемъ, въ одну короткую фазу изверженія, часто достигая при этомъ многихъ тысячъ метровъ. По сообщеніямъ японскихъ источниковъ, вулканъ Фузіама близъ Токіо насыпанъ былъ однимъ изверженіемъ; индѣйцы разсказывали Гумбольдту, что вулканъ Іорулло высотою въ 1274 метра насыпанъ былъ на плодородной равнинѣ Колима съ сентября 1759 года до февраля 1760 года; такимъ образомъ, здѣсь, хотя и не произошло „поднятія“, все же, вообще, имѣло мѣсто быстрое насыпаніе вулканической горы.

Вообще, при геологическихъ изслѣдованіяхъ важно не упускать изъ виду этихъ фактовъ; если въ девонскихъ и пермскихъ отложеніяхъ

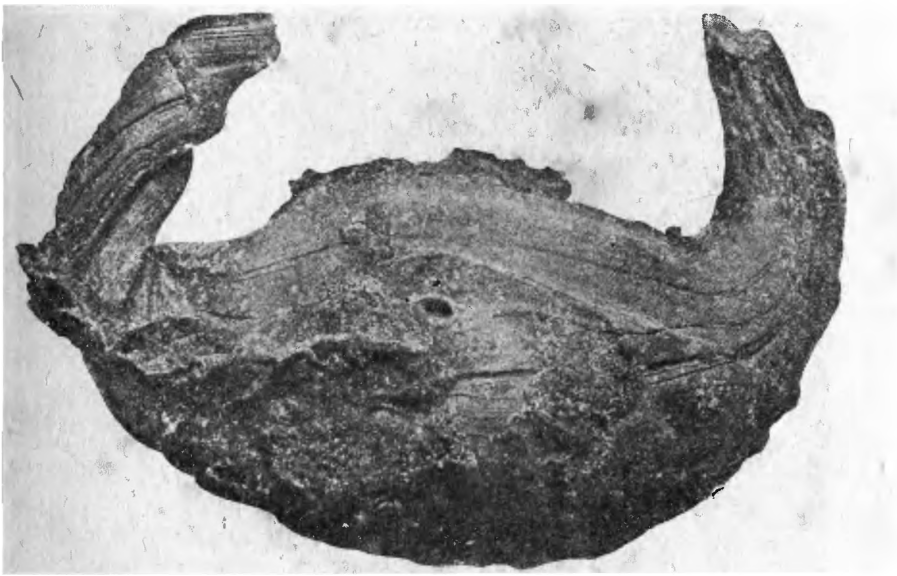


Рис. 32. Вулканическая бомба съ закрученными концами съ Cinder Buttes, Идаго.

Германіи часто встрѣчаются діабазовые или порфировые вулканы, которые со своими покровами пепла и лавы еще теперь достигаютъ мощности въ 500—800 метровъ, то при видѣ столь мощныхъ разрѣзовъ мы не должны думать объ особенно продолжительныхъ промежуткахъ времени: подобныя развалины вулкановъ по времени соотвѣтствуютъ, быть можетъ, морскому иловому слою высотою только въ 10 сантиметровъ.

Послѣ того, какъ завершилось главное изверженіе, и, быть можетъ, въ одинъ годъ возникла цѣлая группа вулкановъ высотою въ 1000 метровъ, наступаетъ время относительнаго покоя. Правда, случайные вихри паровъ могутъ прорывать бока вулкана и взорвать его на воздухъ, какъ это случилось въ 1883 году съ половиной острова Кракатау; могутъ также, какъ это мы видимъ на Этнѣ высотой въ 3000 метровъ, вслѣдствіе многочисленныхъ боковыхъ изверженій образоваться маленькіе паразитическіе кратеры, изъ жерлъ которыхъ изливаются въ долины лавовые потоки длиною въ нѣсколько миль, но все это обыкно-

венно не вноситъ существенныхъ измѣненій въ первоначальный видъ вулкана. Изъ многочисленныхъ отверстій поднимаются горячіе пары; находящійся въ вершинномъ кратерѣ раскаленный столбъ магмы бурлитъ, вздуваясь пузырьками пара, которые, лопаясь, разбрасываютъ большіе и малые камни лавы (рис. 33) или, какъ на островѣ Стромболи, съ правильной ритмичностью вызываютъ незначительныя изверженія. Но періодъ изверженія въ собственномъ смыслѣ ужъ прошелъ, и вулканъ начинаетъ стариться.

Для перваго изверженія было характерно то, что здѣсь линіи одинаковой земной температуры, при нормальномъ состояніи раздѣленные геотермическимъ градіентомъ въ 33 метра, такъ сильно изогнулись и сблизились, что температура плавленія вулканическихъ породъ, равная 800^0—1200^0, дошла до поверхности.

Рис. 33. Лавовый потокъ и взрывъ паровъ на Везувіѣ ночью.

Теперь поверхности одинаковой земной температуры подъ вліяніемъ холода мірового пространства снова медленно опускаются въ глубину; и если во время изверженія на поверхность земли въ видѣ улетучивающихся газовъ выступали хлоръ, мышьякъ, фосфоръ, фторъ, барій, висмутъ, мѣдь, желѣзо и марганцовыя соединенія, то теперь поднимаются еще только газы, образующіе съ кислородомъ воздуха новыя соединенія, какъ водяной паръ, углекислота, сѣрнистая кислота, сульфиты (сѣрнистыя соединенія) и основанія.

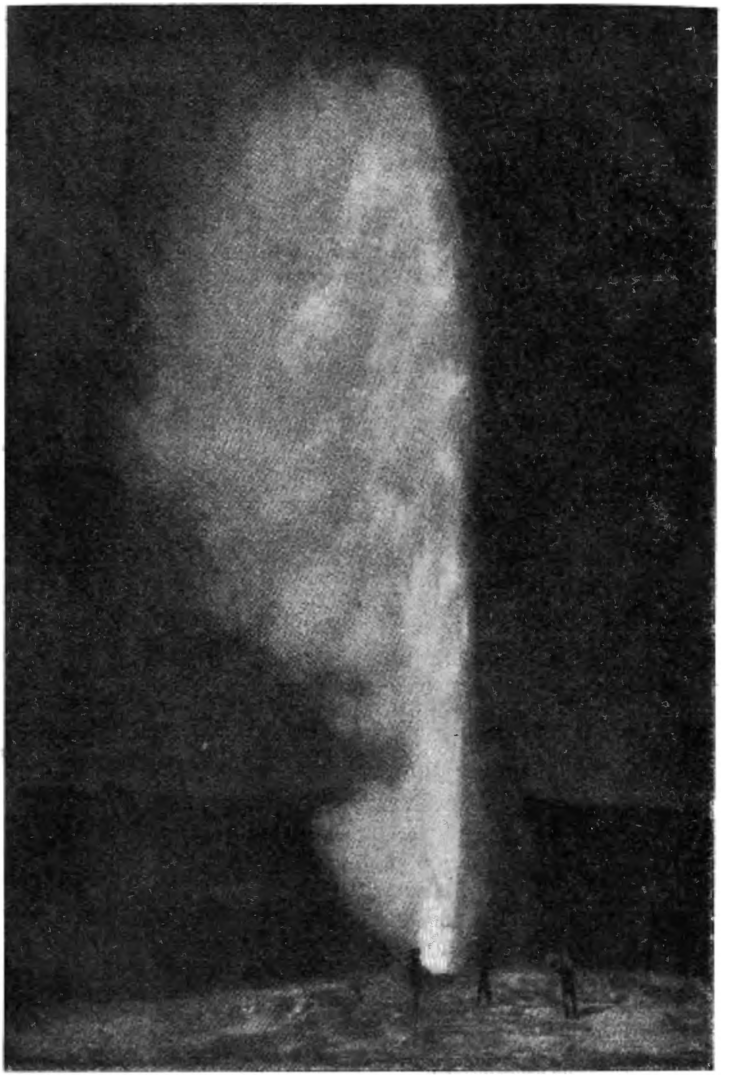


Рис. 34. Гейзеръ въ Іеллостонскомъ паркѣ.

Въ этой старческой стадіи часто случается, что водяной паръ собирается въ трещинахъ и пустотахъ, и когда его напряженіе достигнетъ извѣстной высоты, то онъ выбрасываетъ находящійся надъ нимъ столбъ воды въ видѣ кипящаго гейзера. Въ Исландіи и Новой Зеландіи, а особенно въ Іеллостонскомъ паркѣ Сѣверной Америки бурлятъ сотни горячихъ источниковъ, кипящихъ ключей и красивыхъ гейзеровъ (см. рис. 34). Кремнекислота, растворенная въ вулканическихъ породахъ горячей водой, снова выдѣляется въ видѣ кремневой накипи, окаймляющей каймою ослѣпительной бѣлизны (рис. 35) голубые или зеленые водные бассейны; при входѣ въ Естественный паркъ при Мамонтовыхъ горячихъ источникахъ возвышается наподобіе глетчера, высѣченнаго изъ желто-бѣлаго мрамора,

высокій каскадъ известковой накипи, происходящей изъ морского известняка лежачаго бока вулканической области.

Наконецъ, съ дальнѣйшимъ пониженіемъ температуры вулканической области и въ видѣ послѣдней эманаціи подземнаго очага истекаютъ углекислота, углекислые источники или возникшій отъ сгущенія водяного пара химически чистый горячій источникъ.

Такъ мало по малу замираетъ эруптивная дѣятельность, и вулканъ можетъ потухнуть навсегда или на время, чтобы снова проявиться въ томъ же или другомъ мѣстѣ лишь послѣ долгихъ геологическихъ періодовъ.

Насколько легко описывать и наблюдать въ ихъ временной послѣдовательности только что изложенныя и нѣкоторыя другія явленія, сопровождающія изверженіе, настолько труднымъ представляется найти причинное объясненіе ихъ разнообразія. Трудности увеличиваются, когда сложные и видоизмѣняющіеся процессы вулканизма пытаются объяснить *однимъ физическимъ или химическимъ принципомъ*; въ этомъ случаѣ многіе факты должны остаться необъясненными. Поэтому мы попытаемся, поскольку позволяетъ современное состояніе науки, разсмотрѣть *разнородныя силы*, проявляющія свою дѣятельность при изверженіи.

На первый планъ мы выдвигаемъ фактъ, установленный многочисленными петрографическими изслѣдованіями, состоящій въ томъ, что выступленіе магмы на земную поверхность не совпадаетъ съ началомъ эруптивнаго процесса, что вытекающая магма должна была пережить подготовительную, плутоническую стадію, и что, слѣдовательно, *вулканы представляютъ лишь послѣднее звено въ цѣпи долгихъ подготовительныхъ фазъ развитія*. Ни наблюденія отдѣльнаго вулканическаго изверженія, ни даже историческіе документы прежнихъ изверженій не могутъ сообщить намъ данныхъ о томъ, какъ протекала предшествующая геологическая исторія той или иной вулканической области, такъ какъ она протекала въ недоступныхъ глубинахъ земной коры и въ значительно большіе промежутки времени, чѣмъ можно обозрѣть на основаніи сообщеній древнихъ писателей.

Поэтому мы должны предоставить слово геологической хронологіи и положить въ основу нашихъ дальнѣйшихъ разсужденій стратиграфически установленныя фазы эруптивныхъ процессовъ.

Если земная кора находится въ горячемъ и твердомъ состояніи и можетъ перейти въ жидкое состояніе лишь при уменьшеніи давленія, то напрашивается мысль, что каждый вулканическій періодъ вызывается и сопровождается горообразующими процессами. Исходя изъ этого предположенія, искали тектоническія трещины, по которымъ должны были расположиться вулканы, и долгое время считалось неопровержимымъ положеніе, что каждый вулканъ пробился „по трещинѣ“. И велико было изумленіе, когда узнали, что подобныхъ трещинъ, вообще, найти нельзя.

Долгими годами длилась борьба мнѣній, и теперь можно, во всякомъ случаѣ, сказать, что закономѣрной зависимости между вулканами, съ одной стороны, и тектоническими линіями излома,—съ другой, признать нельзя. Длинныя буферныя трубы пробиваются черезъ мѣстности съ совершенно ненарушеннымъ напластованіемъ и открываютъ себѣ пути, не предначертанные никакимъ сбросомъ.

Нельзя доказать наличности непосредственной зависимости даже между горообразующимъ процессомъ и процессомъ вулканическимъ. Въ самомъ дѣлѣ, образованіе складокъ нашихъ Альпъ, если не считать небольшихъ Вицентинскихъ вулкановъ, происхожденіе которыхъ относится уже къ эоцену, не сопровождалось никакими вулканическими изверженіями. Даже самая большая и самая молодая система складчатыхъ горъ земли, Гималаи, образовалась, насколько позволяютъ судить наши познанія, безъ вулканическихъ изверженій.

Намъ возразятъ, что на Кавказѣ высокіе вулканическіе конусы дымятся среди складчатыхъ цѣпей; но нужно имѣть въ виду, что эта система горъ сложилась въ эпоху Юры и мѣла, а вулканы относятся къ значительно позднѣйшему третичному періоду. Правда,

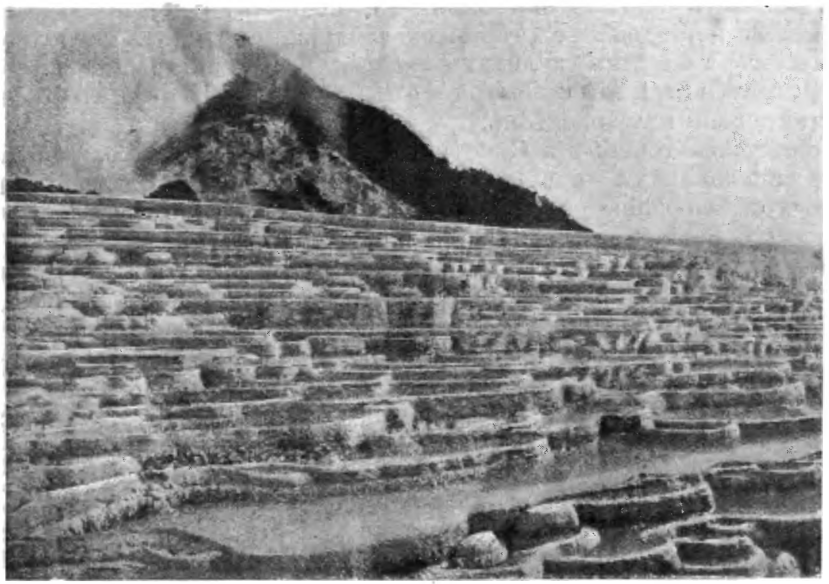


Рис. 35. Террасы изъ кремневой накипи въ Ротомаханѣ въ Новой Зеландіи (разрушенныя землетрясеніемъ 1886 года).

извѣстны единичныя исключенія: такъ, среди длинной цѣпи Аппенинскихъ горъ возвышается вулканъ Монтевультуръ, но большинство итальянскихъ вулкановъ стоятъ внѣ поднятой системы складчатыхъ горъ, на опустившемся основаніи.

Такъ или иначе, невозможно доказать, что образованіе складокъ и образованіе вулкановъ—событія одновременныя. Разсмотримъ теперь въ хронологическомъ порядкѣ вулканическіе періоды прежнихъ временъ по ихъ отношеніямъ во времени къ тектоническимъ и вулканическимъ процессамъ. Въ Германіи во время каменноугольнаго періода возникла высокая система горныхъ цѣпей, состоящая изъ многихъ складокъ. Мы явственно видимъ, что въ то же время происходило внѣдреніе плутоническихъ массъ и ихъ охлажденіе въ видѣ гранитныхъ штоковъ. Въ подкаменноугольныхъ слояхъ мѣстами находятся уже единичные валуны гранита, преобладающая же порода образовалась изъ сѣраго ила. Но наличность многочисленныхъ гранитныхъ

галекъ въ конгломератахъ верхняго каменноугольнаго періода показываетъ, что ужъ тогда денудація складчатыхъ сланцевъ дошла до гранитныхъ штоковъ. Въ пермскій періодъ вулканическая дѣятельность проявляется съ большой силой какъ на склонахъ, такъ и внутри денудированныхъ складчатыхъ горъ, и уже къ срединѣ пермскаго періода потухаютъ послѣдніе вулканы, чтобы на протяженіи долгихъ періодовъ (тріасскаго, юрскаго и нижнетретичнаго) пребывать въ полномъ покоѣ.

И вулканическимъ изверженіямъ третичнаго періода въ Германіи предшествуетъ періодъ усиленнаго горообразованія. Къ сожалѣнію, ни одно изъ имѣющихся до сихъ поръ обнаженій не проникаетъ такъ глубоко въ фундаментъ земной коры, чтобы возможно было рѣшить вопросъ, происходило ли одновременно внѣдреніе плутоническихъ магматическихъ очаговъ или нѣтъ. Не подлежитъ сомнѣнію только одно: между періодомъ важнѣйшихъ дислокацій (эоценъ, олигоценъ) и временемъ главныхъ вулканическихъ изверженій (міоценъ) былъ промежутокъ, когда могли быть снесены (денудированы) большія массы нарушенныхъ пластовъ.

Обращаясь теперь къ Сѣверной Америкѣ, мы находимъ тамъ вполнѣ аналогичную послѣдовательность событій. Здѣсь главный процессъ образованія складокъ въ Аппалачахъ происходитъ лишь въ пермскій періодъ, но одновременно съ этимъ процессомъ вулканическія изверженія не имѣютъ мѣста. Мощныя толщи песчаниковъ тріасоваго періода показываютъ, какая глубокая и продолжительная денудація должна была совершиться, пока обнажены были трапповые покровы, которые въ столь огромныхъ размѣрахъ включены были тогда въ тріасовые горизонты.

Особенно оживленная вулканическая дѣятельность развивалась на Деканѣ въ пижнетретичную эпоху. Здѣсь базальтовые покровы нагромождались на высоту 1500 метровъ и на протяженіи сотенъ квадратныхъ миль. Но изслѣдованіе породъ лежачаго бока показываетъ, что эти покровы залегаютъ несогласно на изломанныхъ и денудированныхъ Вадванскихъ песчаникахъ.

Можно было бы привести еще множество аналогичныхъ фактовъ, доказывающихъ, на нашъ взглядъ, что плутоническія изверженія происходятъ одновременно съ образованіемъ складокъ, вулканическія же изверженія наступаютъ долгое время спустя послѣ горообразующаго процесса, и что тѣ и другія изверженія раздѣлены между собою періодомъ интенсивной денудаціи.

Какъ мы видѣли выше, существенное различіе между плутоническими и вулканическими изверженіями состоитъ въ томъ, что вулканическимъ изверженіямъ предшествуетъ и ихъ сопровождаетъ выдѣленіе огромныхъ количествъ паровъ, которые при внѣдреніи подземныхъ магматическихъ очаговъ не могли существовать еще, такъ какъ при этомъ иногда достаточно толщи породъ мощностью въ 600 метровъ, чтобы задержать дальнѣйшее внѣдреніе магмы.

И мы полагаемъ, что въ промежутокъ времени между плутонической фазой и ея вулканическимъ продолженіемъ наступаютъ два событія, которыми можно объяснить временной интервалъ и изверженіе вулкана: во-первыхъ, во время охлажденія плутоническихъ очаговъ магмы могло имѣть мѣсто послѣдующее непрерывное внѣдреніе

паровъ изъ плутонической области; эти пары, вслѣдствіе охлажденія и кристаллизаціи магмы, должны были въ большей части своей выдѣлиться внутри земной коры. При этомъ мы не представляемъ себѣ большихъ, наполненныхъ парами пустотъ: мы полагаемъ, что пары собирались во всѣхъ порахъ и трещинахъ породы до тѣхъ поръ, пока не достигли весьма высокаго напряженія.

Но напряженіе тѣхъ горячихъ плутоническихъ паровъ само по себѣ было бы недостаточно для того, чтобы пробить и разломить толщу породъ мощностью во много тысячъ метровъ. Въ сводѣ должно было произойти уменьшеніе давленія; въ вышеупомянутыхъ случаяхъ такое уменьшеніе вызвано было денудаціей. Какъ только производящія давленіе породы были денудированы настолько, что все возраставшее напряженіе подземныхъ паровъ уже могло пробить оставшуюся толщу породъ висячаго бока, достаточно было небольшого толчка, совсѣмъ ничтожнаго нарушенія пластовъ, незначительнаго землетрясенія, чтобы подземное напряженіе разрядилось вулканическимъ взрывомъ, и, такимъ образомъ, былъ открытъ выходъ для подземныхъ массъ.

Если процессы, до сихъ поръ описанные, уяснили намъ начало образованія вулкана, то теперь спрашивается, какимъ образомъ вулканы, расположенные неподалеку другъ отъ друга, выбрасываютъ различныя по химическому и петрографическому составу массы, и даже изъ одного и того же вулканическаго жерла выходятъ послѣдовательно кислыя и основныя породы. На этотъ вопросъ трудно отвѣтить краткой формулой и притомъ такой, которая обнимала бы всѣ отдѣльные случаи; но, все-же, послѣ изложенныхъ мыслей, можно указать, по крайней мѣрѣ, общія причины.

Мы знаемъ, что магма имѣетъ шлировой характеръ, и что, слѣдовательно, по ней въ различныхъ направленіяхъ носятся „облака“ различнаго состава; если бы мы даже допускали существованіе однородной магмы, то, все же, должны были бы согласиться съ тѣмъ, что въ тифоническихъ и плутоническихъ очагахъ должно было бы наступить раздѣленіе. Если уже это обстоятельство порождаетъ различный характеръ изверженныхъ матеріаловъ, то различія еще усугубляются различной длиною тѣхъ разстояній, до которыхъ прошли, вслѣдствіе денудаціи и взрыва, паденіе давленія и вмѣстѣ съ тѣмъ превращеніе полутвердой магмы въ жидкую. Мы слишкомъ привыкли каждый вулканъ представлять себѣ въ видѣ прямолинейнаго, круто падающаго канала съ рѣзко очерченными стѣнками, доходящаго до магматическаго очага; между тѣмъ, въ каждой гранитной или гнейсовой области мы видимъ, что шлировыя полосы разнородныхъ горныхъ породъ часто переплетаются между собою безъ всякой закономѣрности; онѣ указываютъ пути, по которымъ онѣ, какъ диффузіонные токи, пересѣкаютъ магматическій очагъ; эти диффузіонные токи обусловливали поднятіе расплавленныхъ массъ то изъ менѣе, то изъ болѣе глубокихъ горизонтовъ магматическаго очага.

Такимъ образомъ, одно изверженіе можетъ доставить богатый кремнеземомъ порфиръ, слѣдующее же, исходящее изъ большей глубины,—богатый желѣзомъ мелафиръ; иногда одна и та же трещина наполняется магмой изъ различныхъ зонъ магматическаго очага,—тогда образуются такъ называемыя смѣшанныя жилы.

Большое значеніе для расплавленія отдѣльныхъ частей магмы или тѣсно ограниченныхъ шліровъ среди магматической массы иного состава имѣетъ лишь недавно открытое измѣненіе объема [16] расплавленныхъ веществъ при возрастаніи давленія, подъ которымъ происходитъ плавленіе. При этомъ оказалось, что если непрерывно увеличивать давленіе и вмѣстѣ съ нимъ температуру плавленія кристаллическаго тѣла, то въ концѣ концовъ дойдемъ то такой температуры и давленія, при которыхъ тѣло въ твердомъ состояніи обладаетъ большимъ объемомъ, нежели въ расплавленномъ. Съ другой стороны, рядъ другихъ опытовъ [17] показалъ, что силикаты при кристаллизаціи изъ расплавленной массы расширяются въ объемѣ. Въ магматическомъ очагѣ, составленномъ изъ химически разнородныхъ шліровъ, образуются, въ менѣе и болѣе глубокихъ горизонтахъ, многочисленные кристаллизаціонные очаги; одновременно происходитъ непрерывное измѣненіе давленія, вслѣдствіе выхода паровъ, тектоническихъ землетрясеній и денудаціи породъ висячаго бока; такимъ образомъ, растяженіе и сжатіе магмы опредѣляются множествомъ причинъ, и легко понять смѣну изверженій изъ паровъ и пепла или лавы изъ различныхъ глубинъ.

Для уясненія этого мѣняющагося напряженія давленія много дало изверженіе Монъ-Пеле въ 1903 году. Какъ извѣстно, послѣ главнаго изверженія большая лавовая пробка, походившая на сахарную голову (конусъ), то медленно поднималась, то останавливалась, то уменьшалась въ высотѣ. Если бы въ послѣднемъ случаѣ имѣло мѣсто только раздробленіе конуса, то и это было бы немыслимо безъ измѣненія объема находившейся подъ нимъ магмы.

Какъ слѣдствіе подобнаго расширенія и сжатія вулканическаго магматическаго очага, мы должны разсматривать также многочисленныя незначительныя поднятія и опусканія, какія часто наблюдаются въ окрестностяхъ дѣйствующихъ или потухшихъ вулкановъ. Знаменитымъ для этого явленія примѣромъ служитъ храмъ Сераписа въ Поццуоли. Построенный около 100 года послѣ Рождества Христова, онъ впослѣдствіи опустился приблизительно на 7 метровъ ниже уровня моря. Камнеточцы просверлили его мраморныя колонны, и морская вода разъѣдала ихъ поверхность. Но около 1500 года онъ уже снова находится на сушѣ. Въ 1861 году берега Торре-дель-Греко (Torre del Graco) [18] у подошвы Везувія подняты были на протяженіи 2 километровъ на высоту 112 сантиметровъ; подобные примѣры представляютъ многіе вулканическіе острова.

Въ связи съ движеніями магмы, ея кристаллизаціей и обратнымъ расплавленіемъ, равно какъ съ поднятіемъ эруптивныхъ газовъ находятся также многочисленныя землетрясенія, наблюдаемыя въ вулканическихъ областяхъ. Въ противоположность къ тектоническимъ землетрясеніямъ, зависимость которыхъ отъ горообразующаго процесса была описана въ одной изъ предыдущихъ главъ, землетрясеніямъ, опустошающимъ цѣлыя страны, вулканическія землетрясенія ограничены тѣснымъ пространствомъ. Правда, при вулканѣ, дѣйствующемъ вблизи морского дна, сотрясательное движеніе можетъ передаться морю, и разрушительной волной могутъ быть затоплены обширныя береговыя полосы; но обыкновенно силы подземнаго міра гремятъ только въ тѣсной округѣ вулканическаго жерла, и вулканическія земле-

трясенія носятъ такой же ограниченный въ пространствѣ характеръ, какой обнаруживаютъ изверженія сосѣднихъ вулкановъ, совершенно независимыя другъ отъ друга.

Когда въ 1883 году островъ Искія былъ сотрясенъ сильнымъ толчкомъ, расположенная противъ него вулканическая область материка осталась неподвижной, и жители Неаполя лишь на слѣдующее утро узнали отъ оставшихся въ живыхъ бѣглецовъ о катастрофѣ, разрушившей сосѣдній островъ.

Важное доказательство существованія тѣсныхъ отношеній между поверхностными вулканическими и болѣе глубокими, плутоническими, магматическими бассейнами даютъ многократно производившіяся въ недавнее время измѣренія качаній маятника [19]. На многихъ вулканическихъ островахъ сила тяжести земной коры оказалась значительно больше нормальной; и на Фузіямѣ не оказалось никакого подземнаго дефекта (недостатка) массы. Отсюда слѣдуетъ, что пустота, соотвѣтствующая объему изверженныхъ массъ, скоро снова заполняется, и напрашивается предположеніе, что, благодаря уменьшенію давленія, расплавляются и поднимаются глубже расположенные магматическіе очаги.

Къ до сихъ поръ разсмотрѣннымъ геологическимъ и физическимъ причинамъ, обусловливающимъ изверженіе и быстро мѣняющіяся судьбы вулкана, присоединяется еще опусканіе обширныхъ участковъ земной коры.

Всѣ наши морскіе бассейны, отъ обширныхъ глубоководныхъ котловинъ до врѣзывающихся въ береговой рельефъ грабеновъ, представляютъ области опусканія и съ теченіемъ времени увеличиваются на счетъ материковаго массива. Возникаетъ ли, какъ на западномъ берегу Италіи, кольцо небольшихъ областей опусканія, или же, какъ Красное море, въ глубину опускается узкая полоса между длинными линіями излома; обрывается ли перешеекъ, какъ нѣкогда существовавшій Сѣверно-атлантическій, или же дно абиссальныхъ областей опусканія погружается еще глубже,—во всѣхъ этихъ случаяхъ должно произойти измѣненіе въ строеніи и температурѣ опускающихся частей земной коры; это измѣненіе сказывается въ томъ, что охлажденная земная кора становится тоньше [20], и ея крѣпость мѣстами уменьшается. Подъ опускающимися областями издавна покоятся тифоническіе и плутоническіе магматическіе очаги; въ нихъ собираются газы, растетъ напряженіе закованныхъ паровъ, и если на материкѣ для того, чтобы подземные пары могли пробиться наружу, давленіе, производимое на нихъ земной корой, должно уменьшиться путемъ денудаціи висящихъ массъ, то при морскихъ вулканахъ то же дѣйствіе вызываетоя опусканіемъ земной коры. Скоро изверженныя массы нагромождаются въ вулканическій островъ, растущій по мѣрѣ развитія процесса опусканія. Такъ возникаютъ группы вулканическихъ острововъ и архипелаги обширныхъ размѣровъ; ихъ пепелъ разносится на далекія окрестности и смѣшивается съ морскими осадками. Послѣ изверженія Кракатау возникла плавучая толща пемзы длиною въ 30 километровъ, шириною въ 1 километръ и толщиною въ 4—5 метровъ; части ея занесены были даже къ берегамъ Африки.

Не разъ пытались поставить изверженія вулкановъ въ связь съ періодически повторяющимися астрономическими группировками, а

также расположить въ закономѣрный рядъ вулканическіе періоды въ исторіи земли. Отнюдь не исключена возможность того, что барометрическій минимумъ достаточенъ для того, чтобы сообщить высоко напряженнымъ парамъ вулканическаго очага послѣдній импульсъ къ новому изверженію. Но въ выступленіи и судьбахъ отдѣльнаго вулкана или группы вулкановъ нѣтъ никакой закономѣрности. Обозрѣвая ходъ исторіи земли, мы не находимъ въ ней ни одного періода, когда не дѣйствовали бы то здѣсь, то тамъ какіе-нибудь вулканы. То они прорываются въ Шотландіи, то они разрушаютъ Среднюю Европу, и въ то время, какъ германскій тріасъ совершенно свободенъ отъ вулкановъ, Сѣверная Америка и южный Тироль отмѣчены въ этотъ періодъ грандіозными изверженіями.

Но когда мы разсматриваемъ эруптивный процессъ, какъ геологическій феноменъ, то вулканическія изверженія въ собственномъ смыслѣ слова представляются намъ лишь послѣднимъ симптомомъ долгихъ предшествовавшихъ движеній; тогда мы видимъ, какъ въ тифонической области отъ пиросферы все снова и снова отдѣляются цѣлые рои малыхъ и большихъ магматическихъ очаговъ. Подобно тому, какъ скрытыя въ землѣ жилы воды то медленно просачиваются черезъ породу, то съ бурной стремительностью выбиваются наружу, такъ эруптивные бассейны съ перемѣнной скоростью и по прихотливо извилистымъ путямъ странствуютъ вверхъ въ земную кору. Большіе очаги могутъ раздробляться, малые соединяться. Ихъ химическій составъ, равно какъ аггрегатное состояніе, ихъ напряженіе, а также количество заключенныхъ въ нихъ паровъ могутъ постоянно мѣняться. Быть можетъ, большее число очаговъ застреваютъ въ литосферѣ, какъ плутоническая масса; эта масса выдѣляетъ гранитную шлаковую шапку и ждетъ того д я, когда послѣдняя будетъ снесена денудаціей; тогда она появится на поверхности и начнетъ разбрасывать во всѣ стороны свои массы кварцеваго песка.

Другіе очаги встрѣчаютъ на своемъ пути легче преодолимыя препятствія, и еще полужидкая часть магмы плутоническихъ очаговъ можетъ иногда получить новый толчокъ и продолжать свое странствованіе.

Подобно тому, какъ только часть содержащейся въ земной корѣ и повсюду циркулирующей воды выступаетъ на дневную поверхность въ видѣ родниковъ или гейзеровъ, точно такъ же только часть тифоническихъ массъ достигаетъ поверхности литосферы. Газы земного ядра увеличиваютъ содержаніе водяного пара и углекислоты въ воздухѣ, а также массы воды гидросферы. Подымающіеся изъ нѣдръ земли хлориды (хлористыя соединенія) снова появляются въ морской соли, а вулканическія породы вклиниваются въ другіе осадки. Но во всѣхъ этихъ случаяхъ мы имѣемъ дѣло не съ новообразованіемъ: передъ нами голько перемѣщеніе частей пиросферы на поверхность литосферы.

11. Документы изъ исторіи земли.

Научная геологія медленно развилась изъ космогоніи древности, и самымъ значительнымъ толчкомъ для возникновенія новой науки было, вѣроятно, обнаруженіе въ горахъ Италіи окаменѣвшихъ „морскихъ тѣлъ“. Уже Леонардо-да-Винчи вывелъ отсюда заключеніе, что

эти горы нѣкогда были морскимъ дномъ, и съ тѣхъ поръ каждая новая находка морскихъ окаменѣлостей въ слояхъ земной коры знаменовала собою прогрессъ нашей науки. Научились различать послѣдовательныя фауны, по содержанію одинаковыхъ окаменѣлостей опредѣляли одновременное происхожденіе отложеній и вскорѣ стали дѣлать попытки по границамъ распространенія руководящихъ ископаемыхъ начертить границы древнихъ морей.

Такъ съ изученіемъ окаменѣлыхъ морей возрасталъ интересъ къ геологическимъ проблемамъ, и теперь еще часто считаютъ единственной и важнѣйшей задачей исторіи земли представить картографически распредѣленіе морскихъ областей на земной поверхности.

Но тѣмъ временемъ возрастало число показаній въ пользуемого, что въ геологическомъ прошломъ существовали не одни моря, но также и материки, объ очертаніяхъ которыхъ нельзя безъ оговорокъ судить на основаніи отсутствія одновременныхъ морскихъ отложеній: ихъ распространеніе и географическій характеръ должны быть изслѣдованы и установлены на основаніи положительныхъ документовъ. Впадаютъ въ роковыя заблужденія, когда каждую пластовую породу принимаютъ за морское образованіе; точно такъ же допускаютъ методологическую ошибку, когда каждую находку морскихъ животныхъ считаютъ признакомъ существованія океанической соленой воды.

Поэтому, въ послѣдующихъ нашихъ разсужденіяхъ мы попытаемся обосновать географическія, климатическія, океанографическія и біологическія состоянія отдѣльныхъ періодовъ не по устарѣвшимъ правиламъ, а путемъ методическихъ умозаключеній изъ точно изученныхъ фактовъ.

Послѣ того, какъ точно изслѣдованы литологическія особенности породъ, изучено ихъ расположеніе въ тектоническомъ отношеніи, опредѣлено содержаніе въ нихъ окаменѣлостей, послѣ того, какъ эти документы приведены въ хронологическій порядокъ,—начинается собственно работа исторической геологіи. Эта работа состоитъ въ томъ, чтобы истолковать факты, понять ихъ причинныя отношенія и расширить отдѣльныя наблюденія въ палеогеографическое обозрѣніе.

Эта задача необыкновенно трудна и требуетъ столь серьезной подготовительной работы и сравнительнаго изученія, что легко понять, почему каждая попытка изобразить исторію земли заключаетъ въ себѣ извѣстную степень неувѣренности, и одна и та же группа фактовъ часто толкуется различными изслѣдователями совершенно различно. На первомъ планѣ нужно примѣнить научно обоснованный методъ и съ его помощью безъ предубѣжденія и съ полной послѣдовательностью расположить матеріалъ наблюденій.

При этомъ экспериментъ можетъ сослужить намъ лишь небольшую службу. Въ самомъ дѣлѣ, если уже трудно, а часто и совершенно невозможно, технически, въ крупномъ масштабѣ, воспроизвести экспериментъ, легко удающійся въ лабораторной пробиркѣ (такъ какъ при постановкѣ опыта въ большихъ размѣрахъ пріобрѣтаютъ значеніе всѣ тѣ побочныя обстоятельства, которыя почти нисколько не вліяли при лабораторномъ характерѣ эксперимента), то гораздо труднѣе изучать по лабораторнымъ опытамъ геологическіе процессы грандіозныхъ размѣровъ. Здѣсь гипотезамъ и мнѣніямъ большое раздолье; одинъ и тотъ же результатъ можетъ быть достигнутъ при столь разнород-

ныхъ условіяхъ, что экспериментальные методы не являются надежными путеводителями въ геологическихъ изслѣдованіяхъ.

По нашему мнѣнію, нашимъ путеводителемъ можетъ быть только онтологическій методъ. Изслѣдуя причины и слѣдствія геологическихъ процессовъ настоящаго времени и съ ихъ помощью изучая проявленія прошедшихъ силъ, мы имѣемъ твердую почву подъ ногами.

Мы попытаемся перечислить здѣсь самые важные принципы, которые должны быть положены въ основу изслѣдованія исторіи земли, и установить научную цѣнность тѣхъ выводовъ, которые можно сдѣлать на основаніи явленій настоящаго времени.

Многочисленныя горныя породы расположены такимъ образомъ, что одна масса покрываетъ другую въ видѣ покрова; такія породы мы называемъ пластовыми, или слоистыми (см. рис. 36).

Въ однихъ случаяхъ слѣдующіе другъ за другомъ слои либо обнаруживаютъ одинаковыя петрографическія свойства, свидѣтельствуя о томъ, что одинъ и тотъ же породообразующій процессъ продолжался долгое время; въ другихъ случаяхъ на однѣхъ горныхъ породахъ расположены другія, цвѣтъ и структура которыхъ свидѣтельствуютъ о томъ, что наступили новыя условія породообразованія. Часто двѣ различныя породы слѣдуютъ одна за другой въ чередующейся смѣнѣ (переслаиваніе); въ этомъ случаѣ часто чередовались между собою и условія образованія породъ, и мы приходимъ къ предположенію о колебательномъ перемѣщеніи границъ между двумя различными областями породообразованія. Само собою понятно, что верхній, висячій слой породъ моложе, чѣмъ нижнія, лежачія породы; это обстоятельство составляетъ важнѣйшій принципъ для установленія хронологической послѣдовательности событій; вмѣстѣ съ тѣмъ особенное значеніе придается раздѣляющему шву между налегающими другъ на друга пластами породъ. Раздѣляющій шовъ либо представляетъ плоскость—тогда мы имѣемъ согласное залеганіе (согласное напластованіе, см. рис. 36), либо болѣе молодая порода расположена на болѣе древнихъ слояхъ неравномѣрно—залеганіе (напластованіе)—несогласное (см. рис. 37).

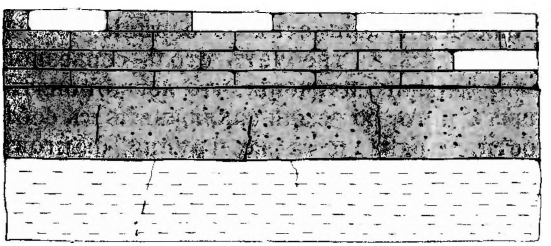


Рис. 36. Три напластованныхъ породы (обозначены различной штриховкой) залегаютъ одна на другой согласно: висячіе слои (показаны на рис. въ видѣ кирпичной кладки) моложе, а лежачій пластъ (штриховка) древнѣе, чѣмъ среднія отложенія (пунктиръ).

Въ то время какъ согласное напластованіе нетрудно понять и генетически истолковать, несогласное напластованіе представляетъ значительныя трудности. Перекрытіе можетъ легко затушевать несогласное напластованіе, а нѣкоторыя несогласныя залеганія отмѣчены только едва замѣтнымъ наклоненіемъ слоевъ. Но, вообще, несогласное залеганіе показываетъ, что первоначально горизонтальные слои были изогнуты и изломаны, затѣмъ частью денудированы, прежде чѣмъ на нихъ расположилась толща висячихъ породъ, и такимъ образомъ на подобномъ разрѣзѣ (см. рис. 37) мы узнаемъ слѣдующія стадіи:

1. Образованіе свиты отложеній (на рисункѣ 37 бѣлыя, пунктирныя, черныя и штрихованныя полосы).
2. Затвердѣніе ихъ въ породы.
3. Образованіе складокъ и нарушеніе пластовъ.
4. Частичная денудація.
5. Новообразованіе валуновъ (заштриховано) и отложеній (пунктиръ), несогласно расположенныхъ на предыдущихъ отложеніяхъ.

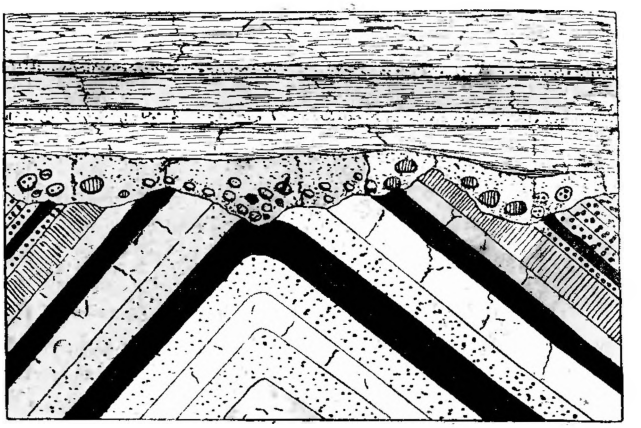


Рис. 37. На свитѣ слоевъ, смятыхъ въ сѣдло (антиклиналь), несогласно напластованы горизонтальные слои. Въ базальномъ конгломератѣ встрѣчаются валуны изъ породъ лежачаго бока. Обѣ свиты слоевъ состоятъ изъ различныхъ породъ, переслаивающихся между собою.

Простое разсужденіе показываетъ, что каждый изъ швовъ между слоями нѣкогда составлялъ поверхность земной коры, а отсюда слѣдуетъ, что по формѣ швовъ между слоями мы можемъ заключить о формѣ древнихъ ландшафтовъ.

Если горообразующимъ процессомъ первоначально горизонтальный слой собранъ въ складки, то часто трудно строго отличать болѣе древнія (лежачія) отъ болѣе молодыхъ (висячихъ) отложеній.

Но болѣе точное изслѣдованіе и въ подобныхъ случаяхъ, большей частью, даетъ рѣшающіе разрѣзы (см. рис. 38 и 39).

Образованіе складокъ и даже опрокидываніе, большей частью, не нарушаютъ первоначальной связи между слоями; и если слои съ явно выраженнымъ нарушеніемъ залеганія подвергались процессу образованія складокъ, то, все же, глазъ спеціалиста всегда узнаетъ въ нихъ выше перечисленныя фазы различныхъ условій образованія.

Отъ пластового залеганія кореннымъ образомъ отличается залеганіе жильное, которое выступаетъ регулярно особенно въ плутоническихъ и вулканическихъ породахъ, затѣмъ въ рудныхъ жилахъ и въ аналогичныхъ вторичныхъ выполненіяхъ трещинъ.

Жила—это трещина, заполненная горной породой или минеральными массами; она всегда моложе, чѣмъ всѣ породы, ею пересѣкаемыя, и если двѣ жилы (см. рис. 40) пересѣкаются, то легко отличить болѣе старую (сброшенную) отъ болѣе молодой (сбрасывающей, сбрасывателя). Руководящія указанія даютъ обломки первой жилы во второй. Конечно, можетъ статься, что и жилы кажутся согласно залегающими между двумя пластами (см. рис. 40, слѣва наверху), но и въ подобныхъ случаяхъ путемъ изслѣдованія связи между пластами можно легко установить, какая порода древнѣе и какая моложе. Часто каждый согласный шовъ между слоями безъ оговорокъ считаютъ признакомъ того, что слои эти нѣкогда были покрыты моремъ а несогласное залеганіе — признакомъ прежняго материка;

однако, существуютъ большія поверхности современнаго материка, которыя покрываются согласно напластованными отложеніями, и поэтому мы должны найти тѣ особенные признаки напластованныхъ породъ, по которымъ можно опредѣлить ихъ морской или материковый характеръ.

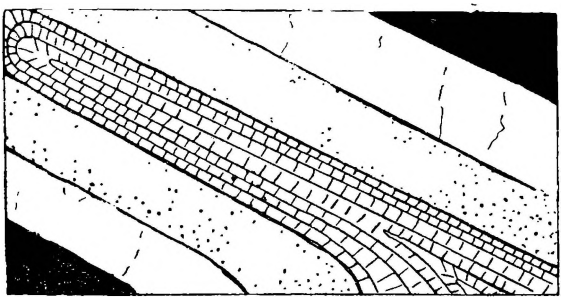


Рис. 38. Схема перекрытой складки. направо видно первоначальное нормальное залеганіе породъ; налѣво же тѣ же породы опрокинуты и расположены въ обратномъ порядкѣ, такъ что генетически болѣе древніе слои залегаютъ выше (кажущійся висячій бокъ), а болѣе молодые слои—ниже (кажущійся лежачій бокъ).

На современномъ материкѣ мы прежде всего отличаемъ равнины и горныя цѣпи; вторыя отличаются преобладающей денудаціей, первыя — отложеніемъ вновь образованныхъ осадковъ, но лишь рѣдко мы находимъ обширныя пространства съ однороднымъ характеромъ породъ. Дюны прибрежной полосы, песчаные слои рѣчныхъ низменностей, галька русла рѣки и болота богатыхъ водой равнинъ,— всѣ эти отложенія чередуются между собой и образуютъ мѣстныя фаціи.

Близость моря позволяетъ морскимъ растеніямъ и животнымъ вторгаться въ прибрежныя области, покрытыя солоноватой или прѣсной водой. Дельфиновъ и акулъ, раковъ и моллюсковъ, гидроидъ и медузъ, губки и кораллы, мшанокъ и плеченогихъ, фораминиферъ и геліозой мы находимъ въ настоящее время въ малосоленной водѣ и отсюда можемъ заключить, что почти всѣ морскія животныя въ лицѣ отдѣльныхъ своихъ представителей могутъ населять и полупрѣсныя прибрежныя воды (литоральныя), даже прѣсную рѣчную воду. Но всегда это—только отдѣльные роды и виды, которые обладаютъ достаточной способностью сопротивленія, чтобы перенести столь коренное измѣненіе своихъ жизненныхъ привычекъ. Въ силу этого борьба за существованіе, регулирующая процентное отношеніе различныхъ формъ морской фауны,—эта борьба совершенно измѣняется: происходитъ значительное возрастаніе числа индивидумовъ на счетъ видовъ.

Совершенно аналогичныя отношенія существуютъ и въ томъ случаѣ. когда отдѣльныя представители морской фауны попадаютъ въ соляныя озера, и въ этомъ случаѣ происходитъ весьма основательный отборъ: въ результатѣ тѣ немногія формы, которыя переносятъ повышенное содержаніе соли, размножаются въ чрезмѣрномъ количествѣ.

Такимъ образомъ, несмотря на то, что прѣсноводныя озера, рѣки и соляныя озера могутъ содержать пришельцевъ изъ морскихъ фаунъ,— несмотря на это. мы причисляемъ ихъ къ материку и будемъ называть морскими лишь такія отложенія, которыя содержатъ богатую формами океаническую фауну.

Весьма характерный элементъ современныхъ материковъ представляютъ горы и горныя цѣпи. И тѣ, и другія обнаруживаютъ въ разрѣзѣ несогласное залеганіе пластовъ, и по наклону несогласнаго раздѣляющаго шва мы можемъ безъ труда судить о величинѣ откосовъ на прежней поверхности земли. Если денудированная болѣе

древняя свита пластовъ залегаетъ уже не горизонтально, а нарушена была сбросами и складками, прежде чѣмъ на нихъ несогласно отложились покрывающіе ихъ слои (слои висячаго бока), то на соотвѣтствующемъ мѣстѣ нужно отмѣтить существованіе складчатой горной цѣпи.

Остающаяся послѣ удаленія поднятаго матеріала картина ландшафта въ формѣ своей зависитъ отъ литологическаго состава земной коры и специфическаго образа дѣйствій денудирующихъ силъ.

Долина, образованная проточной водой, имѣетъ совершенно иной видъ, чѣмъ борозда, порожденная вѣтромъ или глетчеромъ. Задача сравнительнаго изученія ландшафтовъ состоитъ не только въ томъ, чтобы опредѣлить закономѣрную зависимость формъ долинъ для настоящаго времени, но также въ томъ, чтобы полученные такимъ образомъ результаты примѣнить къ прежнимъ періодамъ исторіи земли. Такъ какъ склоны всѣхъ горныхъ цѣпей окружены каймой мощныхъ обломочныхъ отложеній, которыя при устьѣ большихъ долинъ принимаютъ видъ вѣерообразно расширенныхъ валунныхъ конусовъ, а на бѣдныхъ долинами склонахъ представляются террасами изъ щебня и песка, то намъ не приходится удивляться тому, что какъ разъ рядомъ съ собранными въ складки слоями и надъ ними встрѣчаются мощныя отложенія конгломератовъ, песчаниковъ и брекчій. Но часто во время образованія этихъ отложеній процессъ образованія складокъ продолжается, и только что образованные осадки, въ свою очередь, собираются въ складки. Такъ создаются отложенія чрезвычайной мощности.

Процессъ образованія складокъ каждый разъ при своемъ возобновленіи обусловливаетъ увеличеніе числа крупныхъ обломковъ. Но съ ослабленіемъ горообразующихъ процессовъ выносятся преимущественно мелко-зернистые элементы. Поэтому, по числу и распредѣленію конгломератныхъ включеній мы безъ труда можемъ заключить объ отдѣльныхъ фазахъ горообразующаго процесса.

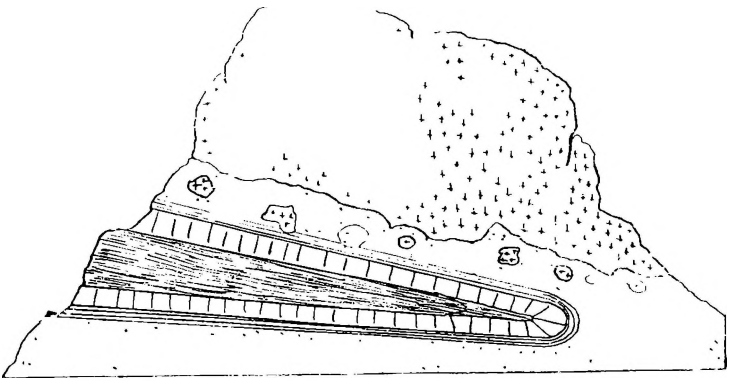


Рис. 39. Перевернутое залеганіе. Въ висячемъ боку расположена порфировая масса, подъ которой залегаетъ рядъ нормально напластованныхъ породъ. Но валуны порфира въ нижележащемъ слоѣ доказываютъ, что порфиръ долженъ быть древнѣе, а мѣсто изгиба (видимое справа) показываетъ, что произошло полное опрокидыва ie слоевъ

Широкое распространеніе материковыхъ вулкановъ въ настоящее время дѣлаетъ вѣроятнымъ, что и многія вулканическія породы прежнихъ періодовъ жизни земли возникли на материкѣ. Слоистые туфы, флуидальные потоки лавы и пластическіе продукты денудаціи на склонахъ вулканическихъ горныхъ группъ, вклю-

ченныя кратерныя озера и запруженныя водныя поверхности легко могутъ быть опознаны. Частая смѣна согласнаго и несогласнаго залеганія служитъ тогда явнымъ признакомъ для процесса возобновлявшихся вулканическихъ изверженій и чередовавшейся съ ними денудаціи только что образовавшихся пепельныхъ конусовъ.

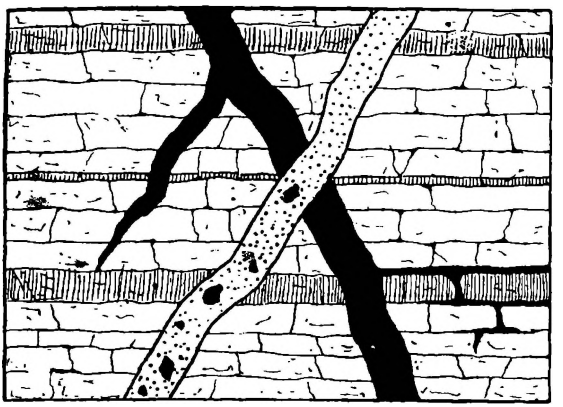


Рис. 40. Согласно напластованныя породы (бѣлыя и заштрихованныя) различной мощности переслаиваются между собою и прорѣзаны двумя эруптивными жилами, черная жила—древнѣе; направо она посылаетъ апофизу (побочную вѣтвь); налѣво она внѣдряется въ швы между слоями и образуетъ короткія пластовыя жилы. Болѣе молодая жила (пунктиръ) прорѣзываетъ (скрещеніе жилъ) черную и содержитъ обломки послѣдней, по которымъ легко установить относительный возрастъ этихъ жилъ.

Но совершенно особенное значеніе пріобрѣтаютъ материковыя отложенія въ лишенныхъ стока пустыняхъ. Пятая часть современной суши лишена стока къ океану. Въ прежніе періоды господствовало, вѣроятно, подобное отношеніе. Въ областяхъ, лишенныхъ стока, атмосферные осадки недостаточны для того, чтобы наполнять постоянные сточные каналы, которые могли бы сносить въ море продукты вывѣтриванія и химически растворимыя составныя части вывѣтренныхъ скалъ. Поэтому, всѣ обломки и растворимыя соли собираются въ областяхъ депрессіи (депрессіонныхъ областяхъ). Тогда внутри лишенныхъ стока областей въ центральныхъ бассейнахъ образуются преимущественно не слоистыя и не тонкослоистыя глины, а смотря по діаметру выпаривающагося соляного озера, большія или меньшія, залежи соли, гипса, извести, доломита и другихъ химическихъ остатковъ.

Но часто періодическихъ ливней недостаточно для того, чтобы уносить продукты разрушенія на далекое разстояніе.

Въ этомъ случаѣ продукты разрушенія отлагаются тамъ, гдѣ сила теченія становится слабѣе, и такимъ образомъ, всѣ углубленія долинъ у подошвы вывѣтривающихся горныхъ цѣпей наполняются часто едва сортированной смѣсью обломковъ скалъ, галекъ, песка и ила. Мощность такихъ отложеній весьма велика и растетъ до тѣхъ поръ, пока изъ этого колоссальнаго моря обломковъ выдается еще хотя бы одинъ утесъ Образованіе этихъ отложеній совершается катастрофически; но эти событіи локализованы, и крупные результаты вызываются ими только благодаря частымъ повторевіямъ въ рядѣ смежныхъ мѣстъ.

Вездѣ, гдѣ даны условія для образованія песка: у подошвы искрашивающихся гранитныхъ или песчаниковыхъ горъ, на берегахъ періодически разливающихся рѣкъ или большихъ, постоянно мѣняющихъ свои очертанія, внутреннихъ морей начинаютъ расти толщи рыхлаго песка и отсюда, смотря по господствующему направленію вѣтра, надвигаются своими желтыми или красными дюнами далеко на окресности. Подобныя песчаныя пустыни растутъ, какъ трансгрессирующее море, по площади и глубинѣ, и неудержимо подвигаясь впередъ, могутъ за-

сыпать колоссальныя площади. Чѣмъ интенсивнѣе процессы вывѣтриванія, чѣмъ сильнѣе бури, тѣмъ быстрѣе и мощнѣе трансгрессируютъ (распространяются) песчаныя толщи.

Гдѣ постоянные источники, высыхающіе ручьи и неглубокія озера позволяютъ селиться растеніямъ, тамъ мы находимъ тѣнистые оазисы, но на остальномъ пространствѣ обширныя безжизненныя поверхности покрыты сухими песчаными дюнами, либо представляютъ голыя каменныя поля или высохшія глинистыя равнины.

Такъ возникаютъ кластическія (обломочныя) отложенія чрезвычайной мощности съ быстрой смѣной фацій, блещущія красками, но бѣдныя окаменѣлостями.

Наконецъ, важную роль на сушѣ играютъ отложенія на границѣ большихъ ледяныхъ потоковъ и ледяныхъ покрововъ. Полярныя области и высокія горныя цѣпи отмѣчаютъ собою районы, внутри которыхъ сумма выпадающаго снѣга больше суммы тающаго снѣга. Если въ этихъ районахъ избыточнаго выпаденія снѣга ежегодно извѣстное количество его остается не растаявшимъ, то при неизмѣнности климата, снѣгъ долженъ нагромождаться все больше и больше и, спустя столѣтія или тысячелѣтія, достигнуть громадной мощности. Наблюденія надъ такими бассейнами накопленія снѣга показываютъ, что снѣжныя массы уплотняются отъ давленія собственнаго вѣса, небольшія снѣжинки увеличиваются, превращаются въ болѣе крупный фирнъ и, наконецъ, въ голубой ледъ. Если подъ снѣжными массами погребена высокая, прорѣзанная долинами горная цѣпь, то отъ отдѣльныхъ фирновыхъ полей спускаются въ долину голубые ледяные потоки или глетчеры; если же подобнымъ постояннымъ растущимъ снѣговымъ покровомъ покрыта большая снѣговая область, то изъ-подъ нижней границы снѣга въ концѣ концовъ начинаетъ вытекать во всѣ стороны въ видѣ полужидкаго тѣста такъ называемый материковый ледъ (внутренній ледъ), который можетъ проникать во всеболѣе удаленныя области

Рис. 41. Рукава Зарафшана близъ Бухары, высыхающіе въ пескахъ пустыни.

до тѣхъ поръ, пока продолжается паденіе снѣга. Край материковаго льда обыкновенно распадается на большія лопасти, между которыми остаются углы, свободные отъ льда. Ледъ можетъ подниматься даже нѣсколько въ гору, если только мощность материковаго льда выше того порога, на который онъ подымается. Дальнѣйшее движеніе льда, перемѣщающагося со скоростью отъ 1 до 25 метровъ въ день, останавливается только тамъ, гдѣ количество тающаго въ годъ льда равно массѣ притекающаго льда. Если материковый ледъ движется со скоростью 10 метровъ въ день, то граница льда устанавливается въ томъ мѣстѣ, гдѣ ежедневно расплавляется 10 метровъ льда. Если какими-нибудь климатическими условіями скорость теченія льда увеличена на одинъ метръ, то граница льда перемѣщается впередъ на такую же величину; то же дѣйствіе достигается въ томъ случаѣ, когда въ данное время растаиваетъ снѣга на одинъ метръ менѣе. Такимъ образомъ, наступаніе и отступаніе ледяной границы представляетъ явленіе, обусловленное весьма различными факторами, и мы можемъ, вообще сказать, что внутренній ледъ растетъ при возрастаніи паденія снѣга и убываніи количества теплоты, идущей на плавленіе снѣга; наоборотъ, материковый ледъ убываетъ, когда уменьшается количество атмосферныхъ осадковъ, или когда безоблачный климатъ и сухой воздухъ разъѣдаютъ ледъ. Такъ какъ обѣ группы причинъ находятся межъ собою въ тѣсной связи, то нетрудно понять, что при совокупномъ ихъ дѣйствіи получается болѣе сильный эффектъ.

Всякій обломочный матеріалъ, падающій съ сосѣднихъ скалъ на глетчеръ или на лопасть материковаго льда, уносится льдомъ; переносящая сила послѣдняго такъ велика, что имъ уносятся, какъ игрушки, глыбы величиною съ домъ и мощныя массы горныхъ обваловъ. Но вмѣстѣ съ тѣмъ текучій ледъ достаточно пластиченъ для того, чтобы вбирать въ свою подошву весь обломочный матеріалъ, попадающійся ему на пути, сдвигать мягкія или растрекавшіяся скалистыя массы, пересѣкающія ему путь и сносить на своемъ пути цѣлые горные хребты, цѣлыя страны. Массы горныхъ породъ, перенесенныя на спинѣ льда, называютъ **верхними моренами**, а только что охарактеризованныя количества ила, песка и щебня—**нижней мореной**.

Нижняя морена имѣетъ видъ грязнаго, богатаго пескомъ, утыканнаго большими и малыми камнями льда, который движется такъ же, какъ чистый, голубой, поверхностный ледъ, и изъ котораго щебень выпадаетъ тамъ, гдѣ ледъ таетъ.

Такимъ образомъ, когда исчезаютъ глетчеръ или материковый ледъ, границы льда отступаютъ, поверхность, освобожденная отъ льда, покрывается весьма своеобразнымъ по рельефу и структурѣ отложеніемъ: **валуннымъ суглинкомъ**. Тогда мы въ большинствѣ обнаженій видимъ несортированную смѣсь изъ ила, песка, гальки и камней. Послѣдніе распредѣлены совершенно неправильно, причемъ они бываютъ то остроконечными, то ребра и углы сглажены или совершенно округлены и покрыты слѣдами шлифовки глетчеромъ, штрихами и царапинами. Водой, получающейся отъ таянія льда, ледниковая мука (валунный суглинокъ) можетъ быть мѣстами промыта и разсортирована; тогда одни мѣста обнаруживаютъ крупныя каменныя скопленія, другія—пластовые пески (sandr) и глины (ленточныя глины). Поверхность мѣстности, покрытой нижней мореной, обнаруживаетъ быструю смѣну холмовъ и

впадинъ; круглыя углубленія превращаются въ озера и болота; сѣдловидные холмы, такъ называемые „друмлины“ (Drumlins), расположены кучами, при чемъ ихъ продольная ось направлена по прежнему движенію льда, и цѣлыми милями тянутся по мѣстности высокія насыпи, такъ называемыя „озы“.

Но всѣ эти образованія скоро могутъ исчезнуть, неровности рельефа могутъ сгладиться, и только типичная структура ледниковой муки, далекое происхожденіе эрратическихъ глыбъ, царапины и полировка нижняго основанія и отдѣльныхъ валуновъ, даже спустя долгіе періоды, представляютъ неопровержимое доказательство прежняго присутствія огромныхъ ледяныхъ массъ.

Обозрѣвая до сихъ поръ разсмотрѣнныя материковыя отложенія, мы приходимъ къ заключенію, что нѣкоторыя изъ нихъ находятся въ тѣснѣйшей связи съ атмосферными условіями климата:—такимъ образомъ, путемъ изученія этихъ отложеній мы пріобрѣтаемъ важныя данныя для сужденія о распредѣленіи климата въ прошлые періоды исторіи земли.

Но не менѣе важную роль играютъ въ этомъ отношеніи органическія включенія. Какъ для водяныхъ животныхъ собственно родиной является море, гдѣ развивается наибольшее разнообразіе формъ, гдѣ богатство родами и видами достигаетъ своего наибольшаго развитія, такъ на материкѣ райономъ наибольшаго развитія формъ является теплая, солнечная тропическая область. Здѣсь растенія и животныя развиваются въ такомъ изобиліи, борьба за существованіе различно вооруженныхъ для нея формъ ведется такъ энергично, - что по богатству видами материковой флоры и фауны мы безъ труда опознаемъ условія теплаго, влажнаго, равномѣрнаго климата. Благодаря пониженію температуры, уменьшенію количества атмосферныхъ осадковъ и рѣзкимъ климатическимъ контрастамъ, начинается отборъ формъ. Въ полярныхъ областяхъ, сухихъ степяхъ, а также въ пустыняхъ, отличающихся суровымъ зимнимъ холодомъ при высокой лѣтней температурѣ, растительная жизнь бѣднѣе, и мѣсто богатаго пышнаго расцвѣта до прихотливости разнообразныхъ дѣвственныхъ лѣсовъ заступаетъ богатство особей отдѣльныхъ формъ, лучше приспособленныхъ къ специфическимъ климатическимъ условіямъ.

Животная жизнь не въ такой мѣрѣ зависитъ отъ климата, какъ жизнь растеній; поэтому пустынныя степи могутъ въ періодъ дождей привлекать огромныя стада бродячихъ животныхъ, и даже въ ледяныхъ областяхъ полярныхъ странъ во время короткаго лѣта могутъ находить себѣ пищу богатая пернатая фауна, многочисленныя бродячія стада и многія насѣкомыя.

Важный признакъ при опредѣленіи границъ извѣстныхъ климатическихъ областей мы находимъ въ явленіяхъ вывѣтриванія и окраски его продуктовъ.

Большое количество теплоты экваторіальной области, ея богатые осадки и количества азотной кислоты, образуемыя сильными грозами,—все это вызываетъ весьма глубокое химическое вывѣтриваніе всѣхъ породъ. Образуются, большей частью, красныя глины (латеритъ), а густой растительный покровъ дѣвственнаго лѣса препятствуетъ ихъ размыванію. Такъ возникаетъ мощная оболочка изъ вывѣтрѣлой породы надъ породой, находящейся глубже и нетронутой

еще процессомъ вывѣтриванія. Часто такой „кумулятивный покровъ вывѣтриванія“ покрываетъ страну толщей мощностью въ 100 метровъ, и во время землетрясенія чрезвычайныя массы продуктовъ вывѣтриванія низвергаются со склоновъ горъ, запруживаютъ рѣки и образуютъ мощныя отложенія изъ весьма мало сортированнаго матеріала. Но когда, вслѣдствіе измѣненія климата, первобытный лѣсъ исчезаетъ, то вмѣстѣ съ тѣмъ появляются условія для быстрой денудаціи и перенесенія этого латеритнаго продукта вывѣтриванія.

Нѣкоторыя страны жаркой зоны отличаются закономѣрной смѣной дождевого періода періодомъ засухи. Съ наступленіемъ періода засухи химическое вывѣтриваніе смѣняется физическимъ процессомъ разрушенія. Подъ вліяніемъ дневной жары и ночного охлажденія въ скалахъ образуются трещины, большія каменныя глыбы растрескиваются, небольшіе куски распадаются въ осколки, и породы, разложенныя въ періодъ дождей, становятся игрушкой вѣтра.

Эти процессы физическаго вывѣтриванія еще усиливаются съ переходомъ въ сосѣднія пустынныя области. Граниты и подобныя крупно-кристаллическія породы распадаются въ песчаную крупу, сортируемую вѣтромъ и нагромождаемую въ высокія дюны кварцеваго песка.

Цѣлыя горныя цѣпи превращаются въ грандіозныя кучи большихъ каменныхъ глыбъ, и исполинскихъ размѣровъ массы разрушенныхъ матеріаловъ нагромождаются во всѣхъ депрессіяхъ.

Большія поверхности центральной Азіи покрыты морями такого разрушеннаго матеріала ярко-краснаго цвѣта, карминокрасныя дюны передвигаются по Аравіи, желтыя дюны широко распространены въ Закаспійской области и сѣверной Африкѣ. Такіе цвѣта мы легко опредѣляемъ въ слояхъ земли и съ ихъ помощью заключаемъ о древнихъ причинахъ климатическаго характера.

Въ умѣренномъ климатѣ среднихъ широтъ эти процессы существенно смягчены. Какъ конечный продуктъ различныхъ вывѣтриваній, особенно характерна сѣрая, желтая или коричневая глина, окраска которой позволяетъ легко отличить отложенія умѣреннаго климата отъ ярко-красныхъ и коричнево-красныхъ латеритныхъ продуктовъ вывѣтриванія тропической области.

Климатъ полярныхъ областей, къ которымъ мы въ этомъ смыслѣ должны причислить и высокія горы болѣе теплыхъ широтъ, отличается широкимъ распространеніемъ снѣжныхъ и ледяныхъ массъ. Низкая температура дѣлаетъ растительную жизнь убогой, вслѣдствіе чего голая скалистая почва предоставлена непосредственному дѣйствію атмосферы; ледъ, тающій подъ вліяніемъ дневной теплоты, внѣдряется въ трещины горъ и раздвигаетъ ихъ при замерзаніи, какъ это мы зимою имѣемъ возможность наблюдать и въ умѣренной зонѣ. Кромѣ того, температурныя колебанія и сами по себѣ физически разрушаютъ скалы, и такъ какъ во время продолжительной зимней ночи подъ равномѣрнымъ снѣжнымъ покровомъ жалкіе слѣды растительной жизни разлагаются лишь очень медленно, то большинство отложеній представляются окрашенными въ черную или сѣрую окраску.

Прежде чѣмъ обратиться теперь къ морю, мы должны сначала вспомнить о денудаціонныхъ силахъ, разрушающихъ мягкія и твердыя горныя породы, порождая большія денудаціонныя поверхности.

Дѣйствіе прибоя (абразія) о береговыя скалы, происходящее на нашихъ глазахъ, привело къ тому взгляду, что всѣ несогласныя напластованія образованы наступающимъ моремъ. Но ближе прослѣживая хорошо обнаженное трансгрессивное морское отложеніе, несогласно залегающее на болѣе древнихъ породахъ, мы съ удивленіемъ видимъ (см. рис. 42), какъ мало обломочнаго матеріала изъ болѣе древнихъ породъ попало въ позднѣе образовавшіяся морскія отложенія.

Отсюда мы заключаемъ, что трансгрессирующее море, хотя и вбираетъ въ себя валуны береговой полосы и наводненную имъ розсыпь исчезнувшихъ скалистыхъ областей, но не въ состояніи активно срѣзать и снести болѣе или менѣе значительную горную страну.

Денудація атмосферными силами гораздо значительнѣе, чѣмъ собственно абразіонное (абрадирующее) дѣйствіе моря, и передъ нами, такимъ образомъ, встаетъ задача: по формѣ денудированной страны опредѣлить дѣйствовавшую тамъ денудаціонную силу.

Денудирующая дѣятельность вѣтра (дефляція) проявляется по-

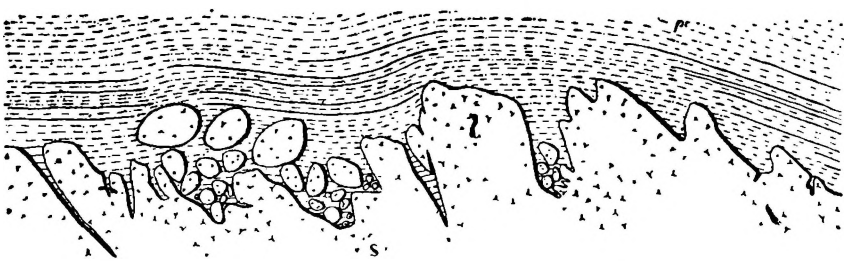


Рис. 42. Несогласное напластованіе морскихъ среднемѣловыхъ отложеній на сіенитовыхъ утесахъ у Дрездена-Плауэна. Висячіе мѣловые слои содержатъ отдѣльные сіенитовые валуны, но состоятъ отнюдь не изъ сіенитоваго песка, а изъ известковаго мергеля.

верхностно и не зависитъ отъ разностей уровня. Съ высочайшихъ горныхъ вершинъ, равно какъ съ совершенно плоскихъ поверхностей, изъ глубочайшихъ трещинъ и даже изъ закрытыхъ со всѣхъ сторонъ котловинъ вѣтеръ можетъ поднимать обломки породы и уносить ихъ оттуда въ быстромъ вихрѣ.

Если почва не покрыта растительнымъ покровомъ, если она не защищена снѣжнымъ и воднымъ покровомъ, то дефляція представляется важнѣйшимъ факторомъ при образованіи горъ и долинъ, и, поскольку предшествуетъ подготовительная работа физическаго и химическаго вывѣтриванія, ея дѣятельности не поставлено никакихъ границъ. При достаточной подготовительной работѣ физическаго и химическаго вывѣтриванія вѣтеръ поднимаетъ одну толщу горныхъ породъ за другой, сноситъ цѣлые горные хребты, вырываетъ глубокія канавы и на протяженіи долгихъ періодовъ можетъ настолько углубить цѣлыя страны, что ихъ поверхность, какъ депрессія, окажется ниже уровня моря. Но вѣтеръ можетъ уносить только пыль и песчинки; онъ не можетъ поднимать ни валуновъ, ни скалистыхъ глыбъ, и только послѣ удаленія поддерживающаго ихъ основанія, можетъ сдвинуть и болѣе крупныя каменныя массы.

Кореннымъ образомъ отличается денудирующая дѣятельность проточной воды (эрозія, размываніе). Она проявляется только

по направленію сверху внизъ, отъ горы къ долинѣ, и тѣмъ сильнѣе, чѣмъ круче откосы. Поэтому она производитъ наибольшую работу на склонахъ горъ и горныхъ цѣпей; на равнинахъ же ея дѣйствіе значительно ослабляется. Вмѣстѣ съ тѣмъ эрозія стремится къ образованію линейныхъ сточныхъ канавъ (системы долинъ), и въ то время, какъ дефляція можетъ одновременно снести обширную равнину, сила воды на подобной поверхности парализуется, и перенесенные осадки опускаются на дно, такъ что равнина становится выше. Зато эрозія можетъ переносить значительно большія массы, особенно если количество воды періодически мѣняется, и рядомъ съ иломъ рѣчной мути, пескомъ и болѣе крупнымъ гравіемъ по рѣчному руслу переправляются внизъ въ долину цѣлыя кучи валуновъ.

Весьма характерныя формы почвы оставляетъ послѣ себя движущійся ледъ тамъ, гдѣ онъ дѣйствовалъ болѣе или менѣе продолжительное время (экзарація, выпахиваніе). Скалистое основаніе сглаживается и отшлифовывается, зубчатые утесы округляются, и повсюду мы замѣчаемъ столь характерную для нѣкогда проявлявшейся дѣятельности льда комбинацію шлифовки съ волосными царапинами, которыя покрываютъ отшлифованныя поверхности скалъ, большей частью, параллельно другъ къ другу или пересѣкаясь подъ острымъ угломъ. Большей частью, поверхности эти покрыты ледниковой мукой, неправильная структура которой описана нами уже выше.

Біологическая область материка, такъ же какъ пространство материковыхъ отложеній, часто видоизмѣняется климатическими перемѣнами.

Съ образованіемъ горной цѣпи въ соотвѣтствующемъ мѣстѣ возникаетъ болѣе прохладный и болѣе богатый атмосферными осадками климатъ; эрозія дѣйствуетъ сильнѣе, продукты вывѣтриванія отлагаются на равнинѣ, для животныхъ и растеній возникаютъ новыя условія жизни. Когда горная страна исчезаетъ вслѣдствіе постепенной денудаціи, снова создаются иныя біономическія отношенія. Горный хребетъ, направленный съ востока на западъ, производитъ иное дѣйствіе, чѣмъ горныя цѣпи, направленныя съ сѣвера на югъ,

Широкое гористое плато приводитъ къ инымъ предположеніямъ, чѣмъ система складчатыхъ горъ. Особенно большое вліяніе имѣетъ водораздѣлъ, ограничивающій лишенную стока область; когда водораздѣлъ мѣняетъ свое положеніе, по земной поверхности передвигаются песчаныя дюны, глинистыя равнины и соляныя озера. Такимъ образомъ, едва ли существуетъ такое измѣненіе географическихъ условій, которое не оставляло бы геологическихъ слѣдовъ въ распредѣленіи породъ и окаменѣлостей.

Опредѣливши очертанія и характеръ материка, обратимся теперь къ міровому морю, отложенія котораго легко узнаются по богатству морскими ископаемыми. Чѣмъ богаче фауна родами и видами, тѣмъ болѣе богатую животную жизнь она предполагаетъ, и тѣмъ болѣе океаническій характеръ носила область, въ которой она развивалась. Области устьевъ рѣкъ и мѣняющаяся береговая зона образуютъ часто трудно поддающуюся опредѣленію переходную область между материкомъ и моремъ. Повторное переслаиваніе морскихъ и горныхъ породъ свидѣтельствуетъ о томъ, что въ данномъ мѣстѣ колеблющаяся береговая линія была долгое время устойчива, а по переметному (трансгрессивному) напластованію легко узнать наступаніе моря.

Мелководное море богато растительной жизнью и поэтому населено также всѣми травоядными животными. Ея осадки, большей частью, происходятъ изъ материковаго матеріала. Въ однихъ отложеніяхъ часто встрѣчается кварцъ; сѣрая, зеленая или красноватая глина составляетъ основу другихъ породъ. Крупнозернистые осадки свидѣтельствуютъ о денудированномъ скалистомъ берегѣ или объ устьѣ рѣки; діагонально напластованныя прибрежныя дюны и литоральныя каменноугольныя болота могутъ переслаиваться съ морскими песками. Морскіе берега, бѣдные рѣками, характеризуются зелеными, глауконитовыми породами, и богатства морской жизни выражаются въ содержаніи окаменѣлостей въ отложеніяхъ.

Чѣмъ нормальнѣе содержаніе солей въ морѣ, чѣмъ болѣе океаническій характеръ носятъ отложенія, тѣмъ ихъ фауны богаче видами. Гдѣ содержаніе солей въ опрѣсненныхъ заливахъ или въ концентрированныхъ соляныхъ бассейнахъ убываетъ или возрастаетъ, тамъ число особей растетъ на счетъ числа видовъ. Фауна, состоящая изъ большого числа особей немногихъ видовъ, безусловно жила внѣ предѣловъ моря въ собственномъ смыслѣ слова.

Распредѣленіе морскихъ животныхъ находится въ зависимости отъ температуры воды, и на основаніи этого можно было бы предположить, что морская фауна, подобно животному міру материка, расчленена по климатическимъ зонамъ, опоясывающимъ землю параллельно экватору. Однако, такъ какъ солнцемъ нагрѣваются только поверхностные слои воды, покоящіеся на большой массѣ холодной глубинной воды, то тщетно пытаться по зональному расположенію той или иной ископаемой фауны заключить о противоположности холодныхъ и теплыхъ морскихъ областей. Часто предпринимавшаяся попытка по морскимъ фаунамъ начертать климатическіе пояса покоится на ошибочной предпосылкѣ. Только фауна, живущая на днѣ мелководныхъ бассейновъ, находится подъ вліяніемъ солнечнаго климата, но полярныя моря, по меньшей мѣрѣ, такъ же богаты животными, какъ тропическія воды, и только тропическіе коралловые рифы съ ихъ кораллофильной фауной являются безошибочнымъ признакомъ распространенія экваторіальнаго моря. Поскольку мы въ исторіи земли наблюдаемъ подобныя сообщества мадрепоридъ (мадрепоровыхъ), постольку можно теплыя моря характеризовать коралловой фауной; но колоніи палеозойскихъ Rugosa не позволяютъ дѣлать подобныхъ выводовъ.

Обломки органической извести, известковый илъ, известковый песокъ и хорошо сохранившіеся известковые панцыри (окаменѣлости) примѣшаны къ илу въ различномъ отношеніи и мѣстами могутъ образовать чистую известь. Благодаря росту колоніальныхъ растеній и животныхъ, выдѣляющихъ известь, надъ плоскимъ морскимъ дномъ поднимаются известковые острова, образуя сложной формы рифы, главная область распространенія которыхъ лежитъ подъ грѣющими и свѣтящими солнечными лучами экваторіальныхъ морей.

Вулканическіе острова тоже образуютъ островныя группы, межъ которыми развивается богатая животная жизнь, и которыя легко могутъ быть узнаны по своимъ осадкамъ, смѣшаннымъ съ туфомъ. Но и область мелкаго моря можетъ быть превращена материковымъ иломъ въ группу острововъ, и во всѣхъ этихъ случаяхъ характеръ архипелага опредѣляется сочетаніемъ материковыхъ растеній съ морскими.

Пока часть извѣстнаго моря находится въ открытомъ сообщеніи съ міровымъ моремъ, и въ ней, благодаря постоянному обмѣну воды, поддерживается нормальное содержаніе солей, постоянно измѣняемое живущими и умирающими организмами,—до тѣхъ поръ тамъ живетъ нормальный океаническій животный міръ. Но какъ только въ какой-нибудь тихой бухтѣ или между островами сложнаго архипелага обмѣнъ воды задерживается, здѣсь сразу измѣняются всѣ отношенія. Такія галистазы отличаются скопленіемъ растительнаго разлагающагося вещества, развитіемъ сѣроводорода и исчезновеніемъ бентонныхъ организмовъ. Только планктонъ и нектонъ, равно какъ псевдопланктонный грузъ занесенныхъ въ море деревьевъ и другихъ плавучихъ тѣлъ, попадаютъ въ такіе спокойные уголки и здѣсь часто изумительно сохраняются. Намъ нужно показать, какую крупную роль такія галистазовыя области многократно играли въ исторіи земли.

Нижняя граница мелкаго моря лежитъ, смотря по прозрачности воды и ея теченіямъ, на различной глубинѣ. То область глубокаго моря начинается уже на глубинѣ 500 метровъ, то признаки его появляются лишь на глубинѣ 1000 метровъ. Но всегда обѣ области связаны между собою постепенными переходами. Въ глубокомъ морѣ живутъ только животныя; здѣсь біономическія условія остаются почти неизмѣнными на огромныхъ пространствахъ; поэтому, глубоководные осадки и какъ, глубоководную фауну, можно прослѣдить почти по всей землѣ. На днѣ глубокаго моря собираются, наряду съ разложенными вулканическими пеплами подводныхъ вулкановъ, трупы глубоководныхъ (абиссальныхъ) животныхъ и остатки свободноподвѣшанныхъ (пассивноперемѣщающихся) и плавающихъ растительнаго и животнаго міровъ выше находящихся водныхъ слоевъ.

Всѣ эти организмы не имѣютъ болѣе или менѣе прочнаго панцырнаго покрова; ихъ скелеты прозрачны, нѣжны и хрупки; ни одинъ толстораковинный моллюскъ, ни одинъ рифообразующій кораллъ не населяетъ темныхъ абиссальныхъ глубинъ. Въ виду этого обстоятельства, также нетрудно узнать, носитъ ли отложеніе или ископаемая фауна глубоководный характеръ.

При постоянной смѣнѣ всѣхъ условій, на протяженіи исторіи земли особенно измѣнялась граница между моремъ и сушей; весьма важная задача исторической геологіи – имѣть въ виду именно эти измѣненія.

Когда материкъ затопляется океаномъ, вслѣдствіе ли собственнаго опусканія или же вслѣдствіе поднятія уровня моря, то вторгающаяся прибойная волна сглаживаетъ еще существующія неровности. Но если сильно расчлененный материкъ еще не успѣлъ выровняться длившимся тысячелѣтіями вывѣтриваніемъ и денудаціей, то море, все-же, можетъ внѣдриться въ страну по сточнымъ каналамъ въ видѣ глубокихъ фіордовъ, но оно при этомъ не дастъ начала трансгрессивному напластованію. Вѣрно лишь то, что исчезающій материкъ подъ конецъ возвышается еще надъ уровнемъ моря въ видѣ архипелага, и что, вслѣдствіе этого, временно должны появляться островныя условія. И здѣсь легко открыть мягкій морской климатъ, широко распространенную флору, быстро смѣняющіеся осадки и сильно дифференцированную фауну океаническаго, талассическаго, лимническаго и салиническаго характера. Но вообще заполненіе существующихъ глубинъ, дену

дація послѣднихъ острововъ и гладкое выстиланіе вновь образовавшагося морского дна совершаются довольно просто.

Съ совершенно иными отношеніями мы имѣемъ дѣло въ томъ случаѣ, когда прежнее морское дно становится материкомъ, благодаря ли поднятію дна или же опусканію уровня моря. И въ этомъ случаѣ новый материкъ выныряетъ изъ воды въ видѣ группы плоскихъ острововъ, такъ какъ стекающія воды легко расширяютъ и углубляютъ небольшія впадины, превращая ихъ въ глубокіе каналы. Мы снова встрѣчаемъ архипелагъ и тѣ же условія морского климата; широко распространенная прибрежная флора и разнообразныя морскія фауны пріобрѣтаютъ серьезное значеніе.

Дальнѣйшія судьбы вновь образовавшагося материка бываютъ глубоко различны, смотря по тому, является ли его климатъ богатымъ атмосферными осадками, или же сухимъ. Превращеніе Европы въ материкъ, относящееся къ концу мѣлового періода, являетъ собою рѣзко выраженный случай перваго типа; превращеніе же въ сушу верхняго цехштейноваго моря представляетъ хорошій примѣръ второго типа.

Если вновь выныряющая суша орошается обильными атмосферными осадками, то сразу начинается повсюду денудація незадолго до того образовавшихся отложеній. Развиваются долины и рѣчныя системы, водворяется богатая растительная жизнь, низменности покрываются каменноугольными болотами, и богатый животный міръ повсемѣстно находитъ защиту и пищу.

Кореннымъ образомъ отличаются судьбы вновь образовавшагося материка въ томъ случаѣ, когда онъ подпадаетъ подъ вліяніе сухого, бѣднаго атмосферными осадками, климата. Морскія отложенія послѣдняго періода не могутъ освободиться отъ заключенной въ нихъ соли; морская соль собирается во впадинахъ, и быстро высыхающія рѣки сносятъ соль глинистой почвы въ многочисленныя маленькія и большія соляныя озера. Соль съ большой поверхности, быть можетъ, въ 100 квадратныхъ километровъ сносится въ соляное озеро сѣченіемъ въ 1 квадратный километръ, и вскорѣ начинается выпариваніе обогащеннаго такимъ образомъ соляного раствора. Въ то же время высыхающія рѣки не въ состояніи уносить продукты вывѣтриванія; всѣ низменности наполняются мощными кластическими (обломочными) отложеніями, и вѣтеръ нагромождаетъ рыхлые пески въ обширныя области дюнъ; море песковъ трансгрессируетъ, перемѣщаясь по денудированнымъ горнымъ хребтамъ, покрытымъ глиной равнинамъ и соляному или выложеннымъ гипсомъ озерамъ; находящіяся въ нихъ воды высасываются и высыхаютъ, гипсовыя и соляныя залежи вклиниваются въ песчаники, и вновь возникшій материкъ все болѣе и болѣе наполняется обломочными породами, причемъ море не играетъ здѣсь никакой роли.

Процессы, подводимые подъ понятіе морской трансгрессіи и геологически выражающіеся въ появленіи опредѣленной морской фауны, въ отношеніи исторіи земли распадаются на три различныя группы. Первый случай составляютъ:

1. Положительныя перемѣщенія береговой линіи, когда, вслѣдствіе опусканія прибрежной части суши или эвстатическаго поднятія уровня моря, моремъ завоевывается одинъ участокъ

материка за другимъ. Тогда въ разрѣзѣ мы видимъ, что на рѣзко выраженной денудаціонной поверхности или на переработанныхъ материковыхъ породахъ (съ остатками материковыхъ растеній и наземныхъ животныхъ) расположены морскія отложенія.

2. При внѣдреніи океанической воды въ до того солоноватый или прѣсный бассейнъ, морская фауна, естественно, тоже распространяется на области, которыя до того чужды были этой фауны. Еслибы, напримѣръ, Остзейскій бассейнъ (Балтійское море) наполнился морской водой съ нормальнымъ содержаніемъ солей, то на мѣсто обѣднѣвшаго уже животнаго міра Остзейскаго бассейна немедленно должна была бы появиться богатая фауна Сѣвернаго моря; но съ этимъ вовсе не должно быть связано измѣненіе уровня моря. Въ разрѣзѣ мы увидимъ, что на материково-лимническихъ или бракическихъ осадкахъ согласно залегаютъ нормальныя морскія образованія. Хотя и въ такихъ случаяхъ говорятъ о „морской трангрессіи", тѣмъ не менѣе, критическій анализъ показываетъ, что здѣсь море вовсе не принимало активнаго участія. Высота береговой линіи остается на прежнемъ уровнѣ, распредѣленіе воды и суши не претерпѣваетъ никакого измѣненія, а измѣняется только содержаніе солей въ уже существующемъ водномъ бассейнѣ. Причины такой кажущейся трансгрессіи лежатъ отнюдь не въ океанѣ: это явленіе всецѣло обусловлено климатическими измѣненіями на материкѣ. Когда на берегу воднаго бассейна возникаетъ горная цѣпь, оттѣсняющая впадающія въ этотъ бассейнъ рѣки, когда премѣщается даже только плоскій водораздѣлъ, тотчасъ измѣняется содержаніе соли въ области устьевъ рѣкъ, и берега бассейна начинаютъ омываться нормально солеными водами океана; вмѣстѣ съ этими водами появляется морской животный міръ,—и въ разрѣзѣ мы находимъ морскую фауну.

3. Но есть еще третья причина для перемѣщенія морской фауны; она состоитъ въ измѣненіи температуры морской воды, обыкновенно обусловленномъ измѣненіемъ направленія морскихъ теченій. Именно литоральныя и мелководныя фауны въ своемъ распространеніи въ высокой степени зависятъ отъ температуры солнечнаго климата. Незначительнаго перемѣщенія полюса, измѣненія формы береговъ, предуказывающія новые пути морскимъ теченіямъ, бываетъ достаточно для того, чтобы побудить къ миграціи (переселенію) цѣлыя группы фаунъ. Тогда въ разрѣзѣ на морскихъ слояхъ мы видимъ рядъ другихъ морскихъ слоевъ съ малымъ или большимъ процентнымъ содержаніемъ новыхъ формъ. И въ этомъ случаѣ палеонтологъ пользуется терминомъ „трансгрессія", хотя здѣсь мы имѣемъ дѣло только съ перемѣщеніемъ фаунъ.

Излишне распространяться о томъ, что два послѣднихъ случая не должны быть причислены къ настоящимъ трансгрессіямъ, и въ послѣдующемъ изложеніи мы постараемся строго разграничивать, на основаніи геологическихъ условій залеганія въ разрѣзахъ, эти различныя формы перемѣщенія морскихъ фаунъ.

Нужно считать важнѣйшей задачей исторической геологіи установленіе положенія земной оси и экватора въ различные періоды жизни земли. Въ самомъ дѣлѣ, отъ положенія земной оси и экватора зависитъ распредѣленіе термическихъ климатическихъ зонъ, морскихъ теченій, положеніе областей льда и первобытныхъ

лѣсовъ, степей и пустынь, а отъ этихъ географическихъ условій зависитъ, въ свою очередь, распространеніе растеній и животныхъ. Мы должны, конечно, согласиться съ тѣмъ, что эта задача не рѣшена еще ни для одного геологическаго періода, и что потребуется еще продолжительная мозаичная работа, пока отдѣльныя, литологически или палеонтологически легко опредѣлимыя, климатическія области приведены будутъ въ гармоническую систему палеогеографическихъ отношеній.

Опираясь на вкратцѣ перечисленныя здѣсь и нѣкоторыя другія руководящія положенія, во многихъ случаяхъ возможно по основнымъ принципамъ онтологическаго метода дать удовлетворительное объясненіе того или другого геологическаго или палеонтологическаго событія. Преобразованія организмовъ такъ быстро и энергично слѣдуютъ за измѣненіями неорганической природы, а послѣднія измѣненія, въ свою очередь, находятся между собою въ столь очевидной связи, что легко понять, гдѣ причина и гдѣ слѣдствіе. Но иногда наступали событія, которыя, благодаря своей оригинальности или ограниченности въ пространствѣ, съ трудомъ поддаются или вовсе не поддаются причинному объясненію. Въ такихъ случаяхъ намъ не слѣдуетъ упускать изъ виду того обстоятельства, что причинные ряды исторіи земли отличаются необозримымъ многообразіемъ и выводятся одинъ изъ другого то быстро и непосредственно, то запутанными окольными путями.

Изъ свода невозможно вытащить камень, не повліявъ при этомъ на напряженіе арокъ, на положеніе мѣстъ скрещенія и устойчивость колоннъ, на направленіе стѣнъ и опорныхъ столбовъ. Одно вытекаетъ изъ другого, мѣстныя причины сказываются на отдаленныхъ пунктахъ. Такъ и климатъ любого періода земли и зависящія отъ него географико-геологическія условія представляютъ искусную конструкцію всесторонне обусловленныхъ силъ, взаимно поддерживающихъ и противодѣйствующихъ другъ другу. Если измѣнится одинъ только факторъ, то измѣненіе распространяется во всѣ стороны, отправляясь отъ этого неустойчиваго мѣста. Условія образованія породъ и развитія міра организмовъ измѣняются непрерывно и постепенно, почти незамѣтно, и подобно тому, какъ на кинематографической лентѣ начало и конецъ картины существенно отличаются другъ отъ друга, но, все же, связаны безчисленными переходами,—такъ и исторія земли представляетъ безчисленное множество слѣдующихъ одно за другимъ состояній, которыя, будучи раздѣлены и связаны между собою меньшими или большими различіями, въ постоянной смѣнѣ вторгаются одно въ другое

Быть можетъ, именно въ этой сложной обусловленности геологическихъ событій кроется причина того, что мы не можемъ открыть періодическаго возвращенія однихъ и тѣхъ же условій. Колеса одного часового механизма легко установить такимъ образомъ, что они будутъ отбивать часы съ повторяющейся ритмичностью. Но если привести въ сцѣпленіе колеса десяти различныхъ по величинѣ часовыхъ механизмовъ, то полученная комбинація въ своемъ ходѣ не обнаружитъ никакой періодической правильности. Точно такъ же необозримое многообразіе геологическихъ силъ препятствуетъ періодичности ихъ проявленій.

12. Геологическое лѣтосчисленіе.

Геологія является по своимъ конечнымъ цѣлямъ наукой исторической. Въ отличіе отъ минералогіи, изслѣдующей химическія и физическія свойства минераловъ и стремящейся соотвѣтствующими методами получить ихъ искусственно, задача геологіи состоитъ въ томъ, чтобы изучить строеніе земной коры и, вооружившись тщательно изслѣдованными фактами, разгадать первобытную исторію нашей планеты. Такимъ образомъ, по цѣли и методу геологія находится въ наиболѣе близкомъ родствѣ съ такъ называемой „всемірной исторіей“, и пути изслѣдованія геолога совершенно согласуются съ тѣми путями, по которымъ слѣдуетъ историкъ въ своемъ стремленіи къ выясненію исторической правды.

Поставивъ себѣ задачу изслѣдовать исторію человѣка, страны или цѣлой совокупности странъ, историкъ начинаетъ свою работу съ того, что собираетъ всѣ относящіеся къ его темѣ матеріалы, изслѣдуетъ ихъ достовѣрность, сопоставляетъ одновременныя собщенія, приводитъ въ хронологическій порядокъ разновременныя сообщенія и затѣмъ, имѣя подъ руками послѣдовательный во времени рядъ событій, пытается обосновать причинныя между ними отношенія. Поскольку это возможно, онъ будетъ при этомъ судить о поступкахъ давно умершихъ людей по поступкамъ живущихъ людей той же категоріи, сравнивать древнія сообщества съ нынѣшними общественными союзами и будетъ стараться, на основаніи наблюденій надъ настоящимъ, установить вліяніе внѣшнихъ обстоятельствъ на судьбы людей.

Равнымъ образомъ, и работа геолога начинается съ собиранія одновременныхъ документовъ, но документы эти состоятъ не изъ воздвигнутыхъ человѣческими руками памятниковъ, не изъ писанныхъ лѣтописныхъ сообщеній или чеканенныхъ монетъ, а изъ горныхъ породъ, ихъ формъ залеганія въ земной корѣ, ихъ литологическихъ особенностей и содержащихся въ породахъ животныхъ и растительныхъ остатковъ (окаменѣлостей) Собрать эти документы, испытать ихъ достовѣрность, опредѣлить ихъ хронологическій возрастъ—первая задача геологической работы. Въ рѣшеніи этой задачи принимаютъ участіе многія дисциплины. „Тектоника“ изслѣдуетъ формы и отношенія залеганія горныхъ породъ. „Литологія“ изучаетъ цвѣтъ, твердость, структуру и составъ породъ. „Палеонтологія“ занимается изученіемъ включенныхъ въ горныя породы остатковъ растеній и животныхъ. Ни одна изъ этихъ наукъ не можетъ исполнять роли другихъ, родственныхъ ей, наукъ: только при совокупной работѣ всѣхъ этихъ наукъ факты могутъ быть установлены и критически изучены.

Форма залеганія подстилающихъ и рядомъ расположенныхъ породъ описывается и изображается на геологическихъ картахъ и разрѣзахъ черезъ отдѣльныя части земной коры, называемыхъ профилями. Профиля позволяютъ однимъ взглядомъ окинуть горные массивы, ихъ способъ происхожденія и распространеніе внутри земной коры.

Характеръ породъ устанавливается путемъ изслѣдованія свѣже отбитаго куска невооруженнымъ глазомъ, лупой или въ тонкомъ шлифѣ

подъ микроскопомъ. Химическія свойства необходимо изслѣдовать соотвѣтствующими химическими реакціями.

Включенные въ породу органическіе остатки, или окаменѣлости, дающіе намъ особенно важныя указанія, должны быть тщательно извлечены изъ породы, сопоставлены съ нынѣ живущими животными, изслѣдованы и опредѣлены путемъ точнаго діагноза. Мелкіе животные остатки видимы лишь при микроскопическомъ изслѣдованіи.

Когда всѣ относящіеся сюда документы собраны, описаны и изображены, передъ нами выступаетъ задача установить ихъ взаимоотношенія во времени, привести ихъ въ хронологическій порядокъ и сравнить съ изображенными въ видѣ таблицъ данными науки. Эту отрасль геологіи называютъ ученіемъ о формаціяхъ, стратиграфіей, или батрологіей.

Когда историкъ опредѣляетъ послѣдовательность историческихъ событій, онъ пытается не только установить хрононологическую послѣдовательность фактовъ, но вмѣстѣ съ тѣмъ также обосновать промежутокъ между тѣмъ и другимъ явленіемъ. Здѣсь единицей времени служитъ время обращенія земли вокругъ своей оси—сутки, или же время обращенія земли вокругъ солнца—годъ; начальнымъ моментомъ лѣтосчисленія служитъ какое-нибудь особенно важное событіе (основаніе Рима, Рожденіе Христа).

Съ этими, кажущимися ему очевидными, основными положеніями профанъ приступаетъ къ исторіи земли и надѣется найти въ ней точныя числовыя данныя относительно геологическихъ процессовъ, ихъ отдаленности отъ настоящаго времени или какого-нибудь давнопрошедшаго событія.

Мы видѣли, что сутки первобытной земли продолжались всего около четырехъ часовъ; въ соотвѣтствіи съ этимъ всѣ геологическія событія, находящіяся въ связи съ вращеніемъ земли вокругъ своей оси (приливы и отливы, вывѣтриваніе, вѣтры, атмосферные осадки и т. д.), должны были въ теченіе года повторяться въ шесть разъ чаще, чѣмъ въ настоящее время. Такимъ образомъ, смотря по тому, будетъ ли положено въ основу геологическаго лѣтоисчисленія современная или прежняя продолжительность дня, продолжительность промежутковъ времени можетъ колебаться въ очень широкихъ предѣлахъ: въ первомъ случаѣ получаются числовыя данныя въ шесть разъ меньшія, чѣмъ во второмъ.

Мы неоднократно указывали на то, что геологическія событія не обнаруживаютъ періодическаго возвращенія. День и ночь не запечатлѣны въ слояхъ земной коры; тщетно также пытались найти слѣды нутаціи и прецессіи;—что же можетъ служить единицей времени, если послѣдовательность геологическихъ процессовъ постоянно создаетъ новыя состоянія, и откуда начинать счетъ времени?

Несмотря на эти принципіальные источники ошибокъ, различными путями[1] пытались выразить въ годахъ продолжительность геологическихъ періодовъ. При этомъ, начиная съ древнѣйшихъ данныхъ іудеевъ, которые теперь еще считаютъ отъ сотворенія міра 5660 лѣтъ, и кончая новѣйшимъ временемъ, продолжительность исторіи земли все возрастала.

Исходили изъ совершенно разнородныхъ предпосылокъ, и получены были слѣдующіе числовые результаты:

По лорду Кельвину	возрастъ	земли	равняется	20	милліонамъ	лѣтъ
„ Дэвису (Davis)	„	„	„	25	„	„
„ Дэна (Dana)	„	„	„	48	„	„
„ де-Лаппарану	„	„	„	70	„	„
„ Кароллю	„	„	„	100	„	„
„ Гохтону (Hayghton)	„	„	„	200	„	„
„ Ляйеллю	„	„	„	240	„	„
„ Уоллесу	„	„	„	500	„	„
„ Гики (Geikie)	„	„	„	100—600	„	„

Всѣ эти вычисленія математически неуязвимы, но въ ихъ основу положены различныя геологическія предпосылки, чѣмъ и обусловлено несходство результатовъ. Если, напримѣръ, вмѣстѣ съ Риттеромъ[1] примемъ, что земля—газовый шаръ, то отъ сжатія она становится не холоднѣе, а, наоборотъ, гораздо теплѣе, и сразу кореннымъ образомъ измѣняется каждое изъ вышеприведенныхъ вычисленій.

Неоднократно думали, что путемъ числовой оцѣнки результатовъ отдѣльныхъ геологическихъ процессовъ можно опредѣлить продолжительность этихъ процессовъ. Если вѣтеръ при Дафнахъ въ Египтѣ въ 2000 лѣтъ снесъ холмъ высотою въ 10 метровъ, то пустынная мѣстность въ 100000 лѣтъ можетъ быть понижена на 500 метровъ; между тѣмъ, до насъ дошли многочисленныя древнеегипетскія надписи на многихъ скалахъ, почти не обнаруживающія никакого изнашиванія.

Если бассейнъ Нила понижается на 1 метръ въ 17000 лѣтъ, а бассейнъ По денудируется на такую же величину въ 2400 лѣтъ, то хотя въ нашемъ распоряженіи имѣются числовыя данныя для точнаго вычисленія, но результатъ можетъ получиться различный, смотря по тому, данныя какого бассейна мы положимъ въ основу вычисленія: данныя скорости денудаціи бассейна Нила даютъ результаты, въ семь разъ превосходящіе результаты, полученные на основаніи скорости денудаціи бассейна По.

Если гренландскій глетчеръ подвигается впередъ на 15—22 метра въ день, то скандинавскій ледяной покровъ дилювіальнаго періода могъ перемѣститься въ Тюрингію всего въ 100 лѣтъ; но кто можетъ утверждать, что эта грандіозная ледяная масса обладала такой же скоростью, съ какой перемѣщается современный гренландскій глетчеръ?

Намъ кажется, что всѣ эти вычисленія скрываютъ въ себѣ одинъ или нѣсколько неизвѣстныхъ источниковъ ошибокъ, которыя могутъ суммироваться такимъ образомъ, что конечный результатъ будетъ безусловно неправиленъ. Пояснимъ это примѣромъ. Если одинъ каменщикъ можетъ выстроить стѣну въ 100 часовъ, то, по правиламъ ариѳметики, получается слѣдующій рядъ данныхъ:

1	каменщикъ	работаетъ	100 часовъ.
100	каменщиковъ	работаютъ	1 часъ.
6000	„	„	1 минуту.
360000	„	„	1 секунду.

Для всякаго ясно безъ доказательствъ, что вычисленіе вполнѣ правильно, но результатъ, тѣмъ не менѣе, ложенъ.

Часто пользовались для опредѣленія возраста земли также содержаніемъ солей въ океанѣ и данными химической денудаціи [3]).

Меллардъ Рэдъ (Mellard Read) получилъ такимъ путемъ 600 милліоновъ лѣтъ; фонъ-Ромеръ—100 милліоновъ лѣтъ. Столько времени нужно было для того, чтобы растворенные въ морской водѣ хлориды могли быть выщелочены и унесены въ океанъ. Но и при этомъ исходятъ изъ недоказуемаго предположенія, что рѣки всегда приносили въ океанъ такое же количество растворенпаго вещества, какъ въ настоящее время; между тѣмъ, только одинъ вулканическій періодъ могъ въ короткое время своими парами и пепломъ доставить въ океанъ такія массы хлоридовъ, что вычисленія теряютъ всякій смыслъ.

Другія вычисленія зиждутся на мощности породъ въ точно измѣренныхъ профиляхъ. Такъ, мы читаемъ, что слои

алгонскаго	періода	достигаютъ	6000	метровъ	мощности.	
кембрійскаго	„	„	3000	„	„	.
силурійскаго	„	„	6000	„	„	.
девонскаго	„	„	6000	„	„	.
каменноугольнаго	„	„	4000	„	„	.

Были попытки воспользоваться этими числами для опредѣленія продолжительности древнихъ періодовъ жизни земли.

Геологъ, ближе знакомый съ профилями, положенными въ основу вышеприведенныхъ данныхъ, усумнится въ допустимости безъ оговорокъ считать ихъ мощность выраженіемъ большей или меньшей продолжительности образованія породъ того или другого геологическаго періода.

Вулканическія породы, крупныя обломочныя образованія, соляныя и гипсовыя залежи, а также рифовые известняки, обыкновенно отличающіеся колоссальной мощностью, сходны между собою въ томъ, что всѣ они образуются мѣстами очень скоро и своимъ быстрымъ ростомъ представляютъ оригинальную противоположность нормальнымъ тонкослоистымъ отложеніямъ моря. Въ лишенной растительности пустынѣ въ о ень короткое время могутъ нагромоздиться другъ надъ другомъ чрезвычайныя массы обломочнаго матеріала и песка въ видѣ конгломератовъ, брекчій и песчаниковъ, а часовой ливень можетъ повысить дно обширныхъ котловинъ на 10—30 метровъ. Такимъ образомъ, если подобныя отложенія лишенной стока области и достигаютъ мощности въ 4000 метровъ, то все-же, они быть можетъ, соотвѣтствуютъ промежутку времени всего въ нѣсколько тысячелѣтій. Выдѣленіе соли и гипса тоже совершается въ относительно короткое время, и если удивляются тому, что въ нѣкоторыхъ соляныхъ залежахъ пройдены буреніемъ толщи чистой соли мощностью въ 1000 метровъ, то все-же и это число отнюдь не соотвѣтствуетъ особенно продолжительному промежутку времени.

Извѣстенъ только одинъ случай, когда вычисленіе продолжительности въ годахъ представляется довольно вѣрнымъ: это—образованіе соляныхъ залежей въ Стассфуртѣ.

Здѣсь по выступающимъ между соляными пластами (рис. 21) жилкамъ ангидрита (годовымъ кольцамъ) можно было съ нѣкоторой увѣренностью заключить, что соляная залежь мощностью въ 900 метровъ образовалась въ 100000 лѣтъ.

Если мы въ профилѣ находимъ вуланическаго происхожденія туфовые слои и лавовые покровы мощностью въ 1500 метровъ, мы

должны помнить, что вулканъ Іорулло мощностью въ 1700 метровъ образовался въ теченіе одного только года.

Наконецъ, къ подобнымъ выводамъ мы приходимъ и при разсмотрѣніи известковыхъ рифовъ. Кораллъ, изображенный на рис. 43, выросъ на кабелѣ, который пролежалъ на днѣ моря между Явой и Суматрой въ продолженіе пяти лѣтъ. Такимъ образомъ, коралловому стволу (полипняку), имѣющему теперь въ высоту около 8-ми сантиметровъ, чтобы достигнуть такой величины, понадобилось приблизительно 4 года. Слѣдовательно, легко разсчитать масса известковыхъ рифовъ, какъ Триссельвандъ при Аусзей, мощностью въ 800 метровъ, могла образоваться приблизительно въ 30000 лѣтъ.

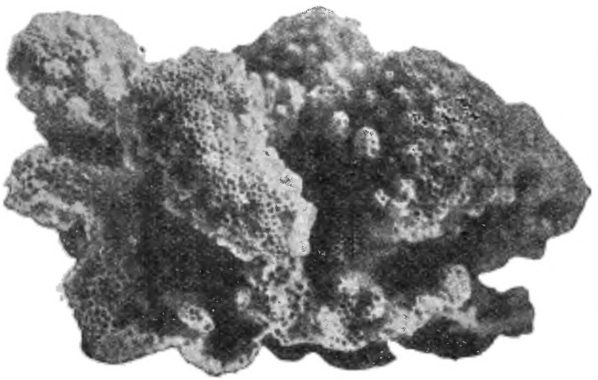


Рис. 43. Рифовый кораллъ, выросшій на кабелѣ, лежавшемъ 5 лѣтъ на днѣ моря между Явой и Суматрой.

Сопоставляя профиля различныхъ мѣстностей, мы приходимъ къ заключенію, что на протяженіи одного и того же промежутка времени процессъ породообразованія совершался то совсѣмъ медленно, то необыкновенно интенсивно. Кембрій въ Норвегіи имѣетъ около 100 метровъ мощности; несмотря на это, онъ палеонтологически хорошо расчлененъ. Кембрій Ньюфаундленда достигаетъ мощности въ 220 метровъ, а та же формація въ Невадѣ имѣетъ 2400 метровъ мощности. Какое число слѣдуетъ предпочитать при опредѣленіи продолжительности кембрійскаго періода по мощности образовавшихся осадковъ?

Существуетъ цѣлый рядъ такихъ геологическихъ процессовъ, которые мѣстами сильно увеличиваютъ мощность вновь образовавшихся породъ. Конусъ Этны шириною въ 60 километровъ и высотою въ 3000 метровъ возникъ въ тотъ же промежутокъ времени, въ продолженіе котораго на берегахъ Сициліи образовались пліоценовые слои мощностью въ 25 метровъ. Рѣчной илъ въ Бенгальской низменности достигаетъ различной мощности:

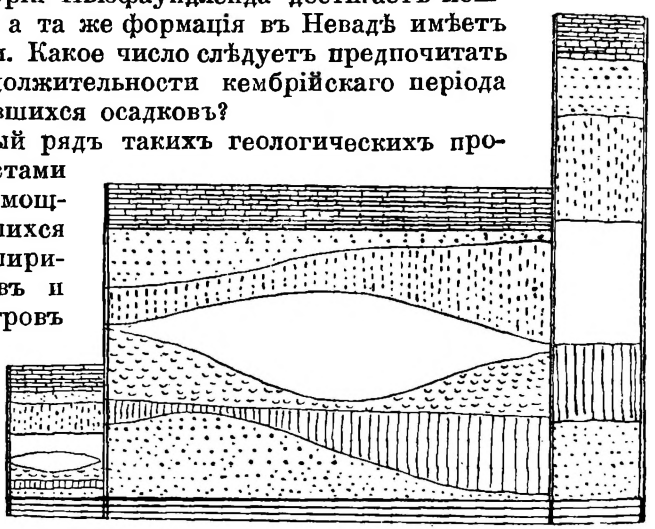


Рис. 44. Средняя часть представляетъ систему различныхъ, расположенныхъ одна надъ другой, породъ быстромѣняющейся мощности. Если сложить наибольшія измѣренныя мощности этихъ породъ, то получается помѣщенный справа профиль; съ лѣвой же стороны изображенъ профиль, который получается, если сложить наименьшія мощности. Такимъ образомъ, разрѣзъ въ среднемъ оказывается равнымъ только $^1/_3$ перваго.

у Калькутты	свыше	160	метровъ	мощности.
у Умбаллы	„	230	„	„
у Лекноу	„	400	„	„

Эти совершенно невѣроятныя по своей мощности отложенія относятся, все-же, къ самому молодому пліоцену,—къ промежутку времени, въ продолженіе котораго у береговъ образовались морскіе слои мощностью иногда только въ 2 метра.

Такимъ образомъ, если въ основу вычисленія возраста геологическихъ періодовъ положить максимальную мощность различныхъ формацій, то получаются совершенно иныя числа, чѣмъ въ томъ случаѣ, когда исходятъ изъ данныхъ меньшихъ профилей. Мы видимъ, что совершенно невозможно провѣрить справедливость вычисленій продолжительности геологическихъ періодовъ, принимаютъ ли при этомъ мощность осадочныхъ отложеній въ 10, 25 или 10000 метровъ.

Наконецъ, еще меньшую цѣнность представляетъ методъ опредѣленія возраста земли на основаніи видоизмѣненій организмовъ. Правда, борьба за существованіе и отборъ организмовъ всегда стремятся къ тому, чтобы доставить господство новымъ формамъ, но такъ какъ борьба эта зависитъ отъ смѣны обусловливающихъ отборъ факторовъ, то въ періоды крупныхъ геологическихъ измѣненій образованіе видовъ и смѣна фаунъ должны совершаться несравненно быстрѣе, чѣмъ въ періоды геологическаго покоя. Въ самомъ дѣлѣ, исторія человѣческаго рода даетъ же намъ примѣръ того, какъ великіе импульсы, великія личности, грандіозные общественные перевороты часто въ нѣсколько лѣтъ все видоизмѣняютъ, между тѣмъ какъ потомъ требуются тысячелѣтія для того, чтобы въ отдѣльности развить и переработать дѣйствія этихъ „анастрофъ“.

Обозрѣвая всю игру теллурическихъ и космическихъ силъ въ настоящемъ и геологическомъ прошломъ, видя, какъ ограниченныя во времени и въ пространствѣ обстоятельства обусловливаютъ интенсивное увеличеніе денудирующихъ и отлагающихъ процессовъ, измѣненія и вымиранія видовъ, принимая, далѣе, во вниманіе, что у насъ нѣтъ никакого масштаба для опредѣленія нормальной мощности породъ,—принимая все это во вниманіе, мы, хотя и скрѣпя сердце, отказываемся отъ желанія измѣрять геологическія событія годами, тысячелѣтіями или милліонами лѣтъ.

Не можетъ подлежать никакому сомнѣнію, что геологическіе періоды несравненно длиннѣе, чѣмъ всѣ опредѣленія времени, вытекающія изъ исторіи человѣческаго рода; мы говоримъ о геологическихъ періодахъ, желая подчеркнуть продолжительность этихъ періодовъ; но никто не въ состояніи рѣшить, сколько милліоновъ лѣтъ продолжался тотъ или иной процессъ, и, по нашему мнѣнію, многія изъ вышеприведенныхъ вычисленій и оцѣнокъ возраста земли такъ же преувеличены, какъ и мощности геологическихъ формацій.

Когда нашъ глазъ разсматриваетъ усѣянное звѣздами небо, онъ наряду съ яркимъ блескомъ Сиріуса, отъ котораго свѣтъ доходитъ къ намъ въ 17 лѣтъ, различаетъ слабое мерцаніе маленькихъ звѣздочекъ, свѣтъ которыхъ мчится по міровому пространству уже 20000 лѣтъ и только теперь дошелъ до земли; такимъ образомъ, мы сразу обозрѣваемъ множество разнокалиберныхъ промежутковъ вре-

мени. Точно такъ же глазъ геолога замѣчаетъ въ рядомъ расположенныхъ и плотно примыкающихъ другъ къ другу породахъ цѣлую цѣпь разновозрастныхъ геологическихъ образованій, возникшихъ при совершенно разнородныхъ климатическихъ условіяхъ,—образованій, совершенно различныхъ по способу происхожденія и по возрасту. Когда мы испытующимъ взоромъ разсматриваемъ свиту слоевъ, передъ нами проходятъ эоны давно протекшей первобытной исторіи.

Какъ въ грандіозномъ калейдоскопѣ, передъ нашими глазами проходятъ чрезвычайной важности событія міровой исторіи. Мы можемъ шагъ за шагомъ прослѣдить тысячи метровъ налегающихъ одна на другую толщъ горныхъ породъ, и при этомъ нельзя не задуматься надъ пестрой смѣной ихъ окраски, разнообразными формами залеганія, бѣдностью или богатствомъ окаменѣлостями. Мы бродимъ по усѣянному раковинами дну морскому, поднимаемся по крутымъ склонамъ потухшихъ вулкановъ, видимъ сгнившія массы первобытныхъ флоръ въ каменноугольныхъ залежахъ и осадки голубыхъ озеръ пустынь въ соляныхъ залежахъ; быстроногія стада степныхъ стройныхъ животныхъ и стаи мигрирующихъ рыбъ:—все это лежитъ у нашихъ ногъ въ окаменѣломъ состояніи.

Геологія выработала, вообще, остроумные методы, которые позволяютъ съ точностью установить хронологическій, относительный возрастъ любого геологическаго событія.

Относительный возрастъ каждой окаменѣлости, времена, когда проявлялся горообразующій процессъ, когда горные хребты денудировались, когда возникали или потухали вулканы, когда въ землю вклинивались каменноугольныя залежи или штоки каменной соли, трансгрессіи морей, поднятіе новыхъ областей суши, появленіе ледяныхъ глетчеровъ или раскаленныхъ пустынь,—все это можно съ абсолютной увѣренностью оріентировать во времени, но опредѣлить продолжительность этихъ событій въ годахъ или тысячелѣтіяхъ всегда будетъ представляться задачей неразрѣшимой.

Такимъ образомъ, геологъ находится въ положеніи историка, который можетъ вполнѣ точно доказать, что за Августомъ слѣдовалъ Юлій Цезарь, затѣмъ Карлъ Великій, Карлъ V, Фридрихъ II, Наполеонъ I и Вильгельмъ I,—но который не располагаетъ никакимъ средствомъ установить, сколько лѣтъ протекло съ начала царствованія одного властелина до вступленія на престолъ другого.

Важнѣйшій методъ опредѣленія относительнаго возраста той или иной породы даетъ намъ тектоническая геологія.

Подъ нею разумѣютъ ученіе о пространственныхъ очертаніяхъ и залеганіи слагающихъ земную кору массъ горныхъ породъ. Выше мы познакомились съ двумя различными родами залеганія, которые уже давно различались горными людьми подъ понятіями „флеца“ и „жилы“. Флецы—или, какъ мы теперь говоримъ, напластованныя породы (пластовыя, слоистыя породы)—отличаются тѣмъ, что обыкновенно имѣютъ форму плоской чечевицы, тянущейся на обширномъ протяженіи. Конгломераты, песчаники, глинистыя породы, минеральные угли, соль, гипсъ, известнякъ, доломитъ и еще нѣкоторыя другія, химически различныя массы выступаютъ въ видѣ флецовъ.

То ихъ чечевицеобразный массивъ имѣетъ 1 метръ въ толщину и 10 метровъ въ ширину, то они тянутся на протяженіи тысячъ ме-

тровъ, въ то время какъ толщина, или мощность, иногда суживаясь до 1 сантиметра, въ другихъ случаяхъ достигаетъ сотенъ метровъ. Лишь рѣдко возможно рѣзкое отграниченіе подобной плоской чечевицы, такъ какъ ея боковой край обыкновенно связанъ съ боковой породой постепенными переходами. Каждая петрографически обособленная порода возникла при своеобразныхъ условіяхъ образованія, и границы соотвѣтствуютъ пространству, охваченному процессомъ породообразованія.

Раньше думали, что на основаніи петрографическаго вида породы можно сдѣлать заключеніе о ея геологическомъ возрастѣ; правда, нельзя не согласиться съ тѣмъ, что, напримѣръ, мѣдистые сланцы встрѣчаются только въ верхнепермскихъ отложеніяхъ, литографскій камень—только въ верхней юрѣ, а бѣлый мѣлъ—только въ верхнемъ сенонѣ. Опытный глазъ геолога въ состояніи будетъ опредѣлить по извѣстнымъ признакамъ геологическій возрастъ и цѣлаго ряда другихъ породъ. Но когда мы переходимъ отъ одной страны къ другой, это вспомогательное средство оказывается негоднымъ, и мы вскорѣ убѣждаемся въ томъ, что во всѣ геологическіе періоды возникали почти одни и тѣ же типы горныхъ породъ. Фаціи конгломератовъ, песчаниковъ, известняковъ, равно какъ углей, гипса, доломита складывались почти во всѣ времена, и во многихъ случаяхъ даже спеціалистъ при видѣ подобной породы не въ состояніи опредѣлить, къ какому геологическому періоду она относится. Причину этого понять не трудно: физическіе и химическіе процессы, управляющіе образованіемъ той или иной породы, являются выраженіемъ неизмѣнныхъ законовъ природы; на днѣ большихъ водныхъ бассейновъ всегда должны были отлагаться слоистыя породы; дюны первобытныхъ временъ нагромождались точно такъ же, какъ онѣ нагромождаются на берегахъ современныхъ морей; лавовый потокъ силурійскаго періода затвердѣвалъ такимъ же образомъ, какъ онъ затвердѣваетъ теперь еще на нашихъ глазахъ на склонахъ Везувія. Возможно, что, поскольку земля, какъ космическое тѣло, обладало иными свойствами, и дѣйствіе нѣкоторыхъ естественныхъ силъ было иное. Но, если не считать этихъ исключеній, то физическіе и химическіе процессы всѣхъ періодовъ, начиная съ кембрійскаго, должны были совершаться точно такъ же, какъ они происходятъ въ настоящее время на нашихъ глазахъ.

Только съ момента, когда на землѣ стала пріобрѣтать значеніе органическая жизнь, въ игру теллурическихъ силъ вступилъ качественно новый элементъ. Протоплазма отличается способностью постоянно превращаться. Подобно тому, какъ индивидуумъ со дня рожденія до самой смерти непрерывно измѣняется, и никогда онъ не появляется точно въ прежней формѣ, точно такъ же измѣняются, то медленнымъ, то болѣе быстрымъ темпомъ, виды и роды, порядки и классы.

Все течетъ, ничто не возвращается; подобно тому, какъ превращается форма, точно такъ же измѣняются и ея физіологическія функціи. Известковая скала, образованная палеозойскими строматопоридами, имѣетъ иной видъ, чѣмъ известняки, образованные юрскими эллипсактиніями, а морской песокъ, прошедшій черезъ кишечники милліоновъ кембрійскихъ червей, пріобрѣлъ иныя свойства, чѣмъ гніющій илъ русскихъ лимановъ. Каменноугольная толща, образованная сгнившими сигилляріями, отличается отъ бураго угля, въ образованіи котораго важ-

нѣйшую роль играютъ болотные кипарисы; эоловый же лессъ сталъ отлагаться лишь съ того времени, какъ въ жаркихъ областяхъ стала распространяться нетребовательная степная растительность.

Такимъ образомъ, всѣ породы, въ образованіи которыхъ міръ организмовъ принимаетъ прямое или косвенное участіе, должны измѣняться на протяженіи геологическихъ періодовъ въ такой мѣрѣ, въ какой измѣняются морфологическія и физіологическія особенности организма.

Но во всѣ времена существовали такія животныя, которыя защищались отъ посягательствъ внѣшняго міра раковинами, щитами и скелетами; въ движущемся прибоѣ они вырабатывали прочный внутренній остовъ или вооружались иглами и зубами, чтобы имѣть возможность вести хищническій образъ жизни. Съ измѣненіемъ формы всего животнаго измѣнялся видъ этихъ твердыхъ образованій. Нѣкоторыя изъ такихъ, образующихъ скелеты, животныхъ сохраняли свои анатомическіе признаки на протяженіи долгихъ періодовъ ихъ остатки находятся въ породахъ различнаго возраста. Такія стойкія ископаемыя, правда, позволяютъ намъ опредѣлить, какъ долго господствовали извѣстныя біологическія условія, но для опредѣленія возраста включающей ихъ породы они значенія не имѣютъ. Въ противоположность этимъ, были другіе организмы съ характерно сложенными твердыми образованіями, которые, подобно чувствительному рычагу, реагировали значительнымъ измѣненіемъ своей формы на малѣйшія измѣненія условій своего существованія. Часто ихъ формы такъ быстро измѣняются, что оказывается рѣзкое несоотвѣтствіе между причиной и слѣдствіемъ. Если подобныя, характерныя для короткаго промежутка времени, ископаемыя вмѣстѣ съ тѣмъ имѣютъ широкое географическое распространеніе, если они, какъ это иногда бываетъ, встрѣчаются даже въ различныхъ фаціяхъ одной и той же эпохи, то ихъ цѣнность повышается, какъ руководящихъ ископаемыхъ (Leitfossilien); они становятся медалями, на которыхъ, такъ сказать, выбитъ возрастъ породы, цыфрами нумераціи страницъ въ книгѣ исторіи земли.

Установленіе послѣдовательности слоевъ въ отдѣльномъ профилѣ довершается и углубляется сравненіемъ съ другими по сосѣдству наблюдаемыми рядами. Часто профиль, изслѣдованный первымъ, разсматривается какъ нормальный профиль, а найденныя въ немъ руководящія окаменѣлости считаются особенно характерными, но ни одинъ профиль не заслуживаетъ преимущества предъ другими, каждая свита слоевъ типична для опредѣленной мѣстности, и въ равновозрастныхъ породахъ могутъ отсутствовать самыя характерныя руководящія окаменѣлости. Породы, содержащія одинаковыя ископаемыя, разсматриваются, какъ эквивалентныя, т. е. геологически одновременныя; ихъ совокупность обозначаютъ горизонтомъ и часто называютъ по найденному въ нихъ руководящему ископаемому. Съ недавняго времени въ ученіи о формаціяхъ стали часто примѣнять методъ, пытающійся каждый слой именовать по какой-нибудь руководящей окаменѣлости, хотя бы окаменѣлость эта встрѣчалась въ немъ отнюдь не вездѣ.

Такъ рядъ слоевъ разлагается по литологическимъ и палеонтологическимъ признакамъ; въ точно изслѣдованныхъ областяхъ это расчлененіе свиты слоевъ проведено точно вплоть до тонкихъ пропластковъ мощностью часто только въ нѣсколько сантиметровъ.

Конечно, при этомъ личному усмотрѣнію производящаго съемку геолога всегда предоставлена извѣстная свобода, и случается, что переходные слои и пограничныя между двумя различными періодами породы вызываютъ ожесточенные споры о томъ, отнести-ли подобныя образованія къ лежачему или къ висячему слою породы; но эти урегулированія границъ и споры о нихъ не могутъ поколебать правильности собственно стратиграфическаго метода опредѣленія.

Оказалось цѣлесообразнымъ свиты слоевъ горныхъ породъ, установленныя во всѣхъ странахъ, благодаря кропотливой работѣ, дѣлить на большія и меньшія группы, названія которыхъ обозначаютъ отнюдь не опредѣленныя петрографическія свойства, а скорѣе строго разграниченный промежутокъ времени.

Шесть древнѣйшихъ періодовъ обыкновенно называютъ палеозойской эрой; но намъ кажется болѣе соотвѣтствующимъ ходу исторіи земли отдѣлить двѣ наиболѣе древнія, содержащія окаменѣлости, формаціи отъ другихъ, слѣдующихъ за ними во времени.

Мы получимъ слѣдующія дѣленія:

I. Архейская эра, или первобытное время; эта эра оставила намъ лишь немногіе слѣды современныхъ ей процессовъ, такъ какъ ея породы, большей частью, въ высокой степени измѣнены, и содержащіяся въ нихъ окаменѣлости разрушены.

Какъ послѣднія конечныя фазы этого первобытнаго времени, мы разсматриваемъ періоды:

1. Алгонкскій.
2. Кембрійскій.

II. Палеозойская эра, или древнее время, распадается на слѣдующія формаціи:

3. Силурійскую, или силуръ.
4. Девонскую, или девонъ.
5. Каменноугольную, или карбонъ.
6. Пермскую.

III. Мезозойская эра, или средневѣковье, распадается на:

7. Тріасъ.
8. Юру.
9. Мѣлъ.

IV. Неозойская эра, или новое время, обнимаетъ слѣдующія формаціи:

10. Третичную.
11. Дилювіальную, или дилювій.
12. Современную, или аллювій.

Въ предѣлахъ отдѣльной формаціи различаютъ, большей частью, по три отдѣла; послѣдніе, въ свою очередь, распадаются на ярусы и далѣе—на зоны и горизонты.

Такъ какъ почти всѣ опредѣленія возраста породъ покоятся на палеонтологической основѣ, то приведенныя названія обозначаютъ

собственно опредѣленныя формы, одновременно населявшія океаны или материки прежнихъ временъ; и если на картографическихъ изображеніяхъ равновозрастныя образованія обозначаются одной и той же краской, а породы разновозрастныя—различными красками, то эти геологическія карты представляютъ собственно послѣдовательность зоогеографическихъ событій.

Опредѣляя возрастъ породы и прослѣживая географическое распространеніе ея фаціи, мы вмѣстѣ съ тѣмъ устанавливаемъ область господства опредѣленныхъ климатическихъ или литогенетическихъ условій.

Если, напримѣръ, мы прослѣдили распространеніе окаменѣвшихъ коралловыхъ рифовъ, то мы знаемъ, до какой границы доходила въ морѣ того времени температура, необходимая для роста рифообразующихъ коралловъ. Распространеніе соляныхъ залежей даетъ намъ масштабъ для сужденія о величинѣ лишенныхъ стока областей того времени; каменноугольныя залежи позволяютъ намъ дѣлать выводы о распространеніи болотистыхъ лѣсовъ. Опредѣливши хронологически ископаемую фауну, мы по слѣдующимъ другъ за другомъ слоямъ можемъ намѣтить границы ея распространенія въ тотъ же промежутокъ времени и ея переселеніе.

Историческую послѣдовательность геологическихъ событій обыкновенно пріурочиваютъ къ выше перечисленнымъ періодамъ, установленнымъ ученіемъ о формаціяхъ; но ходъ геологическихъ событій часто протекаетъ независимо отъ подраздѣленій, приводимыхъ въ таблицѣ формацій. Извѣстная фауна и нѣкоторыя характерныя породы, геологическое единство которыхъ не подлежитъ сомнѣнію, часто могутъ быть прослѣжены на протяженіи нѣсколькихъ формацій и въ біономическомъ или литогенетическомъ отношеніяхъ представляютъ столь большой интересъ, что и при изложеніи исторіи земли приходится слѣдовать принципамъ, примѣняемымъ въ исторіи человѣчества.

Хронологія лишь тогда становится исторіей, когда единство великихъ событій находитъ себѣ выраженіе отъ начала до конца. Слѣдуя этому основному принципу, мы въ послѣдующихъ главахъ кладемъ въ основу нашихъ разсужденій единство фацій, сферы образованія или филогенетическаго ряда и изображаемъ однородныя явленія въ видѣ замкнутой цѣпи.

Нѣкоторыя событія длились лишь короткое время и, несмотря на это, видоизмѣняли большія области земной поверхности. Другіе процессы протекали однообразно на протяженіи долгихъ періодовъ времени. Въ развитіи организмовъ то какая-нибудь вѣтвь родословнаго дерева быстро достигала пышнаго расцвѣта, то требовались продолжительные періоды для того, чтобы какая-нибудь характерная фауна исчезла съ жизненной арены. Эти столь разнородныя, по интенсивности и продолжительности, стадіи развитія земли не должны быть перечислены въ видѣ таблицъ или описаны по опредѣленной схемѣ; мы попытаемся взвѣсить ихъ значеніе въ исторіи земли и наиболѣе важныя событія особенно оттѣнить. Масштабомъ для нашихъ послѣдующихъ разсужденій будетъ служить не обиліе имѣющихся налицо документовъ, а ихъ динамическое значеніе, другими словами, историческая цѣнность геологическихъ событій.

13. Нижняя граница содержащихъ окаменѣлости слоевъ.

Отложенія, осадки или породы, которыя еще и въ настоящее время образуются на земной поверхности, легко могутъ быть раздѣлены на двѣ группы:

А) Большинство всѣхъ породъ состоитъ изъ обломковъ болѣе или менѣе значительной величины зеренъ, болѣе или менѣе прочно сцементированныхъ между собою (обломочныя породы). Сцементированный матеріалъ можетъ имѣть самое различное происхожденіе; онъ состоитъ:

1) Изъ обломковъ ранѣе существовавшихъ породъ, которые образуютъ: какъ остроугольные крупные обломки—брекчіи; какъ окатанные крупные обломки—конгломераты; какъ мелкозернистыя, большей частью, округленныя зерна—песчаники; какъ пылевидныя частицы—глинистыя породы; какъ неправильныя смѣси всѣхъ этихъ породъ—морены и, какъ „обломочныя“ породы, въ собственномъ смыслѣ этого слова,—нѣкоторыя породы пустынь.

2) Порода состоитъ изъ обломковъ органическихъ остатковъ, которые образуютъ: какъ истлѣвшее растильное вещество—угли и углистыя породы; какъ разрушенныя известковыя раковины—известняки; какъ нѣжныя кремневыя оболочки — органическіе (органогенные) кремнистые сланцы.

3) Порода состоитъ изъ раздробленной вулканической магмы, крупнозернистыя массы которой образуютъ вулканическія брекчіи и шальштейны (скорлуповатые камни); среднезернистые — песчанистые туфы; мелкозернистые—тонкіе землистые туфы, порфировые туфы и т. д.

Эти типы лишь рѣдко выступаютъ въ совершенно чистомъ видѣ; большей частью, они перемѣшаны самымъ различнымъ образомъ. Многіе песчаники содержатъ обломки раковинъ, многія глинистыя породы—остатки растеній, а вулканическіе туфы могутъ на морскомъ днѣ смѣшиваться съ радіоляріевымъ иломъ.

Большинство обломочныхъ породъ выступаютъ въ видѣ слоевъ или пластовъ; только нѣкоторыя органическія породы встрѣчаются въ видѣ чечевицеобразныхъ рифовъ. Онѣ обыкновенно содержатъ многочисленныя окаменѣлости, позволяющія опредѣлить, какого происхоженія породы: материковаго или морского. Полости (поры), первонально существовавшія между обломками, часто заполняются химически выдѣленными веществами; благодаря этому, обломочная порода становится плотной и однородной, и тогда она можетъ пріобрѣсти большое сходство со слѣдующей группой.

В) Другія породы мы называемъ кристаллическими породами. Ихъ составныя части произошли путемъ кристаллизаціи изъ водныхъ растворовъ или расплавленныхъ массъ; эти породы образуютъ покровы, или чечевицы (линзы), жилы или штоки и обыкновенно не содержатъ никакихъ окаменѣлостей:

1) Изъ водныхъ растворовъ произошли: соляныя и гипсовыя залежи, нѣкоторые известняки (известковая накипь, жилы известковаго шпата), кремневая накипь и жильные кварцы, многія минеральныя и рудныя жилы;

2) изъ расплавленныхъ массъ произошли: плутоническія сплошныя горныя породы, вулканическія сплошныя породы.

Хотя нѣкоторыя обломочныя породы могутъ, благодаря позднѣйшей кристаллизаціи, сильно уподобиться породамъ кристаллическимъ,—тѣмъ не менѣе, ихъ способъ происхожденія обыкновенно возможно опредѣлить съ полной увѣренностью по тектоническимъ отношеніямъ слоевъ, и опредѣленную породу можно безъ всякихъ колебаній отнести къ той или другой группѣ.

Но, когда мы прослѣживаемъ болѣе или менѣе значительный разрѣзъ земной коры и, отправляясь отъ наиболѣе молодыхъ породъ, изслѣдуемъ все болѣе древнія и глубже залегающія массы, то вступаемъ, наконецъ, въ глубинную область, гдѣ встрѣчаемъ новую группу породъ. Тамъ, гдѣ мы могли надѣяться найти первые слѣды зарождающейся органической жизни и корни родословнаго дерева животнаго царства, гдѣ мы предполагаемъ присутствіе осадковъ древнѣйшаго первобытнаго моря и участковъ первой коры затвердѣванія нашей планеты, тамъ мы наталкиваемся на породы, которыя страннымъ образомъ соединяютъ въ себѣ особенности выше перечисленныхъ группъ породъ. Эти такъ называемые:

C) Кристаллическіе сланцы состоятъ обыкновенно изъ кристаллическихъ, большей частью, крупнозернистыхъ породъ и не содержатъ никакихъ окаменѣлостей. Массы, расположенныя правильными слоями, и массы неслоистыя, малыя и большія линзы, жилы и группы жилъ выступаютъ въ тѣсномъ межъ собой соединеніи; рѣдко онѣ залегаютъ горизонтально, большей частью, собраны въ складки; очень часто попадаются включенія гранита, съ трудомъ отдѣлимыя отъ связанныхъ съ ними сланцевъ.

Своеобразіе кристаллическихъ сланцевъ признано ужъ давно, и такъ такъ породы эти повсюду образуютъ фундаментъ земной коры, то имъ дано было названіе первозданныхъ горныхъ породъ. Полагая, что онѣ—весьма древняго происхожденія, пришли къ идеѣ первобытныхъ породъ и сравнивали ихъ съ предполагаемыми отложеніями первобытнаго моря или съ древнѣйшими участками затвердѣвающей земной коры.

Пока кристаллическія породы изслѣдовались только на небольшихъ кускахъ или на тонкихъ шлифахъ, пока ихъ глубокое положеніе въ земной корѣ считали признакомъ престарѣлаго возраста, а ихъ сложеніе и форму залеганія—первичными, пока отсутствіе въ нихъ окаменѣлостей считали признакомъ, свойственнымъ имъ съ самаго начала,—до тѣхъ поръ можно было, правда, различать между ними различные петрографическіе типы, но не доставало руководящей точки зрѣнія для генетическаго изученія. Но, когда мы разсматриваемъ ихъ стратиграфическое положеніе въ различныхъ разрѣзахъ, когда мы принимаемъ во вниманіе ихъ отношенія къ динамическимъ процессамъ внутри земной коры и, рядомъ съ бросающимися въ глаза, такъ называемыми, „существенными“ признаками первобытной породы, тщательно изучаемъ и кажущіеся „случайными“, въ дѣйствительности первичные признаки,—то породы эти представляются намъ въ совершенно новомъ свѣтѣ.

Во внѣшнихъ зонахъ земной коры противоположность между обломочными и кристаллическими породами, между пластомъ и

жилой составляетъ важнѣйшее отличіе. Между обѣими столь различнаго происхожденія формами залеганія здѣсь не существуетъ никакихъ переходовъ. Правда, эта противоположность можетъ быть скрыта діагенетическими превращеніями или тектоничискими перемѣщеніями, но глазъ спеціалиста-геолога скоро уяснитъ себѣ характеръ отложенія. Когда мы изслѣдуемъ болѣе глубокія области литосферы, мы приходимъ къ границѣ, гдѣ встрѣчается основаніе кристаллическихъ сланцевъ съ рѣзко выраженнымъ несогласнымъ залеганіемъ, или мы видимъ, какъ путемъ постепенныхъ переходовъ исчезаетъ противоположность между не содержащими окаменѣлостей жильными породами, съ одной стороны, и слоями, содержащими окаменѣлости,—съ другой. Окаменѣлости, до сихъ поръ легко распознававшіяся, становятся неясными, и ихъ очертанія можно узнать еще только на вывѣтрѣлыхъ поверхностяхъ. Затѣмъ онѣ совершенно исчезаютъ, и вмѣстѣ съ тѣмъ измѣняется микроскопическая структура породы. Небольшія поверхности излома кластическихъ элементовъ залѣчиваются, возникаютъ новые минералы въ видѣ хорошо образованныхъ кристалловъ, и чѣмъ болѣе мы приближаемся къ внутреннимъ частямъ денудированныхъ ядеръ складокъ, тѣмъ болѣе кристаллическими становятся породы. Появляются жилы и штоки крупнокристаллическихъ, плутоническихъ породъ; онѣ внѣдряются въ ставшіе кристаллическими слои, растворяются, повидимому, въ своей собственной магмѣ; флецообразное и жильное залеганія такъ тѣсно переплетаются между собой, что часто возникаетъ сомнѣніе, находится ли передъ нами жила, принявшая видъ пласта, или же осадокъ, вдавленный въ жилу въ размягченномъ состояніи.

Вмѣсто правильной свиты слоистыхъ породъ, мы въ каждомъ разрѣзѣ находимъ напластованіе особыхъ породъ. Думали, что въ Рудныхъ горахъ и нѣкоторыхъ другихъ странахъ можно строго различать верхнюю „сланцевую формацію“ и нижнюю „гнейсовую формацію“; но когда мы въ классическихъ слюдяныхъ сланцахъ у Шейбенберга наблюдаемъ мощныя гнейсовыя залежи, а въ гнейсѣ издревле славящейся жилы Фукслейте—тонкослоистые слюдяные сланцы, когда повсюду видимъ располагающимися рядомъ и другъ надъ другомъ большія и малыя чечевицы кореннымъ образомъ различающихся между собою породъ, то намъ кажется невозможнымъ установить нормальный профиль „п рвозданныхъ“ породъ. Лишь рѣдко мы можемъ прослѣдить на болѣе или менѣе значительномъ протяженіи одинъ и тотъ же пластъ или жилу. Границы породъ часто такъ расплываются, что едва ли возможно ихъ различать, и рядомъ съ собранными въ узкія складки жилами мы находимъ слои, разорванные растягивающими усиліями. Вездѣ мы находимъ дѣйствіе высокой температуры, химическаго превращенія, быстро или медленно дѣйствующихъ сжимающихъ усилій, и, однако, во многихъ обнаженіяхъ мы едва ли въ состояніи отличать отдѣльныя явленія.

Разсмотримъ теперь стратиграфическое положеніе той области, въ которой появляются кристаллическіе сланцы.

Кристаллическіе сланцы расположены, большей частью, глубоко подъ древнѣйшими, содержащими окаменѣлости, кембрійскими слоями. Но извѣстны многіе разрѣзы, гдѣ господство кристаллическихъ сланцевъ начинается въ болѣе высокихъ областяхъ; въ этихъ случаяхъ

обыкновенно говорятъ о „болѣе молодыхъ“ кристаллическихъ сланцахъ. Переходную зону между содержащими окаменѣлости висячими слоями породъ и лежащими подъ ними кристаллическими сланцами назовемъ нижней границей нахожденія ископаемыхъ, или агностозойской границей. На слѣдующей таблицѣ (показанія которой имѣютъ, конечно, лишь приблизительное значеніе) представлено ея положеніе въ различныхъ профиляхъ; знакъ × означаетъ слои, содержащіе окаменѣлости, знакомъ — обозначены кристаллическіе (метаморфическіе) сланцы.

	Эльба	Экуадоръ.	Критъ.	Пресбургъ	Савойя.	Штейермаркъ.	Арденны.	Бергенъ.	Франконскій лѣсъ.	Богемія.	Колорадо.
Аллювій	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Дилювій	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Третичный	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	—	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Мѣловой	—	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	—	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
Юрскій	—	—	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	—	—	—	—	×	×	×	×	×	×	×
Тріасовый	—	—	—	—	×	×	×	×	×	×	×
	—	—	—	—	×	×	×	×	×	×	×
Пермскій	—	—	—	—	—	×	×	×	×	×	×
	—	—	—	—	—	×	×	×	×	×	×
Каменноугольный	—	—	—	—	—	×	×	×	×	×	×
	—	—	—	—	—	—	×	×	×	×	×
Девонскій	—	—	—	—	—	—	—	×	×	×	×
	—	—	—	—	—	—	—	—	×	×	×
Силурійскій	—	—	—	—	—	—	—	—	×	×	×
	—	—	—	—	—	—	—	—	×	×	×
Кембрійскій	—	—	—	—	—	—	—	—	—	×	×
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	×	×
Алгонкскій	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	×
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	×

Такимъ образомъ, на ряду съ „настоящими“, докембрійскими „первозданными породами“, можно привести многочисленные случаи существованія „болѣе молодыхъ“ кристаллическихъ сланцевъ, и агностозойская граница имѣетъ совершенно различное въ стратиграфическомъ отношеніи положеніе; другими словами, въ видѣ кристалличе-

скихъ сланцевъ могутъ выступать отложенія самыхъ различныхъ геологическихъ періодовъ. А отсюда само собою вытекаетъ, что общія свойства этихъ „первозданныхъ породъ“ должно разсматривать не какъ послѣдствія одновременно дѣйствовавшихъ процессовъ, а, наоборотъ, какъ результатъ нѣкоторыхъ позднѣйшихъ превращеній.

Такъ какъ обыкновенно типичными представителями кристаллическихъ породъ считаютъ большое семейство „гнейсовъ“, то мы изложимъ современную идею въ слѣдующей формулировкѣ: кристаллическіе сланцы возникали изъ другихъ породъ путемъ превращенія ихъ въ гнейсы. Вмѣстѣ съ тѣмъ предъ нами встаетъ задача прежде всего изучить причину этого превращенія, а затѣмъ изслѣдовать первоначальный характеръ превращенныхъ въ гнейсы породъ.

Прежде думали, что время является вполнѣ опредѣленнымъ факторомъ въ процессѣ превращенія породъ, особенно въ томъ смыслѣ, что всѣ болѣе древнія породы измѣнены сильнѣе, чѣмъ молодыя образованія. Но постепенно выяснялось, что хотя въ болѣе длинные промежутки времени имѣется большая возможность превращенія, все же, при этомъ само-то измѣненіе зависитъ исключительно отъ дѣйствія опредѣленныхъ метаморфизирующихъ силъ. Морской илъ кембрійскаго періода въ окрестностяхъ Петербурга еще настолько мягокъ, что годится для фабрикаціи кирпича; верхнесилурійскіе известняки Готланда рыхлы и кажутся только что сцементированными изъ мшанокъ и коралловъ; перламутровый блескъ улитокъ, красная краска стеблей криноидъ еще не измѣнились, а заключенныя въ кремнѣ граптолиты можно микротомомъ разложить на такія же тонкія пластинки, на какія разлагается нынѣ живущая колонія полиповъ. Съ другой стороны, существуютъ третичные сланцы, юрскіе слюдяные сланцы и каменноугольнаго происхожденія гнейсы, которые по характеру породъ можно было бы безусловно принять за кембрійскіе. Такимъ образомъ, время само по себѣ не представляетъ метаморфирзирующей силы, и, слѣдовательно, мы должны искать особыхъ причинъ превращенія породъ въ гнейсы.

На кристаллическихъ сланцахъ часто несогласно залегаютъ толщи различныхъ породъ; время, предшествовавшее денудаціи, уничтожило или замаскировало первоначальную связь между кристаллическими сланцами и висячими породами. Поэтому, мы должны обратиться къ такимъ профилямъ, въ которыхъ легко уяснить себѣ отношенія залеганія. Въ ядрахъ большихъ горныхъ складокъ при согласномъ залеганіи можно безъ труда прослѣдить причины и процессы превращенія въ гнейсъ отъ окраины горы до внутренней оси сѣдла.

Въ одной изъ предшествующихъ главъ мы дѣлили современную поверхность земли на двѣ области геологическихъ процессовъ. Денудація и отложеніе представлялись намъ антагонистическими процессами, взаимно исключающими другъ друга во времени и въ пространствѣ и, все же, обнимающими огромное изобиліе экзогенныхъ измѣненій. Всякое складчатое ядро, превращенное въ гнейсъ, свидѣтельствуетъ о томъ, что за долгимъ рядомъ отлагающихъ процессовъ наступилъ періодъ горообразованія и затѣмъ продолжительное время

денудаціи. Въ средней Германіи образовались послѣдовательно слѣдующія отложенія:

2000 метровъ кембрія.
300 метровъ силура.
1000 метровъ девона.
2000 метровъ карбона.

Въ верхнекаменноугольную эпоху эта свита слоевъ была собрана въ складки, а во время послѣдующихъ долгихъ періодовъ она была настолько денудирована, что образовались долины, прорѣзавшія насквозь толщу породъ мощностью въ 5300 метровъ и дошедшія до лежачихъ породъ. Подобныя же отношенія мы находимъ въ Альпахъ, на Уралѣ, въ Пиренеяхъ и другихъ болѣе или менѣе точно изслѣдованныхъ складчатыхъ горахъ. Посмотримъ теперь, что происходитъ съ самыми нижними породами, если надъ ними постепенно отлагается столь мощная свита слоевъ, которая затѣмъ собирается въ складки и, наконецъ, снова медленно денудируется.

Земная кора обнаруживаетъ повсемѣстно, совершенно независимо отъ характера находящихся на извѣстной глубинѣ породъ, весьма замѣчательныя особенности, зависящія прежде всего отъ возрастающей съ глубиною температуры. Если температура земли возрастаетъ черезъ каждые 30 метровъ на одинъ градусъ Цельзія, то нужно ожидать:

На	глубинѣ	300	метровъ	температуры въ	10°C
„	„	3000	„	„ „	100°C
„	„	30000	„	„ „	1000°C
„	„	300000	„	„ „	10000°C.

Возможно, что законъ возрастанія температуры въ пиросферѣ зависитъ и отъ другихъ обстоятельствъ, такъ что приведенныя числа не вполнѣ соотвѣтствуютъ фактамъ, но фактъ возрастанія температуры съ возрастаніемъ глубины—внѣ всякаго сомнѣнія.

Далѣе, земная кора вмѣстѣ съ тѣмъ повсюду пропитана водою; температура, съ которой эта вода выступаетъ на дневную поверхность по трещинамъ и разрывамъ въ земной корѣ,—эта температура, вслѣдствіе длиннаго пути, который приходится проходить водѣ, ниже температуры той области, въ которой вода беретъ свое происхожденіе. Но рядомъ съ многочисленными источниками со средней температурой въ 1—10° на дневную поверхность выступаютъ термы (горячіе источники) со средней температурой въ 20—60°; гейзеры Іеллоустонскаго Парка (Iellowstone-Park) выбрасываютъ воды при температурѣ 100°, а водяные пары, улетучивающіеся изъ раскаленной магмы при вулканическихъ изверженіяхъ, имѣютъ, какъ сама магма, температуру въ 500—1000°.

Изъ всѣхъ этихъ фактовъ вытекаетъ, что съ возрастающей глубиной всѣ породы попадаютъ подъ вліяніе все болѣе теплой воды.

Холодная вода обладаетъ относительно незначительной растворяющей способностью; но съ возрастаніемъ температуры растворяющая способность воды увеличивается. Кромѣ того, растворенныя вещества придаютъ водѣ особенное свойство въ смыслѣ растворенія и

осажденія минераловъ; поэтому, дѣйствія горячаго водяного пара, вырывающагося изъ плутоническаго магматическаго очага и содержащаго соединенія фтора, хлора, бора, вольфрама и фосфора, имѣетъ столь глубокое контактовое вліяніе на связь минераловъ прилегающихъ породъ. Если теперь на слой породы, возникшій на днѣ прохладнаго моря или земной поверхности, позже отлагаются болѣе молодые осадки, если въ геосинклинали отлагаются 5000 и болѣе метровъ породъ, то онѣ попадаютъ въ различныя глубины и совершенно постепенно проходятъ черезъ различныя зоны земной коры, разсмотрѣнныя нами на страницѣ 42.

Подъ внѣшнимъ слоемъ, постоянно измѣняемымъ процессами денудаціи и отложенія, находится область цементаціи. Здѣсь господствуетъ равномѣрная средняя температура. Вода, заполняющая всѣ поры и трещины, дѣйствуетъ на многія вещества, какъ растворяющее средство; черезъ эту зону легко поднимаются изъ болѣе глубокихъ областей горячія воды, а болѣе холодныя горныя воды, въ силу диффузіи и давленія, опускаются. Всѣ геологическія измѣненія на земной поверхности сказываются на глубинѣ въ передвиженіяхъ и перемѣщеніяхъ водныхъ слоевъ, благодаря чему разнородные растворы повсемѣстно вступаютъ въ обмѣнъ веществъ. По закону, формулированному уже Бишофомъ, при этомъ всегда на первомъ планѣ должны выпадать наиболѣе трудно растворимыя соединенія.

Поэтому, мы находимъ большое число минераловъ сплошь до кремнезема и тяжелаго шпата въ видѣ цемента болѣе рыхлыхъ осадковъ или же въ видѣ заполненія трещинъ и пустотъ.

Небольшіе раковинные обломки связываются въ плотные известняки; растираемый кварцевый песокъ затвердѣваетъ въ песчаникъ и кварцитъ, мягкіе вулканическіе пеплы связываются химически выдѣленной кремнекислотой въ крѣпкій трасъ; въ пустотахъ богатой пузырями лавы образуются кристаллическія миндалины и болѣе значительныя агатовыя друзы; изъ мягкаго глинистаго ила возникаютъ мергели, сланцевыя глины и глинистые сланцы.

Если порода послѣ долгаго пребыванія въ этой зонѣ снова попадаетъ на поверхность, то она является уже окаменѣвшей, затвердѣвшей, уплотненной и можетъ оказывать большое сопротивленіе поверхностному вывѣтриванію, но кластическіе (обломочные) элементы еще явственно различимы; они особенно выступаютъ на вывѣтрѣлыхъ поверхностяхъ, а подъ микроскопомъ ихъ можно видѣть попоюду.

Но если вновь образовавшееся въ геосинклинали отложеніе при постоянномъ напластованіи новыхъ отложеній опускается все ниже и ниже, то оно попадаетъ въ зону, гдѣ господствуютъ еще болѣе высокія температуры. Горячая вода внѣдряется въ еще оставшіяся мельчайшія поры, и при этомъ всѣ минералы могутъ медленно перейти въ растворъ.

Въ то же время возникающіе растворы способны осаждать новыя кристаллическія вещества, которыя теперь уже не только отлагаются въ промежуткахъ, но постепенно превращаютъ въ новое кристаллическое состояніе всю породу. Эта зона образованія филлита характеризуется богатыми водою соединеніями незначительнаго молекулярнаго объема и большой отдачей теплоты при химическомъ замѣ-

щеніи. При этомъ возникаютъ: кварцъ, магнетитъ и кальцитъ, рядомъ съ ними серицитъ (мусковитъ), хлоритъ, талькъ, желѣзный блескъ, альбитъ, роговая обманка, цоизитъ, эпидотъ; вначалѣ образуются мельчайшіе кристаллики, затѣмъ они становятся все больше и больше, пока постепенно не измѣнится весь минералогическій составъ породы. Чѣмъ болѣе тонкозернистой является первоначальная порода, и чѣмъ она богаче содержаніемъ воды, тѣмъ легче и основательнѣе совершается процессъ превращенія въ кварцевый, серицитовый, известковый и альбитовый филлиты, тальковый и хлоритовый сланцы и т. д.; крупнозернистые же песчаники превращаются въ плотные кварциты, содержащіе полевой шпатъ, аркозы—въ сѣрыя вакки, а въ породахъ конгломератнаго характера измѣненіе претерпѣваетъ только цементирующее вещество.

Опускаясь въ ближайшую, болѣе глубокую зону, породы снова попадаютъ подъ дѣйствіе болѣе высокихъ температуръ. Гидростатическое давленіе, въ связи съ повышеніемъ температуры, вызываетъ еще сильное раствореніе и болѣе глубокія новообразованія. Здѣсь образуются: мусковитъ, микроклинъ, микропертитъ, альбитъ, олигоклазъ, біотитъ, цоизитъ, эпидотъ, роговая обманка, ставролитъ, гранатъ, дистенъ, титанитъ, магнетитъ, ильменитъ. Эту область мы называемъ, по преобладанію въ ней очень распространенной породы, **зоной слюдяного сланца**. Кромѣ послѣдней породы, въ этой зонѣ образуются амфиболиты, слюдяные гнейсы, роговообманковые гнейсы, гранулиты, гранатовыя породы, нефритъ, глаукофановыя породы, мраморъ и плотные кварциты.

Наконецъ, мы попадаемъ въ зону собственно **гнейсообразованія**. Здѣсь температура и гидростатическое давленіе очень высоки, содержаніе воды во вновь образованныхъ минералахъ ничтожно, ихъ молекулярный объемъ—значителенъ. Часто они тождественны составнымъ частямъ магматическихъ плутоническихъ породъ. Этой зонѣ свойственно образованіе ортоклаза, плагіоклаза, біотита, авгита, оливина, граната, кордіерита, силлиманита, магнетита, ильменита. Образуются крупнозернистые гнейсы, гранулитъ, біотитовый сланецъ, венисовая (гранатовая) порода, эклогитъ, авгитовая порода, жадеитъ, такъ называемый первозданный (первобытный, Urkalk) известнякъ и кварцевыя породы.

Такимъ образомъ, любая свита образовавшихся на земной поверхности или на морскомъ днѣ отложеній, которая продолжаетъ увеличиваться новыми толщами породъ, неизбѣжно должна медленно опускаться изъ одной изъ названныхъ зонъ въ другую и, вмѣстѣ съ тѣмъ, попадать во все новыя физическія и химическія условія. Всегда въ соотвѣтствіи съ этими новыми условіями измѣняется связь минераловъ, причемъ вновь образующіеся кристаллическіе элементы по величинѣ и группировкѣ зависятъ отъ характера этихъ условій. Первоначальная обломочная структура неизбѣжно исчезаетъ, равнымъ образомъ, исчезаютъ окаменѣлости, состоящія въ большинствѣ случаевъ изъ легкорастворимой извести или изъ истлѣвающаго угля; все явственнѣе выступаютъ новыя особенности, обусловливающія характеръ породы.

Но съ опусканіемъ въ горячія глубины земной коры породы все болѣе приближаются къ магматическимъ очагамъ, которые, постепенно

поднимаясь изъ пиросферы, все болѣе и болѣе внѣдряются въ литосферу. Тогда между опускающимися вглубь породами, съ одной стороны, и магматическими очагами, съ другой, должно возникать тѣсное взаимное проникновеніе, особенно въ томъ случаѣ, когда, какъ это неизбѣжно происходитъ въ ядрѣ большихъ складчатыхъ горъ, боковое давленіе вызываетъ болѣе энергичныя перемѣщенія накаленныхъ осадковъ и стремящихся вверхъ магматическихъ массъ. Пластовыя жилы внѣдряются въ различные въ минералогическомъ отношеніи слои, массы, расположенныя въ видѣ пластовъ, разрываются на отдѣльные куски, жилы собираются въ складки и внѣдряются одна въ другую, первоначальные магматическіе шлиры и сдавленные пласты хаотически внѣдряются другъ въ друга. Быстро и часто измѣняются давленіе и температура отдѣльныхъ массъ: въ одномъ мѣстѣ онѣ сдавливаются со всѣхъ сторонъ, въ другомъ онѣ скользятъ, слѣдуя направленію наименьшаго сопротивленія, и, такимъ образомъ, сдвигаются и перемѣщаются въ безпрерывной смѣнѣ атомъ и молекула, микролитъ и кристаллъ, линза и жила. Можно было бы говорить о термопластическомъ измѣненіи, чтобы не пользоваться терминомъ „метаморфоза“, которому стали давать самое различное значеніе; въ самомъ дѣлѣ, главными дѣйствующими силами являются здѣсь теплота и давленіе.

Всѣ эти химическія и физическія измѣненія, имѣющія мѣсто въ гнейсовой зонѣ, постепенно прекращаются, когда въ свитѣ слоевъ пріостанавливается процессъ образованія складокъ, напряженіе горообразующаго процесса ослабляется, и денудація снова сноситъ одинъ слой горнаго хребта за другимъ. Медленно холодъ мірового пространства проникаетъ въ складчатыя ядра, и породы уже въ обратномъ порядкѣ проходятъ черезъ выше названныя зоны. При этомъ многіе ранѣе образовавшіеся минералы сохраняются, но другіе минералы преобразовываются, какъ только порода выйдетъ за предѣлы той зоны, гдѣ царятъ необходимыя для ея существованія условія. Глубинный ильменитъ распадается на рутилъ и магнетитъ, оливинъ превращается въ роговую обманку, авгитъ въ роговую обманку и авгитъ, плагіоклазъ распадается на альбитъ и анортитъ а вмѣстѣ съ минералами, естественно, превращаются и самыя породы. Когда же денудація дошла до гнейсоваго ядра, на земной поверхности наблюдаются массы породъ, претерпѣвшія трехкратную метаморфозу; сначала массы эти медленно опускались вглубь, затѣмъ онѣ подвергались давленію со стороны горныхъ хребтовъ и, наконецъ, снова медленно поднимались черезъ различныя зоны. Теперь онѣ предстаютъ предъ нами со свойствами кристаллическихъ сланцевъ не потому, что онѣ столь древняго происхожденія, а потому, что онѣ пребывали на столь большой глубинѣ.

Если это воззрѣніе вѣрно, то среди кристаллическихъ сланцевъ можно найти отдѣльныя мѣста, гдѣ термопластическое превращеніе уничтожило не всѣ слѣды прежнихъ свойствъ породы, и гдѣ еще могутъ быть открыты характерные признаки первоначальной породы.

Изъ до сихъ поръ нами выведенныхъ заключеній явствуетъ, что подобные слѣды чаще всего должны находиться въ филлитовой зонѣ, рѣже въ зонѣ слюдяныхъ сланцевъ, но что въ гнейсовой зонѣ едва ли можно ожидать ихъ присутствія. Поэтому, всѣ находки органическихъ

остатковъ въ гнейсѣ впослѣдствіи оказывались заблужденіемъ. Большую, вполнѣ понятную, сенсацію вызвало въ 1862 году открытіе въ лаврентьевской гнейсовой формаціи Канады „первобытнаго существа", Eozoon canadense, которое походило на исполинскую фораминиферу, но на самомъ дѣлѣ состояло изъ изумительныхъ очертаній зонъ известковаго шпата и серпентина. Такія же образованія найдены были въ Богеміи, и по этому важному вопросу выросла богатая литература. Но когда Мебіусъ[4] подвергъ Eozoon болѣе точному изслѣдованію съ точки зрѣнія зоолога, неорганическая природа этого „первобытнаго существа" оказалась внѣ всякаго сомнѣнія.

Важнымъ доказательствомъ существованія органической жизни „ко времени образованія гнейсовъ" считались залежи графита, часто вклинивающіяся въ эти породы. Прежде залежи гранита считали превращенными каменноугольными залежами. Но когда въ гнейсѣ Амстега графитъ образуетъ нѣжные налеты на плоскостяхъ трещинъ, когда въ разрушенныхъ гнейсахъ Цейлона поднимаются графитовыя жилы въ футъ толщиною, распадающіяся на многочисленныя вѣтви, то, покрайней мѣрѣ, этотъ, жильный, графитъ не можетъ разсматриваться, какъ видоизмѣненный каменный уголь. Что „стволъ" въ гнейсѣ Гуттаннена, вызвавшій столь много споровъ, представляетъ чисто минералогическое образованіе, это доказано точнымъ изслѣдованіемъ, а организмы, открытые однимъ усерднымъ любителемъ микроскопическихъ изслѣдованій въ многочисленныхъ тонкихъ шлифахъ кристаллическихъ сланцевъ, эти организмы нужно приписывать грубымъ ошибкамъ наблюденія.

Но, съ другой стороны, имѣются иные факты, которые при критическомъ изслѣдованіи открываютъ намъ ясные остатки первичныхъ свойствъ кристаллическихъ сланцевъ.

Въ 1879 году А. Зауеръ[6] открылъ въ одной большой гнейсовой линзѣ Рудныхъ горъ при Обермитвейдѣ нѣсколько включеній съ многими гальками гранита, гнейса и кварцита, залегающими въ кристаллическомъ цементѣ. На этомъ классическомъ мѣстѣ можно прослѣдить, какія измѣненія претерпѣли первоначально круглыя гальки. Здѣсь мы видимъ, какъ онѣ по простиранію совсѣмъ медленно теряютъ свою форму и свои рѣзкія очертанія, какъ онѣ прокатываются, вытягиваются, изгибаются и, наконецъ, теряются въ гнейсовой массѣ въ видѣ плоско сплюснутыхъ чечевицъ. Несмотря на это, на отдѣльныхъ обнаженіяхъ, позже открытыхъ въ другихъ мѣстахъ Рудныхъ горъ, гальки еще настолько узнаваемы, что относительно осадочнаго происхожденія гнейса не можетъ быть сомнѣнія. Позже Розенбушъ[7] и другіе установили подобные факты въ Эльзасѣ и другихъ областяхъ.

Многочисленны случаи[8], когда внутри кристаллическихъ сланцевъ обнаружены были слѣды ясныхъ окаменѣлостей:

Силурійскіе граптолиты находятся въ слюдяномъ сланцѣ Бергена,
силурійскіе граптолиты находятся въ слюдяномъ сланцѣ Саксоніи,
девонскіе тентакулиты—въ слюдяномъ сланцѣ Саксоніи,
растенія каменноугольнаго періода находятся въ слюдяномъ сланцѣ Лугано,
растенія каменноугольнаго періода находятся въ графитовомъ сланцѣ Штейермарка,

растенія каменноугольнаго періода—въ кровельномъ сланцѣ Массачузетса,

юрскіе белемниты и аммониты—въ кровельномъ сланцѣ Венгріи,

юрскіе белемниты и аммониты встрѣчаются въ слюдяномъ сланцѣ Нуфененскаго прохода,

третичные нуммулиты и рыбы находятся въ филлитѣ Гларуса и т. д.

При наличности этихъ фактовъ невозможно болѣе уже сомнѣваться въ томъ, что многіе кристаллическіе сланцы нѣкогда представляли осадочныя образованія.

Но рядомъ съ этими существуютъ другіе случаи, въ которыхъ между гнейсомъ и плутоническими изверженными породами существуютъ такія тѣсныя отношенія, что многіе гнейсы необходимо разсматривать, какъ граниты и т. п., которые затвердѣвали подъ одностороннимъ давленіемъ и при этомъ получили своеобразную слоистую жилковатую структуру. Если, наконецъ, удастся доказать, что такъ называемые порфириды представляютъ спрессованные порфиры, амфиболиты и эклогиты—метаморфизованные діабазы, если прежніе вулканическіе туфы становятся кристаллическими сланцами,—то передъ нашими глазами развертывается подъ агностозойской границей новая запутанная картина изумительно измѣненныхъ, но первоначально весьма разнородныхъ породъ.

Плутоническіе штоки,	конгломераты,
„ пласты,	песчаники,
„ жилы,	глинистыя породы,
вулканическіе покровы,	органическіе известняки,
„ жилы,	„ угли,
„ туфовые слои,	химическія жильныя породы,

и многочисленныя другія породы въ совокупности своей нѣкогда составляли формаціи, которыя, налегая одна на другую съ чрезвычайной мощностью, нагромождались въ грандіозныхъ геосинклиналяхъ. Болѣе древніе слои медленно опускались подъ давленіемъ новыхъ толщъ, проходили черезъ различныя горячія зоны, сплошь до поднимающихся магматическихъ очаговъ, и здѣсь соединялись съ послѣдними. Затѣмъ вся система тѣсно перемѣшивалась горообразующимъ процессомъ, первоначальныя взаимоотношенія совершенно рушились, большія и малыя линзы скользили одна вдоль другой, а когда холодъ мірового пространства при послѣдующей денудаціи снова медленно проникалъ къ нимъ, породы снова проходили черезъ температурныя зоны, но ужъ въ обратной послѣдовательности. Снова измѣняется ихъ минеральный составъ, и, наблюдая ихъ теперь на дневной поверхности, мы находимъ на нихъ, какъ на палимпсестѣ, старыя подписи стертыми, видимъ на нихъ нанесенными новые знаки, и лишь отдѣльныя находки свидѣтельствуютъ о прежнихъ свойствахъ метаморфической области.

Кристаллическіе сланцы возникали во всѣ времена; они образуются и теперь еще въ геосинклиналяхъ глубоко подъ областями интенсивнаго отложенія. Если бы нашъ глазъ обладалъ способностью видѣть абиссальныя глубины земной коры, то мы и теперь могли бы

наблюдать подъ водными бассейнами моря или подъ депрессіонными областями пустыни процессы, которые при красномъ каленіи зоны слюдяныхъ сланцевъ или при бѣломъ каленіи гнейсовой зоны, при мѣняющейся яркости свѣта, видоизмѣняютъ породы, поглощая или освобождая теплоту. Мы видѣли, какъ поднимающіеся магматическіе очаги, подобно свѣтящимъ огненнымъ столбамъ, медленно внѣдряются въ расходящіеся швы между слоями, всюду, наподобіе молніи, сверкаютъ новыя жильныя образованія, а старыя жилы змѣеобразно обвиваютъ другъ друга. Когда же этотъ грандіозный фейерверкъ тифоническихъ и плутоническихъ движеній погасъ и пришелъ въ состояніе покоя, лишь тогда нашъ глазъ въ состояніи изслѣдовать его послѣдствія, тогда передъ нимъ развертывается столь запутанная система неправильныхъ, и все же закономѣрныхъ движеній атомовъ и молекулъ, гибкихъ кристалловъ и жидкаго маточнаго разсола, размягченныхъ слоевъ и разорванныхъ жилъ, что открывается еще обширное поле для изслѣдованій.

Но изъ сказаннаго съ ввергающей въ отчаяніе ясностью вытекаетъ слѣдующее: земля постоянно разрушала свои собственные документы. Отъ древнѣйшихъ періодовъ до насъ дошли лишь скудныя письмена, разрушенные памятники, захватанныя и истертыя монеты, расшифровать которыя часто, не смотря на всѣ старанія, не удается.

Слѣдовательно, на основаніи только что развитыхъ положеній, при видѣ гнейсовой зоны или зоны слюдяныхъ сланцевъ какой-нибудь гранитной области, а также при видѣ залежей мрамора мы не должны уже говорить о „первозданныхъ“ породахъ; равнымъ образомъ мы не имѣемъ права характеризовать кристаллическіе сланцы, какъ „азойскія“ породы.

Точно такъ же не каждую гнейсовую область мы будемъ безъ оговорокъ разсматривать, какъ докембрійскій материкъ, и гнейсовыя формаціи различныхъ странъ мы не должны считать одновременными образованіями.

Наоборотъ, въ кристаллическихъ сланцахъ наиболѣе глубокихъ слоевъ мы видимъ агностозойскія породы, т. е. породы съ уже неузнаваемыми ископаемыми, и въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ мы должны стремиться къ тому, чтобы разгадать первоначальныя свойства превращенныхъ въ гнейсы породъ и время ихъ метаморфизаціи.

14. Слѣды алгонкскаго періода.

Въ предыдущей главѣ мы описали, какъ рыхлыя отложенія, образовавшіяся въ большой геосинклинали, медленно увеличиваются въ своей мощности, вслѣдствіе непрерывно продолжающагося процесса породообразованія, и постоянно опускаются во все большія глубины; какъ они при этомъ сначала цементируются, затѣмъ химически измѣняются горячими парами, пронизываются поднимающимися вверхъ магматическими массами и термопластически видоизмѣняются горообразующимъ процессомъ. Первоначальная обломочная структура породъ исчезаетъ, отпечатки роговыхъ организмовъ уничтожаются, а вещество

известковыхъ твердыхъ образованій переводится въ новыя химическія соединенія, растворяется и снова выдѣляется, такъ что почти всѣ ископаемыя исчезаютъ. Цѣлыя свиты слоевъ съ чрезвычайной мощностью разлагаются на плоскіе линзы и клинья, которые скользятъ другъ по другу, и въ которыхъ первоначальныя взаимоотношенія породъ едва ли возможно разгадать.

Тогда подобныя области слагаются многочисленными членами семейства гнейсовъ; если послѣдующая денудація вынесла ихъ на дневную поверхность, то мы видимъ передъ собою зубчатые утесы горъ, поражающіе литологическими свойствами.

Ясно, что при превращеніи въ гнейсъ могутъ разлагаться и несогласныя напластованія, висячія породы могутъ перейти въ лежачій бокъ, лежачія массы—въ висячія, такъ что едва ли можетъ быть узнана прежняя послѣдовательность первоначальныхъ отложеній.

Поэтому, о тектоникѣ агностозойскихъ сланцевыхъ породъ судить очень трудно, и лишь немногія гнейсовыя области настолько хорошо обнажены, что ихъ условія залеганія поддаются полному обозрѣнію и правильному анализу.

Лучше всего изслѣдованы основной горный массивъ Верхняго озера, гдѣ горными работами вскрыты глубокія обнаженія, а большими съемками составлены связанные между собой профиля обширныхъ площадей. Несмотря на сильную метаморфизацію всей области, часто можно узнать слѣды древнихъ конгломератовъ, вулканическія породы смѣняются временами интенсивной денудаціи; и, такимъ образомъ, для этихъ докембрійскихъ породъ развертывается слѣдующій хронологическій рядъ:

1. Гранитъ съ гнейсами и кристаллическими сланцами, между ними кислые и основные покровы (пластовыя жилы?);

2. Собираніе ихъ въ складки и внѣдреніе плутоническихъ массъ;

3. Денудація складокъ въ мало расчлененное плоскогорье съ плоскими неглубокими впадинами;

4. Конгломераты, песчаники, доломиты, известняки, вмѣстѣ съ основными, рѣдко кислыми вулканическими потоками мощностью въ 1800 метровъ (нижній гуронъ);

5. Мѣстное образованіе складокъ, сильная денудація;

6. Конгломераты, песчаники, сѣрыя вакки, сланцы, лавовая порода, вулканическіе туфы (верхній гуронъ).

Базальтовый конгломератъ имѣетъ мощность въ 250 метровъ, включенное мѣсторожденіе желѣзной руды—200 метровъ, вулканическія діабазовыя породы—3.000 метровъ.

7. Вся свита слоевъ собрана въ плоскія складки.

8. Интенсивной денудаціей удаляется 5000 метровъ породы, и остаются только отдѣльные разорванные остатки болѣе древнихъ системъ слоевъ.

9. Основные потоки лавы (габбро, діабазъ, порфиритъ, миндальный камень и кварцевые порфиры безъ пепла) въ отдѣльномъ профилѣ достигаютъ мощности въ 15.000 метровъ, но въ другихъ обнаженіяхъ выклиниваются [Кьювенауэмская (Keeweenawam) формація].

10. Песчаники, конгломераты.

11. Сильная, возобновленная денудація.

12. Верхнекембрійскіе песчаники.

Подобнымъ же образомъ удалось расчленить кристаллическіе сланцы Финляндіи[1], гдѣ на основѣ гнейса и гранита явно несогласно залегаютъ:

1. Конгломераты, кварцы, доломиты и сланцы ятульской формаціи, а затѣмъ опять несогласно залегаютъ:

2. Конгломераты, кварциты, діабазы, туфы и т. д. іотническої формаціи.

Недавно также въ Саксоніи, Скандинавіи, Шотландіи и Богеміи предприняты попытки расчлененія древнѣйшихъ кристаллическихъ породъ по аналогичнымъ принципамъ.

Но во всѣхъ этихъ изслѣдованіяхъ заключается своеобразный источникъ ошибокъ, открытый лишь въ теченіе послѣднихъ лѣтъ. Онъ состоитъ въ томъ, что ранѣе не умѣли правильно оцѣнивать значенія горизонтальныхъ перекрытій; между тѣмъ, какъ теперь у насъ имѣются неопровержимыя доказательства того, что породы лежачаго бока могутъ надвигаться на породы висячаго бока на протяженіе болѣе 60 километровъ, что при этомъ возникаютъ конгломераты тренія и плоскости скольженія (шарьяжа), имѣющія поразительное

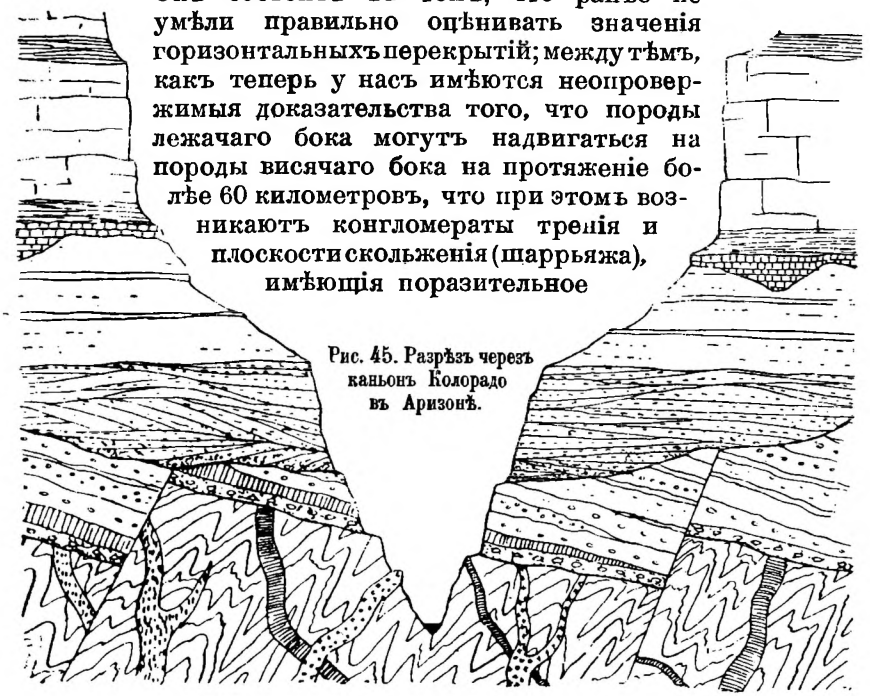


Рис. 45. Разрѣзъ черезъ каньонъ Колорадо въ Аризонѣ.

сходство съ несогласными напластованіями, такъ что къ толкованію подобныхъ расчленій архейскихъ слоевъ можно подходить лишь съ особенной осторожностью.

Въ самомъ дѣлѣ, мы, вообще, находимся на скользкой почвѣ, когда мы отыскиваемъ остатки первобытнаго животнаго міра или слѣды осадочныхъ процессовъ въ обнаженномъ денудаціей ядрѣ складокъ между согласно напластованными слоями надъ агностозойской границей. Даже въ томъ случаѣ, когда послѣднія достовѣрно распознаваемыя окаменѣлости — нижнекембрейскаго происхожденія, — даже въ этомъ случаѣ, все-же, невозможно трактовать лежачія породы съ ихъ полуразрушенными ископаемыми, какъ образованія алгонкскаго періода, такъ какъ никогда опредѣленный горизонтъ не позволяетъ намъ опредѣлить геологическій возрастъ. Въ такихъ случаяхъ намъ остается говорить о докембрійскихъ образованіяхъ,

произвести стратиграфическое расчлененіе которыхъ мы не въ состояніи.

Совершенно иначе обстоитъ дѣло въ томъ случаѣ, когда нижнекембрійскія породы несогласно залегаютъ на болѣе древнихъ слояхъ, а послѣдніе, въ свою очередь, опять несогласно подстилаются кристаллическими сланцами. На такихъ профиляхъ можно явственно наблюдать верхнюю и нижнюю границу, равно какъ мощность предшествующей кембрію формаціи, и особенное названіе для такихъ формацій представляется вполнѣ обоснованнымъ. Въ С. Америкѣ каньонъ Колорадо впервые далъ доказательства существованія алгонкской формаціи.

Величественныя обнаженія этой глубочайшей долины земли (рис. 1 и 45) показываютъ складчатые древнѣйшіе массивы кристаллическихъ сланцевъ, прорѣзанные гранитными, діабазовыми и пегматитовыми жилами; передъ нами—первобытная горная страна, которая была собрана въ складки и денудирована еще до начала алгонкскаго періода. На почти ровной поверхности денудаціи расположены мощныя отложенія обломочныхъ породъ. Изъ ихъ литологическихъ особенностей ничто не указываетъ на столь древній возрастъ. Профиль показываетъ сверху внизъ слѣдующее строеніе:

III. Хуарскіе слои (Chuarsschichten)	10. Бурокрасные песчаники съ chuaria circularis	500 метр.
	9. Подъ ними переслаиванія сланцевъ и известняковъ	
	8. Песчаный мергель съ тонкими слоями известняковъ	1.100 „
	7. Пестрые песчаники	
II. Ункарскіе слои:	6. Доломитовый слой известняка .	50 „
	5. Песчаники . .	100 „
	4. Базальтовые покровы, переслаивающіеся съ песчаникомъ . . .	250 „
I Слои вишну:	3. Ярко красные песчаники . . .	1.100 „
	2. Темнобурые песчаники	
	1. Сѣрые, бурые и красные песчаники съ тонкими слоями известняка .	700 „
	Общая мощность =	3.800 метр.

Если генетически разсмотримъ послѣдовательныя фазы развитія этого величественнаго профиля, передъ нами вырисуется слѣдующая картина: горизонтально отложенные слои (рис. 46) собраны были боковымъ давленіемъ въ складчатую горную систему и при этомъ пронизаны были снизу плутоническими жильными породами (рис. 48). Но вскорѣ вся горная страна сносится до основанія дождемъ и вѣтромъ (рис. 49), и на ровномъ плоскогорьи наслаиваются песчаники и конгломераты, прерываемые мелафировымъ покровомъ (рис. 50) мощностью отъ 400 до 4000 метровъ. Снова наступаетъ горообразующій процессъ, но на этотъ разъ область не собирается въ складки, а разламывается на отдѣльныя глыбы, скользящія вдоль длинныхъ сбросовыхъ трещинъ и разбивающія ландшафтъ на горы и долины (рис. 51). Одновременно наступаетъ денудація, дѣйствіе которой сказывается въ томъ, что рельефъ мѣстности (рис. 52) получаетъ слегка волнистыя неровности.

Послѣ этого наступаетъ кембрійскій періодъ съ образованіемъ діагонально напластованныхъ дюнныхъ песчаниковъ, на которыхъ отлагаются средне - и верхнекембрійскіе песчаники, известняки и сланцы (рис. 53).

Во время силурійскаго періода область представляла собою, повидимому, сушу, девонъ тоже оставилъ лишь скромныя отложенія, и только море каменноугольнаго періода пребывало здѣсь долгое время, такъ что могли отложиться приблизительно:

1) 300 метровъ нижнекарбонныхъ известняковъ.
2) 300 „ верхнекарбонныхъ песчаниковъ и сланцевъ.
3) 130 „ „ песчаниковъ.
4) 250 „ „ известняковъ и доломитовъ.

Что алгонкскіе песчаники должны были образоваться на сушѣ, вытекаетъ изъ многочисленныхъ сѣтчатыхъ отпечатковъ на нижней поверхности пластовъ на подобіе тѣхъ, что образуются, когда рыхлый дюнный песокъ развѣвается вѣтромъ по высохшимъ лужицамъ съ глинистой почвой. За близость суши говорятъ также частые знаки волнъ (песчаныя ребра). Прослойки известняка, повидимому, выдѣлились химически на днѣ богатыхъ известью, мелкихъ, легковысыхающихъ озеръ. Только въ серединѣ профиля выступаютъ остатки водныхъ животныхъ. Нѣжныя роговыя раковинки напоминаютъ брахіоподъ (плеченогихъ) Discina и Lingula, тонкая трубочка Hyolites, а узкая пластинка, повидимому, принадлежитъ щиту трилобита. Эта свита породъ обнаружена не только въ Аризонѣ, но также съ тѣмъ же залеганіемъ въ Техасѣ и Монтанѣ. И здѣсь, приблизительно посерединѣ профиля мощностью въ 3500 метровъ, найдены окаменѣлости, такъ что можно думать о кратковременномъ вторженіи алгонкскаго океана.

Наконецъ, значеніе имѣютъ такого же возраста породы, распространенныя въ Новомъ Брауншвейгѣ подъ названіемъ „Этхеминійской" формаціи. Онѣ состоятъ изъ вулканическихъ туфовъ и богатыхъ желѣзомъ сланцевъ, въ которые включены отдѣльные слои известняковъ. Въ нихъ описано[4] 20 родовъ и 32 вида морскихъ животныхъ, которые принадлежатъ, насколько позволяютъ судить ихъ неясныя очертанія, къ червямъ, плеченогимъ, улиткамъ, двустворчатымъ раковинамъ и

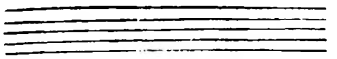


Рис. 46.

Рис. 47.

Рис. 48.

Горизонтально отложенные слои собраны боковымъ давленіемъ въ складки и прорѣзаны вулканическими жильными породами.

Рис. 49. Складчатая горная система денудирована до самаго основанія.

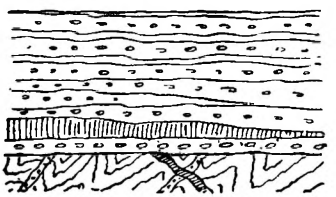


Рис. 50. На ней несогласно располагаются слоистыя породы и лавовый покровъ (заштриховано).

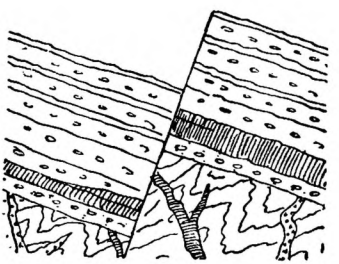


Рис. 51. Образуются разрывы и трещины, по которымъ перемѣщается система слоевъ.

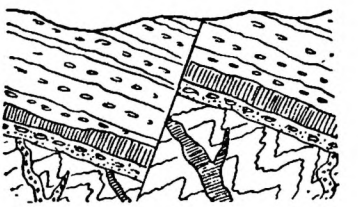


Рис. 52. Возобновившійся процессъ денудаціи выравниваетъ изломанную столовую страну.

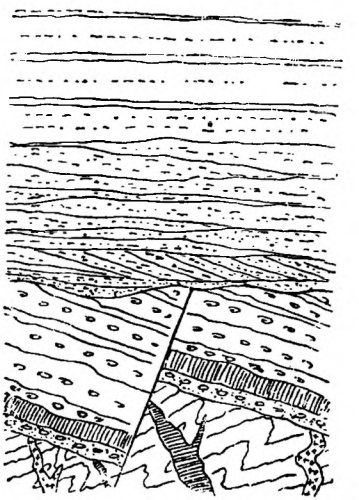


Рис. 53. Надъ главнымъ горнымъ массивомъ снова располагаются несогласно неправильно напластованные песчаники.

ракамъ и, слѣдовательно, свидѣтельствуютъ о томъ, что предъ нами — дно алгонкскаго моря.

Важныя обнаженія открыло изслѣдованіе[5] Сѣверной Шотландіи. Здѣсь подъ нижнекембрійскими слоями и не согласно на лежачихъ гнейсовыхъ складкахъ залегаетъ мощное отложеніе, названное, по одному классическому мѣсту, „торридонскимъ песчаникомъ“. Ихъ почва—неровна, расчленена на горы и долины, нѣкоторые откосы достигаютъ 40°. Красный песчаникъ заполняетъ впадины; въ соотвѣтствіи съ этимъ, мощность его быстро колеблется. Основаніе образуетъ брекчія мощностью въ 12 метровъ изъ коллоссальныхъ глыбъ, въ слои песчаниковъ врѣзываются, на подобіе мысовъ, остроугольныя валунныя отложенія. Поражаетъ малая окатанность камней, напоминающихъ осыпь со склоновъ горы. Глыбы діаметромъ въ 1—4 метра свидѣтельствуютъ о томъ, что здѣсь происходили грандіозныя перемѣщенія продуктовъ разрушенія. Въ торридонскомъ песчаникѣ отсутствуютъ окаменѣлости, зато часто встрѣчаются слѣды волнъ и сѣтчатыя системы реберъ. Слѣды передвиженія льда не обнаружены.

И въ Швеціи[6] обнаружены алгонкскіе слѣды. Въ провинціи Даларне и пограничныхъ съ нею областяхъ распространены такъ называемые „песчаники Дала“ мощностью отъ 6 до 800 метровъ; они занимаютъ площадь въ 7500 километровъ. Они начинаются конгломератами, затѣмъ слѣдуютъ красноватые и бѣлые песчаники, въ которые включены два діабазовыхъ пласта. Нижній пластъ діабаза, получившій названіе по озеру Oje, имѣетъ мощность въ 15—90 метровъ и могъ быть прослѣженъ на протяженіи 80 километровъ. На болѣе высокомъ горизонтѣ включенъ второй пластъ оливиноваго діабаза мощностью въ 30—70 метровъ Этотъ послѣдній инициированъ (внѣдренъ), вѣроятно, впослѣдствіи; что же касается діабаза Oje, то онъ обнаруживаетъ признаки, которые могутъ быть объяснены повторными вулканическими изверженіями.

У Мьезенскаго озера (Mjösensee) и Гутбрандсталя на сѣверо-западъ почти до Storsjö въ Іемтландѣ (Jemtland) залегаютъ тоже кластическія породы большой мощности, названныя „смарагмитовой формаціей“. Эта формація состоитъ изъ средне- и крупнозернистыхъ, богатыхъ полевымъ штатомъ, песчаниковъ, которые принимаютъ характеръ то аркоза, то кварцита. Они окрашены въ сѣрый или красный цвѣтъ и переслаиваются со сланцами, большей частью, краснобурой окраски. Смарагмитовая формація мощностью около 800 метровъ включеніемъ не содержащаго окаменѣлостей известняка, такъ называемаго, „известняка Бири“, расчленяется на два отдѣла; породы, залегающія надъ известнякомъ Бири, обыкновенно относятъ уже къ кембрію. Тѣмъ важнѣе то обстоятельство, что плотный, доломитовый, иногда битуминозный, известнякъ можетъ достигать мощности въ 300 метровъ.

Наконецъ, заглянуть въ міръ организмовъ алгонкскаго періода позволяетъ Бретань, гдѣ, по Барруа[7] (Barrois), сланцы Санъ Ло (St. Lô) соотвѣтствуютъ алгонкской формаціи. Къ сѣверу они переходятъ въ песчаниковыя породы и становятся гнейсовидными, благодаря включенію вывѣтрившагося (на материкѣ?) гранита. Изверженія діабаза и порфира покрыты вулканическими туфами одновременнаго съ ними происхожденія. Конгломераты указываютъ на близость суши. Цилиндрическіе слѣды, можно думать, принадлежатъ червеподобнымъ орга-

низмамъ, а у Санъ-Тюріаля (St. Thurial) находится известнякъ органическаго вида. Но особенный интересъ представляютъ въ этихъ сланцахъ признаки присутствія радіолярій и губокъ. Кэйе[8] (Cayeux) удалось установить Spumellariae и Nassellariae, а также рядъ кремневыхъ губокъ (Lithistidae, Tetraktinellidae и Hexaktinellidae).

Къ сожалѣнію, кромѣ этого, въ старомъ свѣтѣ до сихъ поръ нигдѣ не найдены никакія ископаемыя. Причину этого понять нетрудно: на закатѣ палеозойской эры здѣсь возникъ рядъ мощныхъ горныхъ цѣпей, вслѣдствіе чего глубоко залегавшія алгонкскія породы были подняты въ видѣ антиклиналей, такъ что послѣдующей денудаціей онѣ приведены были на дневную поверхность; между тѣмъ, благодаря горообразующему процессу, онѣ претерпѣли метаморфизацію и превращены были въ кристаллическіе сланцы, въ которыхъ мы теперь тщетно ищемъ окаменѣлостей.

Въ заключеніе мы должны сказать еще нѣсколько словъ объ алгонкскихъ породахъ Остъ-Индіи[9]. Такъ называемые „дарварскіе слои“ несогласно залегаютъ на болѣе древнихъ породахъ и, несмотря на нѣкоторую метаморфизацію, еще обнаруживаютъ признаки кластическаго происхожденія. Они начинаются конгломератами, которые неоднократно сдавливались и вытягивались позднѣйшими горообразующими движеніями; затѣмъ слѣдуютъ вулканическіе покровы, кровавокрасные сланцы и кварциты, содержащіе всѣ значительныя индійскія мѣсторожденія золота. На сѣверѣ полуострова выступаютъ такого же возраста „гваліорскіе слои“, состоящіе изъ лежачаго песчаника и расположеннаго на немъ краснаго кремнистаго сланца мощностью около 600 метровъ. Въ нихъ вклиниваются нѣсколько вулканическихъ покрововъ, а два пласта богатыхъ известью породъ особенно интересны тѣмъ, что на вывѣтрѣлыхъ поверхностяхъ обнаруживаютъ органическую структуру.

Алгонкскія породы удалось установить и на нѣкоторыхъ другихъ обнаженіяхъ, но и фактовъ, до сихъ поръ сообщенныхъ, достаточно для того, чтобы притти къ слѣдующимъ выводамъ:

Къ началу алгонкскаго періода земля уже давно была охлаждена настолько, что теплота пиросферы уже не оказывала никакого вліянія на климатъ земной поверхности, такъ какъ мощныя, отложившіяся въ то время, обломочныя породы не обнаруживаютъ въ контактѣ никакого термическаго превращенія даже тамъ, гдѣ онѣ залегаютъ на собраныхъ въ складки гнейсахъ и гранитахъ. Земная кора, въ общемъ, имѣла уже такую толщину, что вулканическія изверженія діабаза и порфира не вездѣ могли пробивать твердую оболочку, а ограничены были тѣсными рамками вулканическихъ областей, такъ какъ обширные осадки совершенно не содержатъ образовавшагося вмѣстѣ съ ними пепельнаго матеріала. Точно такъ же, какъ въ позднѣйшіе періоды жизни земли, подстилающіе горные массивы въ нѣкоторыхъ мѣстахъ изгибались въ высокія складки, и атмосферныя силы, подобныя современнымъ, сносили старыя горныя цѣпи. Хотя имѣются несомнѣнныя морскія отложенія, все-же значительная часть сѣвернаго полушарія представляла тогда сушу. Рельефъ древнихъ странъ часто можетъ быть опредѣленъ и въ настоящее время; на ряду съ плоскими низменностями (Колорадо, Монтана) существовали очень неровныя горныя страны (Шотландія) съ крутыми горами высотою въ 900 метровъ.

Необыкновенно сильное вывѣтриваніе создавало неокатанные продукты разрушенія, скатывавшіеся съ горъ и заполнявшіе долины. Но обширныя впадины заполнялись и красными дюнными песками, которые, будучи наводняемы временными ливнями, вели къ образованію быстро высыхающихъ озеръ, къ возникновенію слѣдовъ волнъ и сѣтчатыхъ образованій. Если имѣть въ виду, что въ материковыхъ отложеніяхъ не найдено никакихъ слѣдовъ наземныхъ растеній, и что окраска ихъ говоритъ лишь о незначительныхъ примѣсяхъ углистыхъ веществъ, то нельзя не признать пустыннаго характера тогдашняго материка. Угловатый характеръ обломочнаго матеріала и незначительное удаленіе его отъ материнскихъ породъ свидѣтельствуетъ о рѣдкихъ дождяхъ, а трещины высыханія—объ интенсивномъ нагрѣваніи солнечной теплотой. Противоположность столь широко распространеннымъ материковымъ обломочнымъ породамъ, въ образованіи которыхъ играли роль лишь временнаго характера массы воды, составляютъ образовавшіеся подъ постояннымъ воднымъ покровомъ мелкозернистые осадки; они переслаиваются съ материковыми обломочными породами или замѣщаютъ и, въ свою очередь, образуютъ мощные профиля. Въ то время, какъ нѣкоторые тонкіе слои известняка между материковыми песчаниками слѣдуетъ, быть можетъ, разсматривать, какъ химическіе осадки, выпадавшіе въ высыхающихъ озерахъ, другіе, болѣе мощные пласты известняковъ между тонкозернистыми сланцами показываютъ, что въ морѣ жили выдѣляющіе известь организмы, которые, быть можетъ, родственны были стромаріямъ, *) позже пріобрѣтающимъ столь важное значеніе.

Нетрудно понять, почему такъ рѣдко оставались неизмѣненными именно мелкозернистыя, морскія породы: онѣ подвергались метаморфизаціи, и содержавшіяся въ нихъ известковыя ископаемыя исчезали. Только кремнистые щиты, роговыя раковины, нѣжныя очертанія и неясные отпечатки позволяютъ заглянуть въ морскую фауну алгонкскаго періода. Планктонныя радіоляріи напоминаютъ нынѣ живущіе типы, колоніи губокъ покрывали морское дно, доказано присутствіе двустворчатыхъ раковинъ, улитокъ, плеченогихъ и ракообразныхъ. Черви встрѣчались часто, но невозможно опредѣлить съ достовѣрностью ихъ систематическое положеніе и трудно установить циклы развитія формъ. Все же, число родовъ и видовъ было, кажется, не мало. Замѣчательно то, что въ Сѣверной Америкѣ можно явственно различать нѣсколько формъ; но остается открытымъ вопросъ жили ли эти формы одновременно, или послѣдовательно. Политремныя плеченогія, достигающія въ кембріи столь мощнаго развитія; въ алгонкскій періодъ встрѣчаются еще рѣдко, зато Atremata и Neotremata хорошо развиты. Гіолиты (Hyolites) достигаютъ въ алгонкскій періодъ по величинѣ и скульптурѣ раковинъ максимума своего развитія; ракообразныя принадлежатъ, большей частью, къ двустворчато-раковиннымъ и филлокаридамъ (Phyllocaridae).

Широкое распространеніе въ алгонкскихъ слояхъ крупнокластическихъ конгломератовъ и песчаниковъ и рѣдкое нахожденіе такого же

*) Этимъ именемъ я обозначаю особенно распространенные въ силурѣ и девонѣ, но также въ болѣе молодыхъ формаціяхъ, выдѣляющіе известь организмы (Sromatoporidae, Ellipsaktinidae и т. п.), остатки которыхъ состоятъ изъ известковыхъ пластинокъ.

возраста морскихъ осадковъ могутъ привести къ заключенію, что море покрывало тогда лишь незначительныя площади, и что, наоборотъ, большая часть земной поверхности представляла сушу. Но подобному предположенію противорѣчитъ необыкновенно богатая формами морская фауна кембрійскаго періода, непосредственно слѣдующаго за алгонкскимъ. Немыслимо, чтобы такая богатая морская фауна могла развиться безъ предшествующаго ряда поколѣній морскихъ животныхъ, тѣмъ болѣе, что изолированные остатки алгонкскихъ морскихъ животныхъ показываютъ намъ, какое разнообразіе морскихъ формъ существовало уже тогда. Для объясненія вышеприведенныхъ, вызывающихъ недоумѣніе, фактовъ мы могли бы скорѣе указать на то, что мелкозернистыя глинистыя породы гораздо легче поддавались метаморфизаціи, чѣмъ крупнозернистые песчаники и брекчіи. Слѣдовательно, вѣроятность найти неизмѣненными послѣднія породы гораздо больше; этимъ предположеніемъ легко объясняется ихъ относительно большое распространеніе въ алгонкскихъ профиляхъ.

Съ другой стороны, нельзя не раздѣлять того взгляда, что эти древніе материки имѣли характеръ пустынь. Нужно помнить, что всѣ материковыя растенія происходятъ отъ водяныхъ; нужно имѣть въ виду, что каменноугольный періодъ, какъ обстоятельно обосновано будетъ ниже, слѣдуетъ разсматривать, какъ эпоху, когда богатая морская флора энергично наступала на материкъ и лишь медленно приспособлялась къ новымъ условіямъ существованія. Тогда алгонкскій материкъ безъ дальнѣйшихъ размышленій вызоветъ у насъ представленіе о первобытныхъ пустыняхъ. Въ противоположность къ климатическимъ состояніямъ настоящаго времени, когда существуютъ лишь арктическія и субтропическія бѣдныя растеніями пустыни и степныя области, тогда весь материкъ представлялъ безжизненную пустыню, и, вслѣдствіе этого, скалистая почва, не защищенная никакимъ растительнымъ покровомъ, должна была подвергаться необычайно интенсивному физическому вывѣтриванію. Вмѣстѣ съ тѣмъ не было подземныхъ корней, которые въ настоящее время прорѣзываютъ почву въ сухихъ степяхъ, и которые можно найти повсемѣстно даже въ безжизненныхъ пустыняхъ, гдѣ въ почвѣ могутъ сохраняться хотя бы только слѣды подпочвенной влаги; поэтому, продукты вывѣтриванія скоро сносились вѣтромъ и водою въ низменности. Отсутствовали какъ кустарники и впитывающіе въ себя воду травяные и мшистые покровы, такъ и лѣса; въ силу этого, климатъ того времени лишенъ былъ того средства, которое въ настоящее время играетъ необыкновенно важную роль въ смягченіи климатическихъ контрастовъ. Ничто не ослабляло силы вѣтра пустынь, катастрофически разражались грозы, и въ атмосферѣ царили грандіозные ураганы. Нѣтъ ничего удивительнаго въ томъ, что при такихъ условіяхъ, какія въ настоящее время едва-ли можно наблюдать даже въ самыхъ суровыхъ пустыняхъ, образовывались и переносились чрезвычайныя массы обломочнаго матеріала, нагромождались колоссальные конгломераты со включеніями исполинскихъ глыбъ, и перемѣщающимися дюнами насыпались грандіозныя песчаныя поля. Такимъ образомъ, безжизненныя и дикія пустыни могли быстро понижаться; скрытыя подъ висячими толщами породъ, онѣ еще теперь обнаруживаютъ крутые горные склоны и глубокія ущелья.

15. Кембрійскій періодъ.

Хотя по скуднымъ слѣдамъ алгонкскихъ отложеній, мы, вообще, можемъ составить интересную картину господствовавшихъ въ то время географическихъ условій, то, все-же, названіе геологической формаціи заслуживаетъ лишь слѣдующій за алгонкскими отложеніями кембрій. Его нижняя и верхняя границы, вообще, могутъ быть строго опредѣлены, его мощность можетъ быть точно измѣрена, а характерныя руководящія окаменѣлости (Leitfossilien) дѣлаютъ возможнымъ точное расчлененіе кембрійской свиты слоевъ. По господствующимъ характернымъ видамъ ракообразныхъ различаютъ:

3) верхній кембрій = слои съ Olenus.
2) средній кембрій = слои съ Paradoxides.
1) нижній кембрій = слои съ Olenellus

Кембрійскія породы залегаютъ либо согласно на болѣе древнихъ отложеніяхъ, либо несогласно и трансгрессивно на складчатыхъ архейскихъ горныхъ массивахъ. При этомъ свита слоевъ начинается то нижнимъ, то среднимъ или верхнимъ кембріемъ; это свидѣтельствуетъ о томъ, что границы кембрійскаго моря часто перемѣщались.

Въ Сѣверной Америкѣ[1] верхнекембрійскіе песчаники, названные по находящемуся тамъ городу потсдамскими песчаниками, распространены обширными покровами отъ Пенсильваніи до Алабамы, Утаха и Вискосина. Въ Дакотѣ красные песчаники содержатъ зерна золота, происходящія изъ золотосодержащихъ кварцевыхъ жилъ архейскаго горнаго массива. Мы знаемъ, что складчатый горный хребетъ долженъ претерпѣть очень глубокую денудацію, прежде чѣмъ обнажены будутъ золотыя руды, выдѣлившіяся изъ вулканическихъ паровъ въ его внутреннемъ ядрѣ; на основаніи этого мы заключаемъ, что существовавшій здѣсь горный хребетъ медленно денудировался во время нижнекембрійской и среднекембрійской эпохи. Если мы мысленно подымемъ толщи потсдамскаго песчаника, то увидимъ среднекембрійскій ландшафтъ. Долины глубиною въ 300 метровъ съ уклономъ въ 1:100 прорѣзывали мѣстность. Большей частью, онѣ сперва заполнялись крупной галькой, затѣмъ слѣдовали рыхлыя песчаныя массы. Въ Миссури буреніемъ установлено, что этотъ песокъ безъ рѣзкихъ границъ переходитъ въ подстилающій гранитъ, который вмѣстѣ съ тѣмъ должно разсматривать, какъ материнскую породу для песчаника. Песчаники, обыкновенно не содержащіе окаменѣлостей, имѣютъ, большей частью, красную, желтую или бѣлую окраску; отдѣльные пласты часто обнаруживаютъ дюнную слоеватость. Нѣкоторые пласты изобилуютъ неразложеннымъ полевымъ шпатомъ,—признакъ того, что они образовались въ условіяхъ сухого пустыннаго климата. Въ Миннезотѣ, повидимому, происходили вулканическія изверженія; рѣдкіе ливни порождали обширныя мелкія озера, которыя быстро высыхали и, засыпанныя красными песчаными дюнами, образуютъ правильно напластованные прослойки. Весьма замѣчательно отсутствіе окрашенныхъ углистыми веществами породъ. Отсюда можно заключить, что красная песчаная пустыня покрыта была лишь скудной

растительностью (остатки которой извѣстны, быть можетъ, въ одномъ растительномъ остаткѣ изъ Мерилэнда).

У плоскаго песчанаго берега бушевало м о р е, ударяясь своими волнами, и энергично наступало на материкъ, особенно въ концѣ кембрія. Изъ прибрежной области тихаго океана проникала богатая животная жизнь. Изъ группы трилобитовъ, описаніе которой дано ниже, встрѣчаются рядомъ съ Dicellophalus древнѣйшія Asaphidae, въ то время, какъ на востокѣ, въ мелкихъ морскихъ бухтахъ, поселилась обѣднѣвшая фауна плеченогихъ съ роговыми раковинами, такъ что красные песчаники наполнены отличающимися желтымъ блескомъ раковинками Lingulella, Obolella и др.

Что тогда жили и болѣе крупныя животныя, обладавшія даже способностью бродить по влажному берегу, объ этомъ можно судить по слѣдамъ отъ ползанія[2], открытымъ у Монреаля. Protichnites septemnotatus обнаруживаетъ съ обѣихъ сторонъ прямолинейную борозду овальныхъ группъ отпечатковъ въ пескѣ по 7 отпечатковъ въ каждой; Climactichnites (рис. 54) же обнаруживаетъ двѣ борозды, тянущихся параллельно между собою въ разстояніи 12—15 сантиметровъ и связанныхъ между собою поперечными бороздками, образующими направленный впередъ уголъ. Эти странные, походящіе на лѣстницу, слѣды можно прослѣдить на большихъ и малыхъ индивидуумахъ на разстояніи многихъ метровъ, пока они не переходятъ въ овальную площадку длиною въ 40 и шириною въ 15 сантиметровъ; эта площадка, по всѣмъ видимостямъ, соотвѣтствовала паузѣ въ движеніи и обозначаетъ мѣсто отдыха животнаго. Protichnites можно, пожалуй, принять за слѣдъ движенія рака. Но Climactichnites могло образовать только какое-нибудь мягкое тѣло, ползавшее по влажному илу.

Рис. 54. Climactichnites Wilsoni. Слѣды прибрежнаго животнаго. Верхній кембрій Канады. Въ натуральную величину.

Въ Богемію[3] море въ своемъ трансгрессивномъ движеніи вступаетъ уже въ нижнекембрійскую эпоху. Здѣсь сначала отлагается конгломератъ, песчаное цементирующее вещество котораго содержитъ разломанные щиты морскихъ животныхъ. Мы видимъ, какъ омываемый морскими волнами скалистый к р у т о й б е р е г ъ медленно погружается въ море; за конгломератами и песчаниками, бѣдными ископаемыми, мощностью въ 150—200 метровъ, слѣдуетъ морской илъ, затвердѣвшій въ сѣрый сланецъ; онъ содержитъ достойное изумленія обиліе высокоразвитыхъ, среднекембрійскихъ животныхъ. Въ то время, какъ сѣвероамериканскій кембрій содержитъ золото, образовавшееся въ докембрійскомъ горномъ массивѣ, нижнекембрійскіе песчаники Богеміи у Пшибрама впослѣдствіи импрегнированы (пронизаны) были с е р е б р о содержащими парами; благодаря этому, здѣсь разрабатываются издревле знаменитые серебряные рудники, и нынѣ находящіеся въ цвѣтущемъ состояніи.

Обратимся теперь къ Сѣверной Европѣ, гдѣ кембрійская формація богато развита и тщательно изучена. Среди моря явственно выдѣляется С к а н д и н а в о-Ш о т л а н д с к і й м а т е р и к ъ, на который надвигается океанъ.

Съ западной стороны этотъ материкъ, вѣроятно, соединенъ былъ съ Канадскимъ материкомъ. Фауна[4] верхняго кембрія между 43° и 65° градусами составлена такъ однородно, что на этомъ большомъ пространствѣ море должно было имѣть одну и ту же температуру. Бухтами различной формы море врѣзывается въ плоскій берегъ. Рядомъ съ мѣстными галечными отложеніями, возникаютъ хорошо напластованныя толщи сѣраго и зеленаго песчаника, отмученная волнами зеленая, голубая и красноватая глина осаждается въ болѣе глубокой водѣ. Въ Эстляндіи эта глина наполняетъ своей и теперь еще пластичной массой ванны въ гнейсѣ глубиною въ 200 метровъ: убѣдительное доказательство того, что столь глубокой древности отложеніе можетъ оставаться совершенно неизмѣненнымъ на протяженіи долгихъ геологическихъ эпохъ, если только особыя причины не вызвали его цементаціи и затвердѣнія. Подобная порода[5] встрѣчается и по ту сторону Атлантическаго океана, въ Новомъ Брауншвейгѣ. Что въ такихъ илистыхъ бухтахъ скоплялись и сгнившія морскія растенія, видно изъ углистыхъ прослойковъ, вскрытыхъ буреніемъ въ Эстляндіи при Кундѣ.

Для кембрійскаго періода характерно, вообще, то, что какъ на морскомъ днѣ, такъ и на материкѣ во многихъ мѣстахъ дѣйствовали вулканы[7]. Такъ какъ вулканическіе пеплы и лавовые покровы вклинивались въ нормальную свиту слоевъ, то мощность послѣднихъ мѣстами сильно увеличена. Въ нижнемъ кембріи дѣйствовалъ съ полной силой архипелагъ при Сенъ-Дэвисѣ (St. Davis, Англія). Пеплы наслаивались слой за слоемъ до 500 метровъ; къ югу мощность ихъ увеличивается. Среднекембрійскіе порфировые вулканы дымились въ нынѣшней Франціи. Верхнесилурійскія изверженія сплошь до нижнесилурійской эпохи воздвигали высокіе пепельные конуса въ Сѣверномъ Уэльсѣ и въ Богеміи. Португалія, Сѣверная и Южная Индія тоже подвержены были въ то время вулканической дѣятельности.

Нанося на карту господствующіе цвѣта кембрійскихъ отложеній, мы убѣждаемся въ томъ, что красные конгломераты, песчаники и сланцы встрѣчаются преимущественно въ нижнихъ широтахъ. тогда какъ въ верхнихъ широтахъ преобладаютъ сѣрые, желтые и зеленые цвѣта. Этотъ фактъ гармонируетъ съ современнымъ распредѣленіемъ подобныхъ явленій и говоритъ за то, что уже тогда существовали климатическія различія, и что экваторъ занималъ такое же положеніе, какое онъ занимаетъ въ настоящее время.

Лишенная стока область[8] обнаруживается въ сѣверной Индіи, гдѣ въ Соляномъ кряжѣ встрѣчается залежь каменной соли мощностью въ 150 метровъ, залегающая между не содержащими ископаемыхъ, пурпурнокрасными песчаниками и суглинковыми отложеніями. Соляныя линзы сопровождаются гипсомъ, соляной глиной, сильвиномъ, глауберитомъ, кизеритомъ и доломитомъ.

Съ другой стороны, изъ сѣверныхъ областей слѣдуетъ упомянуть о рядѣ фактовъ, которые можно толковать, хотя и не безъ возраженій, какъ признаки прохладнаго климата съ образованіемъ глетчеровъ. Поражаетъ[9] прежде всего большое распространеніе гіолитовъ (Hyolites), см. рис. 55) въ Лапландіи, Шотландіи и Сѣверной Америкѣ. Намъ неизвѣстно, какимъ животнымъ эти известковыя трубочки служили оболочками, но онѣ напоминаютъ известковыя раковины крыла-

тиковъ, большими массами встрѣчающихся въ холодныхъ моряхъ. Что они жили еще въ пермскій періодъ въ холодныхъ, какъ ледъ, водахъ, объ этомъ можно заключить по тому, что они такъ часто встрѣчаются въ индійскомъ талхировомъ конгломератѣ. Въ болѣе крупныхъ раковинахъ часто находятъ много маленькихъ раковинъ, принадлежащихъ болѣе молодому поколѣнію, и невольно вспоминается уходъ за дѣтенышами, развитый у столь многихъ морскихъ животныхъ. Слѣды глетчеровъ имѣются, какъ предполагаютъ, въ кембрійскихъ отложеніяхъ Пенсильваніи.[10] Здѣсь мы находимъ мощныя известковыя массы, переходящія кверху въ брекчію, въ которой сцементированы известью угловатыя и округленныя известковыя глыбы діаметромъ до 1 метра. Высказано было предположеніе, что это разрушеніе незадолго до того образованныхъ известняковъ слѣдуетъ объяснить разрывающимъ дѣйствіемъ берегового льда.

Но самое замѣчательное обнаженіе находится на востокѣ отъ Нордкапа въ Варангерскомъ фіордѣ (Varanger Fjord).[11] Здѣсь на болѣе древнихъ, правильно напластованныхъ, песчаникахъ (спарагмитъ), поверхность которыхъ сглажена и покрыта глетчерными шрамами, направленными съ сѣверо-запада на юго-востокъ, расположена типичная нижняя морена, состоящая изъ сѣро-голубой или пепельно-сѣрой, песчанистой глины, въ которую включены многочисленные угловатые и круглые валуны краснаго или сѣраго гранита, песчаника и исцарапаннаго доломита. Эта морена позднѣе была окремнеземнена сообща съ пластами песчаниковъ лежачаго бока и этимъ предохранена была отъ разрушенія. Если позволительно принять, что эта морена относится къ кембрійскому времени, то это показываетъ, что уже тогда существовали полярные ледяные покровы. Недавно описаны кембрійскія морены Австраліи и Китая.

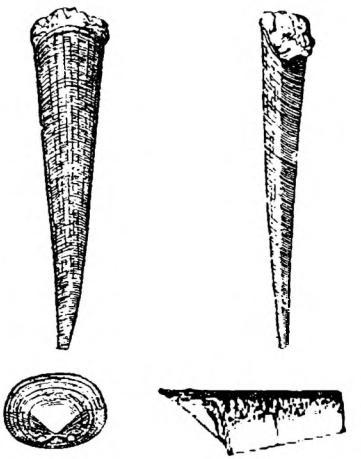


Рис. 55. Hyolites elegans изъ богемскаго нижняго силура. Внизу апертурное отверстіе и крышка Hyolites maximus изъ кембрія Богеміи.

Сравнивая границы кембрійскихъ морей, установленныя на основаніи фаунистическихъ признаковъ, съ поверхностями возвышавшихся среди этихъ морей материковъ, мы приходимъ къ мысли, что больше половины извѣстной земной поверхности представляло иногда с у ш у, а при изслѣдованіи породъ, образовавшихся въ кембрійскомъ морѣ, мы постоянно встрѣчаемъ признаки близкаго б е р е г а и н е з н а ч и т е л ь н ы х ъ м о р с к и х ъ г л у б и н ъ. Образованныя волнами борозды, трещины высыханія, литоральныя кремнистыя отложенія, становящіеся материкомъ вулканическіе острова,—всѣ эти факты можно понять лишь въ томъ случаѣ, если допустить, что глубина кембрійскаго океана была незначительна. Въ пользу этого предположенія говорятъ также быстрые переходы въ мощности кембрійскихъ породъ. Но если міровое море кембрійской эпохи было мельче современнаго океана и прерывалось большими материками, то отсюда должно бы вытекать, что въ продолженіе слѣдующихъ за кембрійскимъ періодовъ жизни земли сумма жидкой воды на земной поверхности весьма значительно возросла.

Многочисленные факты указываютъ на то, что родиной кембрійской морской фауны было экваторіальное море; отсюда она мигрировала на сѣверъ. Въ кембрійскомъ морѣ можно ясно различать нѣсколько фаунистическихъ областей.

Въ оцѣнкѣ животнаго міра кембрійскаго періода роковую роль сыграло то обстоятельство, что его изучали сперва въ Европѣ и Восточной Америкѣ, гдѣ море внѣдрялось въ материкъ широкими, мелкими бухтами и лишь въ немногихъ мѣстахъ благопріятствовало развитію болѣе или менѣе богатыхъ фаунъ. Такимъ образомъ, можно притти къ тому мнѣнію, что кембрійскій животный міръ былъ бѣденъ выдѣляющими известь формами, хотя многочисленныя отложенія известняковъ[12] доказываютъ противное. Самые сѣверные известняки мы находимъ въ Шотландіи, гдѣ въ среднемъ и нижнемъ кембріи залегаетъ толща известняковъ мощностью въ 50 метровъ. Въ Нормандіи между пурпурно-красными сланцами залегаетъ красный и сѣрый мраморъ. Въ Лангедокѣ, Астуріи и Сардиніи встрѣчаются мощные рифовые известняки. Особенно богата известняками Сѣверная Америка; здѣсь ихъ чечевицеобразныя вздутія, ихъ то слоистое, то неслоистое расчлененіе указываютъ на разнообразныя условія образованія. Въ Аппалачскихъ горахъ отдѣльныя верхнекембрійскія известковыя линзы достигаютъ мощности до 500 метровъ.

Къ сожалѣнію, всѣ эти известняки претерпѣли впослѣдствіи столь сильное измѣненіе, что ихъ органическую структуру можно узнать лишь на вывѣтрѣлыхъ поверхностяхъ. Но когда мы здѣсь узнаемъ то листоватое строеніе стромарій, то кристаллическую спайность криноидныхъ известняковъ, или разнообразные ряды волоконъ Protopharetra, то проливается свѣтъ и на этотъ трудный вопросъ.

Для всякаго біологически мыслящаго человѣка не подлежитъ никакому сомнѣнію, что и въ тѣ, давно прошедшія, времена животное царство жило на счетъ ассимилирующихъ растеній. И, все-же, о характерѣ той древней морской флоры мы знаемъ лишь весьма мало.

Своеобразной формы наросты и скульптуры, особенно часто встрѣчающіеся въ кембрійскихъ песчаникахъ,—ранѣе ихъ описывали и изображали, какъ водоросли,—оказались слѣдами ползанія всевозможныхъ морскихъ животныхъ или отпечатками отъ передвигавшихся твердыхъ образованій.

Формы, названныя Eophyton, теперь признаются за слѣды волоченія рукъ медузы; такимъ образомъ, въ видѣ остатковъ растительнаго міра, вызвавшаго къ жизни и поддерживавшаго кембрійскую фауну, имѣются лишь окрашенные углистымъ веществомъ глины и сланцы или походящіе на водоросли рисунки на поверхностяхъ пластовъ кембрійскихъ породъ, быть можетъ, также нѣкоторые известнякй.

Разсматривая фауну (рис. 56 и 57) въ цѣломъ, мы лучше всего видимъ ея своеобразный характеръ, если сопоставимъ ее съ животнымъ міромъ настоящаго времени. Циттель[13] насчитываетъ около 90 порядковъ живущихъ и вымершихъ животныхъ, которые на протяженіи геологическаго прошлаго образовали многочисленныя семейства, многіе роды и безчисленное множество видовъ. Изъ нихъ мы въ кембрійскихъ отложеніяхъ находимъ лишь 16, изъ которыхъ 5 типовъ исчерпываются кембріемъ и силуромъ.

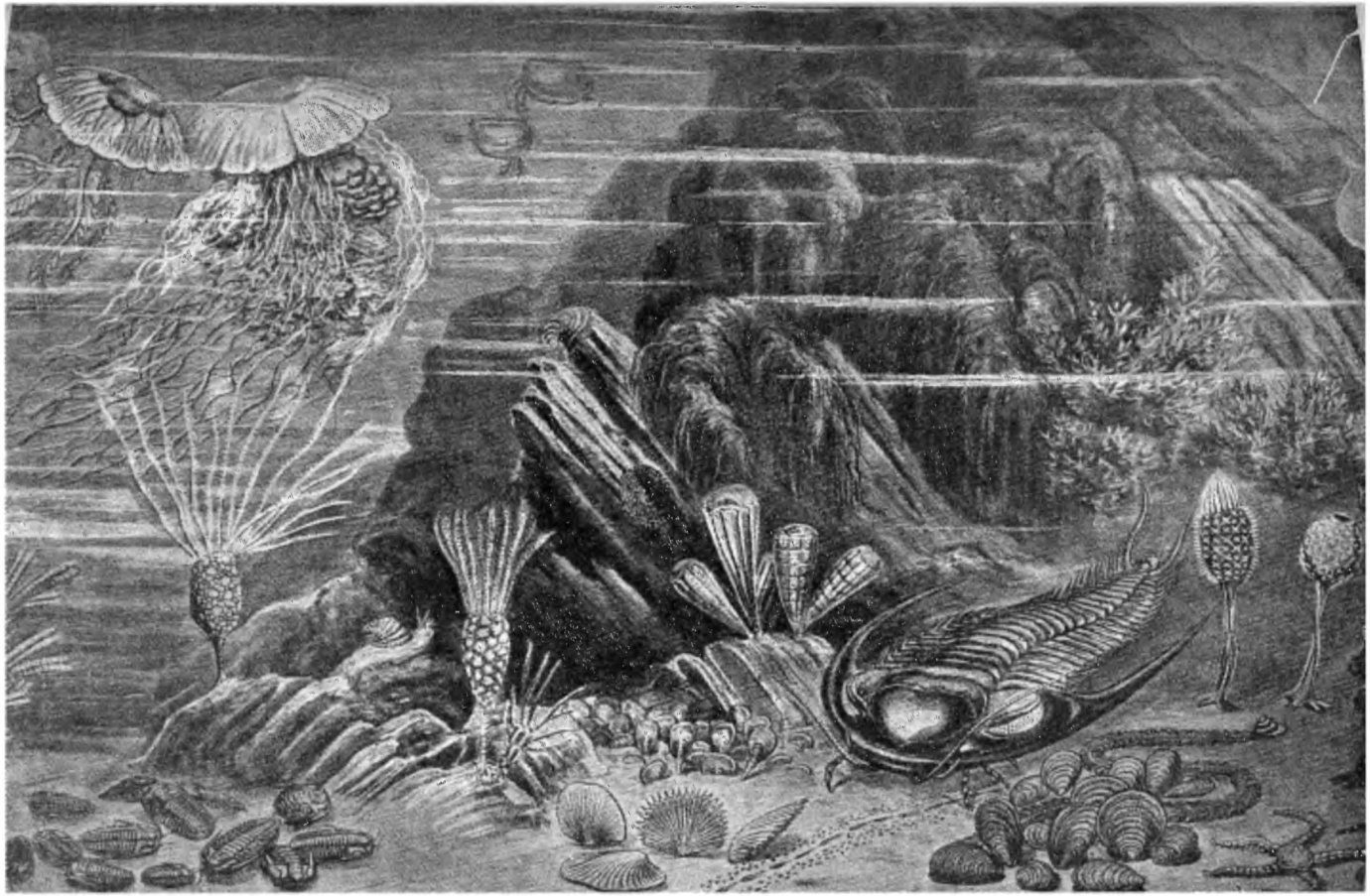


Рис. 56. Животный міръ кембрійскаго моря—I.

Могутъ возразить, что вслѣдствіе неполноты остатковъ, кембрійскій животный міръ неправильно освѣщенъ, что на самомъ дѣлѣ онъ былъ гораздо богаче, но сохранились лишь отдѣльныя формы; въ извѣстномъ смыслѣ это возраженіе—правильное: кембрійскія породы неоднократно подвергались метаморфизаціи, и отдѣльныя хорошо сохранившіяся мѣста съ палеонтологическимъ матеріаломъ, на подобіе острововъ, выдѣляются среди обширныхъ областей кристаллическихъ сланцевъ.

Но при болѣе точномъ изученіи этихъ „пробъ", мы на мѣстахъ находокъ, раздѣленныхъ между собою разстояніями въ сотни миль, открываемъ роды и виды, даже цѣлыя фаунистическія сообщества, состоящія изъ вполнѣ тождественныхъ формъ; при этомъ опредѣленныя породы (фаціи) все снова обнаруживаютъ одну и ту же группировку біономически между собою связанныхъ видовъ. Далѣе, эти типы такъ удивительно сохранились, что въ нѣкоторыхъ случаяхъ оказалось возможнымъ прослѣдить шагъ за шагомъ исторію ихъ развитія отъ яйца, величиною въ миллиметръ, черезъ характерныя личинковыя формы до взрослаго животнаго. Изъ нижнекембрійской глины Петербурга и того же возраста породъ Сѣверной Америки удалось извлечь маленькія, нѣжныя роговыя раковины однихъ и тѣхъ же видовъ.

Принимая все это во вниманіе, нельзя ставить въ упрекъ геологу, что онъ придерживается того взгляда, что *извѣстная намъ фауна известково-раковинныхъ и рогово-раковинныхъ кембрійскихъ животныхъ въ общемъ и цѣломъ оставила полную картину соотвѣтствующаго животнаго міра кембрійскаго періода*.

При этомъ освѣщеніи большой интересъ представляетъ то обстоятельство, что известковыя губки, кораллы, морскія лиліи, морскія звѣзды (?), морскіе ежи, мшанки, улитки, съ витыми раковинами, дискообразно завитыя головоногія (Cephalopoda), многочисленные порядки ракообразныхъ и насѣкомыхъ, а также всѣ разнообразныя формы позвоночныхъ животныхъ до сихъ поръ едва ли обнаружены въ кембрійскихъ слояхъ. Ихъ появленіе на закатѣ кембійскаго періода такъ характерно, что мало надежды на то, чтобы они когда-нибудь открыты были въ кембрійскихъ отложеніяхъ. По крайней мѣрѣ, они еще не пріобрѣли способности образовывать роговыя или известковыя раковины и, быть можетъ, населяли кембрійскій океанъ въ видѣ „мягкотѣлыхъ".

Что тогда распространены были *червеобразныя животныя* съ весьма различными жизненными привычками, объ этомъ можно заключить по многочисленнымъ ходамъ, которыми часто пробуравлены кембрійскіе песчаники. То эти ходы перерѣзываютъ слои въ видѣ параллельныхъ, толщиною въ стволъ пера, трубочекъ (Scolithus, Arenicolites), то мы видимъ, какъ они мутовчато развѣтвленными пучками трубочекъ (Phycodes, Vexillum) доходятъ сплошь до нижнесилурійскихъ слоевъ. Но тогда также существовали уже настоящіе, высокодифференцированные кольчатые черви; объ этомъ можно съ увѣренностью заключить по ихъ роговымъ челюстнымъ зубамъ, такъ называемымъ конодонтамъ, которые удалось извлечь путемъ отмучиванія изъ синей глины С.-Петербурга.

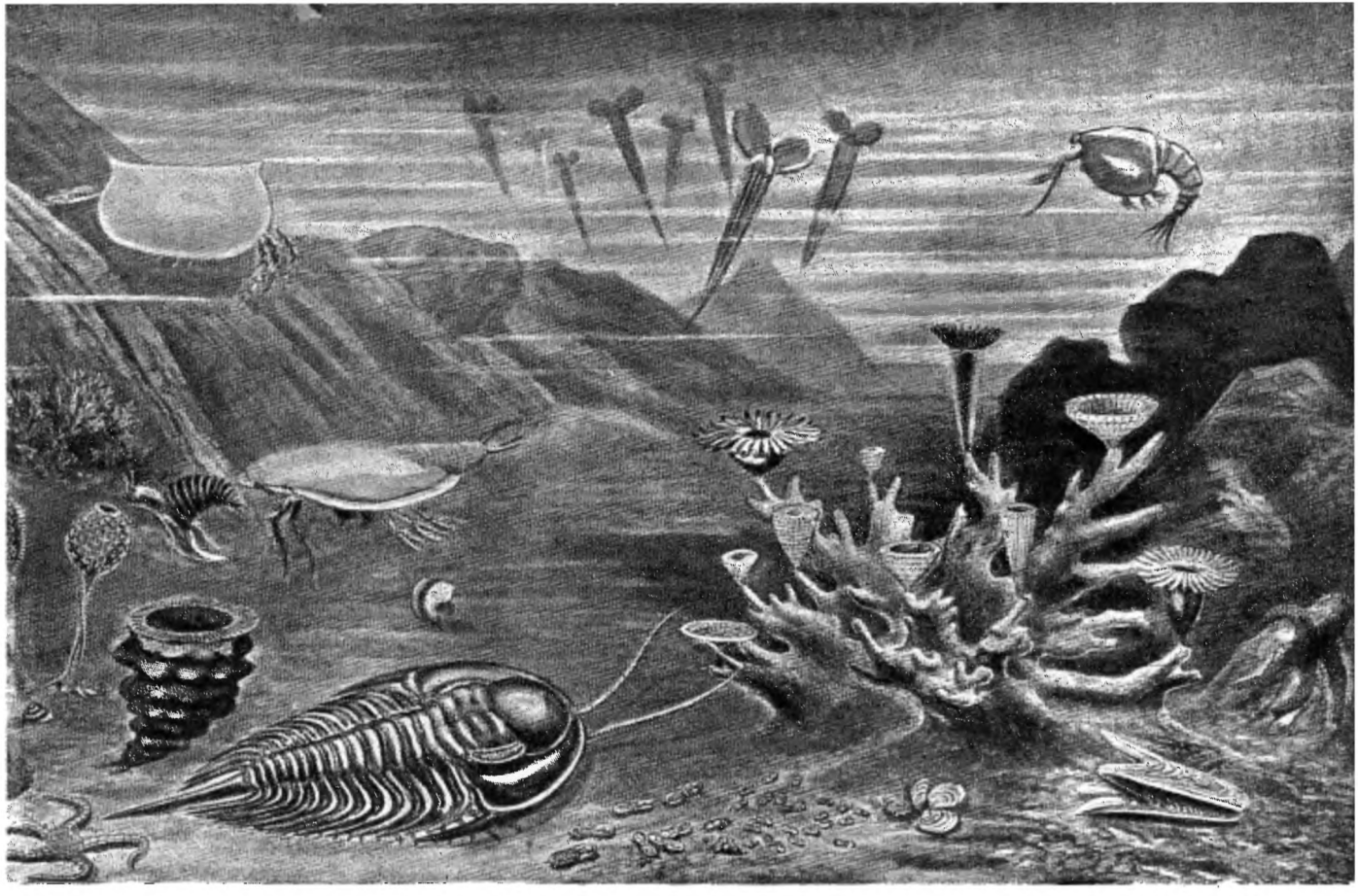


Рис. 57. Животный міръ кембрійскаго моря. — II.

Мы привыкли простыя, мало дифференцированныя формы относить къ началу зарожденія родословнаго дерева животнаго царства; поэтому мы должны поставить себѣ вопросъ: отвѣчаетъ ли кембрійская фауна этимъ требованіямъ?

Въ то время, какъ въ современныхъ моряхъ мол люски играютъ необыкновенно важную роль, изъ кембрійскихъ слоевъ извѣстны лишь немногіе представители этой группы. Какъ двустворчатыя раковины, описаны были Fordilla, Palaearca, Modioloides. Маленькія, колпаковидныя раковины (рис. 58) разсматриваются, какъ улитки. Лишь въ верхнекембрійскихъ отложеніяхъ Сѣверной Америки найдены нѣкоторыя витыя раковины улитокъ, Holopea (рис. 59), Ophileta (рис. 60), которыя поразительно напоминаютъ прѣсноводныя формы. И изъ головоногихъ (чернильныхъ каракатицъ), столь необыкновенно часто встрѣчающихся въ силурѣ, извѣстенъ лишь небольшой родъ Volborthella (рис. 61). Это—роговыя, раздѣленныя на камеры трубки, длиною около 8 миллиметровъ и шириною около 1 миллиметра, внутри которыхъ находится болѣе тонкая трубка (сифонъ), соединяющая камерныя полости.

Рис. 58. Stenotheca rugosa Изъ кембрійскихъ отложеній Массачузетса.

Рис. 59. Holopea Sweeti, улитка. Изъ верхнекембрійскихъ отложеній Висконсина.

Рис. 60. Ophileta primordialis изъ кембрійскихъ отложеній Висконсина. Натуральная величина.

Тѣмъ большее значеніе имѣли въ тѣ времена брахіоподы (плеченогія); они были довольно богаты родами и видами и населяли море.[4] Kutorgina, Orthis, Orthisina, Billingsella, Camarella, Acrothele и Linnarsonia встрѣчаются какъ въ видахъ съ гладкими раковинами, такъ равно и въ видахъ съ красиво ребристыми раковинами и даже съ раковинами, украшенными шипами. Они принадлежатъ къ той вѣтви животнаго царства, которая и въ настоящее время, правда, представлена нѣсколькими семействами, но главное развитіе которой относится къ силурійской эпохѣ. Маленькое, червеобразное тѣло этихъ животныхъ, украшенное двумя покрытыми рѣсничками жаберными руками, защищенное двумя раковинными створками, прикрѣпляется стеблемъ къ морскому дну. 10 родовъ находятся въ нижнекембрійскихъ отложеніяхъ, 2600 видовъ

Рис. 61. Кембрійскій песчаникъ, покрытый каменными ядрами Volborthella tenuis (увеличено въ 3 раза) Recca al mare при Reval.

живутъ въ силурѣ. Послѣ силура число ихъ формъ постоянно убываетъ, вначалѣ быстро, затѣмъ медленно. Поразительно, что два еще нынѣ живущихъ семейства, Lingula и Discina, дожили до на-

Рис. 62. Prtospongia (2) (Diagonella) cyathiformis ($^2/_3$).

Рис. 63. Protospongia mononema ($^2/_3$).

Рис. 64 Acanthodictya hispida.

стоящаго времени, почти совершенно не измѣнившись, начиная съ кембрія. Передъ нами примѣръ такой долговѣчности, подобнаго которому нельзя найти у другихъ формъ изъ міра организмовъ.

Рис. 65. Macrocystella, изъ верхнекембрійскихъ отложеній Англіи.

Изъ прикрѣпленныхъ животныхъ можно назвать также рядъ морскихъ губокъ,[15] которыя великолѣпно сохранились со своими изящными кремневыми иглами (рис. 62, 63, 64). Онѣ принадлежатъ къ нынѣ еще живущимъ семействамъ четырехъ-и шестилучевыхъ губокъ, но ихъ иглы расположены еще свободно въ ткани; лишь въ силурѣ появляются формы, у которыхъ иглы соединены въ прочный скелетъ.

Иглокожія представлены многочисленными родами такъ называемыхъ цистоидей. Ихъ покровы, похожіе на мѣшокъ или на щитъ рака, представляютъ изящную мозаику изъ известковыхъ пластинокъ, строеніе которыхъ позволяетъ сдѣлать интересные выводы о внутреннемъ строенін этихъ животныхъ. Такъ какъ ихъ главное развитіе относится къ силурійскому періоду, то точнѣе они описаны будутъ нами ниже, но уже здѣсь мы укажемъ на оригинальный родъ Macrocystella (рис. 65), заслуживающій интереса, какъ древнѣйшая примитивная морская лилія.

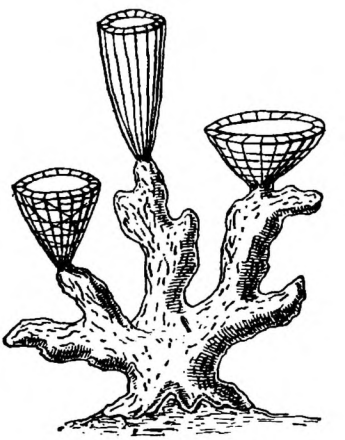


Рис. 66. Полипнякъ Protopharetra съ сидящими на немъ чашечками Anthamorpha, Archaeocyathus и Coscinocyathus изъ верхнекембрійскихъ отложеній Canal grande (Сардинія). Натуральная величина.

Настоящіе кораллы и кораллоподобныя животныя изъ кембрійскихъ отложеній неизвѣстны. Зато отъ Сѣверной Сибири до Сардиніи распространены маленькія двухстѣнныя воронки, нѣжные известковые листочки которыхъ представляются раздѣленными на камеры соединительными столбиками. Эти образованія, высотою отъ 1 до 8 сантиметровъ, шириною отъ 5 до 20 миллиметровъ, описаны, какъ Archaeocyathus (рис. 66), и причислялись то къ губкамъ, то къ кораллам. Но это—совершенно своеобразный типъ прикрѣпленныхъ животныхъ; они, кажется, чередовались поколѣніями съ выдѣляющимъ известь организмомъ (Protopharetra), воздвигшимъ на Сардиніи цѣлые известковые рифы, прорѣзанные его сильно развѣтвленными стволами и побѣгами. Кромѣ археоціатидъ (Archaeocyathydae), зоологическое родство которыхъ представляетъ, вообще, загадку, слѣдовало бы упомянуть и о нѣкоторыхъ другихъ кембрійскихъ ископаемыхъ, обнаруживающихъ не менѣе странныя формы и представляющихъ еще большую загадку въ морфологическомъ отношеніи. Мы называемъ только Palaenigma Wrangeli (рис. 67); эта форма походитъ на четырехгранную курительную свѣчку и неоднократно находима была въ верхнекембрійскихъ отложеніяхъ Россіи. Можно было бы назвать и множество другихъ загадочныхъ ископаемыхъ (Problematica).

Рис. 67. Palaenigma Wrangeli, загадочная окаменѣлость изъ верхнекембрійскихъ отложеній Россіи.

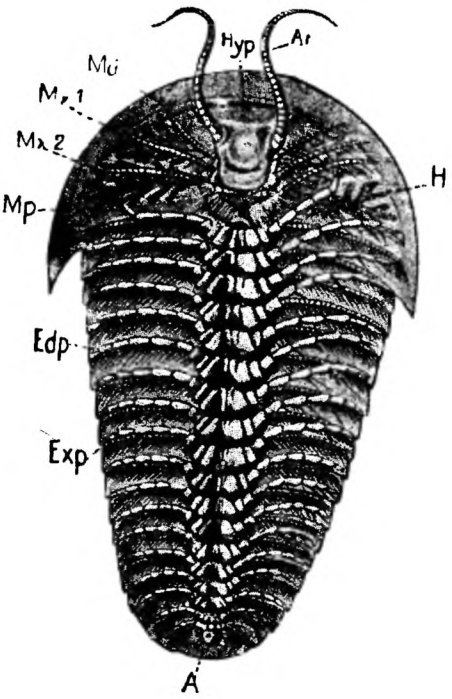


Рис. 69. Брюшная сторона трилобита. Hyp.: гипостома, At: щупальцы, Md: челюстная щупальца, Mx 1,2: слѣдующія челюстныя щупальцы, H: печеночные мѣшки (?) Edp: эндоподитъ, Exp: экзоподитъ, A: порошица.

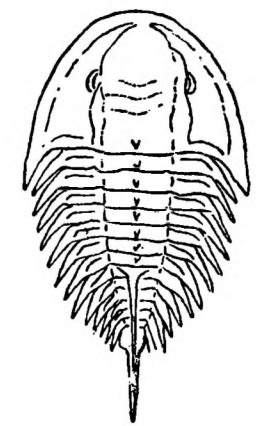


Рис. 68. Olenellus Mickwitzi. Древнѣйшій балтійскій трилобитъ (кембрій). 2/3 натур. величины.

Но всѣ названныя животныя формы далеко уступаютъ по своему значенію группѣ ракообразныхъ членистыхъ животныхъ (трилобитовъ), которыя являются характерными именно для древнѣйшихъ періодовъ исторіи земли. Трилобитовъ называютъ „трехлопастными животными“, потому что ихъ тѣло спереди назадъ и справа налѣво распадается на три части (рис. 68—76). На полулунномъ или ромбоидальномъ головномъ щитѣ находятся два сложныхъ глаза, которые

иногда расположены на глазномъ бугрѣ. Средняя часть головного щита (glabella) имѣетъ родъ вздутія и часто обнаруживаетъ исвственное дѣленіе на боковыя лопасти (метамеры), которыхъ бываетъ отъ 2 до 6-ти. Боковыя части (щеки) (genae) часто бываютъ снабжены длинными щечными шипами.

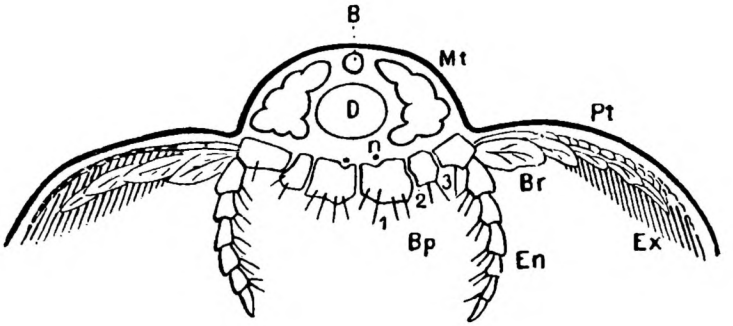


Рис. 70. Схематическій разрѣзъ черезъ туловище трилобита. 1, 2, 3: базиподиты, Mt Pt: спинной покровъ, Br: жабры, En: эндоподитъ, Ex: экзоподитъ, B: спинное сердце, D: пищеварительный каналъ, n: нервы.

За исключеніемъ роющагося въ илѣ Agnostus'а, туловище состоитъ изъ большого числа сегментовъ, суживающихся назадъ; двумя продольными бороздками сегменты раздѣляются на среднюю лопасть и двѣ боковыхъ пластинки (плевры, pleurae); на плевральныхъ пластинкахъ находятся и шипы.

Рис. 71. Молодой экземпляръ Sao hirsuta, только что вылупившійся изъ яйца; увеличеніе въ десять разъ.

Хвостовой щитъ (Pygidium) часто представляетъ лишь круглый придатокъ или же оказывается украшеннымъ длинными шипами, иногда онъ образованъ только маленькой конечной пластинкой, непосредственно примыкающей къ послѣднему туловищному сегменту.

Брюшная сторона тѣла (рис. 69 и 70) была мягкокожистой и, вѣроятно, лишь мало пропитана известью; такъ какъ трилобиты, какъ и большинство ракообразныхъ, съ ростомъ линяли, то брюшной покровъ лишь рѣдко сохранялся въ ископаемомъ состояніи. Въ такихъ случаяхъ мы подъ головнымъ щитомъ видимъ двѣ пары расчлененныхъ щупальцевъ, а подъ туловищемъ большое количество нѣжныхъ конечностей. Микроскопическое изслѣдованіе тонкихъ шлифовъ развернутыхъ трилобитовъ (рис. 70) показало, что рядомъ съ каждой конечностью для бѣганія (эндоподитомъ) существуетъ щеткообразный экзоподитъ, который служилъ, вѣроятно, для плаванія, какъ и нѣжныя листообразныя или спиральныя жабры. Полное отсутствіе челюстныхъ зубовъ указываетъ на то, что трилобиты питались иломъ. Вѣроятно, различныхъ родовъ органы были различно дифференцированы; формы родовъ указываютъ на разнообразный характеръ жизни.

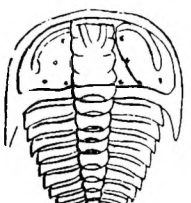


Рис. 72. Sao hirsuta. Экземпляръ средней величины. Увеличено въ 10 разъ.

Довольно простой типъ представляютъ кембрійск е роды Ellipsocephalus, Conocephalites, Ptychoparia и Sao (рис. 71, 72, 73). Яйцевидное тѣло особенно выдающагося хвостового щита говоритъ объ инертной жизни въ тихой водѣ. Зато въ родахъ Olenellus (рис. 68), Paradoxides (рис. 76) Mesonacis, Olenoides, Bathynotus, снабженныхъ шипами, мы узнаемъ хищниковъ мелкаго моря.

Третій типъ образуютъ роды Agnostus (рис. 57 внизу) и Microdiscus которыхъ головной и хвостовой щиты притупленно яйцевиднаго очертанія такъ похожи другъ на друга, что первый родъ получилъ даже названіе „неузнаваемаго“ („agnostus“). Глаза отсутствуютъ, и кажется, что эти формы, живя въ илѣ, ползали такъ жо хорошо впередъ, какъ и назадъ.

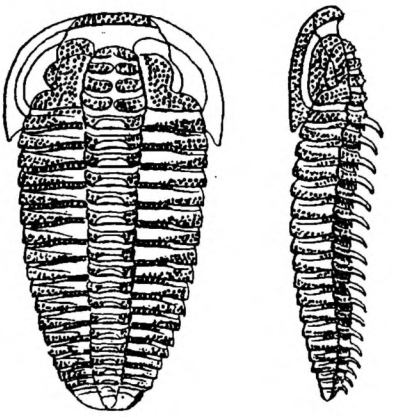


Рис. 73. Sao hirsuta изъ среднекембрійскихъ отложеній Богеміи. Взрослый экземпляръ сверху и сбоку.

Paradoxides въ молодомъ возрастѣ (рис. 74) отличаются тѣмъ, что боковыя остроконечія второго туловищнаго сегмента вытянуты въ длинные шипы. Въ позднѣйшей стадіи (рис. 75) шипы укорачиваются, но даже у взрослаго экземпляра еще явственно сказывается своеобразный характеръ второго туловищнаго сегмента.

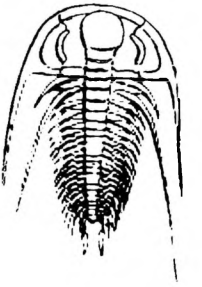


Рис. 74. Paradoxides bohemicus. Молодой экземпляръ съ длинными боковыми шипами.

Трилобиты часто выступаютъ въ такомъ количествѣ, что ихъ панцыри покрываютъ сплошь поверхности слоевъ. Принадлежа къ вѣтви членистоногихъ (Arthropodae), трилобиты во время своего роста постоянно линяли. Если мы вспомнимъ, что современный рѣчной ракъ линяетъ (по Шантрану) 24 раза въ теченіе шести лѣтъ, то мы легко уяснимъ себѣ, что нѣкоторыя богатыя трилобитами породы были не чѣмъ инымъ, какъ пунктами линянія, и что богатство индивидумовъ въ этихъ пунктахъ отнюдь не даетъ картины фауны того времени. Исторія развитія нѣкоторыхъ видовъ извѣстна въ точности. Яйца находятъ въ видѣ маленькихъ, большей частью, черныхъ шариковъ отъ $^2/_3$ до 5 миллиметровъ діаметромъ. Они расположены небольшими кучками. Упругая скорлупа яйца прорывалась вылупляющимся трилобитомъ Молодые экземпляры обыкновенно по формѣ своей весьма существенно отличаются (71—73 и 74—76) отъ взрослыхъ; притомъ удивительныя метаморфозы происходили также при позднѣйшихъ линяніяхъ. Такія превращенія обнаруживаютъ именно важнѣйшія руководящія формы.

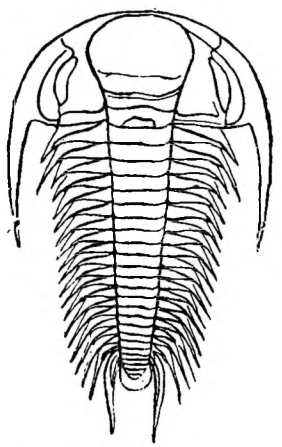


Рис. 75. Paradoxides bohemicus. Молодой экземпляръ съ нѣсколько укороченными боковыми шипами.

Фактъ, что нѣкоторые кембрійскіе трилобиты были безъ глазъ, трактовали въ томъ смыслѣ, что трилобиты жили въ лишенныхъ свѣта пучинахъ глубокаго моря. Но изученіе породъ, заключающихъ эти формы, и условія ихъ залеганія дѣлаетъ это предположеніе, вообще, непріемлемымъ. Въ слѣпыхъ Agnostus и другихъ видахъ мы скорѣе должны видѣть ползающія въ илѣ формы, глаза которыхъ атрофи-

ровались точно такъ же, какъ у дождевого червя и крота. Слѣдъ отъ ползанія Peltura scarabaeoides описанъ былъ,[17] какъ растеніе (Cruziana).

Шведскій кембрій начинается кварцевымъ конгломератомъ, за которымъ слѣдуютъ зеленые песчаники; послѣдніе у Лугнаса (Lugnás) содержатъ своеобразные слѣды и отпечатки, на которыхъ удалось показать[18], главнымъ образомъ, остатки медузъ. Medusina costata (рис. 77) образуетъ снизу четырехгранную, чаще пятигранную пирамиду, тогда какъ верхняя сторона ея обнаруживаетъ столько же кругловатыхъ бугорковъ. Это тѣло съ такой точностью походитъ на слѣпокъ желудочной полости акраспедотной медузы съ ея половыми карманами, что нельзя сомнѣваться въ ихъ однородности. Эта же форма найдена была также и въ Эстляндіи.

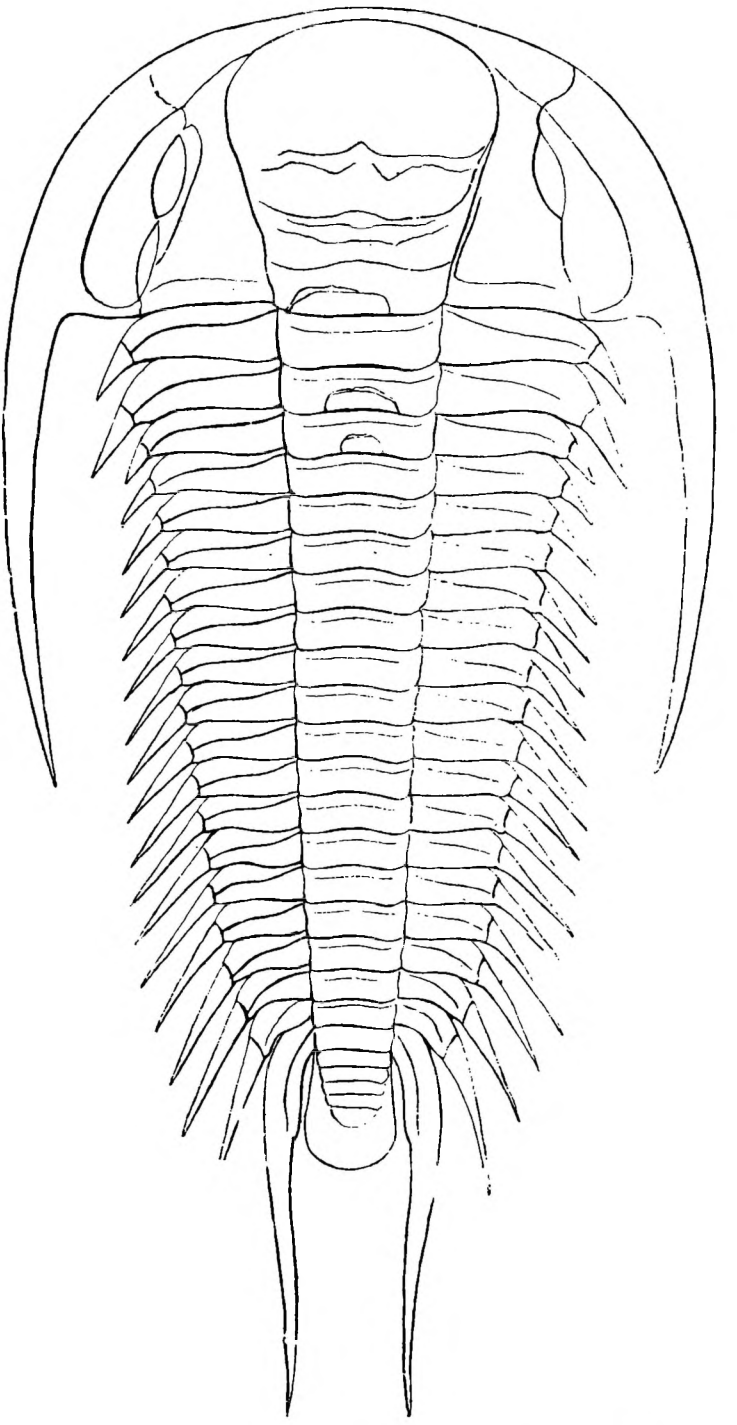


Рис. 76. Взрослый экземпляръ Paradoxides bohemicus. Среднекембрійскія отложенія Богеміи.

Подъ названіями Medusina princeps и Medusina radiata (рис. 78) извѣстны дискообразные отпечатки, представляющіе ротовые диски медузы, окруженные многочисленными радіальными бороздками. Наконецъ, между отпечатками, описанными подъ названіемъ Eophyton, и слѣдами отъ волоченія рукъ медузы существуетъ такое большое сходство, что и это ископаемое слѣдуетъ, пожалуй, отнести къ медузамъ.

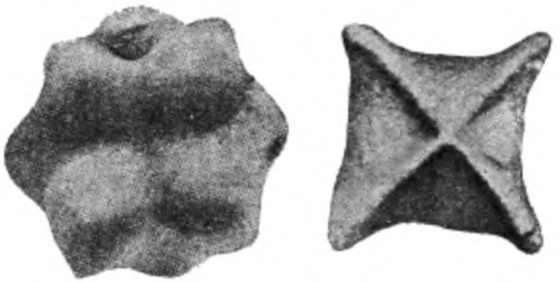


Рис. 77. Medusina costata; желудочная полость и половыя железы въ видѣ каменнаго ядра; слѣва видъ сверху, справа—видъ снизу.

Я полагаю, что эти описанные остатки медузъ могли образоваться только въ сухомъ, тепломъ климатѣ. Во время одной бури у береговъ Краснаго моря на песчаный африканскій берегъ выброшено было безчисленное множество медузъ. Многія изъ нихъ оставили ясные отпечатки; жаркое солнце высушило ихъ студенистое дискообразное тѣло, придавъ ему видъ пергаментнаго листа толщиною въ листъ бумаги. Этотъ высушенный остатокъ, навѣрное, еще былъ въ состояніи сохранить рельефъ песчанаго отпечатка даже въ томъ случаѣ, если бы его засыпалъ сверху сухой прибрежный песокъ. Наоборотъ, подъ водою или на влажномъ берегу студенистый дискъ, разумѣется, сгнилъ бы и расплылся бы.

Рис. 78. Отпечатокъ ротового диска Medusina radiata съ вѣнчикомъ щупальцевъ. Изъ кембрійскихъ отложеній Швеціи.

Въ нижнекембрійскихъ отложеніяхъ Сѣверной Америки[19] встрѣчаются зеленые сланцы, покрытые отъ четырехъ-до-семи лучевыми образованіями, имѣющими извѣстное сходство съ системой каналовъ у медузы. Они описаны были подъ названіемъ Dactylodites (рис. 79); подъ названіемъ же Brooksella и Laotira извѣстны удивительно развѣтвленные кремневые желваки, встрѣчающіеся тысячами экземпляровъ въ среднекембрійскихъ отложеніяхъ Алабамы; ихъ сравниваютъ съ современной медузой, снабженной многими ртовыми отверстіями, Gastroblasta Raffaeli. Если бы здѣсь передъ нами, дѣйствительно, были медузы, то имъ слѣдовало бы приписать слѣдующую организацію: многолопастный, довольно твердый плавательный дискъ прорѣзанъ радіальными каналами числомъ отъ 4 до 12 и болѣе; тентакули (щупальцы) не наблюдаются. Путемъ почкованія возникаютъ сложные индивидумы, у которыхъ система канала можетъ быть очень запутанной. Онѣ, кажется, часто

размножались дѣленіемъ и вели бентонный образъ жизни. Нѣкоторые признаки, повидимому, говорятъ за то, что онѣ принадлежатъ къ ризостомидамъ (Rhizostomidae).

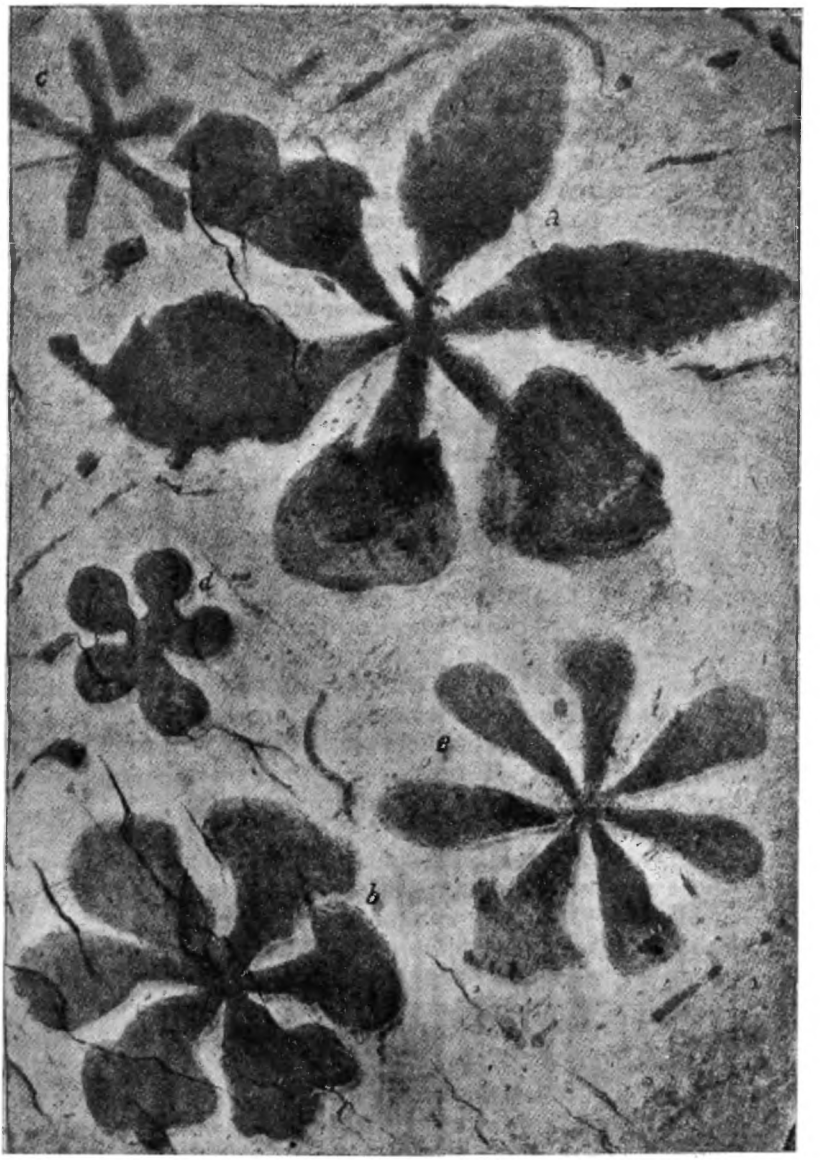


Рис. 79. Остатки пищеварительной системы кембрійской медузы Dactylodites asteroides.

Затѣмъ къ кембрійскому планктону мы причисляемъ нѣкоторые нѣжные отпечатки плавающихъ раковъ. Protocaris Marshi (рис. 80) принадлежитъ къ очень оригинальному типу [филлоподовъ (листоногихъ, phillopoda)?]. Округленный четырехсторонній щитъ, длиною въ 21 мил-

лиметръ безъ глазныхъ бугорковъ скрывалъ тѣло, отъ котораго можно было видѣть только расчлененный хвостъ съ хвостовымъ щитомъ, снабженнымъ двумя отверстіями. Hymenocaris vermicauda (рис. 81) обнаруживаетъ иное очертаніе тѣла. Къ планктоннымъ ракамъ должна была принадлежать также раковина сѣдлообразной формы, описанная подъ названіемъ Leperditia (?) argentea, хотя ея положеніе въ системѣ и сомнительно. Замочный край вытянутъ въ два острія. Болѣе достовѣрно опредѣленіе Leperditia Troyensis, маленькой остракоды (раковиннаго ракообразнаго), находимой въ Уэльсѣ и Нью-Іоркѣ.

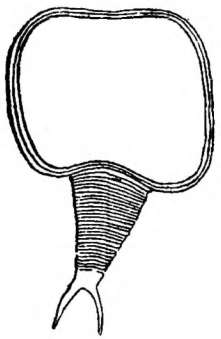


Рис. 80. Protocaris Marshi. Отпечатокъ плавающаго рака изъ средняго кембрія Perkers Farin (Vermont).

Наконецъ, можно было бы назвать Hyolithes (рис. 55), многочисленные представители которыхъ особенно часто встрѣчаются въ болѣе высокихъ широтахъ.[20] Ихъ известковая раковина длиною до 8 сантиметровъ напоминаетъ округленно-ребристыя ножны кинжала; небольшая яйцевидная крышечка закрывала отверстіе; о вынашиваніи ими дѣтенышей, а также объ ихъ нахожденіи въ прохладныхъ водахъ упоминалось уже выше.

Весьма замѣчательно полнѣйшее отсутствіе граптолитовъ; послѣдніе впервые появляются въ пограничныхъ между кембріемъ и силуромъ слояхъ и затѣмъ получаютъ необыкновенно богатое развитіе.

Обозрѣвая кембрійскую фауну съ біологической точки зрѣнія, мы видимъ, что она, съ одной стороны, какъ бродячій и сидячій бентонъ, населяетъ морское дно, съ другой стороны, какъ планктонъ, находится и въ верхнихъ частяхъ моря. Могли ли обитатели раковинъ Hyolithes плавать въ видѣ нектона, на этотъ вопросъ отвѣтить невозможно, но для нѣкоторыхъ трилобитовъ это предположеніе пріемлемо. Несмотря на то, что, насколько мы знаемъ до сихъ поръ, многочисленные, позднѣе выступающіе, циклы формъ еще отсутствовали,—несмотря на это, существовавшіе тогда роды и виды относятся къ высоко развитымъ формамъ. Строеніе нижнекембрійскихъ трилобитовъ, организація археоціатидъ (Archaeocyathidae) и цистоидей (Cystoideae) стоитъ въ полномъ противорѣчіи съ тѣмъ предположеніемъ, что древнѣйшая изъ извѣстныхъ намъ фаунъ является простой, примитивной.

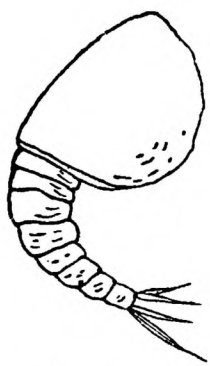


Рис. 81. Hymenocaris vermicauda, ползающій ракъ изъ верхняго кембрія Dodelly (Уэльсъ).

Этотъ фактъ былъ понятъ такимъ образомъ, какъ будто жизнь на землѣ началась съ высокоорганизованныхъ формъ, которыя не развились медленно и постепенно, а какъ таковыя, созданы были сразу.

Если вырвать кембрійскую фауну изъ всей геологической цѣпи и разсматривать ее изолированно, то это мнѣніе становится понятнымъ. Но нужно принять во вниманіе то обстоятельство, что фауна эта корнями своими внѣдряется въ алгонкскія породы, что непрерывныя линіи развитія тянутся отъ кембрія до настоящаго времени; особенно слѣдуетъ имѣть въ виду, что нижняя граница содержащихъ окаменѣлости породъ залегаетъ на са-

мыхъ различныхъ горизонтахъ, и что граница эта намѣтилась впослѣдствіи, благодаря процессамъ метаморфизаціи. Принимая все это во вниманіе, въ кембрійскомъ животномъ мірѣ мы видимъ не зачатки жизни, а лишь древнѣйшіе изъ дошедшихъ до насъ палеонтологическихъ документовъ. Обломки алгонкскаго живого міра. правда, весьма ничтожны, но они, все же, явственно показываютъ намъ, что растенія и животныя существовали и до кембрійскаго періода.

Необходимость существованія до-кембрійскихъ предковъ кембрійскихъ біологическихъ формъ становится для насъ особенно, такъ сказать, наглядной, когда мы разсматриваемъ древнѣйшихъ трилобитовъ: Ellipsocephalus Germani въ Богеміи, Olenellus Mickwitzi въ Россіи, Olenellus Kjerulfi въ Швеціи, Conocoryphe viola и Olenellus Lapworthi въ Англіи, а также Microdiscus Helena и Olenellus Bröggeri очень высоко дифференцированы и различаются между собою весьма существенными признаками, обнаруживаютъ глубоко различныя личинковыя формы, и мы вынуждены допустить, что должны были пройти продолжительные періоды времени, пока эти животныя формы могли развиться. Если мы примемъ во вниманіе, что рядъ кембрійскихъ трилобитовъ лишены глазъ, то мы должны допустить, что и этотъ фактъ потребовалъ извѣстнаго подготовительнаго періода. Представленіе о томъ, сколько для этого потребовалось времени, мы должны составить себѣ, если примемъ во вниманіе, сколь ничтожное измѣненіе претерпѣли трилобиты на протяженіи всего кембрійскаго періода, что верхнекембрійскій Olenus лишь немногимъ отличается отъ руководящаго для нижняго кембрія рода Olenellus, что вытекаетъ уже изъ самого названія.

Разсматривая животный міръ кембрійскаго періода, какъ одно цѣлое, въ томъ видѣ общей картины, въ какой онъ приведенъ новѣйшими работами, мы прежде всего приходимъ къ заключенію о фаунистическомъ единствѣ кембрійскаго мірового моря. Отдѣльныя, хорошо различимыя фаунистическія провинціи имѣютъ всегда общіе роды или даже виды, а отдѣльные профиля, разорванные тектоническими движеніями или раздѣленные напластованіемъ болѣе молодыхъ слоевъ, можно расположить въ замкнутые фаунистическіе циклы.

Кембрійскія отложенія Европы такъ поразительно сходны съ кембрійскими отложеніями востока Соединенныхъ Штатовъ, что обѣ эти области должны быть объединены въ общій Атлантическій океанъ. Правда, Olenellus, часто встрѣчающійся на западѣ этого океана, къ востоку становится рѣже, а въ слѣдующемъ ярусѣ Paradoxides болѣе распространенъ на восточной сторонѣ, но фауна въ цѣломъ обнаруживаетъ величайшее сходство. Olenellus Kjerulfi, Linnarsonia sagittalis и Kutorgina cingulata встрѣчаются на обоихъ берегахъ Атлантики даже въ тожественныхъ видахъ. Богемскіе виды,[22] какъ Conocephalites coronatus и Conocephalites Sulzeri, встрѣчаются также въ сѣверной Испаніи.

Отдѣльные кембрійскіе брахіоподы (плеченогія) вторгались въ лагуны и внутреннія моря и здѣсь милліонами населяли дно. Балтійскіе унгулитовые песчаники наполнены роговыми раковинами Obolus Apollinis, шотландскіе „лингуловые плитняки“ („Lingulaflags“)—Lingulella Davisii, сѣверо-американскіе потсдамскіе песчаники изобилуютъ Lingularis antiqua и Lingulella prima, ярусъ краснаго желѣзняка въ Богеміи—Lingula lamellosa (рис. 56, середина).

Въ кембрійскихъ отложеніяхъ Сѣверной Америки порогъ, частью материковый, отдѣлялъ фауну атлантической прибрежной области отъ фауны Скалистыхъ горъ на западѣ. Въ обоихъ бассейнахъ образовались мощные осадки, тогда какъ между ними нижнекембрійскія и среднекембрійскія отложенія отсутствуютъ, и даже верхнекембрійское море не затопило всей страны.

Но эта раздѣляющая перегородка, тянувшаяся по С. Америкѣ въ меридіональномъ направленіи и существовавшая даже въ нижнекембрійскую эпоху, не могла препятствовать обмѣну фаунъ, и изъ 150 видовъ мы находимъ 7 видовъ, общихъ обоимъ морямъ.

Сѣверо-американское море было раздѣлено на четыре провинціи:

1. Атлантическая прибрежная провинція образуетъ узкую полосу отъ Ньюфаундленда до Нью-Іорка; она была отдѣлена отъ открытаго океана материковымъ барьеромъ; однако, узкій морской заливъ соединялся съ океаномъ нѣсколькими проливами.

2. Аппалачская провинція простирается отъ Монреаля до Мексиканскаго залива; на югѣ она открыто сообщалась съ Атлантическимъ океаномъ.

3. Центральная провинція обнимаетъ бассейнъ Миссисипи.

4. Провинція Скалистыхъ горъ обнимаетъ большую часть Утаха, Невады, Идаго и Монтаны.

Въ противоположность къ этому морю, мы въ балтійско-шведскомъ кембріи видимъ бѣдный видами, но богатый особями животный міръ приматериковаго моря съ фауной, обѣднѣвшей вслѣдствіе измѣненія содержанія солей.

Кембрій Китая и Кореи обнаруживаетъ большое сходство съ кембріемъ западной части Сѣверной Америки.

Характерной руководящей окаменѣлостью является здѣсь Dorypyge. Вѣроятно, обѣ области соединены были Тихимъ океаномъ.

Наконецъ, въ сѣверной Индіи мы находимъ характерную фауну, дающую право предполагать существованіе Индійскаго океана.

Всѣ эти факты доказываютъ намъ, что животный міръ того древнѣйшаго изъ извѣстныхъ намъ морей управлялся зоогеографическими законами, подобными тѣмъ, какіе мы наблюдаемъ въ настоящее время. Наряду съ космополитическими формами, какъ Olenellidae, которыя были распространены на обширныхъ пространствахъ и поддерживали единство мірового моря, существуютъ отдѣльные роды и виды, какъ вооруженные крѣпкими щечными шипами Paradoxides, которыя, населяя Атлантическій океанъ, не въ состояніи были проникнуть въ Тихій океанъ. Другіе роды, какъ балтійскія Mickwitzia, встрѣчаются лишь въ тѣсно ограниченной области.

Но, пожалуй, еще большій интересъ представляетъ и болѣе важное значеніе имѣетъ тотъ фактъ, что три большихъ океана настоящаго времени были намѣчены уже тогда. Правда, въ тѣ времена Атлантическій, Тихій и Индійскій океаны, теперь представляющіе обширныя глубокія котловины, были лишь неглубокими депрессіонными областями земной коры, но уже отличались составомъ своихъ фаунъ.

И эти факты учатъ насъ тому, что животный міръ кембрійскаго періода отдѣленъ длиннымъ промежуткомъ времени отъ того момента, когда на земной корѣ впервые появилась жизнь.

Когда мы обозрѣваемъ органическую жизнь кембрійскаго періода, передъ нами какъ будто поднимается занавѣсъ міровой исторіи ужъ на третьемъ актѣ великой біологической драмы; передъ нами—поразительно высоко развитый животный міръ; однѣ формы стремятся впередъ и въ слѣдующій силурійскій періодъ достигаютъ апогея своего развитія или съ менѣе значительной, но мало мѣняющейся жизненной силой проходятъ черезъ длинный рядъ слѣдующихъ періодовъ. Другія группы, наоборотъ, исчерпываются кембрійскимъ періодомъ, въ томъ смыслѣ, что послѣ долгой докембрійской жизни онѣ теперь обречены на вѣрную смерть Родственные виды живутъ въ рѣзко очерченныхъ морскихъ провинціяхъ, медленно эмигрируютъ изъ одной области въ другую, здѣсь онѣ попадаютъ въ чуждую имъ фауну, чтобы либо погибнуть, либо, достигнувъ мощнаго расцвѣта, пріобрѣсти руководящее значеніе. Нетребовательныя формы смѣло вторгаются въ широкія бухты, образующіяся въ сѣверномъ материкѣ при вторженіи кембрійскаго моря. Здѣсь онѣ не находятъ никакихъ враговъ; ихъ размноженію не поставлено никакихъ границъ, и, такимъ образомъ, ихъ твердое образованіе выступаетъ въ качествѣ породообразующаго элемента.

Все это становится намъ понятнымъ лишь въ томъ случаѣ, когда мы проникнуты сознаніемъ, что корни органическаго родословнаго дерева скрыты въ ставшихъ кристаллическими сланцевыхъ породахъ докембрійскаго горнаго массива. Здѣсь нагромождены продукты разрушенія милліоновъ лѣтъ; здѣсь скрыты даже мѣста развѣтвленія болѣе крупныхъ вѣтвей, такъ что на основаніи палеонтологическихъ документовъ мы не въ состояніи установить ихъ отношеніе и можемъ лишь догадываться, какъ связаны были между собою большія группы системы. Въ заключеніе мы должны коснуться мощности кембрійскихъ слоевъ и въ связи съ этимъ затронуть вопросъ о продолжительности всего этого періода.

Такъ какъ многіе профиля начинаются материковымъ образованіемъ конгломератовъ и песчаниковъ, относительно которыхъ нельзя рѣшить категорически, принадлежатъ ли они къ алгонкскому или кембрійскому періоду, то за начало кембрійской морской фаціи примемъ появленіе древнѣйшей морской фаціи; это начало мы положимъ въ основу нашихъ разсужденій.

Въ Остзейскихъ провинціяхъ древнѣйшій трилобитъ Olenellus Mickwitzi выступаетъ на верхней границѣ голубой глины. Слѣдующіе за ней песчаники, не содержащіе окаменѣлостей, достигаютъ 15-ти метровъ мощности. Затѣмъ появляется унгулитовый песчаникъ съ Obolus Apollinis, мощностью около 8-ми метровъ, и профиль заканчивается 7 метрами верхнекембрійскихъ темныхъ діктіонемовыхъ сланцевъ.

Въ Швеціи зона съ Olenellus имѣетъ 6 метровъ мощности, зона съ Paradoxides—20 метровъ, зона съ Olenus—15 метровъ мощности. На Борнгольмѣ среднекембрійскія и верхнекембрійскія отложенія имѣютъ общую мощность въ 18 метровъ.

Въ Богеміи морская фація начинается свѣтлымъ конгломератомъ въ 24 метра мощностью. Затѣмъ слѣдуютъ 10 метровъ морскихъ песчаниковъ и второй пластъ конгломератовъ мощностью только въ 6 метровъ. Выше залегаютъ собственно слои съ Paradoxides мощностью въ 100 метровъ. Вверху профиль заканчивается вулканическими породами съ нѣкоторыми прослойками, содержащими окаменѣлости.

Въ Шотландіи наступленіе моря начинается, можно думать, лишь съ серпулитовыхъ слоевъ; слѣдующіе за ними слои достигаютъ мощности въ нѣсколько сотъ метровъ.

Болѣе мощные профиля наблюдаются въ Сѣверной Америкѣ, но здѣсь старыя геологическія съемки для нашихъ цѣлей не годятся, такъ какъ опредѣленіе мощности и руководящихъ формъ нуждается въ пересмотрѣ. Профиль Manuels Brook въ Ньюфаундлендѣ обнаруживаетъ на лежащемъ въ основаніи конгломератѣ богатыя окаменѣлостями породы, мощностью въ 300 метровъ, соотвѣтствующія нижнему и среднему кембрію. Точнѣе всего измѣренъ профиль Highland Range въ Утахѣ. Надъ лежащимъ въ основаніи конгломератомъ, не содержащимъ ископаемыхъ, начинается морская фація съ Olenellus Gilberti и доходитъ до верхняго кембрія. Мощность слоевъ составляетъ около 1200 метровъ. При Malade City кембрійскіе осадки достигаютъ мощности въ 1100 метровъ. При наличности этихъ точно измѣренныхъ профилей позволительно не считать совершенно безупречными данныя другихъ авторовъ о существенно большей мощности кембрія.

Такимъ образомъ, на протяженіи кембрійскаго періода образовались породы мощностью, смотря по океанографическимъ условіямъ, отъ 50 до 1200 метровъ; теперь остается еще прослѣдить измѣненія животныхъ формъ на протяженіи того же періода.

Ясно, что при этомъ изслѣдованіи мы оставимъ безъ вниманія всѣ вновь выступающія, внезапно появляющіяся животныя группы и должны будемъ обратиться преимущественно къ тѣмъ формамъ, которыя извѣстны были уже въ нижнемъ кембріи и съ тѣхъ поръ могутъ быть прослѣжены черезъ всю свиту слоевъ.

Трилобитовая фауна въ предѣлахъ кембрійскаго періода претерпѣваетъ лишь незначительныя измѣненія. Древнѣйшіе виды Olenellus, Agnostus или Ellipsocephalus такъ высоко организованы, что въ этомъ отношеніи они не уступаютъ верхнекембрійскому Olenus или Dicephalus. Родъ Agnostus съ нѣкоторыми весьма долговѣчными видами проходитъ черезъ весь періодъ. Agnostus communis встрѣчается въ Невадѣ, начиная съ нижней границы средняго кембрія и до границъ силура.

Богатый видами родъ Paradoxides получаетъ въ длину 50 сантиметровъ, а Olenoides typicalis обладаетъ такими элегантными шипами, что даже у силурійскихъ трилобитовъ они не встрѣчаются въ болѣе дифференцированномъ видѣ.

То же самое можно сказать о смѣнѣ формъ у плеченогихъ. Lingulidae и Obolidae выступаютъ въ нижнемъ и верхнемъ кембріи въ превосходно характеризованныхъ видахъ, а родъ Orthis представляетъ формы, украшенныя великолѣпными ребрами.

Матеріалъ относительно остальныхъ животныхъ классовъ обнаруживаетъ весьма большіе пробѣлы; мы можемъ лишь утверждать, что кембрійскій живой міръ, несмотря на то, что онъ состоитъ изъ чуждыхъ другъ другу видовъ, представляетъ біономическое единство, многовѣтвистую сѣть различныхъ родословныхъ деревьевъ: однѣ вѣтви полны жизненной силы и стремящейся впередъ, къ дальнѣйшему развитію, энергіи, а рядомъ съ ними другія, вымирающія, вѣтви идутъ навстрѣчу вѣрной смерти.

Фаунистическія различія европейскаго кембрія отъ Индійскаго и восточно-азіатскаго, сходство между фаунами на обоихъ берегахъ

Атлантическаго и Тихаго океановъ могутъ служить лишь выраженіемъ того, что горные материки, вклинившіеся между этими морскими бассейнами, затрудняютъ смѣшеніе животнаго міра Такимъ образомъ, большіе океаны настоящаго времени, равно какъ ядро горной цѣпи, расчленяющей внутреннюю Азію, также скалистая горная страна, тянущаяся по сѣверо-американскому континенту,—все это, кажется, можетъ быть прослѣжено въ своемъ развитіи, начиная съ кембрійскаго періода.

Поразительныя различія въ мощности между сѣверо-европейскими и сѣверо-американскими кембрійскими отложеніями объясняются, повидимому, тѣмъ, что въ одномъ случаѣ прилегающіе материки претерпѣвали лишь незначительную денудацію, въ другомъ же случаѣ они, наоборотъ, денудировались очень сильно. Тридцать метровъ кластическихъ породъ, представляющихъ въ Остзейскихъ областяхъ весь морской кембрій, 40 метровъ шведскаго кембрія представляютъ рѣзкій контрастъ съ 1200 метрами запада Сѣверной Америки, и если здѣсь залегаютъ толстыя массы известняковъ, то мы на основаніи явленій настоящаго времени знаемъ, что отложеніе органическихъ известняковъ происходитъ очень быстро.

Когда впервые въ Англіи стали понимать кембрійскій періодъ, какъ хронологическую единицу, древнѣйшая извѣстная фауна казалась лишь предшественницей позднѣйшихъ силурійскихъ фаунъ. Оба періода характеризовались многочисленными трилобитами и даже часто связаны были постепенными переходами. Но съ тѣхъ поръ наши знанія о той примордіальной фаунѣ постоянно возрастали:

Богатыя фауны доставили намъ Богемія и Швеція, Шотландія и Сибирь, Китай и Невада, и мы изучили даже отдѣльныя формы изъ лежачихъ алгонкскихъ слоевъ. И когда мы на основаніи этихъ данныхъ сравниваемъ животный міръ кембрійскаго періода съ міромъ организмовъ силурійскаго и всѣхъ слѣдующихъ періодовъ, то кажется, что граница, часто расплывающаяся, между кембріемъ и силуромъ, представляетъ чрезвычайно важный поворотный пунктъ въ исторіи земли. Несмотря на высокую дифференцированность своей формы, кембрійская морская фауна кореннымъ образомъ отличается отъ животнаго міра слѣдующаго нижняго силура: нижне-силурійскій міръ организмовъ по непрерывнымъ филогенетическимъ руководящимъ линіямъ можетъ быть прослѣженъ на протяженіи всего времени до заката палеозойской эры и за ея предѣлами до настоящаго времени; кембрійская же фауна, повидимому, примыкаетъ къ болѣе древней, предшествующей эпохѣ. Мы хотѣли бы подчеркнуть эти факты тѣмъ, что кембрій будемъ разсматривать, какъ послѣдній періодъ археозойской эры, а нижній силуръ, какъ начало палеозойской эры.

16. Расцвѣтъ животнаго царства въ силурѣ.

Въ Франконскомъ лѣсу, гдѣ замѣчательныя обнаженія позволяютъ обозрѣть весь рядъ кембрійскихъ и силурійскихъ слоевъ, за сѣрыми сланцами и зеленоватыми песчаниками „верхняго кембрія“ слѣдуютъ сѣроголубые сланцы нижняго силура въ столь правильномъ напластованіи, что трудно открыть границу между обѣими свитами слоевъ.

Въ Сѣверной Америкѣ известнякъ Шенандоа (Shenandoah) въ видѣ однороднои рифовой массы изъ кембрійскаго періода переходитъ безъ рѣзкихъ границъ въ силурійскій періодъ; по подобнымъ многочисленнымъ профилямъ можно съ увѣренностью заключить, что воды силурійскаго моря соотвѣтствуютъ обширнымъ площадямъ предшествовавшаго кембрійскаго океана. Можно было бы думать, что эти литологическіе переходы соотвѣтствуютъ также едва замѣтному измѣненію морской фауны; несмотря на это, начало силурійскаго періода отмѣчаетъ совершенно новую эпоху въ исторіи земли. Морская фауна расцвѣтаетъ такимъ пышнымъ расцвѣтомъ и отмѣчена такимъ богатствомъ формъ, какое не достигнуто было ни въ одну изъ слѣдующихъ эпохъ: изъ настоящаго времени намъ извѣстно, правда, больше родовъ и видовъ, но богатство типами морскихъ животныхъ было въ силурійскій періодъ несравненно больше. Въ силу этого, силурійскій періодъ представляется самой важной эпохой для всей исторіи земли. Въ самомъ дѣлѣ, всѣ позднѣйшія измѣненія міра морскихъ организмовъ представляютъ лишь варіаціи къ укрѣпившимся здѣсь впервые основнымъ типамъ.

Лишь еще одинъ разъ мы встрѣчаемъ подобный расцвѣтъ животнаго царства, къ началу третичнаго періода, но этотъ расцвѣтъ коснулся лишь дышащихъ легкими, материковыхъ, организмовъ, на морскую же фауну онъ оказалъ незначительное вліяніе.

Наиболѣе тщательно изслѣдована фауна богемскаго силура. Въ концѣ кембрійскаго періода здѣсь происходили вулканическія изверженія; своими туфами и лавами они не только уничтожили среднекембрійскій животный міръ, но и заполнили морской бассейнъ настолько, что для открытія доступа нижнесилурійской фаунѣ потребовалось новое опусканіе морского дна. Изъ снесеннаго въ море пепла и вывѣтренныхъ діабазовыхъ породъ образовался черноватый илъ, который по направленію къ висячему боку становится богаче пескомъ и достигаетъ мощности въ 100 метровъ. На этомъ разнородномъ морскомъ днѣ поселился чрезвычайно богатый животный міръ. Богатство формами морской фауны доказывается наличіемъ 23 родовъ и 53 видовъ трилобитовъ, изъ которыхъ въ среднемъ кембріи жили лишь Agnostus и Amphion, но вмѣстѣ съ тѣмъ по нектоннымъ цефалоподамъ (головоногимъ) и по планктоннымъ остракодамъ, конуляріямъ и Hy Iithes, среди которыхъ встрѣчаются лишь отдѣльные экземпляры Didymograptus Suessi, мы видимъ, что богемское море находилось въ открытомъ сообщеніи съ міровымъ моремъ.

Затѣмъ слѣдуетъ отложеніе морскихъ, свѣтлоокрашенныхъ песчаниковъ, прерываемое дюнными сланцевыми отложеніями, которыя по направленію къ висячему боку пріобрѣтаютъ преобладающее значеніе. Въ окрестностяхъ Барауна и Рокитцова кварциты, большей частью, бѣдные ископаемыми, содержатъ нѣсколько болѣе богатую бентонную и планктонную фауну. Цефалоподы встрѣчаются рѣдко, Conularia—довольно часто. Мощность этого яруса составляетъ около 200 метровъ. Въ висячемъ боку содержаніе глины возрастаетъ, благодаря чему развиваются богатыя слюдою сѣрыя вакки; несмотря на довольно большое богатство фауны, граптолиты еще рѣдки. По направленію къ висячему боку этихъ породъ, мощность которыхъ опредѣляется въ 1500 метровъ, разнообразіе животнаго міра еще возрастаетъ; въ

песчаныхъ сланцахъ, мощностью въ 200 метровъ, особенно часто встрѣчаются двустворчатыя раковины и плеченогія.

Съ наступленіемъ верхнесилурійской эпохи геологическія и палеонтологическія условія измѣняются кореннымъ образомъ. Появляется черный сланецъ, отличающійся необыкновеннымъ изобиліемъ граптолитовъ. Одновременно происходятъ изверженія діабазовыхъ вулкановъ, засыпающія морское дно своимъ пепломъ. Эти вулканическія породы образуютъ включенія мощностью въ 600 метровъ; на ихъ склонахъ вскорѣ опять появилась океаническая животная жизнь, бѣдная граптолитами, но зато необыкновенно богатая другими формами. Гдѣ во множествѣ жили известь выдѣляющія животныя, тамъ образовались весьма богатые окаменѣлостями известняки темносѣраго цвѣта. Здѣсь рядомъ выступаютъ криноидный, цефалоподный и брахіоподный известняки. Баррандъ (Barrande) насчитываетъ въ нихъ 357 видовъ Orthoceras, 267 Cyrtoceras, 81 видъ трилобитовъ, 767 скрытоголовыхъ моллюсковъ и 293 вида брахіоподъ.

Насколько ясно на верхней границѣ кембрія выступаетъ поражающее богатство формъ, настолько труднымъ представляется удовлетворительно объяснить этотъ фактъ.

Изъ 42 родовъ кембрійскихъ трилобитовъ 35 вымираютъ къ концу кембрійскаго періода и въ нижній силуръ спасаются только 7 родовъ (большей частью, живущіе въ илѣ Agnostus). Protopharetra и Archaeocyathus тоже не переступаютъ черезъ границу силура, а если къ этому прибавить нѣкоторыя другія, недостаточно, правда, изученныя, но, все-же, характерныя для кембрія окаменѣлости, то мы поймемъ, что кембрій отмѣчаетъ конецъ продолжительной предшествовавшей ему эпохи.

Сравнивая одну изъ картъ, изображающихъ распредѣленіе нижнесилурійскаго моря, съ картой кембрійскихъ морей и материковъ, мы убѣждаемся въ томъ, что въ предѣлахъ областей, доступныхъ геологическому изслѣдованію, площадь моря увеличилась. Такимъ образомъ, экваторіальное первобытное море затопило большія пространства кембрійскаго материка, похоронивъ ихъ подъ своими волнами.

Уже въ среднекембрійскихъ отложеніяхъ Америки[2] встрѣчаются большіе, овальные, съ гладкими раковинами трилобиты (азафиды), съ почти одинаковой величины мало расчлененными головнымъ и хвостовымъ щитами (рис. 82). Они распространены въ кембрійскихъ отложеніяхъ Боливіи[3] до Канады, а въ Европѣ они появляются впервые въ нижнесилурійскихъ слояхъ и притомъ въ столь большомъ количествѣ что именно здѣсь ихъ слѣдуетъ считать руководящими формами для этого періода. Виды величиною въ 50 сантиметровъ въ Бретани, экземпляры длиною въ 70 сантиметровъ въ Португаліи[4] ясно показываютъ, какъ хорошо они чувствуютъ себя въ новыхъ условіяхъ жизни. Всего въ нижнемъ силурѣ выступаетъ 70 новыхъ родовъ трилобитовъ; есть основаніе предполагать, что нижнесилурійскій расцвѣтъ морской фауны находится въ причинной связи съ зоогеографической миграціей съ запада на востокъ.

Такимъ образомъ, новый міръ формъ въ нижнемъ силурѣ представляется намъ въ совершенно иномъ свѣтѣ, чѣмъ богатая фауна нижняго кембрія. „Внезапный“ расцвѣтъ этихъ древнѣйшихъ извѣстныхъ біологическихъ формъ—лишь кажущійся: онъ обусло-

вленъ несовершенствомъ и неполнотой палеонтологическихъ документовъ, метаморфизаціей породъ лежачаго бока и вызванымъ ею разрушеніемъ докембрійскихъ рядовъ предковъ. Въ противоположность этому, нижнесилурійскій расцвѣтъ примыкаетъ къ великому „переселенію народовъ“, которое привело жизнеспособныя поколѣнія въ новыя мѣста, принесло съ собою новыя условія жизни, обусловило новое приспособленіе и интенсивный отборъ и измѣнило весь характеръ морской фауны.

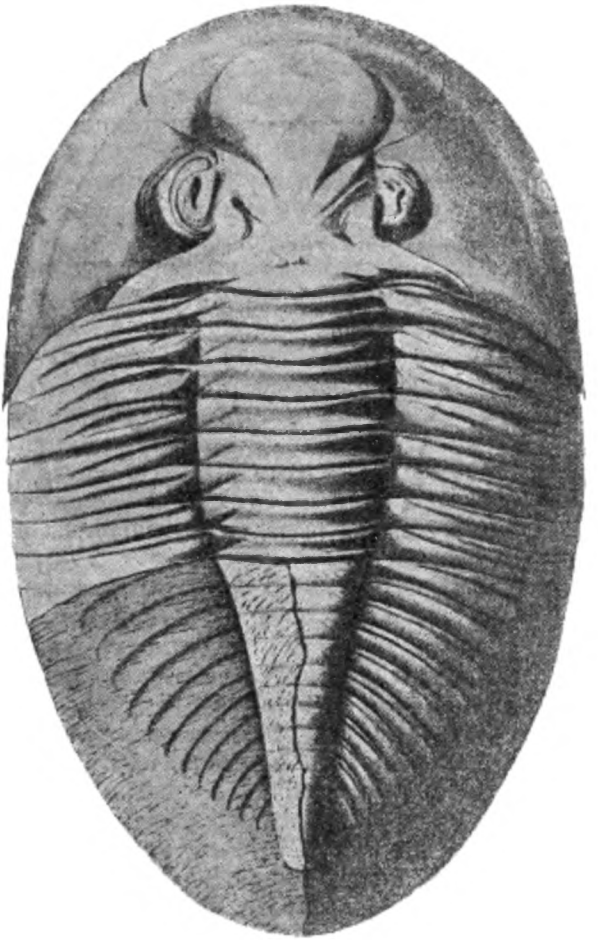


Рис. 82. Asaphus tyrannus изъ нижняго силура Уэльса.

Силурійскій періодъ обыкновенно дѣлятъ на два отдѣла, но, какъ явствуетъ изъ вышеизложеннаго, эти отдѣлы имѣютъ въ исторіи развитія жизни неодинаковое значеніе. Нижній силуръ приноситъ намъ новый міръ организмовъ, который затѣмъ, въ верхнемъ силурѣ, только варьируетъ и видоизмѣняется. Въ виду этого, многіе геологи различаютъ эти два промежутка времени, называя нижній силуръ „ордовиціемъ“ (ordovicium), а верхній—„силуромъ“ въ тѣсномъ смыслѣ слова.

Въ нижнемъ силурѣ встрѣчаются всѣ значительныя группы животнаго царства, живущія въ позднѣйшихъ формаціяхъ, даже типы, въ кембріи еще отсутствующіе, каковыхъ очень много. Многіе изъ этихъ группъ обнаруживаютъ высокую степень организованности, дифференцированости своихъ частей, столь сильное приспособленіе къ другимъ членамъ животнаго царства или къ опредѣленнымъ жизненнымъ условіямъ, что нельзя не преисполниться удивленія передъ богатой творческой силой природы, облекшей протоплазму въ столь разнообразныя формы. Многочисленныя нынѣ живущія семейства и еще большее число вымершихъ семействъ выступаютъ либо въ циклахъ, связанныхъ между собою мутаціями формъ, либо въ рѣзко обособленныхъ видахъ; судя по современнымъ нашимъ познаніямъ относительно силурійской фауны, изъ нынѣ жи-

вущихъ порядковъ въ ней отсутствуютъ собственно лишь двухжаберныя каракатицы, равноногіе раки, Amphipoda и Decapoda, насѣкомыя, а также костистыя рыбы, амфибіи, пресмыкающіяся (рептиліи), птицы и млекопитающія.

Въ рыхломъ, зеленомъ песчаникѣ, отмѣчающемъ собою границу между кембріемъ и силуромъ близъ Петербурга, находятся въ безчислен-

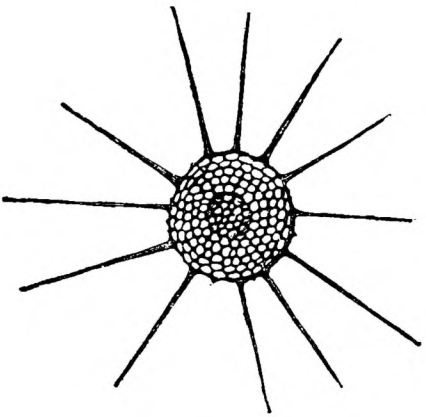


Рис. 83.
Helicodiscus acuminatus.

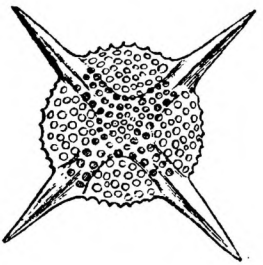


Рис. 84.
Staurolonche micropora.

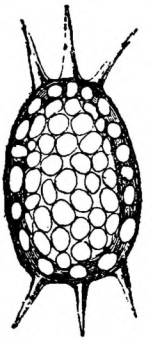


Рис. 85. Lithomespilus hexacanthus.

Радіоляріи изъ нижняго силура Cabrières (въ сильно увеличенномъ видѣ).

номъ количествѣ каменныя ядра фораминиферъ, состоящія, точно такъ же, какъ въ нѣкоторыхъ отложеніяхъ современныхъ морей, изъ зеленоватаго минерала глауконита. Поскольку при ихъ очертаніяхъ возможно опредѣленіе, въ нихъ можно различать роды Rotalia, Textularia,

Рис. 86.
Cenodiscus primordialis.

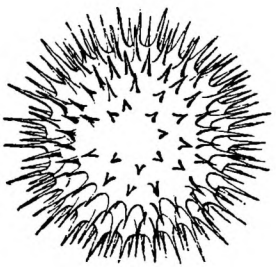


Рис. 87.
Odontosphaera echinocactus.

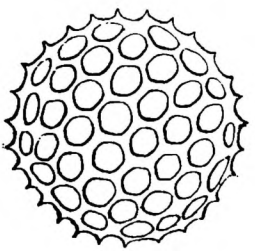


Рис. 88.
Cenosphaera macropora.

Радіоляріи изъ нижняго силура Cabrières (въ сильно увеличенномъ видѣ).

Bulimina. Во всякомъ случаѣ общій обликъ этихъ формъ обнаруживаетъ поразительное сходство съ ихъ современными сородичами.

И радіоляріи[6] встрѣчаются въ черныхъ, нижнесилурійскихъ кремнистыхъ сланцахъ въ весьма громадномъ количествѣ. Въ тонкихъ шлифахъ различаютъ 25 видовъ спумеллярій (рис. 83—88); всѣ эти виды живутъ и въ настоящее время. Насселляріи (Nassellariae) (рис. 83—88), повидимому, отсутствуютъ, а ненахожденіе Phaodariae и Acantharіae объясняется непрочностью ихъ твердыхъ образованій.

Оченьмногочисленны к р е м н и о т ы я г у б к и[7]. На одной плитѣ чернаго сланца найдено 50 экземпляровъ Cyathophycus reticulatus, каждый высотою въ 12 сантиметровъ и шириною въ 3 сантиметра, съ ясно обнаруженнымъ изящнымъ игольчатымъ строеніемъ Lyssakina. Brachiospongia, походившая на полый пень съ двѣнадцатью корневыми отростками, достигала 30 сантиметровъ въ ширину, 10 сантиметровъ въ вышину. Astylospongia выступаетъ въ нижнемъ силурѣ Эстляндіи и въ верхнесилурійскую эпоху переселяется въ Швецію. Затѣмъ эти окремнеземненныя, яблоковидныя тѣла глетчерами ледниковой эпохи распространены были далеко по Сѣверной Германіи.

Въ кремнистыхъ иглахъ силурійскихъ морскихъ губокъ можно безъ труда различать оба типа: четырехлучевыхъ и шестилучевыхъ губокъ. Но что накладываетъ особенный отпечатокъ на нижнесилурійскую фауну, это—развитіе системъ иголъ удивительной красоты, которыя мы находимъ у Eutaxikladinae изъ четырехлучевыхъ и у Receptaculitidae изъ шестилучевыхъ.

Представителемъ первой группы является родъ Hindia, тѣло котораго, величиною съ вишню, при разсмотрѣніи поперечнаго излома обнаруживаетъ лишь волокнистую структуру (рис. 89). Но подъ микроскопомъ каждое изъ этихъ волоконъ оказывается шестигранной трубкой (рис. 90), образованной изъ симметрично расположенныхъ маленькихъ четырехлучевыхъ иглъ, которыя такъ тѣсно сплетаются между собою своими жесткими лучами, что выдѣлить отдѣльную иглу можно лишь съ трудомъ.

Къ шестилучевымъ же губкамъ примыкаетъ группа Receptaculitidae (рис. 91—93). Онѣ впервые появляются въ нижнемъ силурѣ, и распространены до каменноугольнаго періода[9]. Круглое, плоское блюдцеобразное, грушевидное или похожее на луковицу тѣло покрыто красивымъ щитомъ изъ ромбическихъ табличекъ, раздѣленныхъ перекрещивающимися, изящно изогнутыми кривыми линіями, на подобіе крышки карманныхъ часовъ. Подъ каждой табличкой находится полый столбикъ, заостренный, на подобіе иглы, и раздѣленный на четыре луча; въ послѣднемъ случаѣ къ столбику прикрѣплена вторая, внутренняя, пластинка; внутреннія пластинки, тѣсно примыкая другъ къ другу, образуютъ внутреннюю раковину.

Различаютъ роды: Receptaculites (съ 21 видомъ), Phasceolus (съ 6 видами), Ischiadites, Cyclocrinus. Въ девонѣ въ дополненіе къ этимъ появляется еще Polygonosphaerites; въ карбонѣ группа вымираетъ.

Въ нижнемъ силурѣ появляются также к о р а л л ы, но при тѣхъ постоянныхъ переселеніяхъ, которыя вынужденъ былъ предпринимать животный міръ нижняго силура, развитіе коралловъ, кажется, завершилось лишь въ верхне-силурійскую эпоху. Поэтому, мы опишемъ ихъ позднѣе, совмѣстно съ другими прикрѣпленными рифообразующими организмами.

Что обнаружены нижнесилурійскія м е д у з ы, не можетъ казаться особенно удивительнымъ послѣ соотвѣтствующей кембрійской фауны.

Быстрое развѣтвленіе родословнаго дерева животнаго царства особенно бросается въ глаза, когда мы разсматриваемъ силурійскихъ б р а х і о п о д ъ (п л е ч е н о г и х ъ, рис. 94, 95) 18 кембрійскимъ родамъ противостоитъ 51 видъ нежнесилурійскихъ брахіоподъ, и развитіе ихъ совершалось столь быстрымъ темпомъ, что можно различить 2600 си-

Рис. 89. Поперечный разрѣзъ черезъ шаровидное тѣло Hindia Sphaeroidalis. Изъ верхняго силура Готланда.

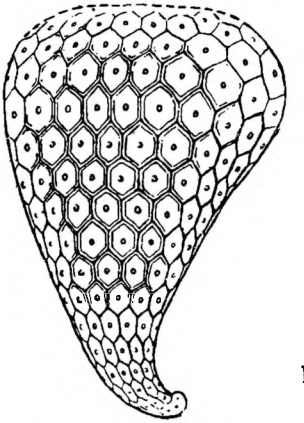


Рис. 91. Spaerospongia.

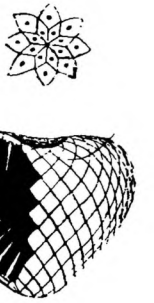
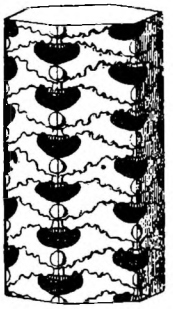


Рис. 92. Ischadites (надъ нею базальныя пластинки).



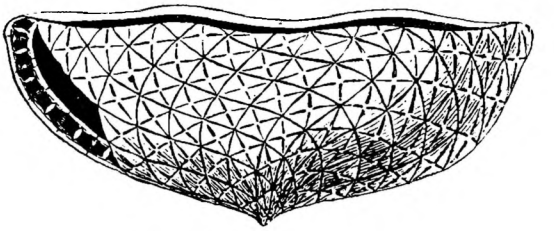


Рис. 93. Receptakulites.

Рис. 90. Hindia Sphaeroidalis, сильно увеличенная радіальная трубка (увелич. въ 60 разъ) и отдѣльная четырехлучевая игла. Изъ верхняго силура Сѣверной Америки.

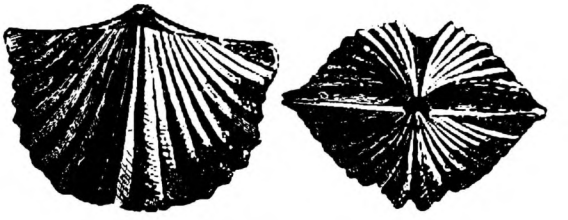


Рис. 94.

Orthis lynx изъ нижняго силура Сѣверной Америки

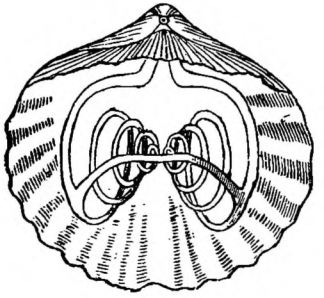


Рис. 95. Zygospira modesta (³/₁) изъ нижняго силура Сѣверной Америки. Ручной остовъ на внутренней сторонѣ раковины свидѣтельствуетъ о высокомъ развитіи ручного аппарата.

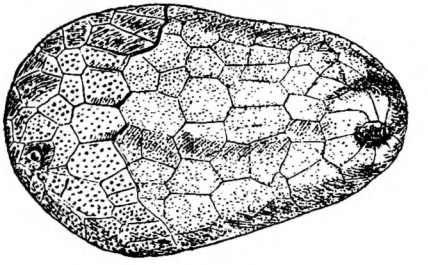


Рис. 96. Aristocystides bohemicus, вѣроятно, ползающая цистоидея изъ нижняго силура Богеміи.

дурійскихъ видовъ. Нижеслѣдующая таблица показываетъ, какъ часть ихъ формъ, начиная съ нижняго силура, постоянно убываетъ:

Кембрій	18 родовъ	Пермская формація . .	23 рода
Нижній силуръ . . .	51 „	Тріасъ	22 „
Верхній силуръ. .	47 „	Юра	19 „
Девонъ.	40 „	Мѣлъ	18 „
Карбонъ	28 „	Третичная формація. .	12 „

Изъ иглокожихъ (Echinodermae) представлены всѣ группы. Особенный интересъ представляютъ цистоидеи. Ихъ шарообразное или мѣшковидное тѣло окружено было известковымъ панцыремъ, мозаикообразно составленнымъ изъ множества маленькихъ известковыхъ пластинокъ. Лишь рѣдко можно найти симметричное располо-

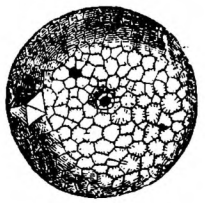
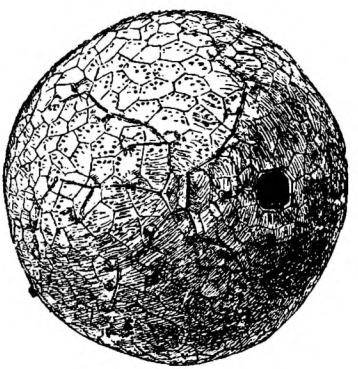


Рис. 97. Echinosphaerites aurantium, цистоидея изъ нижняго силура Россіи. На тѣлѣ безъ стебля, окруженномъ многоугольными известковыми пластинками, видны ротовое отверстіе, мадрепоровое отверстіе и поровица, защищенная 5 трехъугольными пластинками.



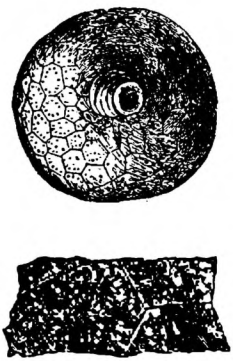


Рис. 98. Glyptosphaerites Leuchtenbergi ($^1/_2$) изъ нижняго силура Россіи. Лучистошаровая цистоидея; рядомъ (въ увеличенномъ видѣ) часть чашечныхъ табличекъ съ парными порами.

женіе пластинокъ; большей частью, онѣ примыкаютъ другъ къ другу неправильно. Все-же, обыкновенно можно различать кругловатое ротовое отверстіе, защищенный пятисторонней пластинчатой пирамидой задній проходъ, а также третье отверстіе, называемое половымъ. Большое разнообразіе формъ цистоидей (рис. 97—99) характеризуетъ ихъ, какъ группу, близко стоящую къ родоначальнымъ формамъ иглокожихъ и своеобразными переходами ведущая къ морскимъ лиліямъ, морскимъ ежамъ и морскимъ звѣздамъ. Въ кембрійскихъ отложеніяхъ находятся лишь семь родовъ, зато въ нижнемъ силурѣ цистоидеи представлены 40 родами. Въ верхнемъ силурѣ живетъ еще около 10, въ девонѣ—2 рода, въ карбонѣ цистоидеи вымираютъ.

Необыкновенно богато развиты морскія лиліи, особенно въ верхнемъ силурѣ. Къ кембрійской Macrocystella примыкаетъ въ нижнемъ силурѣ Porocrinus, въ чашечкѣ обнаруживающій еще характерныя для цистоидей ромбическія поры; его пять короткихъ ручныхъ придатковъ, вообще, отвѣчаютъ требованіямъ, которыя можно было бы предсказывать, руководствуясь основнымъ біогонетическимъ закономъ, изъ исторіи развитія нынѣ живущей Antedon.

12 родовъ „морскихъ звѣздъ“, равно какъ отдѣльныя находки морскихъ ежей доказываютъ, что эти группы уже существовали. Но онѣ не играли никакой роли въ морской фаунѣ; лишь въ болѣе молодые періоды онѣ пріобрѣтаютъ то значеніе, которое онѣ сохранили за собою до настоящаго времени.

Силурійскія пластинчатожаберныя (двустворчатые моллюски) отнюдь не всѣ принадлежатъ къ тѣмъ примитивнымъ формамъ, которыя получили названіе Palaeoconchae (первобытныя раковины). Наоборотъ, большое значеніе пріобрѣтаютъ и многія другія группы (Taxodonta, Heterodonta, Desmodonta). Характерной особенностью нѣкоторыхъ силурійскихъ двустворчатыхъ моллюсковъ является то, что не обѣ створки отогнуты впередъ, а отогнуты онѣ въ противоположныя стороны: одна — впередъ, другая — назадъ. Появленіе очень тонкораковинныхъ формъ, бѣдныхъ видами, но зато чрезвычайно богатыхъ особями, говоритъ за то, что нѣкоторыя формы процвѣтали въ этихъ моллюсковъ бракическихъ (солоноватыхъ) бухтахъ.

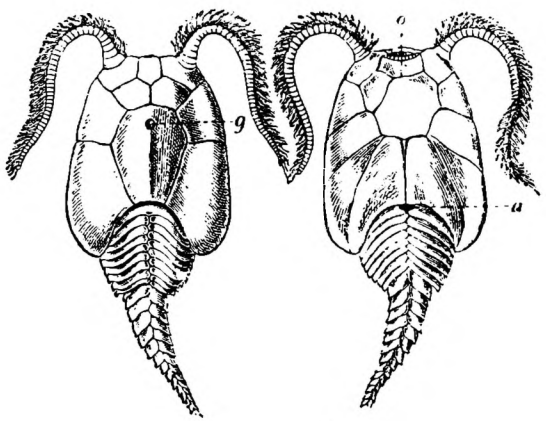


Рис. 99. Placocystites Forbesianus, ползающая цистоидея изъ нижняго силура Богеміи. *A*—сверху, *g*—генитальное отверстіе. *B*—снизу; *o*—ротовое отверстіе, *a*—порошица.

Фауна улитокъ силура тоже отличается весьма замѣчательными особенностями. Изъ 26.000 описанныхъ видовъ подавляющее большинство обладаютъ раковиной, завитой вправо. Немногіе влѣво завитые роды или отдѣльныя ненормально завитыя особи извѣстны на перечетъ. Вправо завитыя формы выступаютъ уже, правда, въ силурѣ, но, наряду съ ними, улиточныя раковины, построенныя совершенно симметрично, весьма характерны для кембрія и силура (рис. 100), и необходимо допустить, что родоначальныя формы улитокъ имѣли симметричное строеніе. Въ особенности родъ Bellerophon и родственные съ нимъ обнаруживаютъ шарообразную, сильно вздутую къ устью раковину, по средней линіи которой имѣется разрѣзъ (пазъ), который при дальнѣйшемъ ростѣ либо совершенно закрывался пазовымъ замкомъ, либо отдѣльными мостиками превращался въ рядъ дырокъ. Родъ Autodetus [12], приросшій вершиной къ морскому дну, показываетъ, какъ уже въ силурійскій періодъ отдѣльныя формы умѣли приспособляться.

Но наряду съ тѣми животными группами, о которыхъ мы говорили до сихъ поръ, расцвѣтъ снабженныхъ раковинами головоногихъ представляетъ фактъ, особенно важный. Уже изъ нижняго кембрія Эстляндіи намъ извѣстны роговыя трубочки небольшого рода Volborthella (рис. 61), какъ представителя древнѣйшихъ чернильныхъ каракатицъ. И нѣкоторые американскія находки показываютъ, что онѣ жили тамъ уже въ кембрійскій періодъ.

А съ наступленіемъ силурійскаго періода всѣ моря начинаютъ кишѣть огромными массами большихъ и маленькихъ головоногихъ

(цефалоподъ) съ известковыми раковинами. Изъ силурійскихъ слоевъ описаны:

850	родовъ	Orthoceras,
96	„	Gomphoceras,
14	„	Ascoceras,
370	„	Cyrtoceras,
51	„	Fragmoceras,
15	„	Gyroceras,
64	„	Trochoceras.

Раковины у нихъ, большей частью,—гладкія и совершенно круглыя; изъ этого можно вывести заключеніе, что представители этой группы животнаго царства отличались сильной активной подвижностью.

Рис. 100.

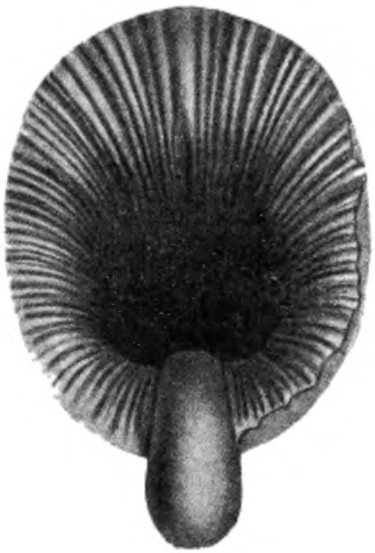


Рис. 101.

Trematonotus alpheus изъ верхняго силура Сѣверной Америки. Симметричная раковина улитки сверху и снизу.

Противоположность улиткамъ, тѣло которыхъ заполняетъ раковинную трубку до вершины, высоко развитые головоногіе моллюски помѣщаются лишь въ послѣдней части прямой, отогнутой или свернутой раковины.

Эта, такъ называемая, жилая камера (рис. 102) замыкаетъ собою болѣе или менѣе длинный рядъ маленькихъ наполненныхъ воздухомъ камеръ, раздѣленныхъ перегородками, по виду напоминающими часовыя стекла (рис. 103).

Перегородка снабжена круглымъ отверстіемъ, черезъ которое проходитъ ткань въ видѣ жгута; ее можно сравнить съ пуповиной, и тянется она черезъ весь рядъ камеръ отъ задней части туловища до задней стѣнки эмбріональной камеры. Этотъ сифонный тяжъ произошелъ, очевидно, путемъ атрофіи задней части тѣла, такъ какъ, именно, нижесилурійскіе роды часто обладаютъ столь большими сифональными отверстіями, края которыхъ, обращенные въ длинныя воронки, вста-

влены другъ въ друга, такъ что это устройство можно разсматривать какъ оболочку обширнаго внутренняго вмѣстилища. Вѣроятно, ко времени половой зрѣлости тѣло головоногихъ выростало такъ сильно, что край жилой камеры долженъ былъ соотвѣтственно увеличиться. По выдѣленіи яицъ и сѣмянъ тѣло сжималось, и жилая камера, ставшая теперь слишкомъ большой, снова приспособлялась къ сократившемуся объему животнаго посредствомъ перегородки. Когда послѣ многихъ періодовъ размноженія число воздушныхъ камеръ постепенно возрастало и затрудняло движеніе животнаго, воздушныя камеры, образовавшіяся первыми, отбрасывались.

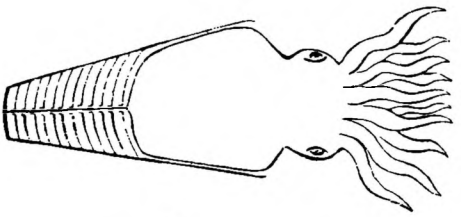


Рис. 102. Положеніе Orthoceras въ жилой камерѣ; позади жилой камеры—12 воздушныхъ камеръ, прорѣзанныхъ сифонной трубкой.

Объ образѣ жизни Orthoceras предложено было много гипотезъ.

По нашему мнѣнію, ихъ нынѣ живущіе сородичи даютъ много указаній на то, что Orthoceras плавалъ раздѣленной на камеры частью раковины впередъ, а во время покоя онъ находился въ свободно - подвѣшенномъ состояніи. благодаря воздушнымъ камерамъ раковины, занимавшей верхнее положеніе, причемъ онъ распускалъ свои хватательныя руки на подобіе парашюта и, такимъ образомъ, ловилъ плавающихъ мимо животныхъ.

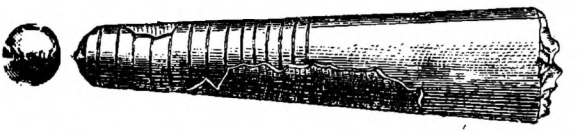


Рис. 103. Orthoceras timidum. Верхній силуръ Богеміи. Прямая известковая раковина головоногаго; значительная часть стѣнки отломлена, дабы видны были передняя большая жилая камера и перегородки (Septa), раздѣляющія воздушныя камеры. Слѣва перегородка сзади съ центральнымъ отверстіемъ для сифона.

Старѣющіяся раковины головоногихъ часто обнаруживаютъ весьма своеобразныя формы жилой камеры: какъ только исчерпывалась способность къ размноженію, не было уже никакихъ мотивовъ для образованія новыхъ воздушныхъ камеръ. Ставшія инертными и тяжелоподвижными, животныя теперь защищаютъ свои мягкія части суженіемъ устья. По слоямъ наростанія у Gomphoceras можно довольно отчетливо видѣть какъ жилая камера все болѣе и болѣе закрывается, и, наконецъ, остается только симметрично очерченная лопасть (рис. 104) для выхода хватательныхъ рукъ и для выталкиванія воды.

Рис. 104.

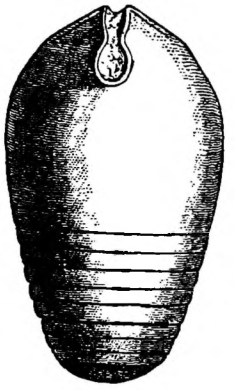


Рис. 105.

Gomphoceras Bohemicum изъ верхняго силура Богеміи. Грушевидная раковина состоитъ изъ объемистой жилой камеры и 9 плоскихъ воздушныхъ камеръ. Устье (слѣва видъ сверху) имѣетъ форму буквы T.

Поразительно то, что подавляющее большинство силурійскихъ цефалоподъ имѣютъ прямыя или лишь немного искривленныя раковины. Въ связи съ этимъ находится, быть можетъ, то, что и края перегородокъ имѣютъ очертаніе плоской окружности, какъ у часовыхъ стеколъ. Однако, уже въ нижнемъ силурѣ начинаетъ развиваться другой рядъ формъ, у которыхъ многокамерная раковина спирально навивается. Первоначально это навиваніе не всегда совершалось точно въ одной плоскости.

Родъ Trochoceras обнаруживаетъ, хотя и въ зачаточной формѣ, винтовую навивку улиточной раковины. Среди позднѣе появляющихся, спирально свернутыхъ аммонитовъ, которыхъ описано болѣе 6.000 видовъ, какъ единичные случаи, выступаютъ представители типа улиткообразно-свернутыхъ раковинъ въ тріасѣ у Cochloceras Fischeri и затѣмъ снова въ мѣлу у нѣкоторыхъ видовъ Turrilites и Heteroceras. Но у Trochoceras и Cochloceras—лѣвая навивка и всегда многокамерная раковина, тогда какъ изъ 26.000 описанныхъ видовъ улитокъ подавляющее большинство имѣетъ правую навивку и не обнаруживаетъ дѣленія на сифональныя камеры.

Такимъ образомъ, обѣ вѣтки моллюсковъ рука объ руку проходятъ черезъ всю исторію земли. Ихъ мѣстопребыванія постоянно переплетаются, но различныя особенности ихъ раковинъ, случайно возникшія въ кембрійскій періодъ, передаются по наслѣдству, а формы, стремящіяся освободиться отъ этихъ особенностей, быстро вымираютъ.

Древнѣйшія спирально завитыя раковины мы находимъ у Lituites, Ophidioceras, Clinoceras[10], Trocholites и Nautilus; въ связи съ завиваніемъ раковинныхъ трубочекъ на задней стѣнкѣ туловища образуются складки, форма которыхъ отражается на изогнутіи перегородъ. Благодаря этому, шовъ (сутура), посредствомъ котораго перегородка соединяется съ внутренней стѣнкой раковинной трубки, волнисто изгибается. Впослѣдствіи, когда жилая камера животнаго заполняется морскимъ иломъ, воздушная камера—кристаллами известковаго шпата, а внѣшняя раковинная трубка стирается, эти с у т у р ы у прямыхъ родовъ выступаютъ на поверхности каменнаго ядра въ видѣ окружностей, а у изогнутыхъ и свернутыхъ раковинъ мы видимъ волнисто изогнутыя, направленныя въ сторону жилой камеры с ѣ д л а и въ сторону начальной камеры л о п а с т и. Вмѣстѣ съ тѣмъ сифонная трубка передвигается къ наружной (extern) сторонѣ раковины; и такимъ образомъ развивается аммонитовый типъ, который выступаетъ въ силурійскій періодъ, въ девонскій и каменноугольный періоды медленно видоизмѣняется и затѣмъ въ тріасовомъ морѣ достигаетъ внезапнаго расцвѣта, обнаруживая чрезвычайное изобиліе формъ

Поразительно, что столь примитивно конструированный съ прямой раковиной родъ Orthoceras, который съ Volborthella жилъ уже въ нижнекембрійскомъ морѣ, -- что этотъ родъ переживаетъ всѣ происшедшія изъ него формы и вымираетъ лишь въ альпійскомъ тріасѣ; точно такъ же Nautilus, такъ близко стоящій къ начальнымъ формамъ аммонитовъ, проходитъ черезъ всю исторію земли отъ силура до настоящаго времени, хотя за это время вымерли столь многочисленные роды спиральныхъ цефалоподъ.

Весьма замѣчательную и въ своихъ родственныхъ отношеніяхъ еще не выясненную группу представляютъ роды Hyolites и Conularia. Съ

Hyolites мы познакомились уже въ алгонкскихъ и кембрійскихъ слояхъ; Conularia (рис. 106) появляются впервые въ нижнемъ силурѣ, распространены здѣсь въ Богеміи, Франціи, Англіи, Швеціи и Сѣверной Америкѣ, въ девонскихъ, каменноугольныхъ и пермскихъ отложеніяхъ они становятся рѣдкими, а въ тріасѣ совершенно вымираютъ. Это—весьма нѣжныя пирамидальныя раковины съ поперечными бородками и четырехугольнымъ поперечнымъ сѣченіемъ; онѣ состоятъ изъ четырехъ граней, примыкающихъ другъ къ другу острыми ребрами; каждая грань раздѣлена проходящей посерединѣ продольной бороздой и иногда вытягивается въ трехугольную лопасть. Молодыя формы прирастали кругловатымъ рубцомъ; возможно, что и взрослые экземпляры принадлежали къ псевдопланктону. Несовершенное дѣленіе вершины раковины было истолковано, какъ признакъ родства съ цефалоподами, но нѣтъ никакихъ доказательствъ дѣйствительнаго существованія такой связи. Столь же мало основаній[11] считать ихъ родственными крылатикамъ: ихъ геологическое нахожденіе и строеніе раковины говорятъ скорѣе за то, что они представляютъ самостоятельную группу.

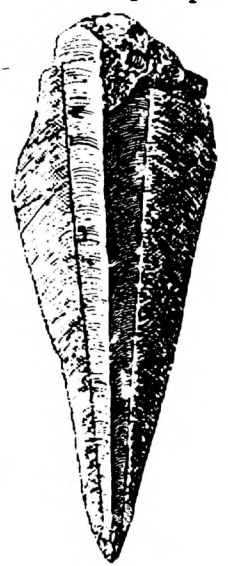


Рис. 106. Conularia.

Расцвѣтъ трилобитовъ совпадаетъ съ нижне-силурійской эпохой, что явствуетъ изъ слѣдующей таблицы:

Кембрій	содержитъ	42	рода	и 282	вида,
нижній силуръ	„	77	„	„ 866	„
верхній „	„	31	„	„ 482	„
девонъ	содержитъ	11	„	„ 105	„
карбонъ	„	5	„	„ 15	„
пермь	„	1	„	„ 1	сѣверо-американскій

видъ, являющійся послѣднимъ представителемъ вымирающаго рода.

Судя по внѣшней формѣ тѣла, образъ жизни силурійскихъ трилобитовъ, должно быть, былъ весьма разнородный. Ихъ многофасеточный, какъ у насѣкомыхъ, глазъ обнаруживаетъ то лишь десять, то 1:200 чечевицъ; иногда онъ совершенно атрофируется. Число туловищныхъ сегментовъ колеблется у различныхъ видовъ между 2 и 29. Тѣло то покрыто шишками для защиты отъ враговъ (рис. 107, 108), то оно совершенно гладкое и хорошо приспособлено къ ползанію въ илѣ (рис. 111), а иногда оно покрыто покровомъ изъ длинныхъ, остроконечныхъ шиповъ (рис. 109, 110), которые, увеличивая поверхность тѣла, облегчали возможность держаться въ водѣ въ свободно подвѣшенномъ состояніи. Многіе обладали способностью свертываться на подобіе мокрицъ. По зоогеографическому распространенію можно узнать среди нихъ космополитическія формы и климатически обособленныя фауны[12]. Такъ, сѣверный Chasmops (Россія, Скандинавія и Англія) въ южныхъ широтахъ смѣняется Dalmanites. Philippsinella, повидимому[12], была обитательницей прѣсноводныхъ бассейновъ.

Изъ группы ракообразныхъ слѣдуетъ, наконецъ, назвать еще плавающихъ остракодъ. Четыремъ кембрійскимъ родамъ можно

противопоставить 23 силурійскихъ. Ихъ форма тѣла и величина (Leperditia достигаетъ въ длину 22 миллиметровъ, Callizoe—50 миллиметровъ,

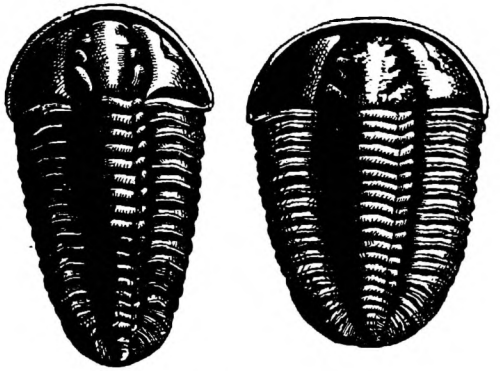


Рис. 107. Calimene incerta, варіирующій трилобитъ изъ нижняго силура Богеміи. Длинная и широкая формы.

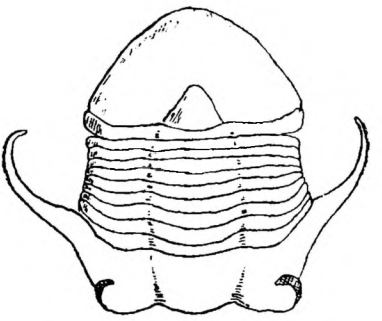


Рис. 108. Illaenus tauricornis (2/3). Неуклюжій, жившій на рифахъ трилобитъ съ загнутыми боковыми рожками. Изъ нижняго силура Россіи.

Aristozoe—90 миллиметровъ) показываютъ, что въ силурѣ онѣ достигаютъ высшей точки своего развитія. Въ самомъ дѣлѣ, въ девонѣ существуетъ еще всего 8 родовъ, а нынѣ столь широко распространенныя формы обыкновенно обладаютъ раковинами величиною только въ 1—2 миллиметра. Украшенная характерными бородавками Beyrichia[1] развивается въ нижнемъ силурѣ изъ просто построенной Primitia, затѣмъ она необычайно варьируетъ и своими многочисленными видами заполняетъ силурійскіе известняки Швеціи, которые къ ледниковой эпохѣ широко распространены были по Сѣверной Германіи (въ одномъ валунѣ опредѣлено болѣе 19 видовъ).

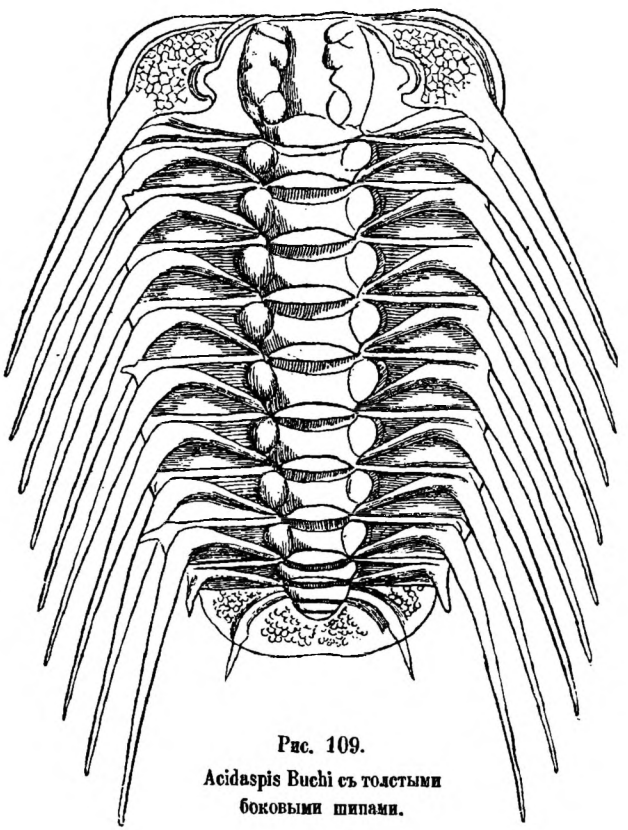


Рис. 109.
Acidaspis Buchi съ толстыми боковыми шипами.

Такимъ образомъ, во всѣхъ группахъ животнаго царства мы видимъ поразительное богатство формъ; не составляютъ исключенія и позвоночныя жи-

вотныя. Правда, у силурійскихъ рыбъ не было еще внутренняго костяного скелета, но ихъ кожный покровъ и ротовая полость плотно усажены были маленькими и уже дифференцированными зубами. Въ нижне-силурійскихъ отложеніяхъ близъ Петербурга находятся три формы зубовъ Palaedodus и одинъ видъ Archodus, которые по своему микроскопическому строенію вполнѣ отвѣчаютъ структурѣ, которую мы и теперь еще находимъ въ ротовыхъ зубахъ высшихъ рыбъ. Форму тѣла этихъ древнѣйшихъ позвоночныхъ можно опредѣлить по хорошо сохранившимся экземплярамъ изъ Россіи и Шотландіи[16], гдѣ въ твердыхъ, сѣрыхъ сланцахъ найдено пять родовъ съ восемью видами. Складчатая кожа Theolodus и Lanarkia (рисунокъ 112) была покрыта многочисленными маленькими окостенѣніями и обнаруживаетъ позади широкой головы раздвоенный, короткій хвостъ, тогда какъ Birkenia (рис. 113) и Tremataspis получаютъ своеобразный отпечатокъ, благодаря изящной рыбообразной формѣ, узкимъ рядамъ чешуй и острымъ зубамъ спинного плавника. Объ организаціи ихъ мягкихъ частей мы, къ сожалѣнію, ничего не знаемъ, но уже своеобразная форма костяного панцыря

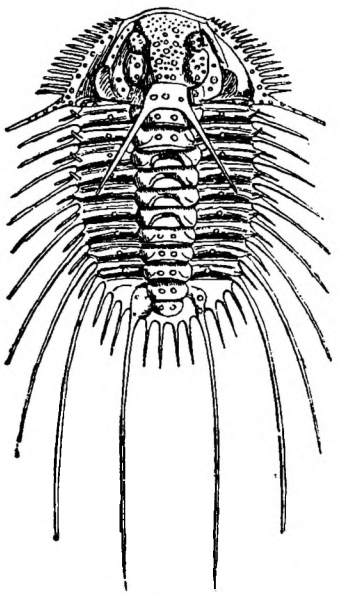


Рис. 110. Acidaspis Dufrénoyi. Вѣроятно, плавающій трилобитъ изъ силурійскихъ отложеній Богеміи.

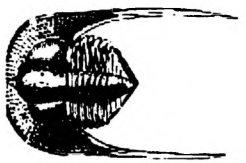


Рис. 111. Trinucleus Goldfussi изъ нижнесилурійскихъ отложеній Богеміи. Головной щитъ вооруженъ длинными щечными иглами.

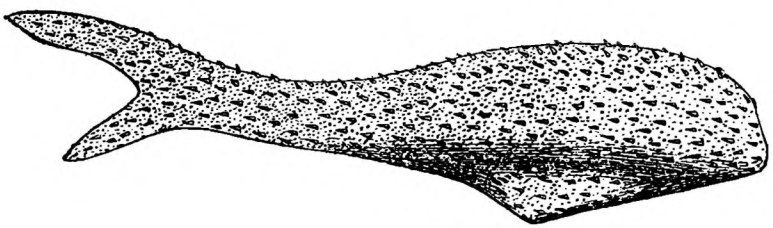


Рис. 112. Sanarkia Spinosa. Изъ силурійскихъ отложеній Шотландіи.

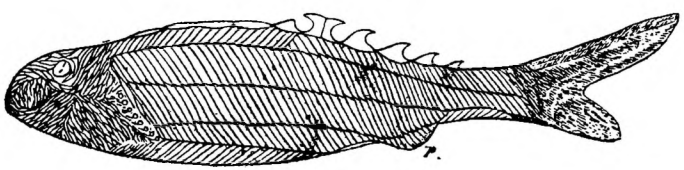


Рис. 113. Birkenia elegans. Изъ силурійскихъ отложеній Шотландіи.

у Tremataspis (рис. 114, 115) указываетъ на строеніе, отличное отъ строенія всѣхъ нынѣ живущихъ гиповъ; при разсмотрѣніи девона мы

увидимъ, что и тогда еще жили типы рыбъ, хрящевой скелетъ которыхъ весьма существенно отличался отъ хрящевого скелета нынѣ живущихъ формъ.

Нижнесилурійское море расчленено было на много отдѣльныхъ бассейновъ, и, поэтому, оно весьма способствовало сохраненію

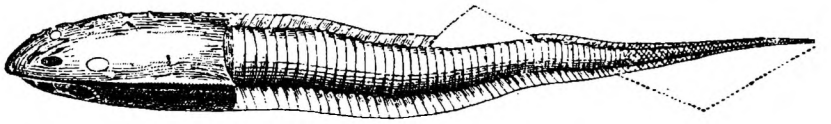


Рис. 114. Tremataspis Schmidti ($^2/_3$). Рыба съ панцырнымъ хвостомъ, но безъ конечностей. Изъ силурійскихъ отложеній Россіи.

мѣстныхъ фаунъ. Можно ясно различать, особенно на основаніи распространенія трилобитовъ, слѣдующія моря[17]:

1) Богемско-средиземный бассейнъ; онъ тянется отъ восточныхъ Альпъ черезъ Богемію, Тюрингію, Южную Францію и Испанію до Португаліи.

2) Балтійское море; оно обнимаетъ Польшу, Скандинавію и доходитъ до Гренландіи.

26 англійскихъ цефалоподъ встрѣчаются[18] также въ Богеміи, тогда какъ въ Скандинавіи и Россіи живутъ другіе виды. Съ другой стороны, венлокскій известнякъ, славящійся коралловой фауной, бѣденъ головоногими.

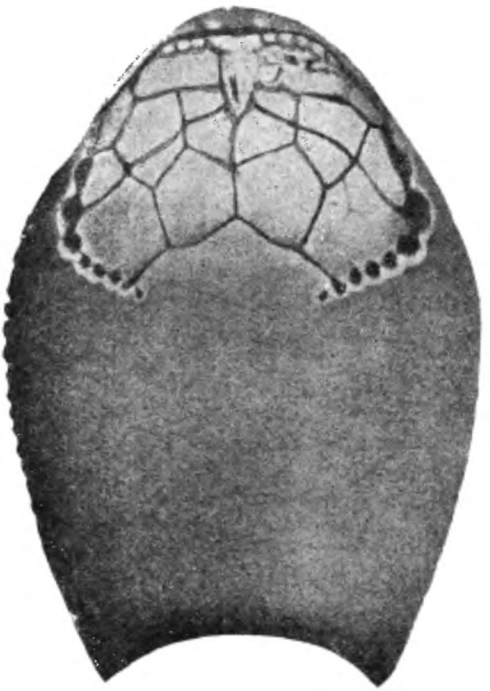


Рис. 115. Нижняя часть головного панцыря Tremataspis (увеличено).

3) Сѣвероатлантическое море покрываетъ Бельгію, Сѣверную Францію, Ирландію и Англію.

4) Тихоокеанически-сѣвероамериканское море.

Наконецъ, 5) Восточно-азіатскій бассейнъ, распадающійся, въ свою очередь, на нѣсколько провинцій.

Мы не должны удивляться тому, что подобное расчлененіе мірового моря [достаточно большое для того, чтобы способствовать развитію фауны, и опять таки достаточно малое для того, чтобы придать каждой фаунѣ особый габитусъ (форму)], особенно благопріятствовало развитію его обитателей. Кромѣ того, между отдѣльными бассейнами существовалъ, повидимому, открытый и энергичный обмѣнъ воды. Граптолитовыя болота, пріобрѣтающія такое распространеніе въ верхнемъ силурѣ, отравляли от-

носительно небольшія пространства. Свѣтлые глинистые сланцы, сѣрые песчаники и мощныя известковыя отложенія указываютъ на то, что истинно океаническія условія были широко распространены.

При этомъ мы вездѣ находимъ признаки *среднихъ морскихъ глубинъ*.

Часто океанъ затопляетъ низменныя материковыя части, открывая такимъ образомъ морской фаунѣ новыя мѣста для поселенія. Мощное развитіе известняковъ въ Сѣверной Америкѣ указываетъ на то, что тамъ мы должны искать центральную область крупнаго моря; это предположеніе подтверждается также тѣмъ обстоятельствомъ, что многія характерныя животныя формы выступаютъ въ отложеніяхъ Америки ранѣе, чѣмъ въ европейскихъ и азіатскихъ отложеніяхъ.

Для скандинавскаго силура[19] чрезвычайно характерно включеніе многочисленныхъ мѣстныхъ песчаниковыхъ образованій; въ этомъ рельефно выражается близость материка.

Въ Англіи[20] мощность силурійскихъ осадковъ быстро мѣняется. Въ Шотландіи нижній силуръ имѣетъ мощность въ 30 метровъ, въ Сѣверномъ Уэльсѣ она возрастаетъ до 100 метровъ, а въ Сноудонѣ (Snowdon) вклиниваются столь колоссальныя массы кислыхъ вулканическихъ туфовъ, что мощность доходитъ до 3000 метровъ.

Богатство богемскаго моря скрытоголовыми моллюсками, головоногими и трилобитами столь же характерно, сколь характерно обиліе плеченогихъ въ Карнійскихъ Альпахъ или цистоидей въ Португаліи. Особаго вниманія заслуживаютъ переселенія[21] отдѣльныхъ видовъ изъ одного бассейна въ другой. Такъ, Pentamerus oblongus въ Лландовери (Llandovery), въ Англіи, и въ Сѣверной Америкѣ до Висконсина, здѣсь вымираетъ, но продолжаетъ жить въ непосредственно слѣдующихъ, болѣе молодыхъ, венлокскихъ слояхъ Норвегіи и Швеціи. Съ другой стороны, Halysites catenularia изъ венлокскихъ слоевъ Англіи переселяется въ болѣе молодой готландскій известнякъ Швеціи.

Ни одинъ изъ 70 видовъ трилобитовъ, найденныхъ на Готландѣ, не мигрировалъ до самой Богеміи, изъ 19 видовъ головоногихъ здѣсь находились только 2 вида, а изъ многочисленныхъ богемскихъ пластинчато-жаберныхъ лишь немногія формы доходили до Англіи.

Разнообразіе существовавшихъ въ этихъ бассейнахъ жизненныхъ условій ясно выражено въ распространеніи одновременно образовавшихся породъ. Богато расчленено было Балтійское море. Въ Джемтлендѣ (Iemtland) можно прослѣдить, какъ оторванный прибоемъ береговой галечникъ ясно выраженными мысами переслаивается съ нормальными морскими отложеніями. Широко распространены красные, желтые и зеленые песчаники, илъ силурійскаго моря встрѣчается намъ въ видѣ сѣрыхъ, бурыхъ и красныхъ песчаниковъ.

Сравнивая европейскій силуръ съ сѣверо-американскимъ, мы видимъ, что въ Сѣверной Америкѣ по всей широтѣ континента распространены преимущественно *известняки*, границы которыхъ соотвѣтствуютъ приблизительно поверхности кембрійскаго моря, и которые часто безъ перерывовъ переходятъ изъ кембрійскихъ отложеній въ силурійскія. Обиліе трилобитовъ, коралловъ, улитокъ, плеченогихъ и мшанокъ свидѣтельствуетъ объ океаническомъ характерѣ этого моря. Въ позднѣйшій силурійскій періодъ вода становится мутной отъ

илистыхъ волнъ, и сланцевыя породы висячаго бока бѣднѣютъ трилобитами, вмѣсто которыхъ появляются многочисленныя фауны пластинчато-жаберныхъ.

Въ Европѣ, если отвлечься отъ нѣкоторыхъ единичныхъ случаевъ, ходъ событій совершается въ обратномъ направленіи. На богатыхъ пескомъ верхнекембрійскихъ отложеніяхъ залегаютъ песчанистые или илистые осадки, выступающіе передъ нами въ видѣ нижнекембрійскихъ кварцитовъ и сланцевъ; вода медленно очищается, и къ концу періода появляются въ изобиліи богатые окаменѣлостями известковые рифы. Какъ въ современныхъ моряхъ, уже тогда, благодаря тѣсному сожительству выдѣляющихъ известь растеній и животныхъ, въ прозрачныхъ водахъ открытаго моря образовались тѣ интересныя въ біологическомъ и важныя въ литологическомъ отношеніи ассоціаціи организмовъ,[22] которыя мы называемъ „рифовой областью“. Между многочисленными, прикрѣпленными организмами ищутъ и находятъ защиту и пропитаніе огромное множество ползающихъ, бѣгающихъ и плавающихъ животныхъ; одно поколѣніе слѣдуетъ за другимъ, достигаетъ своего расцвѣта, а затѣмъ умираетъ; такимъ образомъ, нагромождаются другъ надъ другомъ отдѣльные острова твердыхъ известковыхъ образованій такой мощности, что они значительно выдаются надъ морскимъ дномъ, образуя крутостѣнныя отмели и сложной формы архипелаги, превращая до того плоское дно моря въ лабиринтъ каналовъ, бухтъ, долинъ и горъ.

Какъ мы выше видѣли, такія сложенныя организмами, известковыя линзы претерпѣваютъ при умираніи организмовъ весьма глубокія измѣненія. Пронизанная ходами и пустотами известковая масса, расчлененная, большей частью, въ вертикальномъ направленіи, лишь рѣдко обнаруживающая ясно выраженную слоистость,—эта масса распадается въ аморфный известковый порошокъ; при этомъ форма панцырныхъ раковинъ и твердыхъ образованій, въ большинствѣ случаевъ разрушается, и лишь у наружныхъ краевъ аморфныхъ известковыхъ рифовъ мы находимъ въ видѣ гнѣзда богатый міръ формъ рифообразующихъ организмовъ. Иногда отсутствуютъ и эти слѣды богатства органическихъ формъ, и прежній рифовый характеръ этихъ подымающихся вверхъ известняковыхъ штоковъ, большими линзами известняка и доломита вклинивающихся между иловыми и песчаниковыми слоями, мы узнаемъ лишь по формѣ залеганія, обилію пустотъ и отсутствію горизонтальной слоистости.

Образованіе известковыхъ рифовъ началось уже въ кембрійскій періодъ; въ Виргиніи[23] этотъ процессъ можно прослѣдить сплошь до конца силурійскаго періода, въ восточныхъ Альпахъ,[24] равно какъ въ Южной Франціи, въ Канадѣ, Монтанѣ и въ Алабамѣ встрѣчаются известковые рифы мощностью до 1500 метровъ. Въ верхнесилурійскую эпоху число ихъ возрастаетъ, и въ Швеціи, равно какъ въ Англіи передъ нашимъ взоромъ открываются чудесные виды рифообразующихъ ассоціацій организмовъ давно-прошедшаго времени. Въ самомъ дѣлѣ, съ того времени до насъ сохранились красные цвѣта пышныхъ морскихъ лилій, густо бурая окраска трилобитовыхъ панцырей и перламутровый блескъ улиточныхъ раковинъ.

Какъ и въ современныхъ рифахъ, основу всего процесса рифообразованія составляло появленіе прикрѣпленныхъ животныхъ

и растеній. Известь выдѣляющія водоросли[26] широко распространены. Въ скандинаво-балтійскихъ областяхъ известковыя водоросли наибольшаго своего развитія достигаютъ въ самыхъ молодыхъ слояхъ нижняго силура, гдѣ необыкновенно часто встрѣчаются Vermiporella и Palaeoporella, а также Dasyporella и Rhabdoporella и имѣютъ породообразующее значеніе. Между ними процвѣтаютъ мощными желваками построенныя изъ нѣжныхъ известковыхъ листочковъ стромаріи (строматопориды) (рис. 116). Онѣ, повидимому, родственны еще нынѣ живущимъ гидрактиніямъ, которыхъ небольшія скопленія полиповъ отлагаютъ роговыя или известковыя корки, причемъ каждое слѣдующее поколѣніе образуетъ новую, покрытую бугорками, известковую пластинку.

Рис. 116. Stromatopora galtensis съ астроризами. Изъ верхняго силура Сѣверной Америки.

Вмѣстѣ съ тѣмъ важную роль играли такъ называемыя Tabulata (рис. 117). Подъ ними разумѣютъ колоніи червеобразныхъ животныхъ, слагавшихъ известковыя трубки; послѣднія перегородками дѣлились на камеры и часто пронизывались рядами поръ.

Въ силурѣ	жили	23	рода,
„ девонѣ	„	15	„
„ карбонѣ	„	6	„

Въ пермскихъ отложеніяхъ отъ Тюрингіи до Австраліи выступаетъ послѣдній родъ Tabulata.

Рис. 117. Halysites catenularia. «Силурійскій цѣпной коралл», колонія длинныхъ, сдавленныхъ трубокъ, раздѣленныхъ многочисленными днищами.

Такъ какъ нѣкоторые роды обнаруживаютъ внутри трубокъ, кромѣ горизонтальныхъ днищъ, также длинные ряды короткихъ шиповъ или неправильно расположенныя продольныя ребра, то полагали, что ихъ слѣдуетъ отнести къ коралламъ, встрѣчающимся въ тѣхъ же самыхъ слояхъ. Но явленія роста обѣихъ формъ кореннымъ образомъ различаются между собою: толстостѣнныхъ, кверху расширяющихся коралловъ, снабженныхъ многочисленными, правильно группирующимися, стѣнными ребрами, невозможно поставить въ близкую связь съ длинными, незамѣтно утолщающимися трубками табулятъ, никогда не перегораживающимися радіальными перегородками. Что обѣ формы дѣлятся на камеры днищами, это обстоятельство отнюдь не можетъ служить доказательствомъ ихъ близкаго родства: это говоритъ лишь о сходномъ приспособленіи къ однимъ и тѣмъ же условіямъ жизни.

Въ противоположность къ позднѣе выступающимъ кораллам̀ъ, образующимъ полипняки, силурійскія формы жили, въ большинствѣ случаевъ, отдѣльными особями, чашечка которыхъ, высотою отъ 1 до 20 сантиметровъ, снабженная крѣпкой внѣшней стѣнкой, часто далеко уходящими корнями прикрѣплялась къ морскому дну. Густыми колоніями или отдѣльными находками стоятъ эти великолѣпныя чашечки (рисунокъ 118, 120) въ промежуткахъ между названными рифообразующими организмами. Нѣкоторые роды нерѣдко обнаруживаютъ еще ясное четырехлучевое строеніе, отъ котораго они получили названіе тетракораллъ; при этомъ устье чашечки часто бываетъ защищено особыми подвижными крышечками.

Рис. 118. Goniophyllum pyramidale изъ верхнесилурійскихъ отложеній Готланда, четырехгранный одиночный кораллъ, чашечка котораго (изображена слѣва открытой) могла закрываться четырьмя трехугольными известковыми крышками.

Рис. 119. Palaeocyclus porpita. Верхнесилурійскій одиночный кораллъ сбоку и сверху. Жилъ колоніями на илистомъ днѣ.

Другія формы, на взглядъ представляющіяся построенными совершенно радіально-симметрично, при изслѣдованіи шлифовъ обнаруживаютъ, однако, двухсторонне-симметричное строеніе, которое лежитъ, вѣроятно, въ основѣ всѣхъ коралловыхъ чашечекъ и наблюдается даже въ зародышевыхъ формахъ нынѣ живущихъ коралловъ (Corallium rubrum).

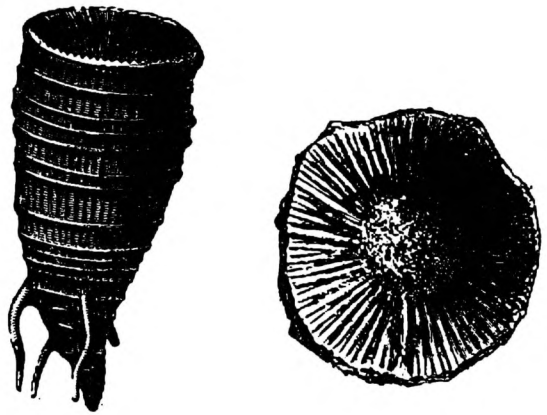


Рис. 120. Omphyma subturbinata ($^1/_3$). Верхнесилурійскій одиночный кораллъ съ крѣпкой наружной стѣнкой и многочисленными корневыми отростками (столоны), которыми онъ держался въ морскомъ илѣ. На плоской чашкѣ видны многочисленныя радіальныя перегородки.

Однако, силурійскіе кораллы, какъ строители известняковъ, отнюдь не играютъ большей роли, чѣмъ другія рифообразующія животныя. Изъ послѣднихъ нужно прежде всего назвать морскихъ лилій, у которыхъ изящная цвѣточная корона, прикрѣпленная къ круглому членистому стеблю, состояла изъ тысячъ маленькихъ известковыхъ табличекъ. Поражающее изобиліе изящныхъ фигуръ украшало склоны рифовъ.

Главное свое распространеніе обнаруживаютъ здѣсь особенно такъ называемыя фистулаты и камераты. Рядомъ съ тоненькими, толщиною съ нитку, стебельками, мы находимъ столбы въ 4 сантиметра діаметромъ. Въ однихъ случаяхъ развиваются только пять рукъ, въ другихъ мы находимъ цѣлый лѣсъ нитевидныхъ рукъ, а у Crotalocrinus нормальныя пять рукъ уже превращены въ широкую улавливающую пищу воронку, которая при раздраженіи складывалась въ красивыя

складки, наподобіе занавѣса, и часть изъ нихъ сохранилась въ такомъ видѣ, переходя въ окаменѣлое состояніе.

Насколько велико обиліе трилобитовъ, раковъ, пластинчато-жаберныхъ (двустворчатыхъ) и улитокъ, лучше всего показываетъ тотъ фактъ, что рифовыя области Готланда доставили тысячи описанныхъ животныхъ видовъ, а всего[27] насчитываютъ приблизительно 1500 видовъ. Здѣсь трилобиты[28] (за исключеніемъ Bumastes) никогда не выступаютъ сообществами. Lichas можно найти только на сѣверѣ, Homalonotus—только на югѣ острова. Каждое мѣсто находокъ представляетъ новыя формы. Табуляты, кораллы и плеченогія населяютъ рѣзко ограниченныя области.

Чтобы получить представленіе о богатствѣ живого міра того времени, нужно самому видѣть мшанковые известняки Гобурга, гдѣ каждый обнаруженный кусокъ оказывается состоящимъ изъ прелестныхъ мшанокъ, нужно самому собирать изящно украшенныхъ улитокъ на межахъ Остергарна или морскихъ лилій и коралловъ на Stora Karlsö, или самому подбирать на берегу Висби (Wisby) изящныя коралловыя чашечки Palaeocyclus (рис. 119), вымываемыя моремъ настоящаго времени изъ силурійскаго морского ила.

Удивительныя фаунистическія и біономическія взаимоотношенія существовали между представителями совершенно различныхъ животныхъ группъ. Строматопоры часто окружали вплотную чашечки коралловъ и табулятъ, которыя въ такомъ тѣсномъ соединеніи описаны были, какъ особый родъ Caunopora. Glyptocrinus своимъ нитевиднымъ стеблемъ обвивался вокругъ болѣе крупныхъ морскихъ лилій; Vioa prisca, кремневая губка, просверливала извилистые ходы въ раковинахъ моллюсковъ. На другихъ сидѣли своеобразныя улитки и, во всякомъ случаѣ, жили съ ними въ тѣсномъ симбіозѣ (сожительствѣ); точно такъ же всегда приростаютъ къ другимъ животнымъ Agelacrinus и Edrioaster. Чтобы снова увидѣть богатое великолѣніе удивительныхъ растеній и животныхъ, осіянное блескомъ силурійскаго солнца, нужно было бы пестрый животный міръ разукрасить давно выцвѣтшими красками и разлить по нимъ лазуревую синь силурійскихъ волнъ, кишащихъ медузами, птероподами (крылоногими) и двустворчатыми ракообразными.

Въ то время, какъ выдѣляющія известь растенія и животныя отлагали на днѣ морскомъ все новыя отложенія, и, въ видѣ архипелаговъ, медленно выростали блещущіе богатыми красками известковые рифы, въ то самое время спокойствіе прибрежной области и морского уровня часто нарушалось мчащимися столбами пепла дымящихся в у л к а н о в ъ.

Нижнесилурійскіе діабазы и ріолиты вырывались на поверхность земли въ Англіи и Сѣверной Америкѣ; дожди порфироваго пепла уничтожали кембрійскій животный міръ въ Богеміи. Образовались діобазовые покровы[29] Киннекюля, Галлеберга и Гюннеберга въ Швеціи. Порфировые вулканы дѣйствовали въ Аргентинѣ,[30] въ то время, какъ британскіе вулканы[31], за исключеніемъ нѣкоторыхъ большихъ жерлъ, потухли въ верхнемъ силурѣ, Бретань, Арденны, Мэнъ (Maine) и даже Австралія[32] были ареной вулканическихъ катастрофъ.

Кажется, что богатые желѣзомъ слои, достигавшіе въ нижнесилурійскихъ отложеніяхъ Богеміи и Тюрингіи мощности въ 18 ме-

тровъ и вызвавшіе цвѣтущую горную промышленность, обязаны своимъ содержаніемъ желѣза пепельнымъ покровамъ.

Прослѣживая быстрое заполненіе отдѣльныхъ силурійскихъ морскихъ бассейновъ рифовыми известняками и вулканическимъ пепломъ, мы видимъ, что къ концу силурійскаго періода значительныя части Германіи становятся материкомъ, что только-что образованныя верхнесилурійскія породы выныряютъ изъ воды, превращаясь въ плоскіе континентальные участки; прослѣживая трансгрессіи силурійскаго моря, мы видимъ, что онѣ захватывали всѣ части земного шара, то затопляя низменныя континентальныя области, то освобождая отъ воды и превращая въ сушу незадолго до того образовавшееся морское дно. При такомъ положеніи вещей мы не можемъ приписывать силурійскому морю въ цѣломъ большихъ глубинъ. Хотя богатые радіоляріями сланцы часто считаютъ „отложеніями глубокаго моря“, ихъ богатство кварцемъ и истлѣвшими остатками растеній показываетъ, что они могли образоваться только на незначительной глубинѣ. Глубоководные бассейны, столь характерные для современнаго мірового моря, рѣзкая противоположность между ними, съ одной стороны, и мелководными областями, а также талассическими приматериковыми морями, съ другой стороны, въ силурійскій періодъ, по нашему мнѣнію, еще не существовали. Всю землю опоясывало море глубиною лишь въ нѣсколько сотъ метровъ, прерываемое островами и небольшими материками.

Вслѣдствіе этого, морскія теченія, вызываемыя пассатными вѣтрами и различной плотностью морской воды, отклоняемыя подъ вліяніемъ вращенія земли, должны были искать себѣ путь черезъ лабиринтъ большихъ и малыхъ участковъ суши. Они вездѣ встрѣчали препятствіе, легко образовывали мертвые углы (галистазы), бухты, гдѣ обмѣнъ воды замедлялся, гдѣ скоплялись гонимыя водой водоросли и трупы животныхъ и, разлагаясь, заражали дно, такъ что на немъ не могло поселиться никакое прикрѣпленное или свободное животное.

Но названныя отношенія обусловливали также то обстоятельство, что при ничтожномъ измѣненіи въ глубинѣ моря, въ формѣ береговъ, въ направленіи теченій, въ движеніи воды мѣстныя галистазы снова исчезали, и, такимъ образомъ, недавно еще безжизненная, зараженная трупами область населялась богатымъ бентоннымъ животнымъ міромъ, благодаря притоку свѣжей воды; такъ въ томъ самомъ мѣстѣ, гдѣ незадолго до того нагромождался черный иловой матеріалъ продуктовъ гніенія,—въ этомъ самомъ мѣстѣ отлагался, быть можетъ, органическій известнякъ.

При помощи сдѣланныхъ здѣсь допущеній, полагаемъ мы, легче и удобнѣе всего объяснить происхожденіе и распространеніе своеобразной породы, которая, будучи заполнена необычайно богатой, удивительной фауной, впервые выступаетъ въ верхнекембрійскихъ отложеніяхъ и затѣмъ составляетъ характерный элементъ всего силурійскаго періода. Впервые въ верхнемъ кембріи Сѣверной Америки[33], нѣсколько позднѣе въ Европѣ, мы встрѣчаемъ тонкослоистые сланцы, содержащіе до 23% углерода и около 4% сѣрнистаго желѣза[34], на плоскихъ поверхностяхъ слоевъ мы находимъ многочисленныя, узкія, зазубренныя полосы, которыя отличаются серебрянымъ блескомъ; эти полосы, либо соединенныя между собою боковыми отвѣтвленіями въ красивыя сѣтчатыя

образованія, либо связанныя нѣжными нитями, представляютъ роговыя оболочки колоній животныхъ, издревле извѣстныхъ подъ названіемъ граптолитовъ. Въ большинствѣ случаевъ они сплющены и плохо сохранились; но въ нѣкоторыхъ случаяхъ удалось [35] выбить изъ породы хорошо сохранившіеся столбики, залить парафиномъ и микротомомъ разрѣзать на рядъ шлифовъ толщиною въ 0,05 миллиметра.

Такимъ образомъ удалось точно изучить ихъ строеніе и развитіе, и если раньше граптолитовъ относили то къ гидроидамъ, то къ мшанкамъ, то эти изслѣдованія показали, что они образуютъ совершенно своеобразную животную группу, которая должна занимать обособленное положеніе въ системѣ [36].

Рис. 121. Яйцевая капсула (гонангій) Diplograptus pristis; прикрѣплена къ четырехугольной пластинкѣ. Справа группа развивающихся сикуль; въ серединѣ—группа сикуль, пробивающихъ скорлупу; слѣва—группа выросшихъ сикуль, готовыхъ выпасть изъ яйцевой капсулы (увеличено въ 20 разъ.)

Въ небольшомъ яйцевидномъ пузырькѣ (рис. 121) образовывались радіально расположенные нѣжные заостренные патрончики (Sicula), заключавшіе зародышъ и освобождавшіеся при лопаніи пузырька. Тогда изъ Sicula на одномъ концѣ выросталъ дискъ(рис. 122, 123, 125) для прикрѣпленія, а на другомъ на длинной нити (virgula) располагалась четырехрядная, двухрядная или однорядная колонія. Обыкновенно цѣлый пучекъ такихъ, похожихъ на зазубренные листочки, колоній виситъ на кругломъ или имѣющемъ форму зонтика дискѣ, на которомъ развиваются и наполненные sicula'ми пузырьки.

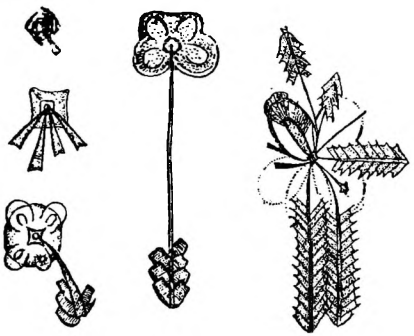


Рис. 122. Дальнѣйшее развитіе Diplograptus pristis (увеличено въ 2 раза).

Нужно полагать, что дальнѣйшія счастливыя находки позволятъ еще съ большей точностью установить эти отношенія, обнаруженныя лишь на единичныхъ экземплярахъ. Но уже теперь можно сказать слѣдующее: древнѣйшіе граптолиты были, по всей видимости, прибрежными морскими животными, которыя густыми группами прикрѣплялись къ илистому дну и крѣпкимъ скаламъ, но съ особенной любовью къ морскимъ водорослямъ. Сильный прибой волнъ и теченія отрывали растенія и уносили ихъ, какъ теперь „саргасовыя моря“, въ открытое море. Такимъ образомъ въ открытое море попадали также прикрѣпленные къ растеніямъ граптолиты и здѣсь развивались въ двоякомъ направленіи: однѣ формы и впредь оставались прикрѣпленными къ пловучимъ водорослямъ, причемъ висѣвшія книзу колоніи, стремясь къ свѣту, должны были разростаться вверхъ; благодаря этому возникали изогнутыя формы, или болѣе молодыя клѣтки наростали на сикулѣ въ противоположномъ ей направленіи.

Рис. 123. Tetragraptus serra. Молодая форма съ дискомъ, къ которому она прикрѣплена.

Другіе роды вырабатывали нѣжные парашюты, быть можетъ, также плавательные пузырьки и такимъ образомъ переходили къ чисто планктонному образу жизни.

Но всѣ граптолиты вмѣстѣ съ силурійской „морской травой“ долгое время безпокойно носились по морю. Вымирающія колоніи начинали гнить, ткань пловучихъ водорослей распадалась, и переполненные граптолитами продукты разрушенія растеній опускались на дно вездѣ, гдѣ въ расчлененномъ и измѣнчивомъ силурійскомъ морѣ образовалась спокойная бухта, мертвый уголъ, стоячая ванна. Въ гніющемъ илѣ развивался сѣроводородъ, исключавшій возможность поселенія данной фауны; такимъ образомъ объясняется изумительная противоположность между содержаніемъ ископаемыхъ въ нормальныхъ силурійскихъ отложеніяхъ и въ постоянно вклинивающихся въ нихъ черныхъ граптолитовыхъ слояхъ. Нормальныя силурійскія отложенія необычайно богаты кораллами, табулятами, мшанками, трилобитами, улитками, головоногими.

Но какъ только вклиниваются черные граптолитовые сланцы, вся эта фауна исчезаетъ, и между граптолитами, встрѣчающимися въ массовыхъ количествахъ, мы находимъ совершенно изолированныя, круглыя нѣжныя раковины, которыя разсматриваются, какъ оболочки планктонныхъ раковъ (Dawsonia), или отпечатки члениковъ стеблей морскихъ лилій, которыя, будучи, вѣроятно, прикрѣплены къ водорослямъ, попадали въ галистазы и вмѣстѣ съ послѣдними опускались на дно; между ними находимъ такъ же отдѣльныхъ маленькихъ плеченогихъ. Эти черные сланцы исчезаютъ такъ же внезапно, какъ внезапно они появились, и въ висячихъ слояхъ граптолиты отсутствуютъ, а вмѣсто нихъ снова водворяются другой богатый животный міръ.

Рис. 124. Колонія Dictyonema peltatum изъ верхнекембрійскихъ отложеній Швеціи. Вѣроятно, была прикрѣплена къ морскимъ водорослямъ, гонимымъ морскими теченіями.

Съ помощью характерныхъ родовъ и видовъ граптолитовъ можно распознать на обширныхъ пространствахъ не только силурійскій періодъ въ цѣломъ, но и отдѣльныя ступени этого громаднаго промежутка времени. Каждый болѣе высокій ярусъ содержитъ новыя руководящія формы; этотъ фактъ можно лучше всего объяснить тоже съ помощью выше сдѣланныхъ допущеній. Въ самомъ дѣлѣ, всякій новый родъ группы граптолитовъ, возникшій и быстро размножившійся на тѣсно ограниченномъ пространствѣ, подхватывался морскими теченіями, уносился ими въ открытое море и послѣ долгаго странствованія, часто далеко отъ своей родины, находилъ успокоеніе въ тихой бухтѣ. Точно такъ же странствовала каждая слѣдующая группа формъ, возникшая въ какомъ-нибудь мѣстѣ, и такимъ образомъ отдѣльныя руководящія ископаемыя могли получить распространеніе по всему міру, тогда какъ другія ископаемыя могутъ быть находимы лишь въ отложеніяхъ, образующихся во время ихъ смерти, и въ областяхъ, гдѣ эти ископаемыя обыкновенно проводятъ свою жизнь.

Граптолитовые сланцы становятся, такимъ образомъ, самыми характерными породами силура, которыя можно найти отъ Европы до Сибири, отъ Канады до Аргентины, отъ Бурмы до Новой Зеландіи.

Древнѣйшій родъ Dictynema (рис. 124, 125, 126), о родинѣ и происхожденіи котораго мы ничего не знаемъ, и который представлялся развѣтвленнымъ на подобіе дерева, впервые выступаетъ въ области Аппалачскихъ горъ; здѣсь онъ, повидимому, [38] населялъ нѣсколько обособленныхъ бассейновъ. Затѣмъ мы находимъ его въ видѣ характерныхъ включеній верхнекембрійскихъ отложеній Сѣверной Европы. На Балтійскомъ берегу эти включенія залегаютъ непосредственно на конгломератѣ съ Obolus, образовавшемся въ зонѣ прибоя. Поразительно, что этотъ древнѣйшій родъ Dictyonema вмѣстѣ съ тѣмъ отличался наибольшей продолжительностью жизни, такъ какъ мы находимъ:

Рис. 125. Молодая форма съ дискомъ, къ которому она прикрѣплена, и подвѣснымъ аппаратомъ (Nema).

Въ верхнекембрійскихъ отложеніяхъ 1 видъ,
„ нижнесилурійскихъ . . . . . 11 вид.,
„ верхнесилурійскихъ . . . . . 4 вида,

а въ девонскихъ отложеніяхъ Сѣверной Америки найдены три послѣднихъ вида.

Рис. 127. Phyllograptus angustifolius. Колонія, вытравленная изъ известняка. Сильно увеличено.

Другіе, растущіе въ видѣ деревьевъ, роды распространены многочисленными видами въ нижнесилурійскихъ отложеніяхъ, но становятся рѣдкими уже въ верхнемъ силурѣ. Между тѣмъ начинается развитіе прямыхъ, не развѣтвленныхъ родовъ, у которыхъ на виргулѣ расположены отъ 2 до 4 рядовъ особей (рис. 127). Эти роды становятся все болѣе частыми въ верхнесилурійскую эпоху, и при этомъ удивительнымъ образомъ происходитъ постепенное уменьшеніе числа рядовъ, такъ что однорядный родъ Monograptus (съ аналогично построенными сородичами) въ многочисленныхъ видахъ населялъ особенно верхнесилурійское море. Съ помощью граптолитовъ оказалось возможнымъ разбить распространенныя по всей землѣ отложенія силурійскаго періода на многочисленныя, рѣзко различимыя [40] подраздѣленія и установить ихъ точное расчлененіе.

Рис. 126. Увеличенная въ 5 разъ вѣтвь Dictyonema peltatum изъ кембрійскихъ отложеній Швеціи.

Въ то время, какъ не очень глубокое силурійское море наполнялось галькой, пескомъ и иломъ, заимствованными отъ берега, покрывалось вулканическимъ пепломъ и повсемѣстно разбивалось известковыми рифами,—въ это самое время наступилъ горообразующій процессъ, который, особенно къ концу силурійскаго періода, превратилъ въ сушу обширныя области морского дна.

Вдоль атлантическаго берега сѣверной Европы, отъ Шотландіи до Лофотенскихъ острововъ, верхнесилурійскія или нижнедевонскія

отложенія залегаютъ несогласно на собранномъ въ складки нижнемъ силурѣ или на архейскомъ массивѣ. На этомъ основаніи установлена [41] Калейдонская горная цѣпь, которая тянулась вдоль названнаго берега на закатѣ силурійскаго періода. Силурійскія складки находимъ также въ Арденнахъ [42] и въ Булоннэ (Boulonnais), равнымъ образомъ въ Шропшайрѣ [43] (Shropshire). Дэна [45] (Dana) установилъ Таконскую горную цѣпь, которая можетъ быть прослѣжена въ отложеніяхъ средняго силура от Огіо до Канады включительно.

Въ то же время часто происходили вулканическія изверженія.

Въ Бретани[45] діабазовые порфировые потоки выступаютъ полосою длиною въ 50 и шириною въ 5 километровъ, въ Швеціи дымятся діабазовые вулканы и образуютъ обширные лавовые покровы; во время Ніагарской эпохи въ Сѣверной Америкѣ происходятъ изверженія авгитовыхъ андезитовъ и кварцевыхъ порфировъ.

Всѣ эти разнородные процессы, естественно, должны были обратить большія области силурійскаго океана въ плоскія отмели, въ архипелаги и прибрежныя области.

Изъ многочисленныхъ явленій, сопровождавшихъ это превращеніе въ сушу обширныхъ пространствъ силурійскаго моря, мы выхватимъ лишь два, наиболѣе замѣчательныхъ.

Въ Сѣверной Америкѣ нормальная морская фауна постепенно исчезаетъ. Богатыя индивидуумами двустворчатыя населяютъ илистыя волны, и, наконецъ, развиваются двѣ фаціи, часто переходящія одна въ другую. Съ одной стороны, тонкослоистый доломитовый известнякъ (Waterlime), мощностью отъ 50 до 200 метровъ, въ которомъ планктонныя тентакулиты и ракушковыя (остракоды) показываютъ, что волны открытаго моря иногда загонялись въ неглубокія береговыя бухты.

Рис. 128. Колонія Phyllograptus. Видъ сверху.

Съ другой стороны, одновременно образовались красные суглинки (мощностью у Ніагарскаго водопада въ 100 метровъ, у Итаки—въ 400 метровъ, у Гуронскаго озера—въ 450 метровъ) съ тонкими прослойками доломита, а также линзами гипса и соли. Вся свита слоевъ не содержитъ окаменѣлостей; лишь однажды[46] найдена была голова одного изъ исполинскихъ раковъ, описаніемъ которыхъ мы займемся послѣ.

Распространеніе верхнесилурійскихъ окаменѣлостей (Halysites) отъ Теннесскаго озера (Tennessee) до 82 градуса сѣверной широты показываетъ, что на сѣверномъ полушаріи господствовалъ равномѣрно теплый климатъ. Съ возрастаніемъ температуры морская вода, раздѣленная на многочисленныя бухты, начинаетъ испаряться, выдѣляются гипсъ и соль, и нѣкоторыя соляныя залежи достигаютъ мощности въ 10—25 метровъ. (Сѣверо-европейская прибрежная область была тогда, должно быть, довольно богата атмосферными осадками, такъ какъ здѣсь испареніе морской воды начинается лишь въ девонскій періодъ).

Гдѣ послѣднія волны открытаго моря прибавили къ неглубокому илистому побережью множество остатковъ морскихъ раковинъ, тамъ образовались тѣ характерныя обломочныя породы,[47] какъ, напримѣръ, такъ называемый бонебедъ (костяной слой) въ Англіи, мощностью отъ одного до шести сантиметровъ, тянущійся на протяженіи 100 ки-

лометровъ, которыя характеризуютъ границы между силуромъ и девономъ. Изъ этой своеобразной обломочной породы можно извлечь роговыя и известковыя раковины плеченогихъ, трилобитовъ и другихъ ракообразныхъ, челюсти червей и зубы нѣкоторыхъ рыбъ.

Въ то же самое время надъ уровнемъ моря выступили также силурійскіе рифы. Вездѣ надъ водою поднялись плоскія известковыя скалы, известковые обломки нагромождались въ дюны и, какъ это мы видимъ теперь на берегахъ Краснаго моря или же на берегахъ Флориды, образовались оолитовые известняки.

Отъ моря обособлялись соляныя болота, бракическія (солоноватыя) и прѣсноводныя озера и наполнялись, какъ лагуны современныхъ коралловыхъ рифовъ, тонкослоистымъ, вязкимъ известковымъ иломъ.

Эти и подобныя незначительной мощности породы распространились отъ средней части Сѣверной Америки на востокъ черезъ Англію, Скандинавію и Россію до Галиціи; содержащійся въ нихъ животный міръ столь же новъ, сколь и поразителенъ: самый важный элементъ представляютъ своеобразной формы большія суставчатыя животныя, которыя частью находятся въ близкомъ родствѣ съ трилобитами (мечехвосты, Xiphosura), частью весьма существенно отличаются отъ нихъ и напоминаютъ снабженныхъ клешнями раковъ. Вмѣстѣ съ тѣмъ мы встрѣчаемъ высоко развитыхъ рыбъ, древнѣйшихъ скорніоновъ и другихъ, вѣроятно, дышащихъ легкими животныхъ.

Представимъ себѣ трилобита, у котораго членистое туловище является лишь придаткомъ къ сильно увеличенной головѣ, а хвостъ превратился въ длинную, заостренную иглу (рис. 129), и мы получимъ форму верхнесилурійской Hemiaspis. Эта группа „панцырныхъ животныхъ“, лишь въ немного измѣненномъ видѣ, проходитъ черезъ всю исторію земли и въ настоящее время представлена похожимъ на лошадиное копыто Limulus'омъ; онъ живетъ въ мелководьѣ у береговъ Сѣверной Америки и Молукскихъ острововъ, въ періодъ размноженія онъ массами выходитъ на берегъ, чтобы здѣсь отложить свои яйца.

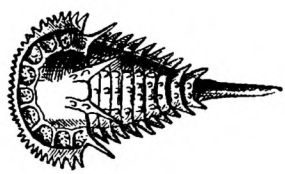


Рис. 129. Hemiaspis limuloides изъ верхнесилурійскихъ отложеній Англіи. Переходная форма между трилобитами и лимулидами.

Gigantostraca (исполинскіе раки) извѣстны въ Сѣверной Америкѣ уже съ эпохи нижняго силура, хотя только въ видѣ единичныхъ остатковъ. Украшенныя многочисленными рѣсничками и шипами плавательныя ножки этихъ древнѣйшихъ морскихъ формъ[48] и панцырные обломки, найденные въ морскомъ силурѣ Богеміи, еще сильно напоминаютъ органы трилобитовъ, хотя форма тѣла новаго типа, повидимому, была уже хорошо развита. Во всякомъ случаѣ эти панцырныя животныя не обнаруживаютъ близкаго родства съ истинными раками и представляютъ побочную вымирающую вѣтвь. Членистое тѣло состоитъ изъ 5 головныхъ, 7 грудныхъ и 6 брюшныхъ суставовъ, къ которымъ присоединяется овальный хвостовой плавникъ или сильная конечная игла. У Eurypterus (рис. 130) первыя пять паръ ногъ малы и усажены заостроенными иглами. У Pterygotus же рядъ начинается длинной клешней. Шестая нога у обоихъ родовъ превратилась въ большую, снабженную яйцевиднымъ конечнымъ членомъ косолапость, значеніе которой понять трудно. Stylonurus (см. рис. 135) отличается весьма удли-

ненными задними ногами. Совершенно сплюснутое тѣло и отсутствіе приспособленныхъ для хожденія ногъ указываютъ на то, что эти животныя плавали, какъ камбала, и, подобно ей, выжидали добычу, зарыв-

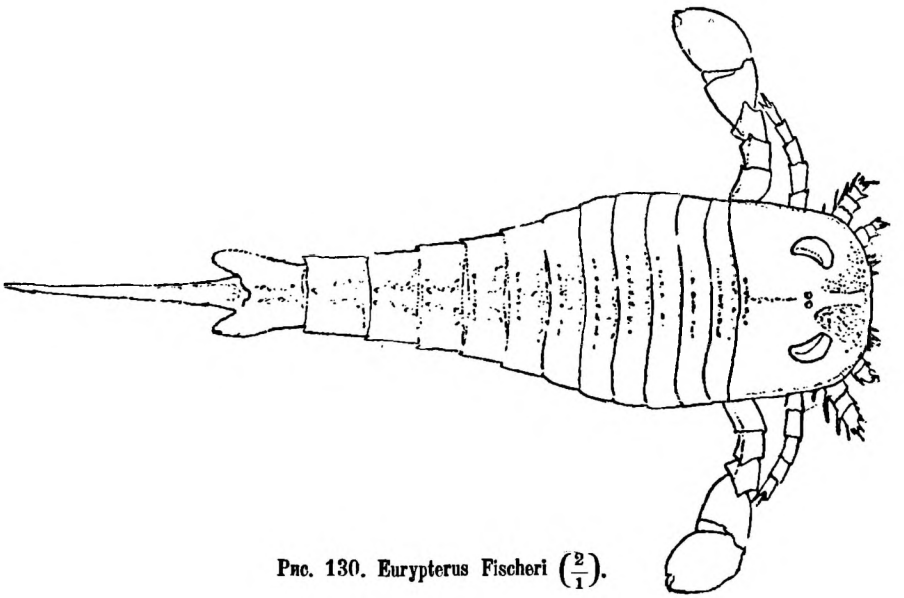


Рис. 130. Eurypterus Fischeri $\left(\frac{2}{1}\right)$.

шись въ глинистое дно. Родъ Eurypterus достигалъ въ длину 20—40 сантиметровъ, Pterygotus же—болѣе 1 метра. Особенно интересно то, что въ молодыхъ стадіяхъ развитія (рис. 131) можно еще явственно уловить сходство со строеніемъ тѣла трилобитовъ. Эвриптериды (Eurypteridae) жили сообществами и, какъ показываютъ профиля Сѣверной Америки,[49] избѣгали морской воды съ нормальнымъ растворомъ солей. Здѣсь, за богатымъ окаменѣлостями рифовымъ известнякомъ, слѣдуетъ темный известковый мергель, не содержащій ни одного изъ ранѣе столь пышно процвѣтавшихъ здѣсь морскихъ животныхъ. Въ бухту занесены были лишь единичныя раковины Orthoceras, а жили здѣсь нѣкоторыя нетребовательныя двустворчатыя. Затѣмъ слѣдуетъ черный мергель, богатый Eurypterus'омъ; съ исчезновеніемъ этой породы исчезаютъ и панцырныя животныя; они появляются вновь съ появленіемъ чернаго мергеля.

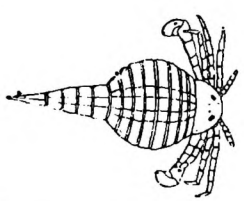


Рис. 131. Личиночная форма Eurypterus Scorpioides (увел. въ 2 раза) изъ верхнесилурійскихъ отложеній Англіи.

Важно и то, что въ одновременно образовавшихся породахъ панцырныя животныя найдены не вездѣ, а лишь мѣстами. Такъ, богатый солью верхній силуръ Пенсильваніи при мощности въ 500 метровъ свободенъ отъ Eurypterus'а[50]. Возможно, что большія ракушковыя (Leperditia) населяли здѣсь соляное озеро, которое не находилось въ соединеніи съ моремъ, такъ что панцырныя животныя лишены были возможности проникнуть туда.

Въ этихъ пограничныхъ слояхъ найденъ также цѣлый рядъ рыбъ, покрытыхъ великолѣпными панцырями. На свѣтло-сѣромъ мор-

скомъ илѣ жилъ стадами Thyestes verrucosus, длиною только въ 6 сантиметровъ. Какихъ размѣровъ достигала уже тогда эта древняя фауна рыбъ, показываетъ величиною съ кулакъ обломокъ кости Heterosteus Asmussi.

Мы должны помнить, что на сѣверѣ существовалъ материкъ, который постепенно увеличивался въ своихъ размѣрахъ, благодаря постоянному превращенію въ сушу прибрежныхъ частей моря. Отъ Сѣверной Америки до Восточной Европы простиралась обширная, богатая бухтами переходная область. Вездѣ изъ моря выныряли неглубокіе острова и отмели; въ воздухъ поднималось также нѣсколько горныхъ цѣпей. Нѣтъ ничего удивительнаго въ томъ, что морскія флора и фауна предприняли нѣсколько попытокъ къ завоеванію илистаго, покрытаго соляными или опрѣсненными мелкими озерами, побережья. Краснорѣчивое доказательство тому представляютъ уже панцырныя животныя. Въ самомъ дѣлѣ, въ силурѣ мы находимъ *морскихъ* представителей этой группы животнаго царства, тогда какъ въ девонскій и каменноугольный періоды они водятся уже въ материковыхъ водахъ, но они сохранили жаберное дыханіе, подобно рыбамъ, живущимъ въ лагунахъ.

Тѣмъ болѣе удивительно, что въ пограничныхъ силурійско-девонскихъ слояхъ находятъ нѣкоторыхъ, безспорно, *дышащихъ легкими животныхъ*.

Они принадлежатъ къ группѣ еще нынѣ живущихъ скорпіоновъ. Оба рода Paleophonus (рис. 132) (Готландъ и Шотландія), а также Proscorpius (Сѣверная Америка), несмотря на большое сходство, являются, однако, представителями двухъ семействъ.

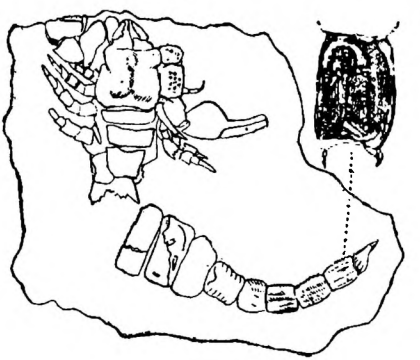


Рис. 132. Palaeophonus nuntius, древнѣйшій скорпіонъ изъ верхняго силура Швеціи.

Съ этими находками связаны многіе вопросы чрезвычайной важности, такъ какъ общій видъ скорпіоновъ обнаруживаетъ большое сходство съ формой панцырныхъ животныхъ. Чѣмъ питались эти древнѣйшіе скорпіоны, уже имѣвшіе на задней части туловища заостреный концевой коготь, у ихъ нынѣшнихъ потомковъ заключающій ядоносную железу? Не предполагаетъ ли этотъ фактъ существованіе другой животной фауны, служившей имъ добычей? И не нуждалась ли эта предполагаемая фауна, въ свою очередь, въ материковой флорѣ, которая могла бы доставлять ей пищу?

Описано крыло насѣкомаго изъ средняго силура Франціи; оно отнесено къ тараканамъ, но эта единичная находка внушаетъ нѣкоторое сомнѣніе. Изъ граптолитовыхъ слоевъ Шонена указываютъ на крыло полукрылаго Protocimex Siluricus. Въ силурѣ Сѣверной Америки насчитываютъ рядъ листьевъ папоротниковъ, но ихъ органическій характеръ тоже вызываетъ сомнѣнія; такимъ образомъ, достовѣрными остатками можно считать лишь слѣды, быть можетъ, береговыхъ растеній въ верхнесилурійскихъ отложеніяхъ Келлервальда и нѣкоторыхъ другихъ мѣстностей.

Въ сотвѣтствіи съ этимъ чрезвычайно рѣдки и слои каменнаго угля. Антрацитовые желваки извѣстны[52] изъ нижнесилурійскихъ слоевъ Аппалачскихъ горъ (Calciferous), тонкіе углистые пласты[53] встрѣчаются въ формаціи Гудзоновой рѣки. Силурійскіе угли выступаютъ, какется, въ Валонго близъ Опорто[54]; антрацитъ находится также у Дэмфрайса (Dumfries) на Клайдѣ[55] (Clyde). Судя по тому, что эти углистые пропластки залегаютъ среди морскихъ отложеній, можно думать, что онѣ произошли изъ литоральныхъ (прибрежныхъ) растеній.

Во всякомъ случаѣ мы можемъ предположить, что морскіе организмы уже въ продолженіе всего силурійскаго періода то здѣсь, то тамъ переселялись на материкъ. Многія изъ этихъ попытокъ могли окончиться несчастливо; водянымъ растеніямъ трудно было преодолѣть воздѣйствіе сухого воздуха; не легко было морскимъ животнымъ либо непосредственно населить берегъ, либо, вторгаясь въ материкъ черезъ рѣчныя системы, сперва привыкнуть къ недостаточному содержанію солей въ водѣ, а затѣмъ уже замѣнить жаберное дыханіе трахеями и легкими. Нѣкоторые мужественные піонеры погибали въ этихъ смѣлыхъ походахъ, и прошло очень много времени, пока окончательно выработался типъ материковыхъ животныхъ и растеній.

Въ заключеніе скажемъ нѣсколько словъ о мощности силурійскихъ отложеній.

Въ восточной Тюрингіи ее оцѣниваютъ приблизительно въ 300 метровъ. Въ Богеміи мощность силурійскихъ отложеній составляетъ 2000 метровъ, въ другихъ странахъ она достигаетъ, какъ полагаютъ, даже 5000 метровъ. Такимъ образомъ, представляется труднымъ найти среднее нормальное число для мощности силурійскихъ отложеній. Вѣрно лишь то, что эти большія мощности въ нѣкоторыхъ случаяхъ объясняются тектоническими причинами, и, такимъ образомъ, онѣ— лишь кажущіяся и получены вслѣдствіе сложенія мощностей различныхъ свитъ слоевъ, которыя налегаютъ одна на другую и частью должны быть разсматриваемы, какъ фаціи одинаковаго возраста. Наконецъ, мощность силурійскихъ отложеній, благодаря включенію конгломератовъ, песчаниковъ, вулканическихъ туфовъ или рифовыхъ известняковъ, мѣстами столь увеличивается, что подобные профиля отнюдь не слѣдуетъ разсматривать, какъ нормальныя среднія значенія.

Вопросъ о продолжительности силурійскаго періода тѣснѣйшимъ образомъ связанъ со слѣдующей проблемой: совершалось ли развитіе видовъ, развитіе одного вида изъ другого незамѣтными переходами, равномѣрными измѣненіями въ одинаковые промежутки времени, или же были періоды, когда, благодаря приспособленію къ быстро мѣняющимся условіямъ жизни и вызванному этимъ усиленному отбору, въ продолженіе нѣсколькихъ тысячъ лѣтъ возникало столько новыхъ формъ, сколько въ другихъ случаяхъ, при медленной смѣнѣ внѣшнихъ условій, могло бы возникнуть развѣ только въ милліоны лѣтъ?

Можно думать, что, благодаря сильной иммиграціи западныхъ фаунъ на закатѣ кембрійскаго періода и превращенію значительныхъ участковъ моря въ сушу къ концу силурійскаго періода,—что, благодаря этому, наступили столь глубокія измѣненія, что въ короткое время видоизмѣнился весь живой міръ.

17. Древній красный сѣверный материкъ.

На подобіе двухъ опорныхъ быковъ, нѣкогда соединявшихъ давно разрушившійся сводъ, возвышаются канадскій и скандинавобалтійскій щиты надъ бушующими водами сѣверной части Антлантическаго океана. Оба они содержатъ остатки древнѣйшихъ складчатыхъ горныхъ хребтовъ, которые уже къ началу девонскаго періода были денудированы до основанія; вмѣстѣ съ Гренландіей эти горные массивы составляютъ большую континентальную массу, которая нѣкогда простиралась безъ перерывовъ отъ Сибири черезъ Норвегію до Лабрадора и Канады и лишь позднѣйшими вторженіями моря была расчленена на отдѣльные участки. Южный берегъ этого материка оказывалъ вліяніе на судьбы бушевавшаго тамъ мірового моря; вскорѣ онъ подвинулся впередъ на мѣсто нынѣшней Европы и Америки, а затѣмъ снова былъ затопленъ неудержимо надвигавшимися волнами моря. Съ сѣвера текли громадныя рѣки въ прибрежную область и отлагали въ мелководной части моря весь матеріалъ, вымываемый на континентѣ. Тамъ же, гдѣ атмосферныхъ осадковъ было недостаточно для того, чтобы вызвать къ жизни постоянные сточные каналы и сносить въ море продукты разрушенія сѣвернаго материка,—обломочный матеріалъ нагромождался въ лишенныхъ стока низменностяхъ, мощность его постоянно возрастала до тѣхъ поръ, пока надъ моремъ щебня возвышались лишь отдѣльные, вывѣтрѣлые, скалистые утесы.

Такъ сѣверный материкъ на протяженіи цѣлыхъ періодовъ[2] вліялъ на судьбы областей, примыкавшихъ къ нему съ юга, и до новѣйшаго времени дилювія вѣтеръ, вода и ледъ сносили къ югу продукты вывѣтриванія, образовавшіеся при самыхъ различныхъ климатическихъ условіяхъ, чтобы здѣсь отлагать ихъ въ обширныхъ геосинклиналяхъ.

Большіе участки сѣвернаго материка затоплены были кембрійскимъ моремъ; его поверхность подверглась сильному уменьшенію и весьма сложному расчлененію. Но уже въ верхнемъ кембріи Сѣверной Америки мы встрѣчаемъ весьма характерныя отложенія *краснаго песчаника*, который выступаетъ каждый разъ, когда море отступаетъ, и происходитъ соединеніе болѣе или менѣе значительныхъ континентальныхъ массъ.

Рѣдкая картина развертывается передъ нашими глазами, когда мы прослѣживаемъ распространеніе этихъ красно-окрашенныхъ конгломератовъ, песчаниковъ и глинъ; эти породы, начиная съ верхняго кембрія, выступаютъ, прерываемыя океаническими и талассическими прослойками, въ верхнемъ силурѣ, девонѣ, пермскихъ и тріасовыхъ отложеніяхъ; мѣсто ихъ образованія перемѣщается то къ сѣверу, то къ югу, то къ востоку; несмотря на огромные промежутки времени, раздѣляющіе отдѣльныя фазы образованія этихъ породъ, послѣднія по своимъ петрографическимъ свойствамъ и фаунѣ обнаруживаютъ столько сходства, что мы попытаемся прослѣдить исторію этой красной, палеозойской песчаниковой фаціи черезъ весь рядъ періодовъ жизни земли.

Уже старые англійскіе геологи обратили вниманіе на распростра-

неніе красныхъ песчаниковъ мощностью въ 5000 метровъ на сѣверѣ британскихъ острововъ; значительный шагъ впередъ въ изученіи этихъ отложеній знаменовало собою открытіе, что часть этихъ мощныхъ отложеній залегаетъ подъ каменными углями, а другая часть—надъ ними. Стали различать древній красный песчаникъ (Oldred sandstones) и новый красный песчаникъ (Newred sandstones). Эти названія дѣлаютъ понятнымъ заголовокъ настоящей главы.

Широкое распространеніе и чрезвычайная мощность этихъ и другихъ девонскихъ песчаниковъ прежде всего вызываютъ слѣдующій вопросъ: откуда произошли эти неизмѣримыя массы кварцеваго песка, которыя отложились въ то время? Если бы онѣ ограничены были сѣверной частью британскихъ острововъ, то можно было бы думать о причинахъ мѣстнаго характера, но песчаники мощностью въ 3000 метровъ залегаютъ между нижнимъ силуромъ и карбономъ также въ восточной Канадѣ. Такимъ образомъ, здѣсь образованіе песковъ началось уже въ верхнесилурійскую эпоху, продолжалось безъ значительныхъ перерывовъ на протяженіи всего девонскаго періода, и многократно этотъ процессъ захватывалъ также южныя области. Такъ возникли среднедевонскіе песчаники Онеонта въ Нью-Іоркѣ, Делаварѣ и Отсего (Ottsego), а также верхнедевонскіе Катскильскіе песчаники, мощностью въ 2500 метровъ, въ горной области того же названія.

Обращаясь къ средней Европѣ, мы снова находимъ сотни метровъ кварцеваго песка, который, несмотря на другую окраску, другую фауну и иной способъ образованія, представляетъ, все же, лишь колоссальныя массы разрушеннаго кварца.

Въ сѣверной Африкѣ нижній отдѣлъ такъ называемаго „нубійскаго“ песчаника, мощностью въ нѣсколько сотъ метровъ, тоже соотвѣтствуетъ девону, и даже въ Капландіи и Бразиліи насъ поражаютъ обширныя толщи девонскихъ песчаниковъ.

При видѣ этихъ колоссальныхъ массъ кварцевыхъ песчаниковъ можно, пожалуй, успокоиться на установленіи того факта, что и болѣе древнія, лежачія, силурійскія и кембрійскія породы заключаютъ кварцевыя зерна и отличаются включеніями песчаниковъ и кварцитовъ, путемъ разрушенія или вымыванія которыхъ могли произойти болѣе молодые девонскіе песчаники. Но это не есть рѣшеніе крупной геологической проблемы, почему съ наступленіемъ девонскаго періода, то нѣсколько ранѣе, то нѣсколько позднѣе, на обоихъ полушаріяхъ изъ другихъ породъ освобождается столь поразительная масса кварцеваго песка и скопляется, образуя новыя породы, почему эти кварцевыя зерна отлагались колоссальными пластами на материкѣ, на берегу и въ морѣ, почему они не сопровождаются еще гораздо болѣе мощными глинами или иловыми осадками, масса которыхъ сотвѣтствовала бы отмученной, весьма мелкозернистой пыли, получающейся, наряду съ крупнозернистыми обломками, при процессѣ вывѣтриванія?

Многочисленные факты ведутъ къ неопровержимому заключенію, что горы, образовавшіяся въ Европѣ, Африкѣ, Сѣверной и Южной Америкѣ въ болѣе ранній горообразующій періодъ,—что эти горы претерпѣли во время силурійскаго періода глубокую денудацію и были

вскрыты настолько, что повсемѣстно выступили на дневную поверхность широко распространенные плутоническаго происхожденія гранитные штоки. Затѣмъ дальнѣйшее вывѣтриваніе разрушало гранитныя горы, медленно выступавшія изъ подъ сланцеваго покрова; при этомъ, въ зависимости отъ распредѣленія атмосферныхъ осадковъ, дождь или вѣтеръ поднимали и уносили распавшіяся кварцевыя зерна; смотря по отдаленности береговой линіи, этотъ песокъ либо скоплялся въ лишенныхъ стока котловинахъ материка, либо отлагался на днѣ мелкаго моря правильными слоями.

Центръ образованія девонскихъ песчаниковъ въ Европѣ находился, должно быть, неподалеку отъ Шотландіи и Скандинавіи, тогда какъ источникъ песковъ Сѣверной Америки расположенъ былъ въ Канадѣ. Въ самомъ дѣлѣ, здѣсь песчаники начинаются уже, быть можетъ, въ среднемъ силурѣ, если не считать верхнекембрійскихъ потсдамскихъ песчаниковъ, проходятъ черезъ весь девонскій періодъ; а залегающіе на обоихъ побережьяхъ Атлантическаго океана тріасовые красные песчаники свидѣтельствуютъ о почти непрекращавшемся процессѣ образованіи песковъ на сѣверномъ материкѣ.

Уже давно стало извѣстно, что въ отложеніяхъ европейскаго девона можно обнаружитъ не только существенныя различія породъ, но и соотвѣтствующія противоположности фаунъ.

Красные песчаники, достигающіе столь чрезвычайной мощности, обыкновенно не содержатъ окаменѣлостей, а гдѣ попадается богатый окаменѣлостями прослоекъ, онъ содержитъ такія окаменѣлости, которыя въ морскихъ отложеніяхъ того же возраста либо совершенно отсутствуютъ, либо встрѣчаются чрезвычайно рѣдко. Кораллы, табуляты, трилобиты, улитки, головоногія, морскія лиліи,—животныя, образующія въ морскихъ отложеніяхъ девонскаго періода столь великолѣпныя, богатыя формами фауны, совершенно отсутствуютъ въ красныхъ песчаникахъ; зато въ этихъ песчаникахъ мы встрѣчаемъ удивительную, богато развитую фауну рыбъ, которая въ морскихъ отложеніяхъ разсматриваемаго періода обыкновенно не встрѣчается.

При такомъ положеніи вещей можно было бы подумать, что пространства, занимаемыя обоими родами отложеній, были отдѣлены другъ отъ друга непроходимыми преградами въ видѣ высокихъ горныхъ цѣпей и тянущихся грядою утесовъ. Но нигдѣ нельзя обнаружить ни основанія такихъ складчатыхъ горныхъ хребтовъ, ни несогласнаго залеганія, которое указывало бы на существованіе додевонскихъ скалистыхъ стѣнъ. Узкій мелкій бристольскій каналъ рѣзко разграничиваетъ оба типа образованій; въ Англіи и Россіи морскіе верхнесилурійскіе слои весьма постепенно переходятъ въ красные песчаники нижняго девона, и мы неоднократно наблюдаемъ морскія включенія, указывающія на то, что девонское море неоднократно внѣдрялось въ область образованія красныхъ песчаниковъ.

Особенно поучительны въ этомъ отношеніи девонскія отложенія Остзейскихъ провинцій. Черезъ Лифляндію и Курляндію тянется[3] широкая зона краснаго песчаника, мощностью около ста метровъ, съ типичной рыбной фауной ольдреда (древняго краснаго песчаника), затѣмъ слѣдуютъ 70 метровъ тонкослоистыхъ известняковъ и доломитовъ, переслаивающихся съ гипсомъ и соленосной глиной. Отдѣльные слои мергеля содержатъ морскихъ плеченогихъ, а именно: Spirifer

Verneuili, Spirigera concentrica, Atrypa reticularis и Orthis striatula, а въ висячемъ боку слѣдуетъ опять 20 метровъ настоящаго краснаго песчаника безъ слѣда морскихъ остатковъ.

Такимъ образомъ, между областями этихъ двухъ фацій не могло быть рѣзкихъ топографическихъ контрастовъ, не могла существовать постоянная перегородка; скорѣе, наоборотъ, между ними существовала легко перемѣщавшаяся, весьма подвижная граница, которая быстро передвигалась то къ красному песчанику, то къ сѣрому или буроватому морскому илу, отражая на себѣ постоянную смѣну господствующихъ условій, но, тѣмъ не менѣе, она всегда раздѣляла обѣ области.

Мы полагаемъ, что это было не что иное, какъ водораздѣлъ, который, слѣдуя смѣнѣ климатическихъ условій, то открывалъ доступъ къ морскому бассейну потокамъ, богатымъ песками, то снова преграждалъ путь этимъ, богатымъ водою, потокамъ, превращая ихъ въ цѣпь высыхающихъ болотъ и лужъ, и заставлялъ вновь выпадавшіе атмосферные осадки собираться въ неглубокихъ, обширныхъ озерахъ, гдѣ они, спустя короткое время, совершенно испарялись. Это напоминаетъ намъ Австралію, которая теперь еще омывается глубокимъ, бурнымъ, часто богатымъ дождями океаномъ, а между тѣмъ внутреннія части страны продолжительное время или періодически остаются безъ стока.

Рис. 133. Ceratodus Forsteri. Живетъ въ высыхающихъ рѣкахъ Восточной Австраліи ($^1/_{10}$).

Правда, надъ обширными равнинами возвышаются высокіе горные хребты, выпадающій тамъ дождь заполняетъ мощные сточные каналы, которые время отъ времени сносятъ въ самое море продукты вывѣтриванія и отлагаютъ его вдоль далеко растянувшихся коралловыхъ рифовъ, но наступаютъ времена опустошительной засухи, когда рѣки высыхаютъ, озера испаряются, и съ безпощадной силой уничтожается богатая животная жизнь.

Своеобразные способы приспособленія къ этимъ условіямъ жизни наложили свой отпечатокъ на растительный и животный міръ. Растенія пустынь, бѣдныя листвой или снабженныя небольшими листьями, своими длинными корнями ищутъ послѣднихъ слѣдовъ влаги въ глубокихъ слояхъ земли. Изъ водяныхъ животныхъ въ гніющихъ болотахъ высыхающихъ рѣчныхъ руселъ выживаетъ, наконецъ, лишь своеобразная рыба Ceratodus (рис. 133): наряду съ жабрами, приспособленными для жизни въ водѣ, рыба эта обладаетъ еще и легкими, которыя даютъ ей возможность во время засухи дышать сухимъ воздухомъ. Ея характерные роговые зубы, снабженные острыми ребрами (рис. 199—201), описаны уже давно изъ древнихъ отложеній, но этотъ родъ считали совершенно вымершимъ, пока въ 1870 году не послѣдовало открытіе живыхъ экземпляровъ въ двухъ маленькихъ рѣчкахъ восточной Австраліи, познакомившее насъ со строеніемъ и образомъ жизни этого послѣдняго пережитка первобытной группы животнаго царства.

Ольдредъ (древній красный песчаникъ) состоитъ преимущественно изъ мощныхъ слоевъ кирпично-красныхъ или шоколадно-бурыхъ песчаниковъ, иногда прерываемыхъ сѣрыми или черными прослойками.

Угловатый или округленный кремень, галька изъ гнейса и гранита, обломки сланцевъ и сѣрой вакки часто собираются въ мощныя банки конгломератовъ, въ которыхъ иногда попадаются огромныхъ размѣровъ глыбы. Между ними иногда выступаетъ красный или зеленоватый мергель, содержащій желвани (стяженія, конкреціи) изъ нечистой извести. Въ Остзейскихъ провинціяхъ[4] широко распространены отпечатки кристалловъ соли, а также включенія[5] соли и гипса. Въ сѣверной Англіи и Ирландіи красный песчаникъ (ольдредъ) достигаетъ мощности въ 3.000 метровъ, а въ Шотландіи мощность его доходитъ до 6.000 метровъ; такого же возраста песчаники слагаютъ Шетлэндскіе (Shetland) и Оркнейскіе острова; эти песчаники могутъ быть прослѣжены до Шпицбергена. Подобные песчаники наблюдаютъ въ Норвегіи и на протяженіи Остзейскихъ провинцій до Польши. По ту сторону Атлантическаго океана они снова выступаютъ въ Сѣверной Америкѣ и содержатъ тамъ вполнѣ соотвѣтствующую фауну.

Сѣверный девонскій материкъ отличался чрезвычайно сложной расчлененностью; многочисленныя линіи нарушенія (линіи дислокаціи) проходятъ насквозь черезъ горный массивъ лежачаго бока; въ Шотландіи можно и теперь еще обнаружить нѣкоторые слѣды хребтовъ сѣверовосточнаго простиранія. Часто песчаники залегаютъ на крутыхъ остовахъ болѣе древнихъ горъ и заполняютъ глубокія впадины, такъ что нѣкоторыя большія области отложенія[6] можно различать, какъ „озера“ Оркадіи, Калейдоніи и Лорне. Ихъ не слѣдуетъ, однако, представлять себѣ въ видѣ постоянныхъ водныхъ бассейновъ: они представляли обширныя, окруженныя горами впадины, которыя ограничены были часто перемѣщавшимися водораздѣлами; послѣдніе собирали въ себѣ выпадавшіе въ соотвѣтствующей области атмосферные осадки, и такимъ образомъ возникали неглубокія озера, очертанія которыхъ измѣнялись точно такъ же, какъ ихъ глубина, и которыя могли легко высыхать, чтобы въ ближайшій періодъ дождей снова наполниться водой. Это напоминаетъ намъ области Тери въ южной Индіи,[7] гдѣ широкая береговая полоса покрыта перемѣщающимися дюнами карминово-красныхъ песковъ, которые на далекомъ протяженіи покрываютъ страну толщей высотою до 60 метровъ и прерываются прелестными синими озерами, у которыхъ пропитанные водою берега украшены группами пальмъ. Здѣсь на днѣ озеръ образуются мощные красные песчаники съ типичной слоеватостью дюнъ наряду съ тонколистоватыми красными мергелями, а недалеко отсюда образуются морскіе известняки и песчаники, изобилующіе прелестными перламутровыми раковинами и улитками и постепенно переходящіе[8] въ пеструю животную жизнь близкихъ коралловыхъ рифовъ.

Подобно тому, какъ эти пески Тери покрыты тонкой оболочкой красной окиси желѣза, точно такъ же песчаныя зерна ольдреда (древняго краснаго песчаника) окрашены нѣжными красными оболочками; сходство этихъ обоихъ явленій столь поразительно, что мы не можемъ не приписывать ихъ однѣмъ и тѣмъ же климатическимъ причинамъ. Точно такіе же красные дюнные пески покрываютъ также обширныя пустынныя пространства въ Нефудѣ и Аравіи.

Такимъ образомъ, мы приходимъ къ мысли, что сѣверный материкъ уже въ верхнюю кембрійскую эпоху, затѣмъ снова въ верхнесилурійскую эпоху, даже на протяженіи всего девонскаго періода вплоть до нижнекаменноугольной эпохи обладалъ жаркимъ пустыннымъ климатомъ, при которомъ періоды засухи лишь рѣдко прерывались сильными ливнями, сопровождаемыми грозами. Тогда бурные потоки удаляли красную песчаную землю съ вывѣтрившихся склоновъ горъ; иногда волны этихъ потоковъ отличались такой силой, что срывали глыбы величиною въ метръ и вмѣстѣ съ обломками меньшихъ размѣровъ сносили къ подошвамъ горъ. Такимъ образомъ, на Грампіанскихъ горахъ и въ сѣверной Шотландіи[9] мы и теперь еще видимъ мощныя, скалистыя глыбы, включенныя въ конгломераты.

Прежде думали, что при переносѣ этихъ массъ игралъ роль гletчерный ледъ, и указывали на исцарапанныя поверхности находимыхъ въ этихъ массахъ валуновъ. Но при болѣе точномъ изслѣдованіи оказалось, что массы эти происходятъ изъ додевонскихъ скалъ, прорѣзанныхъ трещинами, на которыхъ находятся ясныя зеркальныя поверхности-скольженія.

Все это напоминаетъ намъ условія, которыя и теперь еще можно наблюдать въ Закаспійскомъ краѣ; здѣсь въ области рѣки Яксарты образовалась пустыня Кизылъ-кумъ, а область рѣки Оксусъ превратилась въ пустыню Кара-кумъ; здѣсь грандіозныя массы песковъ подъ вліяніемъ восточныхъ вѣтровъ неудержимо устремляются на западъ, переносятся черезъ холмы, черезъ денудированныя складчатыя горы, низменности и озера; это огромное мощное море песковъ покрываетъ все на своемъ пути, а съ ближайшихъ горныхъ хребтовъ происходящіе время отъ времени ливни сносятъ большіе обломки и мощныя глыбы, которыя попадаютъ въ песчаныя толщи.

Незначительное несогласіе напластованія среди красныхъ песчаниковъ свидѣтельствуетъ о движеніяхъ въ земной корѣ; эти движенія, связанныя съ землетрясеніями, сотрясали пустынную мѣстность и, вѣроятно, были предвѣстниками вулканическихъ изверженій[9], выносившихъ изъ внутренности земли огромныя массы пепла и лавы. Вулканы распространены отъ Шевіотскихъ горъ (Cheviotberge) на югѣ до Оркнейскихъ острововъ на сѣверѣ.

Діабазъ, андезитъ и трахитъ, рѣже ріолитъ и фельзитъ образуютъ лавовые покровы и обширные туфовые слои. Лавовые потоки мощностью отъ одного до 15 метровъ можно прослѣдить иногда на протяженіи 20 километровъ. Ихъ богатство парами доказывается присутствіемъ многочисленныхъ пустотъ. На протяженіи 200 километровъ различаютъ 8 группъ вулкановъ, а черезъ Шотландію можно прослѣдить отъ одного берега къ другому два параллельныхъ ряда вулкановъ въ разстояніи 30 километровъ другъ отъ друга. Близъ Стирлинга возвышалась вулканическая горная цѣпь, высота которой и теперь еще больше 2.000 метровъ, причемъ породы лежачаго бока еще не обнажены, а въ Пентландскихъ холмахъ діабазы и андезиты со своими бѣлыми желтыми или пурпурно-красными туфами достигаютъ мощности въ 2.200 метровъ.

Заслуживаетъ вниманія слѣдующее явленіе: всѣ большія пустоты въ лавовыхъ потокахъ заполнены *летучимъ пескомъ*, который теперь находится въ отвердѣломъ состояніи и часто въ видѣ „жилъ“

заполняетъ глубокія трещины въ лавѣ. Сильные ливни проносили надъ лавовыми потоками обширныя массы глыбъ и обломками, сорванными съ горныхъ вершинъ, наращивали основанія вулкановъ и рядомъ расположенныя низменности, которыя вскорѣ затѣмъ опять заливались новыми потоками лавы. Иногда возникали маары или неглубокія озера, въ илѣ которыхъ найдены очертанія одного водяного растенія (Parka). Въ илѣ жили червеобразныя членистыя животныя. Изъ шотландскихъ отложеній описана Campecaris, изъ сѣвероамериканскихъ отложеній—Palaeochaete и др. (фиг. 134). На берегахъ озеръ росли растенія, похожія на тростникъ, съ длинными, узкими листьями, а также рядъ болѣе крупныхъ растеній, какъ хвощи, папоротники и сигилляріи, о чемъ можно судить по ихъ разрозненнымъ остаткамъ. Они, вѣроятно, тянулись по мѣстности вдоль рѣкъ въ видѣ „аллей“. Нѣкоторые глинистые слои богаты спорами тайнобрачныхъ, которыя относятъ къ водянымъ растеніямъ (Protosalvinia).

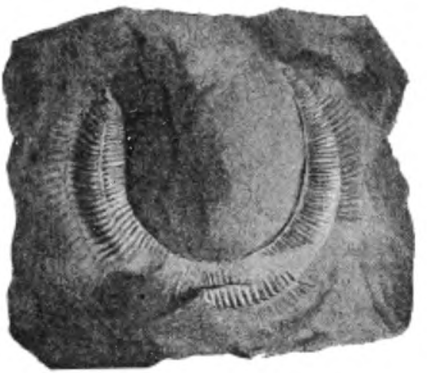


Рис. 134. Palaeochaete devonica. Изъ прѣсноводнаго песчаника Tannery gally. Naples въ сѣверной Америкѣ.

Весьма характерное и часто находимое въ красномъ песчаникѣ растеніе (Psilophyton) имѣло стволъ высотою въ 1 метръ и снабжено было короткими шиловидными листьями, молодые побѣги которыхъ находились въ свернутомъ состояніи. Это растеніе, повидимому, хорошо приспособлено было къ сухому климату пустыни.

Что вышеназванныя водяныя и болотныя растенія своими тлѣющими тканями способствовали заполненію озеръ, объ этомъ можно заключить по сѣрому цвѣту нѣкоторыхъ тонкослоистыхъ песчаниковъ и глинъ, вклинивающихся въ свиту красныхъ слоевъ. Но часть этихъ углистыхъ массъ должна быть отнесена на счетъ бывшихъ животныхъ труповъ: иногда кости панцырныхъ рыбъ превращаются въ настоящій каменный уголь.

Обращаясь къ животному міру, населявшему красную пустынную мѣстность, мы должны предварительно замѣтить слѣдующее: по разнообразію типовъ девонское море не можетъ состязаться съ силурійскимъ, но, тѣмъ не менѣе, оно настолько богато животными всѣхъ порядковъ, что по числу особей не уступитъ ему. Въ девонскихъ отложеніяхъ мы находимъ особенно распространенными слѣдующіе циклы морскихъ формъ:

15	родовъ	Tabulata,
24	рода	коралловъ,
11	родовъ	трилобитовъ,
40	„	плеченогихъ,
56	„	двустворчатыхъ,
28	„	головоногихъ.

Кромѣ того, здѣсь встрѣчаются многочисленныя мшанки, улитки, иглокожія и т. д. Почти ни одого изъ перечисленныхъ родовъ животныхъ нельзя найти въ красной песчаниковой фаціи, несмотря на то, что

континентальная и морская біологическія области такъ близко соприкасались между собою и часто вторгались одна въ другую. Если не считать немногихъ морскихъ включеній и переходныхъ породъ въ лежачемъ и висячемъ бокахъ свиты красныхъ слоевъ мощностью въ 3000 метровъ, то можно отмѣтить лишь слѣдующія, какъ эндемическихъ (туземныхъ) обитателей сѣвернаго материка.

Нѣкоторыхъ прѣсноводныхъ скрытоголовыхъ моллюсковъ[10] (Amnigenia archanodon), которые встрѣчаются то здѣсь, то тамъ, какъ рѣдкія находки, но иногда сплошь покрываютъ своими большими раковинами цѣлые пласты песчаниковъ.

Изъ царства улитокъ находили наземную улитку Strophites[11] въ Новомъ Брауншвейгѣ между содержащими растенія слоями, но ни одно головоногое не осмѣливалось вступить въ чуждыя ему условія жизни. Даже столь нетребовательныя плеченогія съ роговыми раковинами избѣгаютъ области древняго краснаго песчаника. Изъ царства суставчатыхъ животныхъ мы довольно часто встрѣчаемъ тонкія роговыя раковинки Estheria. Но мы знаемъ, что впервые выступающій здѣсь родъ сдѣлался съ тѣхъ поръ обитателемъ бракическихъ (солоноватыхъ) бухтъ или соленыхъ внутреннихъ озеръ, въ которыя бурями заносились его выносливыя яйца; послѣ многолѣтняго періода покоя онъ внезапно заполнялъ, подобно нынѣ живущимъ своимъ сородичамъ, удаленный отъ морскихъ береговъ водный бассейнъ. Весьма поразительно то обстоятельство, что ни одинъ трилобитъ не осмѣливался воспользоваться случайно открывавшимися воротами, чтобы вторгнуться во внутреннія области. Но, съ другой стороны, форма Stylonurus'а (рис. 135) весьма соотвѣтствуетъ общему виду одной очень распространенной формы трилобита съ длинной заостренной хвостовой иглой, и, несмотря на огромныя заднія конечности, приходить къ предположенію, что онъ представляетъ прѣсноводнаго потомка морскихъ трилобитовъ.

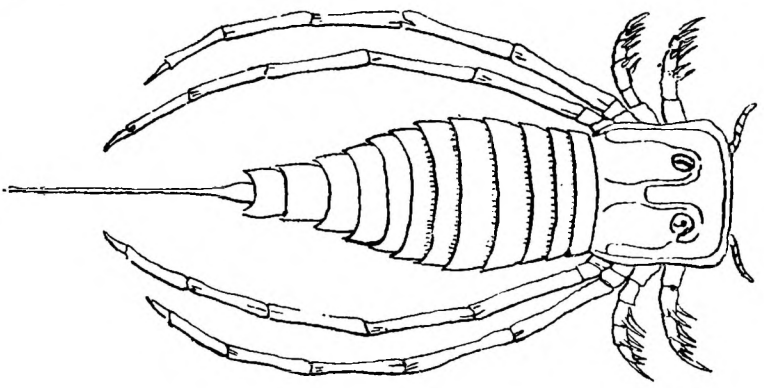


Рис. 135. Stylonurus Logani ($^3/_5$) изъ верхнесилурійскихъ отложеній Logan Water. Подробные виды населяли девонскія озера сѣвернаго материка.

Насъ нисколько не удивляетъ то обстоятельство, что столь обычныя для лагунъ и болотъ верхняго силура и сполинскія панцырныя животныя очень многочисленны и въ области древняго краснаго песчаника, такъ какъ весьма вѣроятно, что фація древняго краснаго песчаника постепенно развилась изъ первой фаціи. Панцыри Pterygotus'а иногда достигаютъ въ древнемъ красномъ песчаникѣ въ длину 2 метровъ.

Девонскія насѣкомыя[12] (напримѣръ, Lithentomum) имѣли большія

перепончатыя крылья и 6 ногъ; молодость свою они проводили въ водѣ. По разрозненнымъ остаткамъ высоко развитыхъ формъ можно предполагать міръ насѣкомыхъ очень богатымъ.

Особенный интересъ представляютъ найденные въ Пенсильваніи [13] слѣды ступней, принадлежащіе, повидимому, четвероногому. Слѣды ступни обнаруживаютъ 5 четырехсуставчатыхъ пальцевъ, изъ которыхъ 3 вооружены были когтями. Слѣдъ волочащагося хвоста виденъ очень отчетливо.

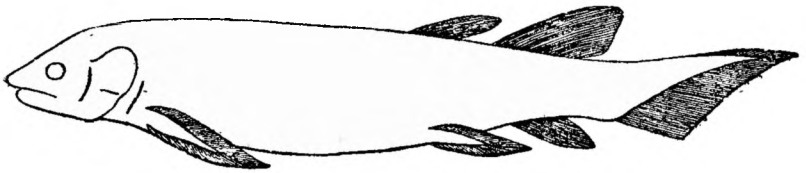


Рис. 136. Dipterus Valenciennesi. Нижній девонъ Шотландіи.

Это древнѣйшее наземное позвоночное, о которомъ намъ повѣствуетъ исторія земли, привлекаетъ подъ конецъ наше вниманіе къ позвоночнымъ животнымъ девонскаго сѣвернаго материка. Изъ простѣйшихъ въ біологическомъ и анатомическомъ отношеніяхъ формъ здѣсь встрѣчаются древнѣйшія, настоящія ганоидныя рыбы. Три рода Acanthodes (рис. 177) и двѣнадцать родовъ Cheirolepis населяли рѣки или озера. Cheirolepis и Acanthodes принадлежатъ къ семействамъ, широко распространеннымъ до конца палеозойской эры, а нѣкоторые ихъ потомки переходятъ далѣе въ лейасъ.

Но рядомъ съ этими родами мы встрѣчаемъ рыбъ со столь своеобразными признаками, что онѣ даютъ поводъ къ заключеніямъ, имѣющимъ чрезвычайную важность. Мы выше упомянули, что въ рѣкахъ Австраліи живетъ двоякодышащій Ceratodus (рис. 133), пасть котораго снабжена четырьмя характерными складчатыми зубами, извѣстными только въ этой группѣ. Вполнѣ аналогичные складчатые зубы описаны изъ древняго краснаго песчаника [Dipterus (рис. 136 и 137) и Ctenodus] Россіи и Шотландіи; довольно часто встрѣчаются даже отпечатки рыбокъ длиною въ 30 сантиметровъ.

Рис. 137. Нижняя челюсть Dipterus platycephalus изъ шотландскихъ отложеній древняго краснаго песчаника.

Появленіе этихъ древнѣйшихъ двоякодышащихъ позвоночныхъ въ девонскомъ песчаникѣ доказываетъ намъ, во-первыхъ, что озера сѣвернаго материка не были постоянными, а въ періоды сильной засухи превращались въ илистыя лужи; въ эти-то періоды легкія двоякодышащихъ вступали въ отправленіе своихъ функцій. Но особенно важнымъ представляется значеніе [14] этихъ находокъ при свѣтѣ теоріи развитія. Въ самомъ дѣлѣ, одну изъ величайшихъ проблемъ палеонтологіи и зоологіи представляетъ первое появленіе въ ряду позвоночныхъ дыханія легкими. Вмѣстѣ съ этимъ усовершенствованіемъ началась та удивительная дифференціація наземныхъ позвоночныхъ, которая завершилась появленіемъ человѣческаго рода.

Нынѣ живущіе представители животныхъ, дышащихъ легкими, обитаютъ исключительно въ прѣсной водѣ и со страхомъ избѣгаютъ соленыхъ водъ моря. Но и ископаемыхъ амфибій, двоякодышащихъ рыбъ и первобытныхъ рептилій мы находимъ, вообще, въ материковыхъ отложеніяхъ и отсюда заключаемъ, что возникновеніе легочнаго дыханія древнѣйшихъ четвероногихъ изъ рыбъ не могло произойти на берегу моря, а что прѣсноводныя рыбы естественными условіями вынуждены были отказаться отъ дыханія жабрами. Эти условія, должно быть, были распространены регіонально. Они должны были представлять грозную опасность для жизни дышащихъ жабрами рыбъ; такъ какъ въ противномъ случаѣ никогда не могъ бы совершиться такой крупный шагъ въ развитіи на пути къ легочному дыханію. Условія должны были неоднократно повторяться въ одномъ и томъ же направленіи, чтобы, благодаря случайнымъ выживаніямъ и многократному отбору, могъ совершиться указанный переходъ.

Если подъ этимъ угломъ зрѣнія будемъ разсматривать физическія условія, господствующіе въ рѣчной системѣ, находящейся въ постоянномъ сообщеніи съ моремъ, въ большихъ рѣчныхъ озерахъ и обширныхъ болотистыхъ мѣстахъ, то мы здѣсь нигдѣ не найдемъ необходимыя и достаточныя климатическія условія для такого перехода.

Въ теченіи даже величайшей рѣки ни пороги, ни озерообразныя расширенія не могутъ образовать постоянной преграды для переселенія фауны рыбъ. Такимъ образомъ, ни въ области постоянной смѣны прилива и отлива, какъ думали раньше, ни въ рѣчной системѣ, имѣющей стокъ къ морю, ни одно живущее въ водѣ животное не можетъ быть вынуждено къ тому, чтобы замѣнить свою стихію воздухомъ и выработать рядомъ съ жабрами и легкія.

Совершенно иныя условія мы находимъ въ бѣдной атмосферными осадками пустынной странѣ, гдѣ въ періоды сильной засухи рѣки не доходятъ до моря, водоемы превращаются въ цѣпь лужъ и болотъ, а питаемыя ими большія озера испаряются и высыхаютъ. Тогда противъ смѣлыхъ пришельцевъ, переселившихся изъ моря въ эту далекую область и получившихъ здѣсь, благодаря отсутствію враговъ, возможность легкаго размноженія, противъ нихъ выступаютъ могущественныя силы. Тогда не только ничтожное количество воды, но и мѣняющіяся химическія свойства все болѣе и болѣе концентрирующагося раствора солей становятся гибельными для живущихъ въ немъ организмовъ, и только тѣ улитки, которыя, какъ древнѣйшіе представители животныхъ, снабженныхъ легкими, выработали легочные мѣшки, только тѣ рыбы, которыя могли поглощать кислородъ воздуха посредствомъ слизистой оболочки своего кишечника, вмѣсто жаберъ,—только эти животныя въ состояніи были переносить водворившіяся гибельныя условія.

Такимъ образомъ, первое появленіе дышащихъ легкими позвоночныхъ вызвано было великими, ужасающими катастрофами въ первобытной пустынной странѣ: гибельная для жизни засуха породила на свѣтъ новую жизнь. Спасшаяся, благодаря столь интенсивному отбору, вѣтвь ствола позвоночныхъ была столь полна жизненной энергіи, что она не только преодолѣла всѣ ужасы пустыннаго климата, но, болѣе того, горькая нужда толкнула ее на дорогу, приведшую ее на самую высокую ступень органической лѣстницы.

При этомъ свѣтѣ особенный интересъ представляютъ для насъ также формы и жизненныя привычки позвоночныхъ, встрѣчающихся совмѣстно съ древнѣйшими двоякодышащими.

Фауна силурійскихъ рыбъ извѣстна намъ не въ совершенствѣ, и формы ихъ мы изучаемъ, главнымъ образомъ, по твердому кожному скелету; по его панцырнымъ щиткамъ, накожнымъ зубамъ и плавниковымъ шипамъ можно дѣлать лишь предположенія о внутреннемъ строеніи формъ; тѣмъ не менѣе, можно различать обѣ группы: хрящевыхъ селяхій и эмалево-чешуйчатыхъ ганоидныхъ рыбъ. Мы склонны предположить, что въ тѣ древнѣйшія времена, когда стволъ позвоночныхъ достигъ перваго своего расцвѣта, далъ многочисленные отпрыски и различными путями стремился впередъ къ высшему своему развитію,—что тогда были формы, какъ по внѣшнему виду, такъ и по внутренней своей организаціи существенно отличавшіяся отъ современныхъ, и что эти формы давно уже исчезли изъ системы позвоночныхъ. Въ пользу этого предположенія можно привести единственный хорошо изученный примѣръ: нѣсколько лѣтъ назадъ большое вниманіе привлекла къ себѣ находка цѣлаго ряда рыбокъ (Palaeospondylus Gunni) длиною въ 2—3 сантиметра. Эти маленькія рыбки (рис. 138), скелетъ которыхъ превратился въ черный каменный уголь, открыты были въ сѣромъ, тонкослоистомъ песчаникѣ, среди многочисленныхъ другихъ остатковъ рыбъ и разрозненныхъ, плохо сохранившихся растеній, въ фаціи древняго краснаго песчаника Аханарраса на сѣверной оконечности Шотландіи. Вѣнчикъ изъ нитеобразныхъ ртовыхъ привѣсокъ такъ сильно напоминалъ сосокъ стоящихъ на наиболѣе низкой ступени развитія безплавниковыхъ рыбъ (Cyclostomae), что въ началѣ найденныя ископаемыя считали представителями этихъ рыбъ или личинковой формой вышеорганизованной рыбы. Но съ помощью остроумнаго метода удалось выяснить анатомическія особенности этого маленькаго существа: съ помощью шлифовальнаго станка приготовлены были многочисленные разрѣзы скелета въ разстояніяхъ 0,02 миллиметра одинъ отъ другого и сфотографированы. Фотографическіе снимки перенесены были на тонкія восковыя пластинки; ихъ очертанія были вырѣзаны и полученныя такимъ образомъ сѣченія склеены. Такимъ способомъ удалось получить вполнѣ правильную модель головного скелета, величиною всего въ нѣсколько миллиметровъ, жаберной коробки и позвоночнаго столба.

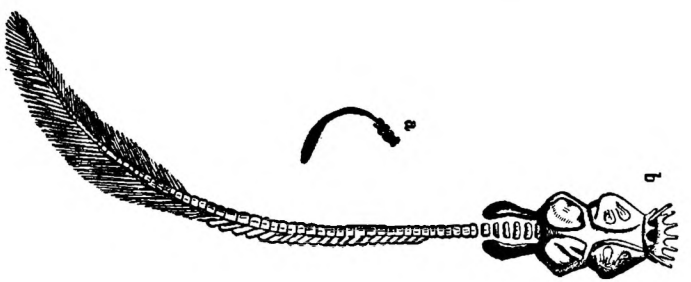


Рис. 138. Palaeospondylus Gunni. *a*—въ натуральную величину, *b*—увеличено въ 8 разъ.

Такимъ образомъ удалось установить, что Palaeospondylus представляетъ не личиночную форму, а взрослую рыбу. Ротъ былъ приспособленъ для сосанія и допускалъ, пожалуй, паразитарный образъ жизни. Широкія носовыя полости свидѣтельствуютъ о высокомъ развитіи

чувства обоняніе. Четыре пары соединенныхъ у глотки хрящевыхъ дугъ, а также пятая пара болѣе крупныхъ пластинокъ должны быть разсматриваемы, какъ жаберныя дуги. Цѣлый рядъ другихъ своеобразной формы и своеобразно расположенныхъ черепныхъ частей не встрѣчается въ подобной комбинаціи ни у одного изъ нынѣ живущихъ позвоночныхъ. Слѣды этой организаціи усматриваютъ въ черепѣ акулы, въ головномъ скелетѣ молодыхъ амфибій и двоякодышащихъ рыбъ. Ребра и плавники совершенно отсутствуютъ; по довольно толстому позвоночному столбу проходила весьма широкая спинная струна (дорсальная хорда).

Рис. 139. Phaneropleuron Andersoni. Верхній девонъ Шотландіи.

Научное значеніе этой находки неоцѣнимо. Въ самомъ дѣлѣ, подобно лучу свѣта, проникшему въ темныя пучины, она показала намъ рѣзко очерченный кусокъ давно исчезнувшаго живого міра; Palaeospondylus'у необходимо удѣлить особое мѣсто въ системѣ позвоночныхъ и разсматривать его, какъ представителя давно вымершей группы рыбъ, соединявшей въ себѣ такія особенности, которыя теперь распредѣлены между различными порядками.

Точно такъ же къ поразительнымъ выводамъ приводитъ изученіе твердыхъ скелетовъ нѣкоторыхъ девонскихъ рыбъ. Гегенбауръ, на основаніи сравнительныхъ анатомическихъ и эмбріологическихъ изслѣдованій, высказалъ взглядъ, что четыре конечности, составляющія общее свойство всѣхъ позвоночныхъ, первоначально произошли изъ хрящевой дуги (плечевой и тазовой пояса) съ прикрѣпленнымъ къ ней длиннымъ, перистымъ хрящевымъ стержнемъ (Archipterygium): путемъ расчлененія этого стержня послѣ исчезновенія одного ряда перьевъ образовалась верхняя часть передней конечности (бедро), нижняя часть передней конечности (голень), пясть (плюсна) и пальцы (пальцы ногъ). Это теоретическое представленіе находитъ поразительное подтвержденіе въ томъ, что намъ извѣстна цѣлая фауна рыбъ изъ древняго краснаго песчаника, такъ называемыхъ кистоперыхъ (рис. 139, 140). длиною до 65 сантиметровъ, у которыхъ плечевой и тазовой пояса имѣютъ по два перистыхъ хрящевыхъ луча, вполнѣ соотвѣтствующихъ Achipterygium'у. Появленіе шести паръ плавниковъ на брюшной поверхности Climatius scutiger напоминаетъ, быть можетъ, первоначальную многоплавниковую стадію.

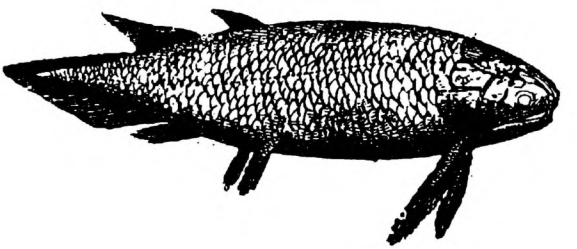


Рис. 140. Holoptychius nobilissimus. Красный песчаникъ Шотландіи.

Чешуя и челюстные зубы обнаруживаютъ высокое развитіе. Зубы,

длиною отъ 2 до 5 сантиметровъ, Dendrodus принадлежали во всякомъ случаѣ хищной рыбѣ огромной величины. Они были остро отточены и снабжены рѣжущими краями; на нижней челюсти, длиною въ 20 сантиметровъ, находилось нѣсколько рядовъ такихъ зубовъ. Микроскопи-

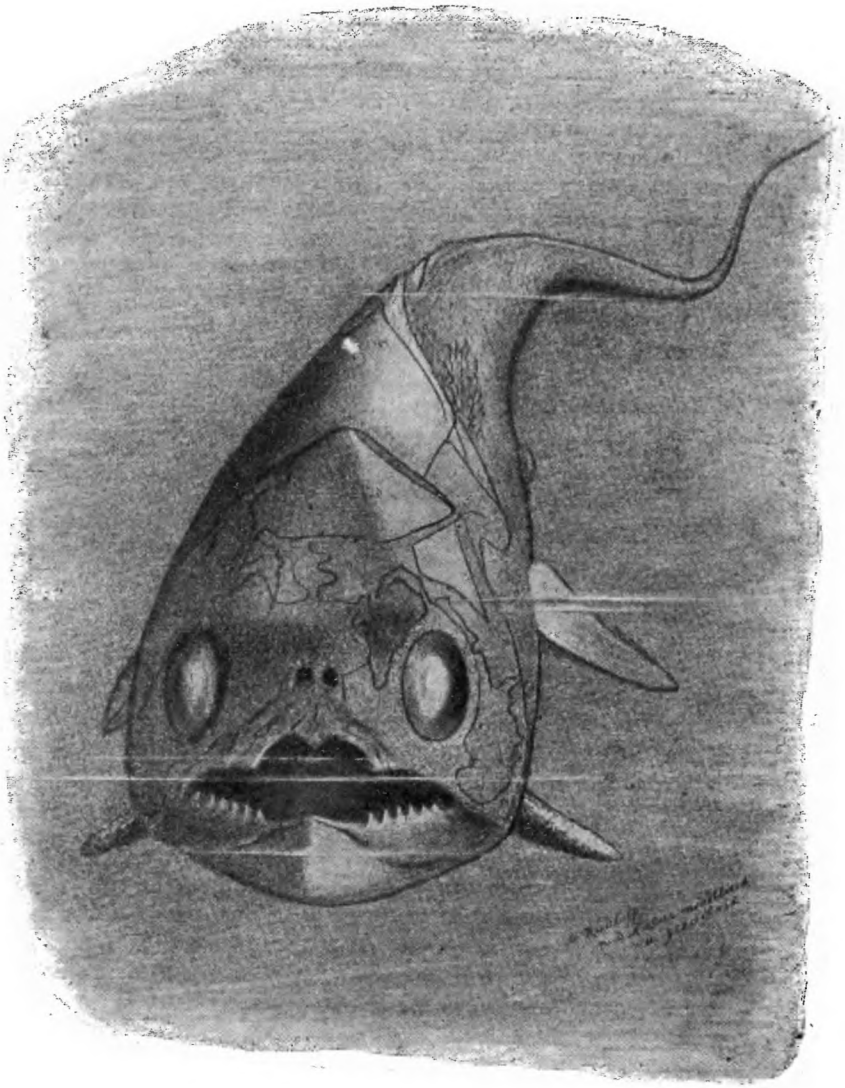


Рис. 141. Coccosteus decipiens. Рыба изъ внутреннихъ морей шотландскаго девона.

ческая структура обнаруживаетъ меандрическую (извилистую) складчатую систему и вполнѣ напоминаетъ структуру зубовъ, встрѣчающуюся у позднѣйшихъ гигантскихъ саламандръ (Labyrinthodonta).

Но и строеніе головныхъ и плавниковыхъ панцырныхъ щитковъ можно безъ натяжки свести[16] къ схемѣ соотвѣтствующихъ костей у первобытныхъ амфибій (стегоцефалъ), позднѣе пріобрѣтающихъ столь

важное значеніе и столь широкое распространеніе. Этотъ фактъ показываетъ, какъ тѣсно еще связаны были между собою въ тѣ времена рыбы и амфибіи.

Многіе роды древняго краснаго песчаника уже въ совершенствѣ обнаруживаютъ стройный видъ быстро плавающихъ рыбъ, но въ отложеніяхъ большихъ внутреннихъ морей (озеръ) мы находимъ и другія формы, частью являющіяся крупными представителями панцырныхъ рыбъ, очертанія которыхъ поразительно напоминаютъ форму трилобитовъ и подобныхъ панцырныхъ животныхъ (рис. 141, 142). Обыкновенно передняя часть тѣла покрыта крѣпкимъ панцыремъ, тогда какъ задняя часть туловища не такъ хорошо защищена. Головной щитъ—широкъ, полулунной формы и либо снабженъ длинными щечными шипами, либо вооруженъ парой членистыхъ, большихъ плавниковыхъ шиповъ (плавательный органъ). Глаза на верхушкѣ такъ сближены между собою, что часто кажутся помѣщенными въ одной непарной впадинѣ, а своеобразный ротъ—либо беззубый, либо снабженъ лишь рѣжущими челюстными краями.

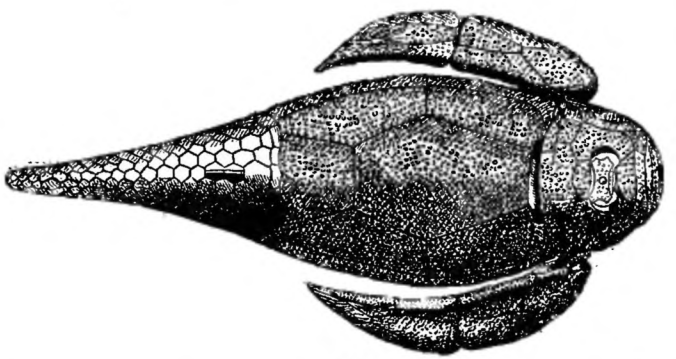


Рис. 142. Asterolepis cornutus. Древній красный песчаникъ Шотландіи.

Объ образѣ жизни этихъ оригинальныхъ животныхъ судить очень трудно. Высказано предположеніе, что Pterychtys и Asterolepis пользовались своимъ остроконечнымъ плавательнымъ органомъ, какъ ножками для хожденія по сухому берегу, но въ основательно изслѣдованныхъ, содержащихъ остатки рыбъ, песчаникахъ нигдѣ не наблюдали слѣдовъ такихъ передвиженій; а заостренный грудной шипъ никогда не показываетъ слѣдовъ изнашиванія, но, судя по всему его виду, вообще, не пріемлемо предположеніе, что онъ служилъ „плавательнымъ органомъ“.

Весь характеръ мѣстонахожденія девонскихъ панцырныхъ рыбъ говоритъ за то, что онѣ обитали въ водѣ. Одни роды жили во внутреннихъ бассейнахъ, другіе въ морѣ. Въ того же времени морскихъ фаунахъ Богеміи, Рейнской области, особенно же въ девонѣ Виндульгена[17] въ большомъ изобиліи встрѣчаются вмѣстѣ, тѣсно примыкая другъ къ другу, различные виды. Въ мергелистомъ слоѣ толщиною въ 15 сантиметровъ найдены были 12 родовъ съ 50 приблизительно видами. Поразительную противоположность этому богатству формъ представляетъ тѣсно ограниченное распространеніе особей одного и того же вида въ отдѣльныхъ мѣстахъ фаціи древняго краснаго песчаника. Классическія мѣста находокъ въ Шотландіи скрываютъ тысячи Coccosteus oblongus или Asterolepis Milleri; совершенно аналогичныя отношенія извѣстны изъ Лифляндіи и Сѣверной Америки.

Въ виду этого, можно было бы признать тотъ взглядъ,[18] что панцырныя рыбы жили, на подобіе Palaeospondylus'a, въ рѣкахъ, которыя

впадали въ большія, высыхавшія озера и лишь въ рѣдкихъ случаяхъ находились въ продолжительномъ сообщеніи съ моремъ. Морскіе предки иммигрировали, покинувъ море, въ большія рѣчныя системы сѣвернаго материка и проникали въ послѣдній такъ же далеко, какъ въ настоящее время осетры. И послѣдніе живутъ какъ въ рѣкахъ дренированныхъ областей (Эльба), такъ и въ отрѣзанныхъ отъ моря рѣкахъ пустыни (Волга, Аму-Дарья); при этомъ нѣмецкая разновидность можетъ въ своихъ странствованіяхъ безъ труда добраться отъ моря до верхняго теченія рѣки, тогда какъ русско азіатскія формы не могутъ жить въ соленой водѣ Каснійскаго или Аральскаго морей, а въ томъ случаѣ, когда онѣ оказываются въ состояніи переносить чуждый имъ составъ соленой воды, онѣ теряютъ способность вернуться въ материнскій океанъ. Такимъ образомъ, въ сосѣднихъ рѣчныхъ системахъ лишенной стока пустынной страны возникаютъ хорошо спеціализировавшіяся фауны, которыя обыкновенно остаются рѣзко обособленными одна отъ другой, хотя при незначительномъ перемѣщеніи водораздѣла онѣ могутъ снова смѣшаться, и можно думать, что въ періоды метанія икры цѣлыя стада подобныхъ рѣчныхъ обитателей собирались въ озеровидныхъ расширеніяхъ рѣки или въ области ея устья и быстро погибали отъ высыханія озеръ или отъ содержанія солей въ устьѣ.

О продолжительности эпохи древняго краснаго песчаника можно нѣкоторымъ образомъ судить по мощности нагроможденныхъ слоевъ, но при этомъ не слѣдуетъ исходить изъ незначительнаго количества ила, отлагающагося ежегодно, напримѣръ, въ дельтѣ Нила или Миссисипи; при вычисленіи нужно имѣть въ виду, что въ пустынной странѣ, лишенной растительности, процессы физическаго и химическаго вывѣтриванія доставляютъ огромныя массы продуктовъ разрушенія, которые, не будучи защищены растительнымъ покровомъ, не оказываютъ никакого сопротивленія силѣ могущественныхъ ливней и дѣйствію страшныхъ бурь. Тотчасъ послѣ своего образованія продукты разрушенія сносились водою и вѣтромъ въ долины и съ теченіемъ времени заполняли впадины. Если образовавшіяся въ соляныхъ озерахъ подъ вліяніемъ этихъ силъ свиты слоевъ крупнозернистыхъ конгломератовъ, мощныхъ дюнныхъ песковъ и глинистыхъ осадковъ, переслаиваясь съ туфами дѣйствующихъ вулкановъ и обширными лавовыми покровами, достигали мощности въ 3000—4000 метровъ, то для этого вовсе не требовались эоны. Вспомнимъ, что въ Германіи образовавшіяся за то же время отложенія достигаютъ мощности всего около 1000 метровъ.

Обращаясь въ заключеніе къ концу періода древняго краснаго песчаника, мы должны различать три различныхъ случая развитія.

Въ Шотландіи самые верхніе слои древняго краснаго песчаника содержатъ Lepidodendron gaspeanum и Calamites transitiones. Послѣднее растеніе представляетъ характерное руководящее ископаемое нижняго карбона; отсюда очевидно, что материковый, красный песчаникъ образовался еще въ эпоху нижняго карбона.

Другія части сѣвернаго пустыннаго материка къ концу девонскаго періода были дренированы. Благодаря все растущему количеству дождей, страна покрывалась богатой флорой каменноугольнаго періода, который будетъ описанъ въ одной изъ послѣдующихъ главъ.

Но гдѣ плоская, низменная пустыня погрузилась въ воды близкаго моря, тамъ пріобрѣла право гражданства океаническая фауна. Въ нижнихъ слояхъ, состоящихъ изъ рыхлыхъ песковъ пустыни, подвергшихся дѣйствію волнъ внѣдряющагося моря, мы находимъ лишь немногія морскія формы, раковины которыхъ выброшены были на сушу прибоемъ; надъ этими же слоями отлагались нормальныя, морскія свиты слоевъ каменноугольнаго моря.

18. Девонское море.

Въ то время, когда внутри сѣвернаго континента отлагались мощныя отложенія древняго краснаго песчаника, а въ его рѣкахъ и озерахъ развивалась древнѣйшая, дышащаяся легкими фауна,—въ то самое время у береговъ этого континента бушевало обширное море; древнюю береговую линію часто мѣнявшихся очертаній, окаймлявшую это море, прерывавшуюся большими и мелкими островами, можно прослѣдить отъ Калифорніи черезъ всю Сѣверную Америку и Атлантическій океанъ до Испаніи, Франціи, Германіи и затѣмъ далеко внутрь Азіи. Сейчасъ мы намѣрены говорить о судьбахъ и животномъ мірѣ этого моря.

Въ концѣ силурійскаго періода большія площади Сѣверной Америки, Европы и Азіи, Африки, Австраліи и Южной Америки превратились въ сушу. Мощныя нагроможденія обломочныхъ породъ, известковыхъ рифовъ и вулканическихъ изверженій повысили дно силурійскаго моря и превратили въ болотистыя низменности обширныя водныя поверхности.

Но этихъ причинъ недостаточно для объясненія энергичнаго осушенія, столь часто наблюдающагося на поворотѣ силура къ девону. Въ Восточной Тюрингіи девонскія отложенія залегаютъ несогласно на нижнесилурійскихъ, среднесилурійскихъ и верхнесилурійскихъ отложеніяхъ. Вмѣстѣ съ тѣмъ здѣсь въ основаніи девона отсутствуетъ рядъ слоевъ, которые развиты въ Западной Германіи и изобилуютъ ископаемыми. Такимъ образомъ, въ Восточной Тюрингіи имѣло мѣсто плоское вспучиваніе земной коры, поднятые плоскимъ сводомъ слои были денудированы, и лишь послѣ этого тектоническаго интермеццо мѣстность была завоевана девонскимъ моремъ.

Но и этими движеніями земной коры можно объяснить лишь мѣстные пробѣлы, но не то трансгрессивное напластованіе, которое обнаруживается на всѣхъ континентахъ въ залеганіи морскихъ отложеній девона на болѣе древнихъ слояхъ и свидѣтельствуетъ о томъ, что границы моря все болѣе и болѣе раздвигались. Мы ясно видимъ, что съ Урала черезъ русскую равнину море проникаетъ на западъ и сѣверо-западъ до западной Европы. Одновременно оно затопляетъ Восточную Азію и Китай, а съ запада воды Тихаго океана покрываютъ Сѣверную Америку. Въ Сахарѣ и Капландіи, въ Восточной Австраліи и Южной Америкѣ можно обнаружить слѣды непрерывно надвигавшагося моря; эта трансгрессія достигаетъ своего высшаго пункта въ среднедевонскую и въ началѣ верхнедевонской эпохи.

Передъ нашими глазами развертывается рельефная картина гран

діозной трансгрессіи,[1] охватывающей весь земной шаръ. Если мы примемъ во вниманіе, что здѣсь мы имѣемъ дѣло, главнымъ образомъ, съ затопленіемъ краевыхъ материковыхъ областей, то мы придемъ къ предположенію, что вода вышла изъ своихъ границъ, вслѣдствіе медленнаго поднятія болѣе глубокой части морского дна, и что, такимъ образомъ, поверхность мірового моря увеличивалась насчетъ уменьшенія средней глубины его.

Легко понять, что неровный, въ виду образованія складокъ и вслѣдствіе денудаціи, материкъ, на который надвигается море, сперва разлагается на острова, которые соединяются группами въ разнообразные архипелаги, вездѣ возвышаются надъ водой и лишь весьма постепенно поглощаются ею.

Такимъ образомъ, континентальный климатъ замкнутыхъ материковъ смѣнился мягкимъ, влажнымъ островнымъ климатомъ обширныхъ прибрежныхъ областей. Береговая линія часто прерывалась и расчленялась, и если въ это время флора воды постоянно предпринимала попытки къ завоеванію прибрежныхъ областей, то на многочисленныхъ маленькихъ островахъ это должно было удаваться ей легче, чѣмъ въ гибельной для жизни пустынѣ сѣвернаго материка. Поразительно во всякомъ случаѣ, какъ много среди морскихъ девонскихъ отложеній разсѣяно растительныхъ остатковъ, и какъ часто мы здѣсь встрѣчаемъ тѣ земноводные типы, которые въ слѣдующій періодъ достигли столь колоссальнаго развитія. Въ развитіи девонской флоры намъ извѣстно нѣсколько хорошо различимыхъ фазъ; эта флора особенно богато выступаетъ сначала въ Сѣверной Америкѣ,[6] но затѣмъ она распространяется также по Европѣ. За жалкими остатками Psilophyton слѣдуютъ развѣтвленные стволы Lepidodendron и изящные древовидные папоротники діаметромъ отъ 7 до 10 сантиметровъ.

Эта древняя флора встрѣчается обыкновенно въ видѣ обломковъ и осколковъ, большей частью, безъ коры и листьевъ; это показываетъ, что замкнутая система эластичныхъ волокнистыхъ пучковъ, свойственная современной наземной флорѣ, въ то время еще не была развита во всѣхъ частяхъ растеній; поэтому, растенія, которыя во многихъ случаяхъ росли еще въ водѣ, легко могли разрушаться волнами, такъ что каждой бурей множество пловучихъ частей растеній уносилось далеко въ море и примѣшивалось къ глубоководнымъ или мелководнымъ осадкамъ.

Правда, часто все еще встрѣчаются породы, напоминающія богатые углистымъ веществомъ граптолитовые сланцы, но граптолиты уже вымерли: только въ Сѣверной Америкѣ древнѣйшій родъ Dictyonema живетъ вплоть до средняго девона. Обмѣнъ воды подъ вліяніемъ морской трансгрессіи долженъ былъ совершаться гораздо интенсивнѣе, чѣмъ въ силурійскій періодъ; это подтверждается тѣмъ фактомъ, что черные сланцы содержатъ богатую фауну бентонныхъ животныхъ. Небольшой пластъ девонскаго каменнаго угля при Нейкирхенѣ образовался отъ нагроможденія морскихъ водорослей. Въ Сѣверной Америкѣ иногда находятъ въ хорошо сохранившемся видѣ изолированные осадки такихъ растеній, напоминающихъ морскія водоросли (рис. 143), въ видѣ пучковъ величиною въ метръ и болѣе.

При современномъ состояніи нашихъ знаній остается нерѣшеннымъ вопросъ, вызвано ли измѣненіе климата, начавшееся

въ девонскій періодъ и достигшее своей кульминаціонной точки въ богатый атмосфернымя осадками каменноугольный періодъ,—порождено ли оно исключитетьно расчлененіемъ материковъ на острова или же также увеличеніемъ атмосферныхъ осадковъ.

Многочисленныя вулканическія изверженія, происходившія въ продолженіе силурійскаго и еще чаще въ продолженіе девонскаго пері-

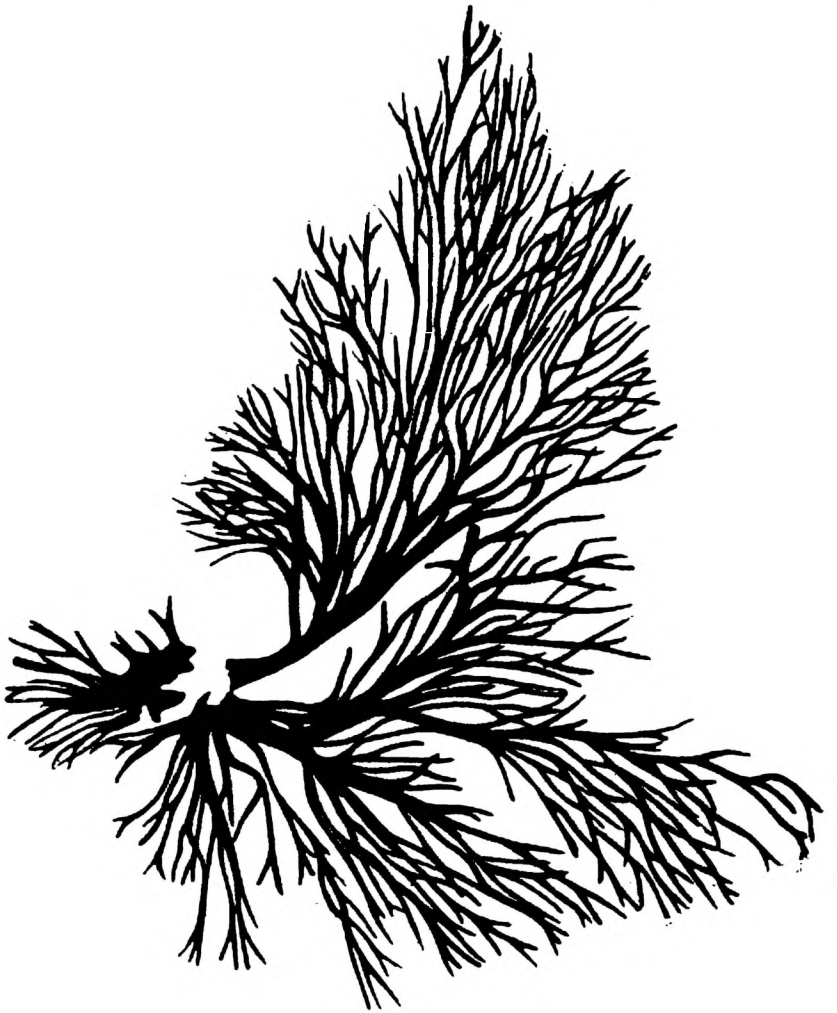


Рис. 143. Thamnocladus Clarkei. Девонъ Сѣверной Америки ($^1/_{10}$).

ода, указываютъ, правда, на то, что въ атмосферу постоянно попадали все новыя массы изверженныхъ водяныхъ паровъ, которые затѣмъ выпадали въ видѣ обильныхъ осадковъ. Такимъ образомъ, могли возникать постоянные водные каналы, очищавшіе сѣверный материкъ отъ покрывавшихъ его песковъ, унося ихъ въ море. Большія песчаныя дельты перемѣщались и отлагались на глубокомъ морскомъ днѣ, и между песчаными грядами отлагался мелкозернистый, зеленый сланце-

вый илъ. Область распространенія этихъ одновременныхъ осадковъ легко измѣнялась, и, такимъ образомъ, среди богатыхъ пескомъ кварцитовъ и сѣрыхъ ваккъ мы постоянно находимъ включенія темныхъ сланцевъ или сѣрыхъ известняковъ, и каждому типу этихъ осадковъ присуща своя фауна.

Въ современномъ Балтійскомъ морѣ тяжелая соленая вода, проникающая сюда по датскимъ проливамъ, заполняетъ многочисленныя глубокія впадины, надъ которыми простирается обширный покровъ бракической (солоноватой) или даже прѣсной воды; благодаря этому, совершенно различныя фауны живутъ рядомъ и другъ надъ другомъ. Точно такъ же западногерманскій нижній девонъ содержитъ большія песчаныя области, которыя либо были совершенно безжизненны, либо содержали бѣдныя видами фауны двустворчатыхъ. Та роль, которую въ моряхъ настоящаго времени играютъ двустворчатыя, въ девонскій періодъ выпала на долю плеченогихъ, и, возможно, что Spirifer и другіе роды плеченогихъ населяли, подобно двустворчато-раковиннымъ моллюскамъ, и соленыя воды, и бракическія, и прѣсныя воды. Среди нихъ обособленныя фауны составляли крупныя двустворчатыя. Въ нѣкоторыхъ мѣстахъ рядомъ съ двустворчатыми и плеченогими встрѣчаются иглокожія (рис. 144), кораллы и другіе обитатели океаническихъ частей моря: эти формы распространены въ морскихъ песчаникахъ.

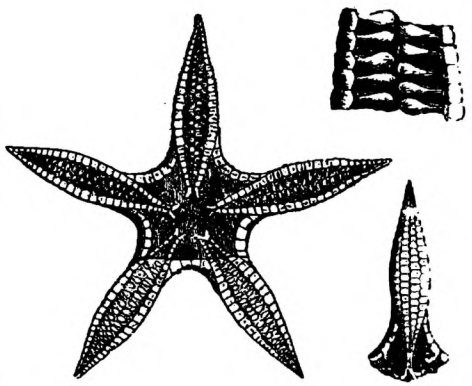


Рис. 144. Aspidosoma petaloides. Морская звѣзда изъ нижнедевонскаго песчаника Нидерланд.-Рейна. Внизу справа отдѣльная рука, а надъ нею сильно увеличенныя амбулакральныя пластинки.

Рис. 145. Pleurodictyum problematicum. Отпечатокъ маленькаго кораллового полипняка въ симбіозѣ съ червемъ, изъ нижнедевонскаго песчаника Кобленца.

Изъ найденныхъ въ этихъ отложеніяхъ коралловъ очень много споровъ вызвалъ Pleurodictyum problematicum (рис. 145). Въ самомъ дѣлѣ, плоскій полипнякъ, сохранившійся обыкновенно въ видѣ отпечатка, обнаруживаетъ по срединѣ червеобразно изогнутое тѣло. По всей вѣроятности, мы имѣемъ дѣло съ однимъ изъ тѣхъ случаевъ сожительства (симбіоза) различныхъ животныхъ съ цѣлью взаимной поддержки, которые мы наблюдаемъ и въ настоящее время у маленькихъ живущихъ коралловъ, Heteropsammia, которые, обыкновенно, встрѣчаются вмѣстѣ съ червемъ: послѣдній, пользуясь коралломъ, какъ помѣщеніемъ, находитъ въ его стрекальныхъ клѣткахъ защиту отъ враговъ и, въ свою очередь, волочитъ кораллъ по морскому илу и постоянно способствуетъ ему въ добываніи пищи.

Черные сланцы бѣдны плеченогими. Зато встрѣчаются въ изобиліи скрытоголовые моллюски съ тонкими раковинами, головоногіе, изящныя морскія звѣзды и морскія лиліи, иногда также трилобиты. Часто въ такихъ бухтахъ осаждались цѣлыя стада планктонныхъ ци-

ридинъ (ракушечныхъ) и нѣжныя известковыя трубочки тентакулитъ, которыя считаются предками современныхъ крылатиковъ.

Тамъ же, гдѣ чистая вода и нормальное содержаніе солей способствовали развитію богатыхъ фаунъ, возникали известковые слои и известковые рифы, которые въ мощности соперничали съ соотвѣтствующими образованіями верхнесилурійской эпохи. Въ то время какъ береговая линія все болѣе и болѣе передвигалась внутрь материка, глубина воды возрастала, а морскія теченія постоянно мѣняли свое направленіе, происходилъ энергичный обмѣнъ этихъ мѣстныхъ фаунъ. Слѣдуя за перемѣщающимися біономическими областями, животный міръ постоянно выводился изъ состоянія покоя и вынуждался къ активнымъ или пассивнымъ переселеніямъ.

Быть можетъ, въ связи съ этимъ находится то обстоятельство, что часто типичныя, руководящія ископаемыя одной мѣстности на нѣкоторомъ разстояніи отъ нея встрѣчаются въ совершенно иномъ горизонтѣ. Этимъ обстоятельствомъ объясняется то, что населеніе девонскихъ слоевъ на протяженіи послѣднихъ десятилѣтій претерпѣло столь глубокія измѣненія. Прежде каждую систему слоевъ характеризовали однимъ руководящимъ видомъ, недавно же стали каждую зону характеризовать[5] двумя видами, изъ которыхъ одинъ въ этой зонѣ встрѣчается впервые, а другой встрѣчается исключительно въ ней, но только мѣстами: превосходная иллюстрація того, что отъ одной фауны къ другой ведутъ медленные переходы.

Опредѣленное направленіе этихъ зоогеографическихъ переселеній установить невозможно. Rhinchonella cuboides распространена въ Англіи[6] по всему среднему девону, въ Бельгіи же и западной Германіи она появляется въ верхнемъ девонѣ. Зато Cardiola retrostriata[7] переселяется отъ средняго девона Богеміи на западъ въ средній девонъ Рейнской области.

Въ девонской фаунѣ можно явственно различать двѣ большія зоогеографическія области. Европейское море доходило до восточной Азіи, гдѣ въ Китаѣ[8] встрѣчаются по существу европейскіе виды. Весьма замѣчательно, что эта фауна была также независима отъ градусовъ широты. Въ южной Сахарѣ (28° сѣверной широты) находятся тѣ же виды, что на Уралѣ[9] при 55° сѣверной широты. Болѣе того, даже на Новосибирскихъ островахъ найдены были европейскіе виды. На западъ европейская фауна простирается до Манитобы, хотя въ промежуткѣ въ Невадѣ внѣдряются представители другой фауны.

Второе море съ другой фауной обнаружено въ сѣверно-южной Америкѣ. Европейскіе виды почти совершенно отсутствуютъ[10]. Зато эта фауна простирается до южной Африки и Фалкландскихъ острововъ. Но оба эти моря не были совершенно разобщены между собою; такъ, въ Европѣ, съ одной стороны, южной Африкѣ и южной Америкѣ, съ другой, обнаружены совершенно сходные виды.

Широкое, почти всемірное, распространеніе многочисленныхъ видовъ изъ различныхъ группъ животнаго царства можно легко согласовать съ выше сдѣланными допущеніями.

Въ самомъ дѣлѣ, существующая въ настоящее время противоположность между мелкимъ и глубоководнымъ моремъ въ то время еще не существовала, а существовавшая разность глубинъ измѣнялась вслѣдствіе поднятія дна морского дѣятельностью девонскихъ и силу-

рійскихъ вулкановъ содержаніе углекислоты въ атмосферѣ повышалось, а обильные атмосферные осадки смягчали противоположности климатическихъ зонъ; если это такъ, то температура морской воды должна была отличаться бо́льшей равномѣрностью, а при наличности этого условія животные виды легко могли мигрировать съ одного полушарія на другое. Сверхъ того, въ то время, по всей вѣроятности, вслѣдствіе сильнаго расчлененія материковыхъ областей еще отсутствовала нынѣ столь рѣзко выраженная система строго обособленныхъ морскихъ теченій.

Разсматривая животный міръ девонскаго моря въ цѣломъ, мы, несмотря на многочисленные новые виды и богатыя особями фауны, поражаемся, однако, бѣдностью новыхъ типовъ. Ископаемая фауна верхнесилурійскихъ отложеній Готланда казалась прежнимъ наблюдателямъ столь сходной съ средне-девонской фауной Эйфеля, что оба эти типа отложеній" они считали равновозрастными. Подобно тому, какъ верхній силуръ представляетъ лишь дальнѣйшее образованіе богатой нижнесилурійской фауны, такъ девонская фауна тѣсно примыкаетъ къ верхнесилурійской и отличается отъ послѣдней собственно скорѣе отсутствіемъ вымершихъ, чѣмъ развитіемъ новыхъ формъ.

Весьма интересно, что въ Руппарскихъ сланцахъ[12] на Ланѣ всѣ животныя, населяющія дно морское, представляютъ характерные девонскіе виды, тогда какъ среди свободно-плавающихъ головоногихъ встрѣчаются еще 9 силурійскихъ видовъ. Отсюда явствуетъ, что бентонный животный міръ приспособился къ новымъ условіямъ существованія прежде всего путемъ образованія новыхъ видовъ, тогда какъ обитатели открытаго моря сохранили еще видовые призраки предшествующаго силурійскаго періода.

Въ Ирландскомъ девонѣ оказалось возможнымъ установить слѣдующія фаунистическія отношенія къ лежачимъ силурійскимъ слоямъ, съ одной стороны, и къ висячему морскому карбону, съ другой:

Изъ	80	найденныхъ	у	Пильтона	девонскихъ	видовъ	11	силурійскихъ	и	53	каменноуг.
»	72	»	»	Педзервика (Petherwic)	»	«	8	»	»	40	«
»	139	»	»	Ньютонбюшеля (Newtonbushel)	»	»	16	»	»	71	»

Такимъ образомъ, легко понять, что часто чрезвычайно трудно провести рѣзкую грань между силуромъ и девономъ, или девономъ и карбономъ, и что нѣкоторые пограничные слои отнесены одними авторами къ той, а другими къ этой формаціи.

Особенно характерно отсутствіе въ нижнемъ девонѣ многихъ весьма характерныхъ силурійскихъ цикловъ формъ:

Граптолиты почти повсемѣстно вымерли; многочисленныя цистоидеи и криноидеи исчезли. Число головоногихъ значительно уменьшилось, трилобиты начинаютъ вымирать, а богатое развитіе отдѣльныхъ вѣтвей родословнаго дерева не должно вводить насъ въ заблужденіе и не можетъ затушевать того факта, что цѣлыя вѣтви, даже пучки завяли и сдѣлались безжизненными.

Слѣдующія, конечно, приблизительныя числа лучше всякихъ словъ уясняютъ громадное различіе, существующее между богатой силурійской фауной и слѣдующей за ней обѣднѣвшей девонской фауной.

	Силуръ.		Девонъ.	
Граптолиты	32 рода		1 родъ	
Рецептакулиты . .	3 „		1 „	
Табуляты	22 „		12 „	
Цистоидеи . . .	50 „		1 „	
Брахіоподы . . .	58 „		40 „	
Трилобиты	80 „	1200 видовъ	11 „	150 видовъ
Наутилоидеи . . .		1500 „		230 „

Предъ лицомъ этого факта весьма большой интересъ представляетъ сравнительное разсмотрѣніе переселенія фаунъ въ началѣ силурійскаго и девонскаго періодовъ.

Оба эти періода отличались сильными трансгрессіями и соотвѣтствующими имъ миграціями животнаго міра. Оба они отличаются одними и тѣми же животными типами и образуютъ однѣ и тѣ же породы. Несмотря на это, начало силура въ такой же мѣрѣ отмѣчено чрезвычайнымъ богатствомъ своихъ животныхъ формъ, въ какой девонъ отличается обѣднѣвшей фауной. Такимъ образомъ, невозможно допустить, что расцвѣтъ нижнесилурійской эпохи вызванъ исключительно внѣшними условіями: необходимо было содѣйствіе и другихъ условій, и можно думать, что внѣшнія условія случайно вызвали къ развитію большой запасъ ранѣе накопленной жизненной энергіи.

Если девонскій періодъ является для многихъ животныхъ группъ временемъ застоя и регресса, то, все же, нѣкоторые циклы формъ достигаютъ въ этотъ періодъ изумительнаго расцвѣта, возникаютъ характерныя формы, по которымъ отложенія девонскаго періода легко отличить отъ отложеній силурійскаго каменноугольнаго періода.

Морскія лиліи европейскаго моря достигаютъ по сравненію со своими силурійскими предшественниками существеннаго развитія. Восьми нижнесилурійскимъ семействамъ противостоятъ 20 девонскихъ, изъ которыхъ, однако, 6 встрѣчаются уже въ верхнемъ силурѣ. Они жили на известковыхъ рифахъ, были широко распространены и представляли большое число формъ. Съ другой стороны, изъ ствола криноидей въ Сѣверной Америкѣ развилась изящная группа бластоидей. Эта группа впервые появляется въ верхнемъ силурѣ, быстро развивается въ девонѣ, а кульминаціонной точки своего развитія достигаетъ въ каменноугольномъ морѣ.

Изъ 19 американскихъ родовъ и 120 видовъ немногіе переселились на востокъ въ Европу, но здѣсь они большого значенія не пріобрѣли.

Рядъ специфическихъ девонскихъ животныхъ будетъ разсмотрѣнъ нами при описаніи рифовой фаціи, а здѣсь мы обратимся къ важной фазѣ развитія, пройденной въ девонскій періодъ группой головоногихъ. Преобладающее число силурійскихъ головоногихъ обладало прямой или лишь слегка изогнутой многокамерной раковиной. Въ многочисленныхъ родахъ и видахъ и часто въ поразительно большомъ числѣ индивидуумовъ мы находимъ Endoceras, Orthoceras, Gomphoceras, Cyrtoceras и др., въ силурійскихъ породахъ. Вмѣстѣ съ ними лишь въ исключительныхъ случаяхъ встрѣчаются завитыя раковины Gyroceras, Ophidioceres, Hercoceras, Barrandeoceras (Nautilus). Сутурная линія у нихъ—простая или пологоволнистая, а отдѣльныя находки Agoniatites, пред-

ставляющихъ начало развитія аммонитовъ, лишь немногимъ отличаются отъ своихъ наутиловыхъ предковъ. Въ девонскомъ морѣ Европы здѣсь наступаетъ новое направленіе развитія. Все явственнѣе выражается типъ аммонитовой раковины, представляющей расположенную въ одной плоскости спираль изъ тѣсно примыкающихъ другъ къ другу оборотовъ. Внѣшніе края перегородокъ изгибаются рѣзкими складками въ закругленныя сѣдла и острыя, загнутыя назадъ зарубины. Сифонъ сдвинутъ къ наружной сторонѣ, а эмбріональный зачатокъ его окруженъ известковой камерой. Такимъ образомъ, мы здѣсь встрѣчаемъ стволъ аммонитовъ уже въ вполнѣ развитомъ видѣ, и, если ранѣе такія формы называли „гоніатитами", рѣзко отграничивая ихъ отъ позднѣе появляющихся такъ называемыхъ истинныхъ „аммонитовъ", то новѣйшія изслѣдованія[14] показали, что позднѣе столь богато дифференцировавшіеся роды аммонитовъ многочисленными неразрывными нитями связаны со своими девонскими родоначальными формами.

И здѣсь повторяется то, что наблюдается такъ часто въ мірѣ организмовъ: типъ быстрыми шагами достигаетъ достаточной высоты развитія, вскорѣ вырабатываются разнородные типы и проводятся основныя линіи дальнѣйшаго развитія.

Устье (апертурное отверстіе) жилой камеры[15] бываетъ то высокимъ, то низкимъ, а сутурная линія

у Anarcestes — четырехлопастная,
„ Tornoceras — шестилопастная,
„ Manticoceras — восьмилопастная,
„ Timanites — многолопастная.

Они, повидимому, развивались одновременно въ различныхъ частяхъ девонскаго моря. Нѣкоторые роды появляются впервые въ Европѣ, чтобы затѣмъ переселиться въ Сѣверную Америку, а другіе роды перемѣщаются въ обратномъ направленіи. Несмотря на то, что наши знанія о девонскихъ аммонитахъ страдаютъ еще нѣкоторыми пробѣлами, частью заполненными лишь въ самое послѣднее время, все-же, на основаніи имѣющихся данныхъ, получается впечатлѣніе, что аммониты отличались другимъ темпомъ развитія, чѣмъ силурійскія головоногія; въ самомъ дѣлѣ, заложенныя въ девонѣ развѣтвленія дальнѣйшаго родословнаго дерева тянутся съ незначительными измѣненіями черезъ весь каменноугольный періодъ, и лишь въ концѣ его разрывается связь между этими побѣгами, а затѣмъ выступаетъ предъ нами въ чрезвычайномъ изобиліи формъ подавляющее разнообразіе тріасовыхъ аммонитовъ. Рядомъ съ многочисленными формами девонскихъ гоніатитовъ родъ Clymenia заслуживаетъ особеннаго интереса потому, что въ своемъ стремленіи онъ обнаруживаетъ нѣкоторое различіе, а его географическое распространеніе представляетъ еще загадку. Этотъ родъ, легко отличимый отъ гоніатитовъ, по внутреннему положенію сифона и по характерной сутурной линіи, впервые выступаетъ въ нижнихъ слояхъ верхняго девона[16] Сѣверной Америки и Польши и быстрыми шагами распространяется на обширное пространство европейскаго моря. Въ Англіи, Бельгіи, Рейнской области, на Гарцѣ, въ Силезіи до восточныхъ Альпъ и Урала мы находимъ Clymenia часто въ весьма большомъ количествѣ, какъ характерное

ископаемое верхняго девона, и нѣкоторые факты указываютъ на то, что эти формы особенно хорошо чувствовали себя въ реликтовыхъ озерахъ, которыя въ концѣ девонскаго періода часто превращались въ бракическія. Здѣсь Clymenia образуютъ своеобразнаго вида „побочныя формы", и. когда рѣки наступившаго каменноугольнаго періода превратили озера въ прѣсноводныя, они, вѣроятно, вымерли.

Среди всѣхъ фаунъ девонскаго періода особенный интересъ всегда вызывали р и ф о о б р а з у ю щ і я ассоціаціи, и ихъ богатыя фауны служатъ предметомъ многочисленныхъ монографій. Въ нижнедевонскую эпоху известковые рифы были воздвигнуты въ Богеміи, восточныхъ Альпахъ, въ Бретани и въ штатѣ Невада. Въ среднедевонскую эпоху мы находимъ известковые рифы въ Бельгіи, Эйфелѣ, Нассау, въ Польшѣ, на Уралѣ и въ Азіи на Куэнъ-Лунѣ, тогда какъ верхнедевонскіе рифы встрѣчаются въ Сѣверной Америкѣ, въ Арденнахъ, на Гарцѣ (Иберг), въ Польшѣ (Кѣльцы) и Курляндіи.

Заслуживаетъ вниманія то обстоятельство, что всѣ эти рифы ограничены въ своемъ распространеніи зоной между 25° и 60° сѣ-

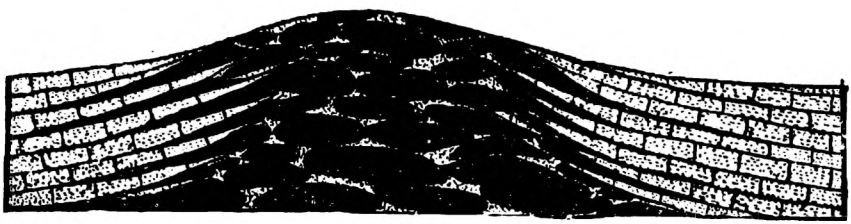


Рис. 146. Разрѣзъ девонскаго известковаго рифа Мичигана. Рифъ возвышается на подобіе острова и состоитъ изъ большихъ коралловыхъ полипняковъ, связанныхъ между собою известковымъ пескомъ.

верной широты. Ихъ выступленіе и распространеніе свидѣтельствуютъ о присутствіи ихъ въ то время въ чисто океанической водѣ, ихъ богатство известью не имѣетъ ничего общаго въ содержаніемъ извести впадающихъ въ море рѣкъ, а свидѣтельствуютъ о нормальномъ содержаніи солей, о яркихъ солнечныхъ лучахъ, о синихъ волнахъ и богатомъ источникѣ питанія въ видѣ планктонныхъ и бентонныхъ растеній.

Известковые рифы, иногда превращеные въ доломитъ, большей частью, сильно перекристаллизованные или, благодаря вулканическимъ явленіямъ, пропитанные желѣзной рудой (рис. 146), въ большинствѣ случаевъ не обнаруживаютъ слоистости, пропитаны полостями и пустотами; оба элемента каждаго рифоваго образованія: компактно или вѣтвисто-растущіе, прикрѣпленные рифообразующіе организмы и раздробленныя раковины живущихъ въ ихъ полостяхъ, любящихъ рифы животныхъ и растеній встрѣчаются въ самыхъ разнообразныхъ сочетаніяхъ. Какъ и въ силурѣ, важнѣйшими рифообразователями все еще являются с т р о м а р і и (рис. 116). Даже въ окристаллизованныхъ доломитахъ часто возможно еще ясно различать ихъ сдѣлавшуюся скорлуповатой структуру. Между ними процвѣтаютъ табуляты; Halysites, конечно, вымерли, но космополитическій родъ Favosites (рис. 147) и другіе роды процвѣтаютъ еще многочисленными видами.

Окруженныя крѣпкой стѣной, коралловыя чашечки играютъ важную роль, и, рядомъ съ половымъ размноженіемъ, дѣленіе и почкованіе все явственнѣе ведутъ къ образованію полипняковъ. Значеніе

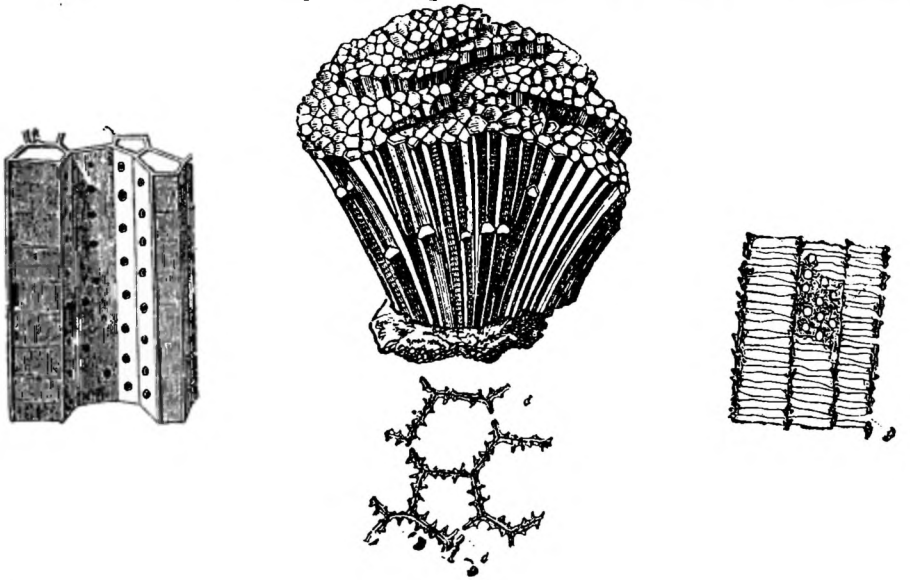


Рис. 147. Favosites polymorpha. Табулята изъ девонскихъ рифовыхъ известняковъ Эйфеля. Наверху—полипнякъ въ натуральную величину; слѣва—нѣсколько сильно увеличенныхъ клѣточекъ съ днищами и стѣнными порами; внизу—поперечный разрѣзъ, на которомъ видны неправильныя продольныя ребра клѣточныхъ стѣнокъ, а также днища и стѣнныя поры; справа—продольный шлифъ, обнажающій кусочекъ клѣточной стѣнки (посерединѣ) и тонкія днища.

Рис. 148. Cyathophyllum caespitosum изъ среднедевонскаго рифоваго известняка Эйфеля. Двѣ коралловыя вѣтви пустили чашечныя почки.

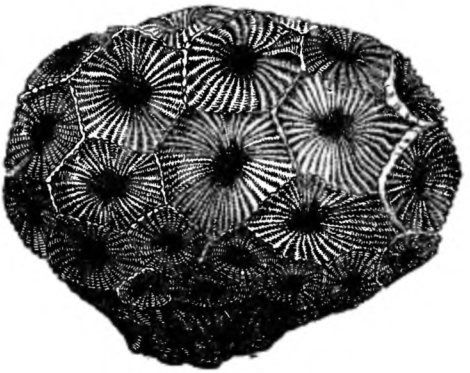


Рис. 149. Cyathophyllum hexagonum. Полипняковый коралль изъ среднедевонскаге рифоваго известняка Эйфеля. Образовавшіяся путемъ дѣленія коралловыя особи растутъ, тѣсно соприкасаясь другъ съ другомъ, сплющиваются при этомъ и принимаютъ многоугольныя очертанія.

отдѣльной особи отступаетъ на задній планъ; плотно скученные (рис. 149), представители молодого поколѣнія вырастаютъ изъ материнскихъ организмовъ, и такъ какъ они остаются въ соединеніи съ послѣдними, то вырастаютъ вверхъ многовѣтвистые полипняки. Такъ

начинаетъ выступать новый элементъ рифообразователей, который въ слѣдующую эпоху достигаетъ все болѣе мощнаго развитія, получаетъ перевѣсъ надъ старѣющими формами и съ тріасоваго періода до настоящаго времени пріобрѣтаетъ все большее геологическое значеніе.

Рис. 150. Calceola sandalina изъ среднедевонскихъ отложеній Эйфеля. Коралъ съ трехугольнымъ основаніемъ; отверстіе закрывалось солнечной крышечкой полулунной формы.

Между полипами, кораллами и табулятами процвѣтали многочисленныя животныя, которыя, будучи защищены отъ напора волнъ известковыми раковинами изящной конструкціи, разселялись по всѣмъ промежуткамъ и трещинамъ; между ними можно найти самыя разнообразныя отношенія взаимной зависимости.

Уже въ рифахъ верхняго силура встрѣчаются маленькіе кораллы, у которыхъ тѣло, сильно пропитанное известью, походитъ на кончикъ башмака; его широкое отверстіе закрывалось полулунной формы крышечкой (Rhizophyllum). Девонскіе потомки этого коралла (Calceola sandalina) широко распространены въ среднедевонскихъ отложеніяхъ Эйфеля (рис. 150) и другихъ мѣстахъ.

Великолѣпныя морскія лиліи съ крѣпкими неразвѣтвленными руками или гибкими, сильно развѣтвленными щупальцами часто жили въ такомъ изобиліи, что ихъ распавшіеся известковые щиты часто слагали мощные криноидные известняки. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ стебли криноидей были усажены мшанками или кораллами, а большія плеченогія (Strin-

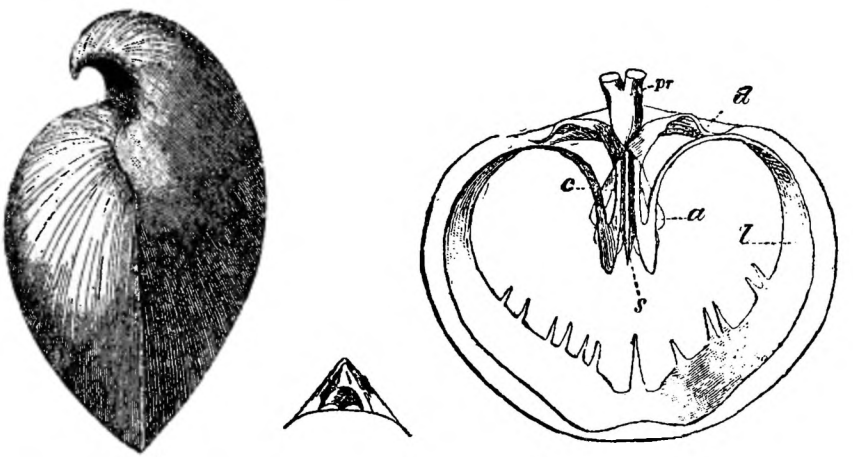


Рис. 151. Stringocephalus Burtini изъ среднедевонскихъ рифовыхъ известняковъ Эйфеля. Налѣво—раковина сбоку; направо—внутренность маленькой створки (*pr*—замочный отростокъ, *d*—зубная ямка, *c*—короткія ручныя опоры, *s*—среднее ребро, *a*—средній отпечатокъ, *l*—ручной пазъ); между ними—макушечное отверстіе.

gocephalus) (рис. 151) и Uncites своими крѣпкими клювами (макушками) прикрѣплялись къ скаламъ. Улитки развивались въ пустотахъ или паразитарно помѣщались на морскихъ лиліяхъ, и отъ красивыхъ, большихъ, богато украшенныхъ раковинъ[18] Murchisonia coronata многочисленные переходы ведутъ къ болѣе молодымъ, проще устроеннымъ ви-

дамъ. Великолѣпные трилобиты (рис. 152) бѣдны видами, но богаты разновидностями и широко распространены[19], а въ синей водѣ толпились головоногія, ракушечныя и рыбы.

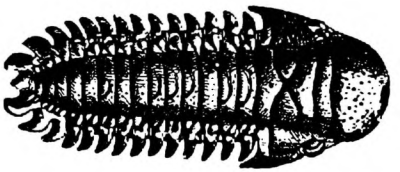


Рис. 152. Cherirurus gilbus изъ богемскаго девона.

Въ тѣсно очерченныхъ гнѣздахъ находятъ иногда молодыя личинки бетонныхъ или нектонныхъ животныхъ. Затѣмъ изъ рыхлаго известковаго песка можно выбрать маленькихъ изящныхъ плеченогихъ, улитокъ, гоніатитовъ, трилобитовъ и другихъ.

Между рифами на илѣ глубокихъ морскихъ бассейновъ селились другія фауны. Такимъ образомъ, мы находимъ[20], напримѣръ, у Паффрата:

гоніатитовъ	въ сланцахъ много	въ доломитѣ никогда не встрѣчаются
трилобитовъ	мало	встрѣчаются часто
плеченогихъ съ известковыми раковинами	мало	много,

а имѣющія роговыя раковины Lingula встрѣчаются въ обѣихъ областяхъ фацій.

Въ исторіи девонскаго моря важную роль, наряду съ рифообразованіемъ, играли многочисленныя вулканическія изверженія. Въ продолженіе нижнедевонской эпохи[21] въ Сѣверной Америкѣ, а также при Адорфѣ и Грацѣ дѣйствовали діабазовые и мелафировые вулканы. Въ среднедевонскую эпоху они распространяются еще болѣе, и между выростающими известковыми рифами возникаютъ вулканическіе острова. Въ верхнедевонскую эпоху земля разверзается въ Англіи, Нассау, Тюрингіи, Саксоніи, Моравіи до Россіи, и обширныя пространства покрывались колоссальными массами вулканическаго пепла (шальштейнъ). Включеніе морскихъ фаунъ часто позволяетъ опредѣлить время происхожденія изверженій съ такой же достовѣрностью, съ какой по этимъ фаунамъ можно судить о морскомъ характерѣ изверженій. Съ другой стороны, разсѣянные растительные остатки показываютъ, что дымящіеся вулканы часто возвышались надъ уровнемъ моря и были украшены растительной зеленью.

Въ Нассау[22] распространены неслоистые известковые рифы, состоящіе изъ Stromatopora, Calamopora, Heliopora и Cyathophyllum; между ними гнѣздами распредѣлены улитки и плеченогія. Рифы окружены діабазовыми туфами и воочію показываютъ, какъ тѣсно девонскіе рифы связаны были съ вулканами.

Когда вулканическая дѣятельность то здѣсь, то тамъ прекращалась, богатыя водяными парами облака пепла становились рѣже и по трещинамъ еще продолжали подниматься лишь фумароллы да углекислые мофетты, тогда эти пары и горячіе источники (термы) очень сильно дѣйствовали на известь рифовъ, пронизывали известковыя и глинистыя породы, пропитывали ихъ ювенилевыми элементами и такимъ

образомъ порождали рудныя залежи (желѣзную руду, мѣдный колчеданъ), которыя въ Нассау, на Гарцѣ и въ другихъ областяхъ вызвали къ жизни цвѣтущую горную промышленность.

За исключеніемъ уже упомянутыхъ отложеній морскихъ водорослей, каменные угли въ девонѣ почти совершенно отсутствуютъ, но зато девонскія отложенія Сѣверной Америки содержатъ богатыя количества свѣтильнаго газа и нефти, которыя, конкурируя съ третичными богатствами Восточной Европы, господствуютъ на міровомъ рынкѣ. На основаніи ранѣе сообщенныхъ фактовъ о нахожденіи въ современномъ вулканическомъ пеплѣ нефтеподобныхъ веществъ мы полагаемъ, что происхожденіе девонской нефти слѣдуетъ поставить въ связь съ изверженными газами потухшихъ вулкановъ.

Мощность всей свиты девонскихъ слоевъ, даже если не считать песчаныхъ массъ сѣвернаго материка, мѣстами настолько сильно увеличивается рифовыми известняками и вулканами, что получается ложное сужденіе о продолжительности девонскаго періода, когда въ основу такого сужденія кладутъ мощность этихъ разрѣзовъ. Ошибочныя цифры получаются и въ томъ случаѣ, когда складываютъ наибольшую мощность залегающихъ между песчаниками сланцевыхъ чечевицъ съ мощностью кварцитовъ.

Такимъ образомъ, мощность девонскихъ отложеній и продолжительность періода, потребовавшагося для ихъ образованія, сильно переоцѣниваются. Въ прекрасныхъ отложеніяхъ Восточной Тюрингіи можно измѣрить:

200—400 метровъ нижняго девона,
150—300 „ средняго „
около 300 „ верхняго „

Правда, здѣсь отсутствуютъ самые нижніе горизонты; все-же, нормальная мощность (за вычетомъ вул..аническихъ туфовъ), вѣроятно, не превышаетъ 700 метровъ, особенно, если вспомнимъ, что быстрая смѣна фацій и здѣсь легко ведетъ къ переоцѣнкѣ мощности. Тотъ фактъ, что въ то же время въ отдѣльныхъ котловинахъ сѣвернаго материка нагромождено было свыше 4000 метровъ продуктовъ разрушенія, или что въ морской девонъ часто вклиниваются известковые рифы мощностью отъ 300 до 500 метровъ,—этотъ фактъ недостаточенъ для того, чтобы считать низкой приведенную цифру общей мощности девонскихъ отложеній.

Равнымъ образомъ, принимая во вниманіе прогрессъ органическаго міра въ продолженіе девонскаго періода, мы тоже приходимъ къ заключенію, что для такого прогресса отнюдь не потребовались эоны. Девонское время скорѣе представляется намъ переходнымъ періодомъ, на протяженіи котораго лишь медленно и постепенно развивалась морская фауна безъ существеннаго измѣненія цикловъ силурійскихъ формъ, и подготовлялся новый расцвѣтъ органической жизни, наступающій въ карбонѣ и завершающійся въ тріасѣ.

Въ синихъ волнахъ девонскаго моря, которое опоясывало земной шаръ, часто мѣняя свои очертанія и границы, то проникая впередъ, то отступая назадъ, въ которомъ мѣстныя фауны то и дѣло смѣшивались между собою,—въ этомъ морѣ смерть не пожинала обильной всеуничтожающей жатвы, но зато въ немъ не было и мощныхъ импуль-

совъ для интенсивнаго превращенія видовъ. Спокойно и постепенно ничтожныя измѣненія складывались въ новые видовые и родовые признаки, и такимъ образомъ накоплялись силы, которыя стали проявлять себя лишь въ слѣдующій періодъ.

19. Продуктусовое море.

Разграниченіе древнѣйшихъ періодовъ исторіи земли было обосновано въ Англіи и Средней Европѣ. Здѣсь, благодаря неоднократной смѣнѣ моря и суши, за морскими отложеніями нижняго карбона слѣдуютъ материковые угленосные песчаники, затѣмъ красныя массы обломочнаго матеріала нижнепермской эпохи, надъ которыми трансгрессировало цехштейновое море. Поэтому, карбонныя и пермскія отложенія представлялись двумя рѣзко разграниченными между собою формаціями, изъ которыхъ послѣдней заканчивали древнюю эру исторіи земли.

Но впослѣдствіи были изслѣдованы полные профиля въ Россіи, Арменіи и Сѣверной Индіи, стали извѣстны богатыя морскія фауны изъ Сициліи и Штейермарка, Шпицбергена, Монтаны и Небраски, Китая и Бразиліи; эти фауны либо замѣняютъ материковую фауну Европы, либо указываютъ на распространеніе по всему міру опредѣленныхъ морскихъ фаунъ. Съ тѣхъ поръ уже не представлялось возможнымъ столь рѣзко разграничивать карбонныя и пермскія морскія отложенія, и казалось, что выраженіе „пермокарбонъ“ устраняетъ эти трудности. Но такъ какъ этому слову придавался различный смыслъ, а пермокарбоннымъ слоямъ приписывалось различное стратиграфическое значеніе, то трудности не только не были уменьшены, но даже увеличены. Въ виду этого, для обозначенія моря, которое покрывало обширныя пространства земного шара отъ конца девонской эпохи до начала тріасоваго періода и въ біологическомъ отношеніи отмѣчено своеобразными событіями, мы выбираемъ названіе одного рода плеченогихъ, который былъ широко распространенъ въ этомъ морѣ, позволяетъ различать мѣстныя фауны и руководящіе горизонты, а также знакомитъ съ удивительнѣйшими явленіями приспособленія.

Родъ Productus впервые появляется [1] въ самыхъ верхнихъ горизонтахъ девона. Одна створка (рис. 153) раковины вздута, а другая покоится на ней въ видѣ плоской крышечки. Прямой замочный край удлиненъ и часто такъ же, какъ и раковина, усаженъ полыми шипами. Уже силурійскіе предки Productus'a обнаруживаютъ первые зачатки этихъ признаковъ. Съ наступленіемъ каменноугольнаго періода эта группа достигаетъ силь наго расцвѣта, сказывающагося въ богатствѣ видовъ; она живетъ во всѣхъ частяхъ моря часто въ столь большомъ количествѣ, что ихъ раковины становятся породообразующимъ факторомъ, и исчезаетъ лишь въ концѣ пермскаго періода, когда завершился процессъ великаго вымиранія палеозойскихъ типовъ.

Морской животный міръ каменноугольнаго и пермскаго времени можно характеризовать какъ появленіемъ новыхъ типовъ, такъ и исчезновеніемъ формъ, характерныхъ для силура и девона Хотя ф о р а м и н и ф е р ы извѣстны уже изъ нижнесилурійскихъ слоевъ, тѣмъ

не менѣе, въ древнѣйшія времена онѣ, повидимому, не играли существенной роли; такъ какъ фораминиферы и въ слѣдующее за пермокарбономъ время, за исключеніемъ эоцена (нуммулиты) и настоящаго времени (планктонныя глобигерины), были распредѣлены довольно равномѣрно и въ умѣренномъ количествѣ то ихъ массовое появленіе въ продуктусовомъ морѣ представляетъ своего рода геологическое событіе. Родъ Fusulina (рис. 154) состоитъ изъ раздѣленной на камеры тонкой пластинки, свернутой веретенообразно, и видомъ напоминаетъ пшеничное зерно. Формы, появляющіяся въ нижнекарбонномъ морѣ, еще мелки, но вскорѣ онѣ увеличиваются въ своихъ размѣрахъ, и ихъ раковины длиною отъ 8 до 12 миллиметровъ въ поразительномъ числѣ наполняютъ известняки Восточныхъ Альпъ, Россіи, Китая, Гватемалы и Сѣверной Америки. Затѣмъ появляется родъ Schwagerina, связанный съ Fusulina постепенными переходами; раздѣленная на камеры, шаровидная раковина Zchwagerina достигаетъ величины горошины; въ Альпахъ, Россіи, на Уралѣ, въ Персіи, Китаѣ, Индо-Китаѣ, на Суматрѣ, Борнео и въ Японіи эти раковины слагаютъ цѣлыя породы. Въ то время, какъ Fusulina[2] образуетъ рѣзко обособленныя по провинціямъ фауны, Schwagerina princeps, напримѣръ, распространена отъ Альпъ до Китая. Но фузулины живутъ еще дальше и находится въ пермскихъ слояхъ Сициліи, Сѣверной Индіи и Бурмы. Къ началу тріасоваго періода эта группа совершенно вымираетъ.

Рис. 153. Productus semireticulatus. Широко распространенъ въ каменноугольномъ известнякѣ. Полые шипы отломаны.

Среди кораллovъ, часто выступающихъ въ качествѣ рифообразователей, встрѣчаются еще, правда, отдѣльные представители съ толстыми раковинами болѣе древней эпохи, но, наряду съ ними, преобладающее значеніе пріобрѣтаютъ формы, образующія полипняки. Особенно большое значеніе въ карбонныхъ рифахъ получаетъ родъ Lithostrotion.

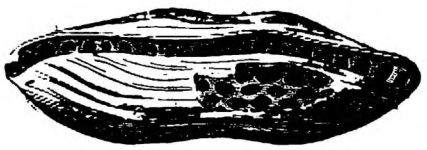


Рис 154. Fusulina cylindrica. Раковина увеличена въ 10 разъ. Внѣшняя стѣнка частью обломана, благодаря чему видны внутреннія камеры. Играла въ каменноугольный періодъ породообразующую роль.

Табуляты представлены еще немногими родами, изъ которыхъ Chaetetes играетъ породообразующую роль.

Группа иглокожихъ переживаетъ эпоху интенсивнаго развитія. Особенно въ Сѣверной Америкѣ отложенія каменноугольнаго періода необычайно богаты прелестной фауной морскихъ лилій. Правда, 20 девонскимъ семействамъ противостоятъ лишь 12 каменноугольныхъ, но въ Айовѣ и Индіанѣ они такъ богаты формами, что изъ сѣраго морского ила, затвердѣвшаго лишь незначительно, можно выбрать сотни видовъ въ прекрасно сохранившемся состояніи. Американская побочная вѣтвь морскихъ лилій, существующая съ верхнесилурійской эпохи[3], такъ называемыя бластоидеи, достигаютъ въ карбонѣ кульминаціонной точки своего развитія. Въ фаунахъ при большомъ богатствѣ особями можно различать 15 родовъ и болѣе 50 видовъ.

Вмѣстѣ съ тѣмъ выступаютъ морскіе ежи (рис. 155 и 156) величиною съ кулакъ, играющіе породообразующую роль. На пластинкѣ въ футъ величиною найдено было одиннадцать экземпляровъ Melonites. Какъ у всѣхъ морскихъ ежей древности, позднѣе выступающій типъ двадцатирядовой раковины еще не готовъ: эти древніе роды обнаруживаютъ иныя числовыя отношенія (15—60 рядовъ). Изъ 10 родовъ [4] и 50 видовъ сѣвероамериканскаго карбона по всю сторону Атлантическаго океана встрѣчаются только три рода.

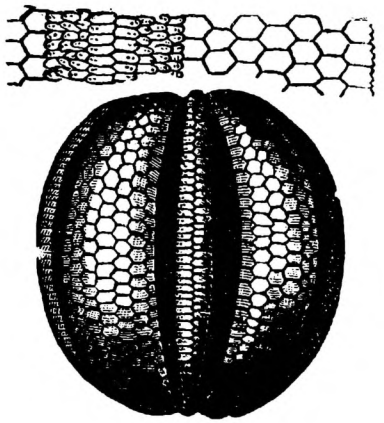


Рис. 155. Melonites multipora ($^1/_3$). Морской ежъ изъ карбона Сѣверной Америки. Плоскія бороздки соотвѣтствуютъ границѣ между каждыми 2 амбулакральными и 7 межамбулакральными пластинками.

Многочисленныя мшанки своими известковыми колоніями покрываютъ всевозможныя чужія тѣла и иногда складываютъ цѣлыя породы.

Чрезвычайно характерно богатое развитіе семействъ плеченогихъ. Часто служащіе руководящими окаменѣлостями виды Spirifer (рис. 157), какъ уже сказано выше, по значенію далеко уступаютъ продуктидамъ, которыя по степени приспособленности и географическому распространенію затмеваютъ все, что сдѣлано плеченогими на протяженіи всей исторіи земли. Productus giganteus въ открытомъ морѣ, на омываемыхъ прибоемъ утесахъ рифовъ, достигалъ величины дѣтской головы, но въ бракической водѣ онъ достигалъ всего нѣсколькихъ сантиметровъ. Productus semireticulatus, Productus cora и другіе виды отличаются своимъ всемірнымъ распространеніемъ.

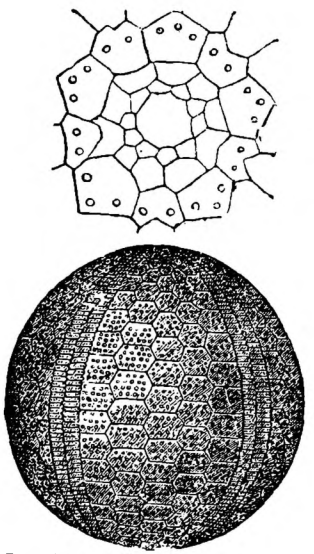


Рис. 156. Palaechinus elegans изъ ирландскаго каменноугольнаго известняка. Шаровая раковина; 5 межамбулякральныхъ рядовъ пластинокъ между каждыми двумя парами продырявленныхъ амбулакральныхъ рядовъ пластинокъ.

Шипы [5] Productus'a у нѣкоторыхъ формъ въ четыре раза больше діаметра. Трудно составить себѣ представленіе о значеніи этихъ органовъ. Но, такъ или иначе, эти формы не могли жить на мелкомъ днѣ, гдѣ волненіе приводитъ въ движеніе всю толщу воды до самаго дна, такъ какъ здѣсь нѣжные шипы въ короткое время подверглись бы разрушенію. Трудно понять, какъ онѣ, вообще, могли лежать на днѣ, даже въ глубокой, совершенно спокойной водѣ; быть можетъ, онѣ кончиками этихъ трубочекъ садились на листья водныхъ растеній и послѣдними переносились по водѣ; весьма вѣроятно, что нѣкоторые широко распространенные виды Productus'a принадлежали къ типу планктонныхъ животныхъ.

Productus complectens охватывалъ своими шипами криноидные

стебли, Productus longissimus и Productus horridus окружены короной длинныхъ, заостренныхъ, серебристыхъ шиповъ, благодаря которымъ они, вѣроятно, имѣли возможность держаться въ свободно подвѣшенномъ состояніи въ свободной водѣ или, по меньшей мѣрѣ, среди водорослей. Заслуженное вниманіе вызвалъ къ себѣ родъ Richthofenia (рис. 158), распространенный въ Сѣверной Индіи и вначалѣ считавшійся кораллomъ. Одна створка раковины превращена въ рогъ въ 8 сантиметровъ длиною, внутренняя полость котораго наполнена днищами и другими укрѣпляющими элементами, широко распространенными у болѣе древнихъ коралловъ. Шипы превратились въ корни, которыми это коралло-подобное образованіе прикрѣплялось къ опредѣленному пункту, а отверстіе закрывалось, какъ у коралловъ, круглой крышечкой. Сходство [6] этого строенія со строеніемъ коралловъ древняго времени, а также со строеніемъ появляющихся впервые въ мѣловой періодъ скрытоголовыхъ гиппуритовъ такъ поразительно, что, благодаря ему, удалось пролить яркій свѣтъ на физіологическое значеніе днищъ (Tabulae) у древнихъ коралловъ. Въ самомъ дѣлѣ, если столь характерные для этихъ формъ опорные элементы имѣются въ совершенно одинаковомъ видѣ у карбонныхъ плеченогихъ и мѣловыхъ пластинчатожаберныхъ, то элементамъ этимъ не слѣдуетъ придавать морфологическое значеніе, а скорѣе на это устройство нужно смотрѣть, какъ на явленіе приспособленія.

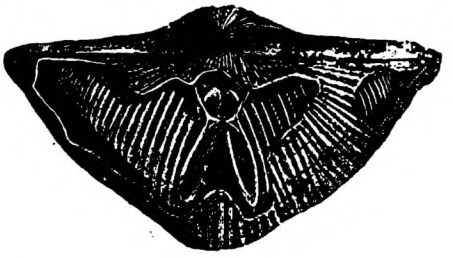


Рис. 157. Spirifer Striatus изъ ирландскаго каменноугольнаго известняка. Стѣнка раковины частью срѣзана, и видны оба спиральныхъ ручныхъ конуса, обращенныхъ другъ къ другу основаніями и заканчивающихся въ вершинѣ раковины.

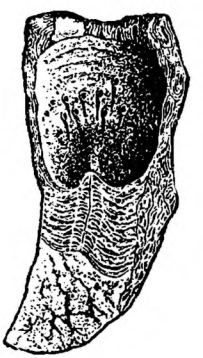


Рис. 158. Richthofenia Lawrenciana (продольный разрѣзъ) изъ пермскихъ отложеній Индіи. Плеченогое, которое сильно утолщенной нижней створкой, имѣющей форму рога, прирастало къ морскому дну и могло закрываться верхней створкой, имѣющей форму крышки.

Своеобразнаго расцвѣта достигаютъ въ каменноугольный періодъ роды Orthoceras и Nautilus. Первый изъ нихъ представленъ болѣе, чѣмъ сотней видовъ, которые, правда, не могутъ выдержать сравненія съ 850 силурійскими видами; тѣмъ не менѣе, рѣзко выраженная структура ихъ поверхности показываетъ, что родъ былъ еще весьма жизнеспособенъ. Рогообразно изогнутая раковина Cyrthoceras представлена почти такимъ же числомъ видовъ, какимъ она представлена въ девонѣ. Но особенно интенсивно развивается родъ Nautilus, который, распадаясь на пять подродовъ, представленъ 84 видами. Nautilus продолжаетъ жить съ тѣхъ поръ до настоящаго времени, сохранивъ свои родовые признаки, но число его видовъ убываетъ, а жизнеспособность исчезаетъ.

Картина каменноугольной фауны не была бы полна, если бы мы не указали особо на тѣ формы, которыя обречены были на гибель еще въ концѣ девонскаго періода. Особенно явственно мы это видимъ на трилобитахъ, достигшихъ величайшаго расцвѣта въ нижнесилу-

рійскую эпоху и съ уменьшенной силой прошедшихъ сплошь черезъ верхнесилурійскую эпоху и девонскій періодъ. Теперь, въ каменноугольный періодъ, кривая ихъ жизненной энергіи круто падаетъ: лишь немногіе роды (рис. 159) и виды незначительной величины ведутъ еще жалкую жизнь и частью спасаются отъ могущественныхъ враговъ путемъ переселенія въ бракическія и прѣсныя воды. Но и плеченогія обнаруживаютъ существенное уменьшеніе родовъ, цистоидеи совершенно исчезаютъ; то же можно сказать о рецептакулитахъ и граптолитахъ. Многочисленные роды силурійскихъ и девонскихъ коралловъ, табулятъ, морскихъ лилій, морскихъ звѣздъ, скрытоголовыхъ, улитокъ, наутилоидей вымираютъ, и если бы намъ извѣстны были населявшія древнія моря животныя формы безъ известковыхъ скелетовъ, то къ перечисленнымъ группамъ можно было бы присоединить еще нѣсколько группъ.

Рис. 159. Griffithides globiceps изъ нижняго карбона Силезіи.

Такимъ образомъ, напрашивается вопросъ, почему именно въ это время въ морской фаунѣ исчезаютъ нѣкоторые древніе типы, почему послѣдніе трилобиты и эвриптериды спасаются въ прѣсныя воды, такъ что общая картина фауны постепенно измѣняется, повсюду происходитъ смѣна древнихъ формъ новыми вѣтвями родословнаго дерева, и подготовляется тотъ переворотъ, который такъ рѣзко бросается намъ въ глаза, когда мы сравниваемъ пермскую морскую фауну Германіи съ животнымъ міромъ раковиннаго известняка.

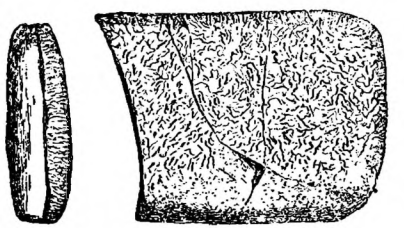
Весьма поразительно то, что среди кембрійскихъ, силурійскихъ и девонскихъ морскихъ животныхъ извѣстно такъ мало хищниковъ. Можно было бы подумать, что трилобиты, достигающіе величины въ 75 сантиметровъ, исполинскіе ракообразные длиной около метра или панцырныя рыбы съ сильно развитыми челюстями,—что эти формы вели хищническій образъ жизни, истребляя окружающую ихъ фауну. Но, разсматривая съ этой точки зрѣнія ихъ ноги и ртовые механизмы, мы убѣждаемся въ томъ, что у нихъ отсутствуютъ крѣпкіе хватательные органы, а также рѣжущіе, острые зубы. Pterygotus своей изящной, сидящей на длинномъ тонкомъ стеблѣ клешней могъ, самое большее, очищать свой спинной щитъ отъ пристававшихъ полиповъ или водорослей, а клешня Eurypterus на первый взглядъ представляется опаснѣе, чѣмъ она оказывается при болѣе внимательномъ разсмотрѣніи. Удивительно именно то, что ни у одного трилобита не извѣстны рѣжущіе челюстные края, и что эти, частью столь крупныя, животныя должны были питаться растительной пищей или гніющимъ иломъ. А у панцырныхъ рыбъ насъ поражаетъ то обстоятельство, что онѣ хорошо вооружены для защиты, но весьма неудовлетворительно защищены для нападенія. Если мы сравнимъ этотъ древній міръ организмовъ съ до прихотливости сложнымъ сочетаніемъ хищниковъ и ихъ добычи, которое мы находимъ въ современныхъ моряхъ, то мы легко убѣдимся въ томъ, что въ тѣ древнія времена борьба за существованіе въ собственномъ смыслѣ этого слова еще не существовала, и что отборъ обусловливался больше всего способностью къ размноженію, половымъ подборомъ и смѣной жизненныхъ условій.

Но съ наступленіемъ каменноугольнаго періода въ игру силъ, управляющихъ жизнью морской фауны, вступаетъ новый факторъ.

Селахіи, присутствіе которыхъ въ болѣе древнихъ слояхъ доказываютъ только разрозненные зубы, плавниковые шипы или кожныя, костныя образованія, наполняютъ каменноугольное море своими видами, которыхъ болѣе 300. Правда, нынѣ живущія группы этихъ хрящевыхъ рыбъ (акулы и скаты) еще совершенно отсутствуютъ: эти группы мы находимъ впервые въ верхнеюрскихъ отложеніяхъ. Но семейства Hybodonta Cochliodonta и нѣкоторыя родственныя имъ группы выступаютъ приблизительно 60 родами, и если часто сохра-

163.

161.



162.

160.

Рис. 160, 161, 162, 163. Зубы каменноугольныхъ рыбъ. Рис. 160. Cladodus striatus. Рис. 161. Polyrhizodus radicans. Рис. 162. Psammodus rugosus. Рис. 163. Cochliodus contortus.

няются лишь зубы или плавниковые шипы, то именно величина и форма этихъ образованій показываютъ, насколько всесторонне эти рыбы умѣли примѣнять свой механизмъ для хищничества и какъ свободно онѣ должны были чувствовать себя среди безоружныхъ, плохо защищенныхъ, костныхъ формъ древности. Особенно многочисленны снабженные многими зазубринами зубы Cladodus (рис. 160), Phoebodus и т. д. Рядомъ съ ними мы находимъ широкіе жевательные зубы Psammodus (рис. 162) и рѣжущіе бугорчатые зубы Polyrhizodus (рис. 161). Особенно замѣчательны зубныя пластинки Cochliodus (рис. 163), по формѣ напоминающія разрѣзанную раковину улитки и достигающія у Chitonodus длины въ 10 сантиметовъ. Если судить объ образѣ жизни этихъ хрящевыхъ рыбъ на основаніи сравненія ихъ съ нынѣ живущими

хрящевыми рыбами съ соотвѣтствующими формами зубовъ, то мы видимъ формы, которыя своими острыми ножевыми зубами легко могли разрѣзать любого врага; затѣмъ мы видимъ челюсти, наполненныя многочисленными колючими остріями, которыя позволяли схватывать и удерживать проходя мимо добычу; далѣе, мы находимъ широкія, бугорчатыя зубныя пластинки, хорошо приспособленныя для измельченія толстыхъ раковинъ пластинчатожаберныхъ, улитокъ, плеченогихъ, ракообразныхъ, и, наконецъ, пилообразно заостренные ряды зубовъ, съ помощью которыхъ легко было отпиливать неподвижно прикрѣпленныя колоніи животныхъ. Форма и величина этихъ рыбъ были такъ же разнообразны, какъ разнообразны были способы ихъ питанія; въ то время, какъ однѣ изъ нихъ окружали пестрые коралловые утесы и съ быстротою молніи преслѣдовали свою быстро передвигавшуюся добычу, другія подстерегали въ трещинахъ и полостяхъ вяло подползающихъ улитокъ и трилобитовъ или закапывались въ песокъ и илъ, чтобы, такимъ образомъ, хитростью овладѣть добычей.

Среди нынѣ живущихъ хрящевыхъ рыбъ особенный интересъ возбуждаетъ усаженная зубами носовая часть пилы-рыбы. Но заблужденіе думать, что этотъ органъ служитъ и для разрѣзанія крупныхъ враговъ; въ сумеречномъ свѣтѣ моря эта рыба едва-ли въ состояніи точно разсмотрѣть быстро перемѣщающуюся добычу и настолько вѣрно намѣтить ее, чтобы безошибочно схватить. Пила скорѣе служитъ для того, чтобы разрѣзывать заросли морскихъ растеній при вторженіи въ густыя чащи водорослей, среди которыхъ безпрепятственно развивается богатая животная жизнь. Такъ охотникъ съ помощью ножа расчищаетъ себѣ дорогу въ густомъ первобытномъ лѣсу.

Подобными приспособленіями было снабжено не одно каменноугольное семейство рыбъ: у Edestus на затылкѣ или на щекахъ помѣщались большіе плавниковые шипы, усаженные крѣпкими зубами, а у Helicoprion вдоль спины тянулся рядъ крупныхъ сочлененныхъ накожныхъ зубовъ. Эти острые спинные зубы, связанные между собою упругими связками, чтобы оправдать свое назначеніе, должны были при быстрыхъ передвиженіяхъ животнаго легко перемѣщаться другъ относительно друга и въ то же время оставаться прочно связанными между собою. Такимъ образомъ, они оставались связанными между собою и послѣ смерти животнаго, и въ то время, какъ спинные мускулы разлагались, они свертывались въ своеобразную спираль (рис. 164); эта спираль не помѣщалась на носу и не могла, какъ думали раньше, выпрямляться отъ надуванія, а принимала эту своеобразную форму лишь послѣ смерти животнаго.

Такъ подвижная фауна селахій неудержимо проникала во всѣ уголки каменноугольнаго моря; существовавшая въ изобиліи пища давала имъ возможность усиленно размножаться; что сами селахіи иногда терпѣли неудачу въ своемъ хищническомъ ремеслѣ, объ этомъ можно судить по многочисленнымъ, отдѣльнымъ зубамъ, которые онѣ при этомъ теряли, и которые мы теперь находимъ вездѣ разсѣянными въ известнякахъ каменноугольнаго періода. Но такъ какъ низкоорганизованныя позвоночныя животныя отличаются способностью безграничной замѣны утраченныхъ зубовъ новыми, то изъ ихъ ртовой слизистой оболочки опять выростали новые зубы; такимъ образомъ, ихъ опасное оружіе быстро возобновлялось.

Не трудно обозрѣть перемѣны, вызванныя въ каменноугольномъ морѣ этимъ родомъ пиратовъ: сперва они уничтожили всѣ безоружныя, незащищенныя формы, до того времени ведшія спокойную, никѣмъ не нарушаемую жизнь. Вслѣдствіе этого, возникъ весьма интенсивный подборъ, и взаимныя біономическія отношенія выживающихъ постоянно мѣнялись. Большіе одиночные кораллы, въ чашечкѣ

Рис. 164. Зубная спираль. Helicoprion Bessononi. Артинскій ярусъ Урала.

которыхъ мясистая саркода представляла легко доступную пищу, скоро были истреблены, но зато расцвѣли полипняковыя формы, у которыхъ каждая особь—незначительной величины, но лучше защищена въ густосплетенной колоніи. Табуляты со своими длинными нѣжными известковыми трубочками исчезли, за исключеніемъ Chaetetes, у которыхъ плотно примыкающія одна къ другой трубочки тонки, какъ иглы. Многочисленные роды пластинчатожаберныхъ и плеченогихъ съ тонкой раковиной вымираютъ, и только спириферіды были защищены отъ нападенія, благодаря тому, что у нихъ полость раковины почти сплошь заполнялась спиральными конусами ихъ ручного аппарата, и при ея раздробленіи зубами хищника острые обломки

дѣлали мясо не съѣдобнымъ. Productus защищенъ былъ своей толстой, усаженной шипами раковиной. Что многочисленные роды морскихъ лилій съ цистоидеями погибли, это также понятно, какъ понятно явленіе большихъ толстораковинныхъ или вооруженныхъ крѣпкими длинными шипами морскихъ ежей. Украшенныя шипами и ребрами раковины Orthoceras также обнаруживаютъ явленія приспособленія къ вновь выступающимъ врагамъ, и отъ той же причины зависитъ, очевидно, исчезновеніе изъ моря послѣднихъ трилобитовъ и ихъ вторженіе въ бракическія и прѣсныя воды.

Такъ шагъ за шагомъ измѣнялась фауна, все большее значеніе пріобрѣтали новые роды, лучше защищенные и приспособленные къ новымъ условіямъ. Въ этомъ отношеніи мы должны особенно указать на аммонитовъ: ихъ, въ большинствѣ случаевъ, гладкая и завитая раковина, укрѣпленная многочисленными складчатыми перегородками, какъ гидростатическій органъ, допускала быстрыя вертикальныя перемѣщенія; при приближеніи врага аммониту стоило лишь быстро втянуть въ жилую камеру свои хватательныя руки, чтобы немедленно опуститься въ болѣе глубокіе слои воды и, такимъ образомъ, уйти отъ врага. Во всякомъ случаѣ поврежденныя и вновь залѣченныя раковины аммонитовъ встрѣчаются поразительно рѣдко—краснорѣчивое доказательство того, насколько стойкой сдѣлалась тонкая раковина, благодаря складкамъ сутурной линіи.

Съ выступленіемъ хищныхъ рыбъ связано не только истребленіе многочисленныхъ старѣющихся родовъ и медленное развитіе новыхъ, лучше приспособленныхъ цикловъ формъ: съ этимъ явленіемъ находится, повидимому, въ связи и важный геологическій фактъ. Въ самомъ дѣлѣ, каменноугольный періодъ, въ гораздо большей степени, чѣмъ всѣ предшествующіе періоды, отличается широкимъ распространеніемъ правильно напластованныхъ, чистыхъ органическихъ обломочныхъ известняковъ. Какъ каменноугольные или горные известняки, они въ одной Россіи покрываютъ поверхность въ 2.000,000 квадратныхъ километровъ; равнымъ образомъ, они широко распространены въ Бельгіи, Англіи и Ирландіи и могутъ быть далеко прослѣжены также въ Азіи и Сѣверной Америкѣ.

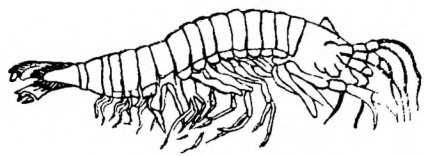


Рис 165. Gampsonyx fimbriatus. Пермскія отложенія Саарбрюкена. Промежуточная форма между равноногими, бокоплавами и болѣе высокими ракообразными; встрѣчается большими массами въ болотахъ пермской эпохи.

Названіе „каменноугольный известнякъ“ можетъ подать поводъ къ предположенію, что углистыя примѣси сообщаютъ известняку черный цвѣтъ; въ Восточныхъ Альпахъ, а также въ Бельгіи, дѣйствительно, извѣстны такіе темные известняки. Но, разсматривая слои каменноугольнаго известняка, покрывающіе большую часть Средней Россіи, мы видимъ ослѣпительной бѣлизны банки, сплошь заполненныя прелестнѣйшими окаменѣлостями и построенныя изъ мелкихъ и крупныхъ обломковъ раковинъ всевозможныхъ морскихъ животныхъ. Въ большихъ каменноломняхъ Мячкова можно легко изучить этотъ богатый животный міръ. Фузулины встрѣчаются въ нѣкоторыхъ слояхъ столь часто, что онѣ должны быть отнесены къ породообразующимъ. Между ними найденъ былъ, какъ большая рѣдкость, родъ Nummulina,

о чрезвычайномъ развитіи котораго въ гораздо позднѣйшую эоценовую эпоху намъ придется еще говорить ниже. Пластинки и шипы Archaeocidaris находятся здѣсь въ большомъ изобиліи и принимаютъ существенное участіе въ сложеніи известняка. Великолѣпныя морскія лиліи развивали свою корону на высокомъ, толщиною въ палецъ, стеблѣ. Цѣлыми группами жили неподвижно прикрѣпленныя къ морскому дну плеченогія. Часто встрѣчаются шаровидные полипняки Chaetetes и вѣтвистыя построенія полипняковъ коралловъ. Мшанки покрывали дно своими филигранными образованіями; тамъ и тутъ ползали улитки (рис. 166). Въ водѣ свободно держались Bellerophon (рис. 167), Nautilus и Orthoceras, а истлѣвающіе скелеты всѣхъ этихъ богатыхъ видами группъ отлагались на морскомъ днѣ, образуя грандіозное кладбище. Окрашенные въ темно-бурый или густочерный цвѣтъ, зубы хищныхъ селахій рѣзко выдѣляются ва фонѣ ослѣпительно бѣлаго раковиннаго песчаника, какъ бы подчеркивая, что они представляютъ чуждый, враждебный элементъ въ этой, нѣкогда столь, пестрой біономической области.

Рис. 166. Chiton priscus. Карбоновый чешуеносный моллюскъ.

Конецъ этой столь неравной борьбы отмѣченъ вымираніемъ многочисленныхъ семействъ и родовъ каменноугольныхъ рыбъ. Можно думать, что, произведши столь ужасныя опустошенія и сильно истощивъ при этомъ свои источники питанія, хищные пираты въ концѣ концовъ увидѣли себя вынужденными нападать на своихъ сородичей и уничтожать другъ друга въ фанатической братоубійственной войнѣ. Изъ морской фауны на самомъ дѣлѣ исчезаютъ многіе роды, неограниченное господство селахій приходитъ къ концу, и ихъ мѣсто постепенно занимаютъ ганоидныя и костистыя рыбы.

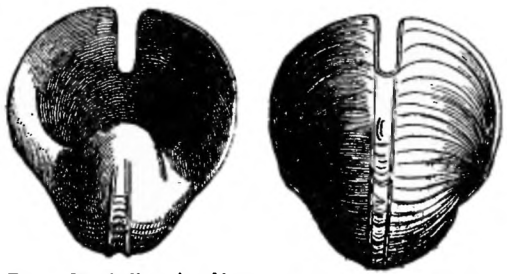


Рис. 167. Bellerophon bicarenus изъ каменноугольнаго известняка Бельгіи. Расположенная по серединѣ щель по мѣрѣ дальнѣйшаго роста животнаго закрывается известковой пластинкой, которая можетъ быть прослежена на спинѣ раковины.

Каменноугольное море, насколько можно судить по картографическимъ изображеніямъ[6], обнаруживаетъ богато расчлененную береговую линію; нѣкоторыя трансгрессіи мѣстнаго характера раздвигали его границы; тѣмъ не менѣе, въ распредѣленіи суши и воды выступаютъ нѣкоторыя крупныя, постоянныя черты. Большой арктическій материкъ вскорѣ расчленяется нѣсколькими широкими проливами на канадско-балтійскій и восточно-сибирскій участки. Сложной формы широкій морской поясъ встрѣчается въ поперечномъ направленіи изъ Тихаго океана чрезъ Соединенные Штаты въ Европу, покрываетъ средиземноморскія страны, проникаетъ на сѣверъ до Шотландіи, на югъ — до Сахары включительно, затопляетъ большую часть Россіи, Средней Азіи и Китая, чтобы у Японіи снова соединиться съ Тихимъ океаномъ Менѣе достовѣрно извѣстное распредѣленіе морей на южномъ полушаріи, но отчетливо вырисовывается большой континентальный

массивъ: онъ обнимаетъ большую часть Африки, черезъ Аравію и Белуджистанъ, Остъ-Индію, Индо-Китай доходитъ до Зондскаго архипелага и примыкаетъ къ Австраліи, какъ къ отдѣльному материку. Этотъ материкъ Гондвана былъ ареной замѣчательныхъ событій, особенно въ пермскій періодъ. Объ этихъ событіяхъ мы будемъ говорить ниже.

Самыя важныя измѣненія продуктусоваго моря состоятъ въ томъ, что сначала оно трансгрессируетъ на западѣ Сѣверной Америки, затѣмъ въ Сѣверной Европѣ и Китаѣ, позднѣе — въ арктической части Европы и Сѣверной Америки и въ западной части средней Европы. Для Европы, наконецъ, особенно важное значеніе имѣло затопленіе ея въ верхнепермскую эпоху надвинувшимся съ сѣвера цехштейновымъ моремъ.

На сѣверныхъ материкахъ, равно какъ на материкѣ Гондваны образовывались громадныя массы продуктовъ вывѣтриванія; этотъ обломочный матеріалъ, правда, большей частью, нагромождался на материкахъ, благодаря тому, что стокъ къ океану неоднократно прекращался, но стокъ каждый разъ снова возстановлялся, и обломочный матеріалъ сносился въ море. Принимая это во вниманіе, мы поймемъ, какъ сильно измѣнялись очертанія моря. Сѣрые и желтые песчаники окаймляли берега бѣдныхъ растительностью пустынь, и колоссальныя дельты сѣраго ила выносились изъ богатыхъ растительностью прибрежныхъ странъ въ море. Въ предѣлахъ этихъ илистыхъ дельтовыхъ областей, естественно, были налицо условія для того, чтобы то соленыя волны моря вторгались далеко въ материкъ, то, наоборотъ, прѣсная вода проникала въ море. Въ слѣдующей главѣ мы займемся подробнымъ выясненіемъ геологическаго значенія этихъ обстоятельствъ. Здѣсь же мы укажемъ лишь на то, что тѣ то мелкозернистыя, то песчаныя и изобилующія гальками дельтовыя отложенія, окрашенныя истлѣвшими растеніями въ сѣрый цвѣтъ,—что они подъ названіемъ „кульма“ широко распространены въ Англіи и Германіи и достигаютъ мощности до 2000 метровъ. Морскихъ окаменѣлостей въ нихъ очень мало, чаще всего встрѣчаются псевдопланктонныя морскія лиліи, приставшія къ переносившимся водою деревьямъ, и пустыя раковины гоніатитовъ. Зато неглубокія бракическія озера были населены тонкораковинными двустворчатыми (Posidonomya Becheri) (фиг. 168).

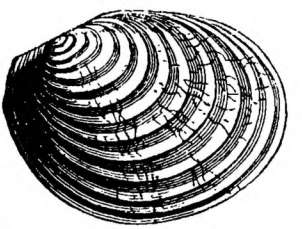


Рис. 168. Posidonomya Becheri. Полупрѣсноводный моллюскъ, обитавшій со обществами въ каменноугольныхъ болотахъ.

Такимъ образомъ, у берега море воевало съ сушей за расширеніе своихъ владѣній; въ то же время на днѣ моря возникали плоскіе складчатые хребты, превращали море въ рядъ отмелей и болотистую островную страну, а съ дальнѣйшимъ процессомъ горообразованія возникали скалистыя, все выше поднимающіяся горныя цѣпи. Къ этому присоединились грандіозныя вулканическія изверженія. Всѣ эти явленія, которыя въ слѣдующей главѣ будутъ описаны нами обстоятельнѣе, постоянно измѣняли береговую линію и заставляли фауну безпрестанно мигрировать

Въ виду этого, морское развитіе каменноугольныхъ и пермскихъ отложеній постоянно прерывается материковыми включеніями: богатыми растительными остатками, песчаниками, красными конгломератами, не содержащими окаменѣлостей сѣрыми вакками и др. Если къ этому прибавимъ, что болѣе молодыя морскія породы скрываютъ значительную часть каменноугольныхъ и пермскихъ отложеній, то мы поймемъ, почему эти отложенія извѣстны лишь въ отдѣльныхъ обнаженіяхъ, между которыми обширныя пространства недоступны болѣе точному изслѣдованію.

Но и эти разсѣянные остатки при сравненіи ихъ фаунъ достовѣрно показываютъ, что широкое Средиземное море (Тетисъ), область распространенія котораго уже описана нами, было населено весьма однородной фауной, и позволяютъ прослѣдить безъ пробѣловъ и перерывовъ развитіе девонскихъ морскихъ фаунъ черезъ каменноугольныя и пермскія фауны продуктусоваго моря вплоть до тріасоваго періода. Этотъ фактъ имѣетъ чрезвычайное значеніе, такъ какъ раньше думали, что фауна продуктусоваго моря совершенно вымерла въ концѣ пермской эпохи, и что съ тріасомъ начался совершенно непосредственно новый періодъ творенія. Здѣсь воздвигнута была та крѣпкая стѣна, которая отдѣляла древнюю эру развитія земли (палеозой) отъ среднихъ вѣковъ (мезозой); этотъ, казавшійся весьма серьезно обоснованнымъ, взглядъ оказалъ вліяніе не только на изученіе процессовъ пережитыхъ землею на протяженіи своего историческаго развитія, но и на систематику въ палеонтологіи.

Если мы раскроемъ какой-нибудь старый учебникъ, то увидимъ, что живой палеозой рѣзко противопоставляется живому міру мезозойской эры; мы найдемъ слѣдующую таблицу руководящихъ формъ:

Руководящія формы палеозоя:	Руководящія формы мезозоя:
Тетракораллы,	Гексакораллы,
Палеокринодеи,	Неокриноидеи,
Палехиниды,	Эвехиноидеи,
Прямыя наутилоидеи,	——
Гоніатиты,	Аммониты.
Трилобиты,	——

Благодаря непрекращавшимся успѣхамъ геологическаго изслѣдованія, эта стѣна была постепенно, камень за камнемъ, разобрана, медленно пробивались въ ней бреши, медленно онѣ расширялись, и все тѣснѣе примыкали другъ къ другу прежде столь рѣзко обособленныя фауны. Въ альпійскомъ тріасѣ при Гальштадтѣ найдена была богатая формами фауна, въ которой встрѣчаются совмѣстно раковины Orthoceras и аммонитовъ; вскорѣ затѣмъ въ Сѣверной Индіи и Арменіи, на Уралѣ и въ Сициліи познакомились со своеобразными смѣшанными родами, и коллекціи обогащались весьма цѣннымъ матеріаломъ изъ переходныхъ слоевъ. Теперь мы знаемъ, что рѣзкой границы между палеозоемъ и мезозоемъ не существуетъ, что ихъ фауны связаны между собою неразрывно.

Разнообразны, какъ и ихъ судьбы, породы этихъ древнихъ морей. Слоистые песчаники, превращенный въ сланцы илъ и мощные известняки выступаютъ въ пестрой смѣнѣ. Рядомъ съ горнымъ из-

вестякомъ, уже описаннымъ нами и распространеннымъ, главнымъ образомъ, въ Россіи, Бельгіи, Ирландіи и Сѣверной Америкѣ, выступаютъ неслоистые рифовые известняки съ богатымя фаунами. Мы находимъ ихъ въ нижнемъ карбонѣ, Бельгіи, Англіи и Алабамѣ, затѣмъ снова въ пермскихъ отложеніяхъ Сициліи и Тюрингіи; между промежуточными рядами слоевъ тоже расположены чечевицы рифовыхъ известняковъ, свидѣтельствующія о продолженіи процесса рифообразованія. Въ Дакотѣ, на Шпицбергенѣ, на Уралѣ, въ Сициліи, Арменіи, Персіи и Индіи мы видимъ, какъ древнія каменноугольныя фауны исчезаютъ, и появляются роды аммонитовъ, какъ представители новой эры. Фузулиновый известнякъ въ долинѣ Сосіо у Палермо содержитъ 54 новыхъ вида аммонитовъ[9]. Фауна улитокъ тоже обнаруживаетъ новыя формы. Точно такъ же сѣвероиндійскіе продуктусовые известняки содержатъ множество новыхъ аммонитовъ.

И если бы Productus и Fusulina, встрѣчающіяся въ различныхъ мѣстахъ, не указывали на принадлежность этихъ образованій къ болѣе древнимъ отложеніямъ, то всю фауну можно было бы отнести къ мезозойскому животному міру.

Изъ всѣхъ этихъ, болѣе молодыхъ фаунъ продуктусоваго моря мы разсмотримъ лишь фауну цехштейна, такъ какъ она представляетъ послѣднее выступленіе древнѣйшаго животнаго міра и имѣла большое значеніе для дальнѣйшихъ судебъ Европы.

Древній, красный пустынный материкъ, какъ намъ придется еще показать ниже, уже въ продолженіе нижнекаменноугольной эпохи заселился богатой фауной, которая образовала мощныя залежи каменнаго угля и известняка даже на Медвѣжьихъ островахъ и на Шпицбергенѣ.

Бушевавшее у береговъ этого материка море медленно вторгалось въ него и отлагало на немъ свои осадки. Такимъ образомъ, на верхнедевонскихъ и нижнекаменноугольныхъ песчаникахъ, содержащихъ остатки растеній, залегаетъ морской, бѣлый известнякъ мощностью въ 10 метровъ, богатый плеченогими. Отложенія висячаго бока, представляющія кремнистый сланецъ, содержатъ два вида Productus (Productus horridus и Productus cancriniformis), дальнѣйшее распространеніе которыхъ наталкиваетъ на очень интересные выводы. Въ самомъ дѣлѣ, вскорѣ мы находимъ эти виды широко распространенными въ Германіи и до Восточной Россіи на томъ самомъ мѣстѣ, которое незадолго до того представляло богатый растительностью материкъ и покрыто было мощными конгломератами и вулканическими отложеніями періода краснаго лежня.

На прекрасныхъ разрѣзахъ мы ясно и отчетливо видимъ трансгрессивное вторженіе продуктусоваго моря.

Стремительно надвигались волны, размывали мягкій матеріалъ широко распространенныхъ продуктовъ разрушенія горныхъ областей, пески равнинъ, глины и пеплы вулканическихъ горъ и смѣшивало этотъ матеріалъ съ истертыми известковыми раковинами морскихъ обитателей, Такъ образовалась своеобразная брекчія, получившая названіе „цехштейноваго конгломерата“.

Вновь образовавшееся море было еще мелководно, неглубокія бухты вездѣ раздѣлялись на отмели и илистые острова, на которыхъ процвѣтала пышная болотистая флора. Вѣтки и плоды Voltzia и

Ullmania, листья папоротниковидныхъ Sphenopteris и Odontopteris, а также сгнившія части другихъ растеній смѣшивались съ илистымъ осадкомъ дна, и лишь немногіе эвригалинные (нечувствительные къ измѣненіямъ солености воды) обитатели открытаго моря осмѣливались вторгаться въ эти прибрежныя области. Въ мѣдистомъ сланцѣ, представляющемъ осадки этого болота, найдено 33 вида рыбъ; жили ли всѣ эти виды въ болотѣ или частью перенесены были сюда водою въ видѣ труповъ, этотъ вопросъ нуждается еще въ изслѣдованіи. Нужно, однако, замѣтить, что болѣе или менѣе часто встрѣчаются только стройный Palaeoniscus и широкотуловищный Platysomus. Въ мѣдистомъ сланцѣ не найденъ ни одинъ представитель ракушечныхъ (Cythere), столь широко распространенныхъ въ нижнецехштейновомъ морѣ. Что пустыя раковины Nautilus и Orthoceras иногда заносило сюда теченіемъ, въ этомъ нѣтъ ничего удивительнаго. Изъ 30 приблизительно улитокъ цехштейна здѣсь найдены только Turbonilla Gibbsoni и Dentalium Speyeri; изъ 40 слишкомъ двустворчатыхъ лишь немногіе тонкораковинные виды чувствовали себя вольготно на гніющемъ илѣ.

Благодаря притоку водъ, содержавшихъ въ растворѣ мѣдь, послѣдняя осаждалась изъ раствора разлагающимися органическими веществами; такимъ образомъ, слой ила, мощность котораго равняется едва одному футу, постепенно обогащался содержаніемъ мѣди и имѣетъ столь важное техническое значеніе.

Снова вторглось море и окончательно завладѣло столь долго оспаривавшейся прибрежной областью европейскаго материка. Теперь синія воды соленаго моря простираются до Судетскихъ и Рудныхъ горъ, на югѣ до Гейдельберга, на западѣ почти до Эльзаса. Productus, Strophalosia, Terebratula, Dielasma, Schizodus, Myalina и др. заселяютъ море въ невѣроятномъ числѣ недѣлимыхъ, но въ незначительномъ числѣ видовъ; головоногія почти совершенно отсутствуютъ.

На возвышающихся на морскомъ днѣ утесахъ поселяются мшанки (Fenestella) и стромаріи (Spongia Schubarthi), образуютъ рифоподобно возвышающіеся известковые острова и расчленяютъ поверхность прилегающаго къ материку моря. При вымираніи этихъ животныхъ ихъ известковое вещество превращалось, большей частью, въ кристаллическій известнякъ или доломитъ, но въ полостяхъ и пустотахъ часто сохранялось поразительное множество маленькихъ окаменѣлостей. Мы находимъ тамъ изящныя чашечки Fenestella, цѣлыя поселенія маленькихъ теребратулъ, разсыпавшіеся стебли изящныхъ морскихъ лилій и вооруженныя шипами раковины продуктидъ. Удалось обнаружить даже микроскопически мелкіе известковые крючки голотурій.

Совершенно аналогичная фауна выступаетъ въ цехштейнѣ Урала и свидѣтельствуетъ о томъ, что и туда доходилъ заливъ продуктусоваго моря. Но скоро соединеніе этого обширнаго, неглубокаго бассейна съ океаномъ прекратилось, прекратился и обмѣнъ воды: богатое животными море превратилось въ систему мелководныхъ соляныхъ бассейновъ, испарившихся въ верхнецехштейновую эпоху подъ вліяніемъ горячихъ лучей солнца.

20. Образованіе складокъ въ земной корѣ и происхожденіе каменныхъ углей.

Изучая породы, образовавшіяся во время палеозоя въ Европѣ, Сѣверной Америкѣ и Азіи, мы съ удивленіемъ замѣчаемъ, что многочисленныя толщи породъ все возрастающей мощности на протяженіи кембрійскаго, силурійскаго, девонскаго и каменноугольнаго періодовъ отлагались въ однѣхъ и тѣхъ же областяхъ, и, тѣмъ не менѣе, всѣ эти породы по своимъ литологическимъ и фаунистическимъ признакамъ должны быть признаны за образованія мелкихъ или среднихъ морскихъ глубинъ.

Если бы можно было допустить, что палеозойская свита слоевъ мощностью отъ 3000 до 5000 метровъ отложилась въ морскомъ бассейнѣ такой же глубины, то мы должны были бы наблюдать, что кембрійскія отложенія образовались на глубинѣ 4000 метровъ, отложенія силура, быть можетъ,—на глубинѣ 3000 метровъ, девонскія отложенія—на глубинѣ 2000, отложенія карбона—на все убывающей глубинѣ, и, въ соотвѣтствіи съ этимъ, кембрійская фауна должна была бы носить характеръ глубоководный, и ни въ силурѣ, ни въ девонѣ невозможно было бы наблюдать признаковъ мелководья и тѣмъ болѣе близости береговой линіи. Но подобные признаки обнаруживаются повсемѣстно: какъ въ Европѣ, такъ и Сѣверной Америкѣ мы узнаемъ непрерывный рядъ явленій постоянно заполняемаго бассейна. Въ Сѣверной Америкѣ, гдѣ эти явленія были впервые изучены, Голь (Hall) и Дэна (Dana) нашли, что они отлагались на о п у с к а ю щ е м с я днѣ, что обширные участки земной коры (геосинклинали) медленно опускались въ глубину и, вслѣдствіе постоянно возраставшей разности уровней, они постоянно привлекали къ себѣ всѣ сточныя воды окружающихъ материковъ, и такимъ образомъ въ геосинклинали безостановочно сносились продукты разрушенія отдаленныхъ высокихъ горныхъ цѣпей, а также пепельные покровы материковыхъ и морскихъ вулкановъ и слагали все растущую свиту слоевъ, въ которую на днѣ морскомъ вклинивались органическаго происхожденія известняки въ видѣ рифовъ и бар ъ.

Мы должны выбрать нашъ пунктъ наблюденія на сѣверномъ материкѣ, чтобы оттуда обозрѣвать расположеніе важнѣйшихъ изъ этихъ бассейновъ.

Мы видимъ область отложеній, простирающуюся почти въ сѣверо-южномъ (меридіональномъ) направленіи черезъ Новую Землю и Уралъ до каспійскихъ низменностей. Южнѣе балтійскаго массива отъ Граца до Ліона, а отсюда черезъ Западную Францію до Бретани и Ирландіи тянутся два широкихъ собирающихъ осадки бассейна, къ которымъ примыкаетъ болѣе широкая геосинклиналь, простирающаяся отъ Пиреней вдоль сѣвернаго испанскаго берега. Въ Сѣверной Америкѣ передъ Канадскимъ массивомъ вдоль восточнаго берега до Флориды и Техаса расположена широкая котловина Лабрадора, и въ западныхъ штатахъ Сѣверной Америки, равно какъ въ Восточной Азіи имѣются слѣды подобныхъ явленій.

Уже выше мы говорили, что именно такія области длительнаго породообразованія весьма легко подвержены горообразующему процессу. Во всякомъ случаѣ не подлежитъ сомнѣнію, что въ концѣ па-

леозойской эры горообразующій процессъ проявляется въ названныхъ областяхъ очень интенсивно и мѣняющимся темпомъ, прерываемый паузами, создаетъ высокія горныя цѣпи въ томъ самомъ мѣстѣ, гдѣ на протяженіи долгихъ періодовъ бушевало становившееся все глубже море.

Въ Средней Европѣ процессъ образованія складокъ начинается уже въ нижнедевонскую и нижнекаменноугольную эпохи, въ верхнекаменноугольную эпоху образуется Варистиційская горная система (Среднегерманскія Альпы) (рис. 169), Арморикапская горная система (Франція до Ирландіи), Иберійская горная система (Сѣверная Испанія), затѣмъ западный Куэнь-Лунь и Уралъ. Въ нижнепермскую эпоху начинается образованіе западныхъ Альпъ, а Уралъ продолжаетъ подниматься. Въ Арменіи и Средней Азіи растрескиваются широкіе своды слоевъ, а въ Средней Европѣ все сильнѣе поднимаются мощныя зубчатыя цѣпи. Затѣмъ начинается образованіе Аппалачскихъ горъ; какъ бы вся земля приходитъ въ движеніе: въ Сибири и Японіи, въ Средней Америкѣ и Капландіи, въ Остъ-Индіи, Южной Америкѣ и Австраліи исполинскія свиты слоевъ коробятся, образуя складки. Подобно тому, какъ льдины на обширной покрытой ими морской поверхности надвигаются другъ на друга или, во время ледохода на рѣкѣ, въ безостановочной смѣнѣ выныряютъ то здѣсь, то тамъ, въ одномъ мѣстѣ сдавливаютъ другъ друга, въ другомъ раздвигаются и часто снова быстро погружаются въ воду, такъ растрескавшіяся глыбы земной коры въ безпрестанной смѣнѣ перемѣщались одна относительно другой. Эти мощныя движенія можно прослѣдить до самыхъ глубокихъ массивовъ литосферы. Они захватываютъ раскаленныя зоны магмы, которая шлирами поднимается вверхъ, отрывается отъ великаго огненнаго очага, отдѣльными этапами проходитъ черезъ литосферу и, наконецъ, вырываясь на поверхность земли раскаленными огненными снопами, засыпаетъ пепломъ и покровами лавы обширныя области.

Надъ этимъ моремъ обломковъ и подвижныхъ глыбъ возвышаются лишь немногіе прочные столбы. Отчетливо распознаваемы лишь канадско-балтійскій материкъ, африканско-индійскій, материкъ Гондвана и нѣкоторые менѣе точно очерченные материки въ Богеміи, Средней Франціи и Южной Америкѣ.

Что же случилось съ тѣми поверхностями земного шара, которыя въ настоящее время, будучи скрыты отъ насъ глубокимъ моремъ, не даютъ намъ никакихъ обнаженій, по которымъ мы могли бы судить объ ихъ геологическихъ судьбахъ?—Быть можетъ, на этотъ вопросъ пролютъ свѣтъ слѣдующія соображенія, на первый взглядъ какъ будто не имѣющія къ данному вопросу никакого отношенія.

Современный океанъ распадается на двѣ области, связанныя между собою переходами, но, все-же, обнаруживающія коренное между собою различіе: на богатую свѣтомъ и растительностью діафанову область[1] и глубоководную область (абиссальную), населенную исключительно животными. Когда узнали, что вся жизнь на землѣ зависитъ отъ ассимиляціи углекислоты растеніями, и что лишенныя растительности глубокія части моря должны были заселиться переселенцами изъ неглубокихъ областей моря, возникла проблема, когда произошло это заселеніе. Когда Сарсомъ открыта была въ сѣверныхъ моряхъ, на глубинѣ 2000 метровъ, первая настоящая

живая морская лилія, маленькій Rhizocrinus, возникла надежда при зоологическомъ изслѣдованіи глубоководныхъ частей моря найти и другихъ животныхъ, считавшихся вымершими. Эта надежда была однимъ изъ важнѣйшихъ мотивовъ для снаряженія Англіей въ 1872 году большой экспедиціи „Челленджера“ (Challenger). „Челленджеръ“, „Травайеръ“, „Вальдивіа“ и другіе корабли влекли свои сѣти по самымъ большимъ морскимъ глубинамъ и извлекли богатыя фауны, но при этомъ не найденъ былъ ни одинъ представитель палеозойскаго животнаго міра. Въ глубокихъ пучинахъ моря не обнаружены ни

Рис. 169. Складки арморикавскихъ и варисцинійскихъ горныхъ цѣпей.

тетракораллы, ни граптолиты, ни строматопориды, ни палехиниды, ни трилобиты, ни плакодермы. Правда, многія глубоководныя формы представляютъ чрезвычайно странный видъ, но мы находимъ тамъ Pentacrinus, Terebratula, Dorocidaris, Lima, Penäus и другіе роды, характерные для „средневѣковья“ земли.

Если бы современныя глубоководныя области существовали уже въ палеозойскую эру, то было бы непонятно, почему онѣ тогда же не были заселены переселенцами изъ мелководныхъ частей моря. Въ распоряженіи морской фауны такъ много средствъ для активныхъ и пассивныхъ переселеній, что изъ огромнаго множества силурійскихъ животныхъ формъ нѣкоторые представители завѣдомо охотно спусти лись бы въ глубокія части моря, гдѣ, правда, отсутствуетъ растительная жизнь, но зато повсюду имѣется питательный илъ, и гдѣ, по крайней мѣрѣ, первые переселенцы могли безъ всякой борьбы разселиться на обширныхъ пространствахъ. Но разъ такія животныя привыкли къ господствующимъ тамъ условіямъ, то даже при грандіознѣйшихъ геологическихъ измѣненіяхъ не было никакого основанія къ тому, чтобы они изгнаны были изъ избранной ими біологической области. Поднятія и опусканія литосферы, колебанія и трансгрессіи гидросферы вызывали въ мелководныхъ частяхъ моря глубокія измѣненія: дно моря и материкъ взаимно мѣнялись мѣстами, цѣлыя

фауны погибали, другія фауны должны были предпринимать далекія переселенія. Но на жизнь глубокихъ частей моря всѣ эти явленія не оказываютъ вліянія, и кто здѣсь нашелъ убѣжище, тотъ не можетъ уже быть изгнаннымъ отсюда. На основаніи всего сказаннаго мы приходимъ къ заключенію, что глубоководная фауна переселилась изъ верхнихъ слоевъ воды лишь послѣ палеозойской эры.

Но и другой рядъ разсужденій приводитъ насъ къ мысли, что во время палеозоя міровое море отличалось лишь незначительной глубиной и безъ труда могло трансгрессировать и регрессировать надъ плоско волнистой поверхностью земли.

Частыя, но небольшія несогласія въ залеганіи пластовъ, пространственная ограниченность многихъ мѣстныхъ фаунъ, легкость, съ какой палеозойскіе океаны постоянно мѣняли свои границы,—все это становится понятнымъ лишь при допущеніи, что въ то время еще не было рѣзкой противоположности между континентальными массивами и глубоководными бассейнами.

Особенно поразительнымъ представляется и то обстоятельство что первоначально мелководныя части моря отнюдь не становились глубже отъ трансгрессій, часто весьма обширныхъ. Казалось бы, что захваченныя трансгрессіей области должны были становиться глубже (толщина всего слоя воды должна дѣлаться больше) въ мѣрѣ, соотвѣтствующей раздвиганію ихъ границъ, величинѣ площади, вновь завоеванной моремъ. Но, сравнивая послѣдовательность породъ въ Европѣ и Сѣверной Америкѣ, мы нигдѣ не находимъ признаковъ постояннаго возрастанія глубины, а лишь неправильное чередованіе литоральныхъ, близкихъ къ берегу, и мелководныхъ морскихъ образованій.

Такимъ образомъ, палеонтологическія или литологическія соображенія приводятъ къ слѣдующему заключенію: Глубокіе бассейны такого характера, какъ современныя абиссальныя депрессіи, до тріаса не существовали.

Наблюденіями установлено, что горообразующій процессъ не только поднимаетъ части земной коры надъ прежнимъ уровнемъ, но одновременно опускаетъ сосѣднія части въ видѣ обширныхъ мульдъ. Далѣе мы видѣли, что въ концѣ палеозойской эры по всему земному шару можно прослѣдить многочисленные ряды складокъ, соотвѣтствующіе поднятію мощныхъ горныхъ цѣпей, что, вмѣстѣ съ тѣмъ, въ продолженіе каменноугольнаго и пермскаго періодовъ, обширныя площади прежняго дна моря превращены были въ материковыя низменности, отъ береговъ которыхъ море отступало шагъ за шагомъ. Всѣ эти факты, вмѣстѣ взятые, приводятъ къ предположенію, что и закладка большихъ глубоководныхъ бассейновъ совпадаетъ съ временемъ пермокарбона.

Эти движенія въ каменномъ массивѣ земли имѣли весьма важное значеніе для эпохи пермокарбона, но, все-же, древнія горныя цѣпи уже давно исчезли, вулканы сгладились и позднѣйшими опусканіями расширены даже границы заложенныхъ тогда глубоководныхъ бассейновъ. Эти глубокія измѣненія всѣхъ условій жизни наложили, какъ мы видѣли въ предшествующей главѣ, неизгладимый отпечатокъ на флору и фауну того времени.

Высокій интересъ, какой издавна, представляетъ для геологовъ и негеологовъ именно періодъ пермокарбона покоится не столько на

этихъ измѣненіяхъ біосферы, сколько на образовавшихся тогда залежахъ каменнаго угля.

Наша ближайшая задача—изложить причины этого достойнаго удивленія нагроможденія растительнаго вещества.

Отложенія, богатыя углеродомъ, можно найти во всѣхъ формаціяхъ. Графитовый сланецъ мы наблюдаемъ въ гнейсѣ и слюдяномъ сланцѣ складчатаго архейскаго массива. Въ кембрійской глинѣ Кунды находится богатое углемъ включеніе, силурійскіе граптолитовые сланцы содержатъ до 23% углерода. Черные углистые сланцы находимъ въ девонѣ, затѣмъ слѣдуютъ мощныя залежи каменнаго угля нижняго и верхняго карбона и слѣдующаго затѣмъ пермскаго періода. Тріасовые угли извѣстны изъ Виргиніи и Германіи, богата залежами углей, азіатская юра, заслуживающими разработки углями начинаются мѣловыя отложенія Ганновера, а въ Сѣверной Америкѣ начавшееся въ мѣловой періодъ образованіе углей продолжается до эоцена. Наконецъ, слѣдуютъ широко распространенные бурые угли третичныхъ отложеній олигоцена и міоцена и торфяныя отложенія настоящаго времени.

Вотъ сопоставленіе этихъ породъ въ порядкѣ ихъ послѣдовательности:

				Время образованія:
Торфъ	съ приблизительно	50%	углерода.	Настоящее время.
Бурый уголь	„ „	70%	„	Третичный періодъ.
Каменный уголь	„ „	85%	„	Карбонъ.
Антрацитъ	„ „	92%	„	„
Графитъ	„ „	99%	„	Архейское море.

Казалось, что эта послѣдовательность соотвѣтствуетъ непрерывному ряду превращеній, что съ увеличеніемъ геологическаго возраста увеличивается и содержаніе углерода. Происхожденіе залежей торфа, совершающееся, такъ сказать, на нашихъ глазахъ, разсматривали, вообще, какъ процессъ, при помощи котораго во всѣ болѣе или менѣе длительные промежутки времени возникали, при содѣйствія давленія, производимаго породами висячаго бока, сперва бурый уголь затѣмъ каменный уголь и, наконецъ, графитъ.

Но, когда установлено было[2], что залежи графита на Цейлонѣ образуютъ настоящія жилы въ гнейсѣ, нельзя было не признать, что такіе графиты могли возникнуть и эруптивнымъ путемъ. Съ тѣхъ поръ во многихъ другихъ случаяхъ удалось доказать, что и другія графитовыя залежи возникли чисто химическимъ путемъ. Многочисленные факты противорѣчатъ также предположенію генетическаго родства. Уже въ 1860 году Ф. Моръ[3] доказалъ, что каменный уголь при 70%—80% углерода содержитъ 4%—5% водорода, 9%—12% кислорода; бурый уголь при 45%—55% углерода содержитъ 4%—5% водорода, 25%—30% кислорода. Каменные угли содержатъ, сверхъ того, значительное количество азота. Отсюда онъ вывелъ заключеніе, что бурый уголь не могъ превратиться въ каменный уголь. Затѣмъ противъ торфяной теоріи высказался Гюмбель[4], а недавно Донатъ и Брайнлихъ (Bräunlich) на основаніи химическихъ изслѣдованій доказали, что бурый и каменный угли по химической природѣ своей со-

вершенно различны между собою, и что первый никакимъ процессомъ не можетъ быть превращенъ во второй.

Но и палеонтологическія основанія съ полной рѣшительностью говорятъ противъ торфяной теоріи.

Современныя материковыя болота образуются изъ мховъ, вереска и другихъ кустарниковъ. А настоящіе мхи извѣстны лишь съ третичнаго періода, и, именно флора карбона, столь богатаго углями, каменноугольнаго періода, до сихъ поръ еще не обнаружила[5] никакихъ мховъ; единственная находка „Muscites polytrichaceus“ внушаетъ сомнѣнія. Такимъ образомъ, уже отсутствіе карбонныхъ мховъ доказываетъ, что залежи каменнаго угля должны были образоваться инымъ путемъ, чѣмъ наши торфяныя болота. Но въ карбонѣ отсутствуютъ также богатыя древесиной кустарниковыя растенія, принимающія столь важное участіе въ образованіи бурыхъ углей, и, такимъ образомъ, нетрудно понять, почему богатый древесиной бурый уголь даетъ иныя химическія реакціи, чѣмъ бѣдный ею каменный уголь. И если въ каменномъ углѣ встрѣчаются рѣзко ограниченные кусочки древеснаго угля, то, на основаніи сказаннаго, нельзя не притти къ слѣдующему заключенію, къ которому впервые пришелъ Моръ: „Все, что въ каменномъ углѣ еще явственно различимо, носитъ характеръ случайной примѣси и не принимало участія въ его образованіи“.

При этихъ условіяхъ представляется необходимымъ разсматривать проблему образованія каменныхъ углей подъ другимъ угломъ зрѣнія. Прежде всего мы должны констатировать тотъ фактъ, что всѣ докарбонные пласты каменнаго угля возникли въ морѣ. Съ другой стороны, всѣ пермскіе, тріасовые, юрскіе, мѣловые и третичные угли представляютъ материковыя образованія. Удивительно, что угли каменноугольнаго періода занимаютъ среднее мѣсто между этими двумя крайностями, такъ какъ они часто содержатъ морскія включенія.

Уже пограничные слои между девономъ и карбономъ въ многочисленныхъ профиляхъ Германіи обнаруживаютъ на морскихъ клименіевыхъ известнякахъ богатые растеніями, такъ называемые, углистые (битуминозные) сланцы, на которыхъ снова залегаютъ морскія включенія. Нижній карбонъ близъ Москвы начинается песками и морскими известняками, переслаивающимися съ каменными углями. Въ висячемъ боку снова слѣдуютъ морскіе слои. На западномъ и восточномъ Уралѣ до 66° сѣверной широты[7] морскіе слои переслаиваются съ нижнекарбоновыми углями. Точнѣе всего изучены разрѣзы богатыхъ каменноугольныхъ залежей въ области Донца[3] и Дона; здѣсь пласты, содержащіе растенія, прерываются морскими, богатыми окаменѣлостями, известняками. На сѣрыхъ известнякахъ съ Productus giganteus залегаютъ тонкіе угольные прослойки, на известнякахъ съ Productus semireticulatus - богатые папоротниками песчаники и тонкіе флецы каменнаго угля. Затѣмъ богатые спириферами слои известняковъ переслаиваются съ 8 флецами каменнаго угля мощностью отъ 35 до 75 метровъ. Затѣмъ снова выступаютъ морскіе слои съ Productus Flemingi и слѣдуютъ семь пластовъ каменнаго угля мощностью каждый въ одинъ метръ. Снова появляются морскія породы, а надъ ними 12 пластовъ каменнаго угля мощностью каждый почти въ два метра. Въ постоянной смѣнѣ морскихъ известняковъ, глинъ и песчаниковъ болѣе

тонкими пластами каменнаго угля складывается далѣе профиль и заканчивается настоящимъ морскимъ швагериновымъ известнякомъ.

Въ пласты каменнаго угля Верхней Силезіи[10] Кёнигсгютте включено 11, а близъ Острау 4 морскихъ горизонта. Морская фауна состоитъ изъ мелкихъ формъ. Тонкораковинные двустворчатые, молодые экземпляры гоніатитовъ, стертые ортоцеры, роговыя плеченогія не тождественны видамъ, извѣстнымъ въ восточно-европейскомъ каменноугольномъ известнякѣ, но вполнѣ согласуются съ фауной, выступающей въ Англіи и Шотландіи между пластами каменнаго угля. Въ каменныхъ отложеніяхъ[12] Файфа (Fife) мощностью около 700 метровъ встрѣчаются морскія включенія.

Въ Рурскомъ бассейнѣ[13] темныя сланцеватыя глины содержатъ многочисленныя изломанныя раковины маленькихъ гоніатитовъ, клименій, улитокъ и двустворчатыхъ. Въ Вестфаліи[14] на песчаникѣ съ небольшими флецами каменнаго угля залегаютъ морскіе слои съ гоніатитами, ципридинами, наутилидами и криноидеями, затѣмъ слѣдуютъ заслуживающіе разработки пласты каменнаго угля. Морскіе прослойки находятся въ каменноугольныхъ отложеніяхъ Карнійскихъ Альпъ вплоть до Астуріи. То же явленіе выступаетъ въ Сѣверной Америкѣ, гдѣ[15] въ профилѣ, мощностью въ 450 метровъ, между пластами каменнаго угля неоднократно появляются породы съ Productus longispinus, Spirifer и Athyris. Даже въ Китаѣ въ пластахъ каменнаго угля встрѣчаются морскія включенія.

Обозрѣвая всѣ эти разрѣзы, мы видимъ, что среди послѣкарбонныхъ отложеній мы вовсе не встрѣчаемъ подобнаго переслаиванія, и намъ становится яснымъ, что въ предѣлахъ всего сѣвернаго полушарія каменные угли вездѣ должны были образоваться очень близко къ морскому берегу; остается лишь рѣшить вопросъ, почему морскіе остатки не примѣшаны къ залежамъ каменнаго угля, а отчетливо перемѣшиваются и многократно переслаиваются съ ними. Исходя изъ гипотезы, что каждый пластъ каменнаго угля представляетъ видоизмѣненное торфяное болото, раньше предполагали, что переслаиваніе морскихъ и материковыхъ породъ произошло вслѣдствіе повторнаго опусканія и поднятія морского берега. Но, если между свитой морскихъ слоевъ наряду съ 30, большей частью, заслуживающими разработки пластами каменнаго угля[16] встрѣчаются также многочисленные болѣе тонкіе слои его, то мы должны допустить непрерывныя колебательныя движенія земной коры. При этомъ всѣ такія поднятія и опусканія должны были бы совершаться безъ всякаго разрыва слоевъ и безъ образованія складокъ; всѣ эти предположенія приходится дѣлать только потому, что этого требуетъ недоказанная „торфяная гипотеза“.

Другимъ геологамъ казалось, что они устраняютъ съ пути всѣ трудности, допуская столь же многочисленныя колебательныя движенія моря. Но гдѣ же тѣ абразіонныя явленія, которыя наступающая волна прибоя должна была образовать на только что образовавшихся осадкахъ? Въ самомъ дѣлѣ, денудирующей силѣ прибоя обыкновенно приписывается большое значеніе;—почему же многочисленныя наводненія не вымывали въ только что образованныхъ слояхъ песчаниковъ и углей глубокихъ воронкообразныхъ впадинъ. Почему слои залегаютъ другъ на другѣ спокойно и равномѣрно, вовсе не обнаруживая несогласнаго залеганія? Такъ ли ужъ хорошо обоснована тор-

фяная гипотеза, настолько ли несомнѣнно материковое происхожденіе карбонныхъ залежей каменнаго угля, что въ угоду этой гипотезѣ можно спокойно мириться со всѣми такими несообразностями?

Непредубѣжденно разсматривая всѣ эти факты, мы приходимъ къ воззрѣнію, которое по существу, быть можетъ, не является новымъ, но лучше, чѣмъ торфяная теорія, согласуется съ геологическими разрѣзами. Неоднократно указывалось на то[16], что на листьяхъ карбоновыхъ и пермскихъ папоротниковъ сидятъ маленькія, спиральныя, известковыя раковинки (рис. 170), которыя считали то древнѣйшими наземными улитками (Planorbis), то личинковыми раковинами, или оболочками морскихъ червей (Spirorbis). Но точно такія же спирально навитыя известковыя трубочки наблюдаютъ[17] на раковинахъ и панцыряхъ морскихъ животныхъ, отлагавшихся вблизи каменноугольныхъ бассейновъ. Всѣ авторы согласны съ тѣмъ, что раковинки образовались подъ водою, и по скорости, съ какой подобныя раковинки растутъ на листьяхъ морскихъ водорослей, заключили, что для возникновенія двухъ завитковъ требуется приблизительно отъ 6 до 8 недѣль. Такъ какъ листья папоротниковъ, служащіе для нихъ основаніемъ, имѣютъ цѣльные края, хорошо сохранились и не обнаруживаютъ никакихъ слѣдовъ гніенія, то нельзя ли притти къ тому заключенію, что папоротники, о которыхъ идетъ рѣчь, жили и росли подъ водою. Вспомнимъ о тѣхъ папоротникахъ[18] высотою до пяти метровъ, которые растутъ на островѣ Батчіанѣ (Batchian) въ болотахъ, въ которыя временами проникаетъ морская вода.

Рис. 170. Palaeorbis ammonis на вайяхъ каменноугольнаго папортника.

Если мы допустимъ, что углеобразующія растенія росли въ литоральныхъ болотахъ съ бракической водой, которыя, подъ вліяніемъ материковыхъ періодовъ дождей, ливней и мѣняющихъ свое направленіе морскихъ теченій, то опрѣснялись, то обогащались содержаніемъ солей,—принимая все это во вниманіе, мы легко поймемъ, почему морской животный міръ переселяется, увлекаемый наступающей соляной водой, далеко въ материкъ, чтобы впослѣдствіи снова быть оттѣсненнымъ въ море наступающей прѣсной водой материка. Если чистая соляная вода была для этой бракической флоры такъ же вредна, какъ богатые песками потоки большихъ рѣкъ, то также легко становится понятнымъ, почему на пластахъ каменнаго угля залегаютъ то свѣтлые песчаники съ изолированными прибрежными растеніями, то известняки съ морской фауной.

И всѣ эти слои отлагались на постоянно опускавшемся днѣ геосинклинали, причемъ процессъ опусканія не прерывался многочисленными поднятіями, равнымъ образомъ береговая линія не перемѣщалась отъ постоянныхъ колебаній и сильныхъ катастрофъ.

Но если докарбонные угли—морского происхожденія, если силурійскія и девонскія наземныя растенія никогда не образовывали залежей каменнаго угля, а включены въ слои земной коры лишь въ

видѣ изломанныхъ осколковъ, въ видѣ „сѣчки“, если именно угли каменноугольнаго періода (въ широкомъ смыслѣ слова) почти всегда переслаиваются съ морскими прослойками, а позднѣе возникающіе средневѣковые и новые угли представляютъ исключительно образованія материковыя,—если это такъ, то мощное развитіе залежей каменнаго угля во время карбона представляется, какъ переселеніе накапливающихъ углеродъ ассоціацій растеній изъ моря черезъ литоральную область на материкъ. Пока углеобразующая водная флора жила еще въ морѣ, она не въ состояніи была образовать мощныя скопленія чистаго углерода. Углеобразующая сила уменьшилась и тогда, когда эта флора переселилась въ прѣсноводныя озера и болота пермскаго материка, но въ тѣ времена, когда она проходила черезъ поясъ бракическихъ водъ болотистыхъ прибрежныхъ областей, нагромождались тѣ мощныя залежи каменнаго угля, которыя такъ характерны для верхне-карбонной эпохи въ сѣверномъ полушаріи.

Но этимъ еще не вполнѣ выяснено то единственное въ своемъ родѣ появленіе многихъ мощныхъ слоевъ каменнаго угля, ничего подобнаго которому мы не можемъ указать на всемъ протяженіи исторіи земли. Въ самомъ дѣлѣ, можно съ полнымъ правомъ спросить, почему образованіе углей происходило не на всѣхъ берегахъ карбонныхъ материковъ. Особенно поразительно то, что всѣ болѣе или менѣе мощныя залежи каменнаго угля ограничены поясомъ сѣвернаго полушарія, расположеннымъ приблизительно между 25° и 50° сѣверной широты. Сѣвернѣе и южнѣе этого пояса угли становятся рѣже, а берега материка Гондвана, который намъ придется описывать ниже, обнаруживаютъ пласты каменныхъ углей въ Новомъ Южномъ Уэльсѣ и Тасманіи, а также въ южной Бразиліи лишь въ пермскихъ отложеніяхъ и потомъ опять-таки между 25° и 45° широты. И австралійскія залежи каменнаго угля переслаиваются съ морскими слоями, а въ Паранѣ подъ ними расположены карбонныя морскія двустворчатыя.

Эти факты указываютъ на то, что при образованіи каменныхъ углей роль играли и общія климатическія причины. Всемірное распространеніе карбонныхъ морскихъ животныхъ, появленіе тожественныхъ или близко родственныхъ видовъ почти во всѣхъ градусахъ широты,—эти обстоятельства уже неоднократно разсматривались, какъ доказательство того, что въ древнія палеозойскія времена на всей землѣ господствовалъ весьма равномѣрный климатъ; далѣе полагали, что количества углерода, отлагавшіяся въ періодъ пермакарбона въ каменноугольныхъ залежахъ, произошли исключительно, благодаря процессу ассимиляціи зелеными растеніями углекислоты, заключавшейся въ атмосферѣ; на основаніи этого вычислили, что количество свободной углекислоты въ земной атмосферѣ должно было быть тогда значительно больше, чѣмъ въ настоящее время. И эти соображенія подсказаны торфяной теоріей, такъ какъ именно послѣдняя приводитъ къ предположенію, что всѣ эти докарбонныя количества углекислоты должны были содержаться исключительно въ атмосферѣ.

Но разъ мы допускаемъ, что угли образовались существенно изъ водныхъ растеній, то изъ этого вытекаетъ, что они должны были потреблять углекислоту, заключавшуюся въ морской или прѣсной водѣ. А намъ, вѣдь, извѣстно, что содержаніе углекислоты въ морской

водѣ[20] можетъ колебаться въ весьма широкихъ предѣлахъ, не оказывая при этимъ замѣтнаго вліянія на морскую фауну.

Если же мы допускаемъ, что содержаніе углекислоты въ атмосферѣ до каменноугольнаго періода было значительно выше, ты мы вмѣстѣ съ тѣмъ должны признать [19], что контрасты климатическихъ поясовъ были далеко не столь рѣзки, что противоположность между покрытой льдомъ полярной областью и свободной отъ снѣга, жаркой областью тропиковъ не была рѣзко выражена. Мы не думаемъ, чтобы этотъ коренной вопросъ могъ быть разрѣшенъ уже теперь; къ этому мы еще разъ вернемся при разсмотрѣніи проблемы такъ называемаго „ледниковаго періода".

По существеннымъ свойствамъ карбонныхъ и пермскихъ породъ можно, однако, заключать объ опредѣленныхъ климатическихъ условіяхъ. Какъ мы видѣли уже выше, угленосный карбонъ въ Англіи и Шотландіи раздѣляетъ два отложенія красныхъ песчаниковъ: древній красный песчаникъ, достигающій мощности болѣе 3000 метровъ, и новый красный песчаникъ, достигающій мощности въ 1000 метровъ. То обстоятельство, что эти, столь различныя по возрасту, породы можно было такъ долго смѣшивать между собой, и что различать ихъ научились лишь на основаніи ихъ залеганія,—это обстоятельство является краснорѣчивымъ доказательствомъ ихъ литологическаго единства, вмѣстѣ съ тѣмъ оно служитъ доказательствомъ и того, что здѣсь до и послѣ карбона господствовали одни и тѣ же климатическія условія. А такъ какъ древній красный песчаникъ вполнѣ постепенно, безъ рѣзкихъ границъ, переходитъ въ нижній карбонъ, то и климатъ, при которомъ происходило образованіе углей, долженъ былъ развиться отъ климата древняго, краснаго пустыннаго материка путемъ совсѣмъ постепенныхъ переходовъ

Прослѣживая такимъ же образомъ послѣдовательность породъ въ Германіи, мы въ Богеміи, какъ и во всей Средней Европѣ, между двумя богатыми углями періодами находимъ окрашенное въ красный цвѣтъ промежуточное образованіе, бѣдное растительностью и достигающее мощности до 1000 метровъ; оно не содержитъ никакихъ водныхъ животныхъ и, не считая хвойныхъ деревьевъ, доставляетъ лишь скудные слѣды растеній. Безчисленные папоротники, хвои и плауновыя предшествующаго каменноугольнаго періода совершенно исчезли, но послѣ образованія красныхъ песчаниковъ и конгломератовъ они снова появляются въ прежнемъ изобиліи, чтобы еще разъ сопровождать мощные пласты каменныхъ углей. И здѣсь переходъ отъ лежачаго къ висячему боку совершается вполнѣ постепенно.

Дальнѣйшій рядъ материковыхъ образованій прерывается включеніемъ между краснымъ лежнемъ и пестрымъ песчаникомъ морского цехштейна, но если мы отвлечемся отъ промежуточнаго цехштейна, то и въ Германіи образованіе углей краснаго лежня заканчивается отложеніемъ красныхъ песчаниковъ мощностью въ 500 метровъ, соотвѣтствующихъ англійскому ньюреду (новому красному песчанику).

Такимъ образомъ, образованіе углей прерывается образованіями, которыя, какъ сказано выше, указываютъ на сухой, бѣдный дождями пустынный климатъ, и казалось бы, что здѣсь должны встрѣчаться большія трудности для причиннаго объясненія. Чтобы устранить эти

трудности, мы должны разсмотрѣть еще нѣкоторыя другія геологическія явленія, сопровождающія образованіе углей.

Въ Саксоніи можно отчетливо различать три группы каменноугольныхъ пластовъ. Прежде всего мы находимъ каменноугольные пласты бассейна Эберсдорфа и Гайнихена, залегающіе между темными сланцами, песчаными сѣрыми вакками и мощными валунными отложеніями. Раковины Productus giganteus, остатки фораминиферъ, мшанокъ и криноидей въ лежачихъ слояхъ указываютъ на близость моря; въ висячемъ боку выступаютъ пять пластовъ общей мощностью въ 3 метра. Всѣ эти породы собраны въ складки, и въ дальнѣйшемъ разрѣзѣ покрыты горизонтальными сѣрыми песчаниками, черными сланцевыми глинами и каменноугольными пластами цвиккаускаго и эльсницкаго округовъ. Эти верхнекарбонныя отложенія[25] содержатъ у Цвиккау одиннадцать, а у Люгау — семь пластовъ каменнаго угля, которые въ шахтѣ Гедвигъ соединяются въ однородную залежь каменнаго угля мощностью въ 19 метровъ. Наконецъ, подъ Дрезденомъ въ слѣдующихъ красно-окрашенныхъ пермскихъ отложеніяхъ мы находимъ три каменноугольныхъ пласта, изъ которыхъ верхній достигаетъ мощности въ 5 метровъ. Изъ этихъ разрѣзовъ видно, что образованіе углей началось близъ моря. Только что отложившіеся пласты были охвачены горообразующимъ процессомъ и превращены въ гористую мѣстность, которая уже во время своего образованія подвергалась денудаціи. Въ верхнекарбоновую эпоху образовались горизонтальныя толщи сѣрыхъ песчаниковъ безъ морскихъ остатковъ, и каменноугольные пласты отлагались въ области, которая имѣла, правда, ровную поверхность, но уже не заливалась водою. Сѣрая окраска породъ висячаго бока медленно превращалась въ красную, а горизонтальные слои песчаниковъ и глинъ замѣщались быстро чередующимися линзами крупныхъ галекъ, мѣстныхъ песчанистыхъ и глинистыхъ массъ. Гдѣ они случайно содержатъ небольшіе флецы каменнаго угля, тамъ сопровождающіе ихъ сѣрые песчаники и сланцеватыя глины свидѣтельствуютъ о возстанавливающемъ дѣйствіи гніющихъ остатковъ растеній.

Въ многообразныхъ варіаціяхъ передъ нами многократно выступаетъ одна и та же послѣдовательность событій въ области карбоновыхъ и пермскихъ углей; едва образовавшись, каменноугольные пласты попадаютъ на сушу, подвергаются горообразовательному процессу и изгибаются, принимаютъ участіе въ строеніи длинныхъ горныхъ цѣпей; послѣднія подвергаются денудаціи, благодаря которой углистыя включенія и пропластки исчезаютъ.

Такимъ образомъ, передъ нами выступаетъ новый факторъ[22], имѣющій крупное значеніе для образованія углей и проливающій свѣтъ также на вопросъ, почему образованіе углей могло начаться на краю пустыни, прерываться пустыннымъ климатомъ и, наконецъ, завершиться въ условіяхъ климата, бѣднаго дождями.

Лучше всего это единственное въ своемъ родѣ явленіе можетъ быть объяснено климатомъ южной Индіи, Цейлона и Явы. Эти страны, расположенныя въ жаркой зонѣ, въ климатическомъ отношеніи распадаются на богатую дождями западную половину и сухую восточную область, представляющую рѣзкую противоположность первой. Изобилующія водою облака проносятся надъ Индійскимъ океаномъ, теряютъ большую часть своей воды, какъ только они достигнутъ гористаго

Малабарскаго берега въ Индіи, береговъ Коломбо и Галла на Цейлонѣ или западной части Явы. Здѣсь ежедневно разражаются, сопровождаемые сильными громами и грандіозными молніями, тропическіе ливни; путешественнику, вступающему въ эти области, и въ голову не придетъ, что по ту сторону горъ тянутся бѣдныя дождями, сухія полупустынныя и степныя мѣстности, что кармино-красныя песчаныя дюны на Коромандельскомъ берегу играютъ большую роль, что на восточномъ Цейлонѣ богатая культура была возможна лишь до тѣхъ поръ, пока тысячи искусственныхъ озеръ и прудовъ собирали воду отъ рѣдкихъ ливней и распредѣляли ихъ по всей странѣ.

Всѣ эти примѣры настоящаго не могутъ, однако, возстановить съ полной ясностью картину материковъ каменноугольнаго періода, такъ какъ впослѣдствіи, благодаря многочисленнымъ, удивительнымъ явленіямъ приспособленія, наземная флора населила самыя суровыя пустыни. Шиповники, травы съ утолщенной верхней кожицей, бѣдныя листьями травянистыя растенія проводятъ большую часть своей жизни въ подземной стадіи, въ видѣ корней. Они, словно по мановенію волшебнаго жезла, пускаютъ ростки и расцвѣтаютъ, лишь только кратковременный дождь смочитъ почву; быстро образуются сѣмена, которыя, распространяемыя кратковременнымъ дождемъ, въ состояніи годами переносить слѣдующій періодъ засухи. Вся эта степная и пустынная флора высшихъ растеній въ каменноугольный періодъ совершенно отсутствовала; такимъ образомъ, на древнихъ материкахъ преимущественно преобладали обширныя пустыни, такъ какъ даже на равнинахъ, которыя время отъ времени смачивались дождями, не было никакой растительности.

Между тѣмъ, благодаря превращенію большихъ геосинклиналей въ длинныя и высокія горныя цѣпи, здѣсь возникъ новый географическій элементъ, имѣющій важное климатическое значеніе. На томъ самомъ мѣстѣ, гдѣ до того времени сѣверный пустынный материкъ окружали неглубокія, болотистыя низменности, легко заливавшіяся штормовыми волнами, теперь медленно поднимались все выше и выше горныя цѣпи. На нихъ изо дня въ день разражались ливнями тяжелыя облака, обливая ихъ склоны потоками прѣсной воды. Что отдѣльныя горныя цѣпи поднимались выше снѣговой линіи, и въ ихъ мульдахъ выпадавшій снѣгъ сгущался въ глетчерный ледъ, видно по моренамъ[24], покрытымъ царапинами валунамъ и отшлифованной почвѣ глетчеровъ, открытымъ въ пермскихъ отложеніяхъ Рурской области. Но этотъ мѣстнаго характера глетчеръ не долженъ вводить насъ въ заблужденіе: движущимся ледянымъ покровамъ мы не должны приписывать большой роли въ образованіи красныхъ песчаниковъ и конгломератовъ, такъ какъ въ лежачемъ и висячемъ бокахъ морены, мощностью всего въ 1 метръ, содержащей валуны, совершенно отсутствуютъ исцарапанные валуны.

Такъ горообразующій процессъ превратилъ складчатыя области бѣднаго атмосферными осадками пустыннаго материка въ накопляющую атмосферные осадки горную страну; колоссальныя количества дождя въ относительно короткое время сносили скалистыя горы; благодаря этому, мало-по-малу ослабѣвала ихъ способность скоплять дождевую воду, и, наконецъ, пустынный климатъ снова водворился въ этихъ

областяхъ, которыя временно столь изобиловали атмосферными осадками.

Въ Средней Германіи процессъ образованія складчатыхъ горныхъ цѣпей начался уже въ концѣ силурійскаго періода. Надъ силурійскимъ моремъ поднялись плоскія, длинныя цѣпи острововъ, но прибойными волнами девонскаго моря онѣ снова были снесены. Въ концѣ девонскаго періода снова наступилъ горообразующій процессъ, который продолжается теперь въ теченіе всего пермокарбона, вначалѣ медленно, затѣмъ усиливаясь и постепенно затихая. По мѣрѣ того, какъ складчатые хребты поднимались надъ уровнемъ моря, ихъ гребни одновременно подвергались денудаціи. Только что образовавшійся сѣрый илъ тотчасъ же стекалъ съ сѣделъ въ мульды складчатой системы, и такимъ образомъ возникала поразительная мощность сѣрыхъ иловыхъ слоевъ, извѣстныхъ подъ общимъ названіемъ „кульма“.

Среднегерманскій кульмъ, большей частью, не содержитъ окаменѣлостей, состоитъ изъ весьма равномѣрныхъ по величинѣ зеренъ, лишь рѣдко прерывается песчаными пропластками и достигаетъ мощности въ 2000 метровъ. Въ верхней его половинѣ песчаныя включенія все возрастаютъ, а своеобразное нагроможденіе мелкихъ сланцевыхъ обломковъ и включенія валуновъ, достигающихъ иногда величины человѣческой головы, изъ филлита, кварцита, слюдяного сланца и гранита встрѣчаются въ Саксоніи, Моравіи и Силезіи, также на Гарцѣ, въ Альпахъ, Англіи, Франціи въ видѣ мощныхъ конгломератовъ и показываетъ, какимъ образомъ въ разныя времена и въ различныхъ мѣстахъ, благодаря выв*ѣ*триванію и денудаціи, происходило разрушеніе сланцеваго и гранитнаго ядра поднимающихся складокъ, и какъ продукты разрушенія складывали новыя породы.

При этомъ въ мульдахъ и на склонахъ поднимающихся складокъ съ удвоенной мощностью послѣдовательно отлагались массы ила, которыя въ концѣ концовъ подверглись боковому давленію, и ихъ тонкозернистыя глинистыя породы претерпѣли сильное сжатіе. Вслѣдствіе этого, они получили ту характерную сланцеватость, которая обусловливаетъ техническую цѣнность кровельныхъ сланцевъ въ средней и западной Германіи.

По мѣрѣ того, какъ висячія толщи поднимающихся складчатыхъ гребней денудировались, и на дневную поверхность выступали складчатыя ядра, изобиловавшія гранитными штоками, содержавшійся въ нихъ кварцъ доставлялъ массы песка; эти массы выносились рѣками со складчатыхъ горъ, покрывали близъ лежащія низменности, засыпали углеобразующія болота и выдвигали свои обширныя песчаныя дельты глубоко въ море.

Если мы вспомнимъ, что въ то же время дно глубокаго моря, по всей вѣроятности, опускалось все глубже и глубже, и море, слѣдуя этому опусканію, оставляло обширныя прибрежныя области, то мы легко уяснимъ себѣ, какъ всѣ эти явленія, вмѣстѣ взятыя, вліяли на очертанія береговой линіи, на распредѣленіе воды и суши, на содержаніе соли въ отдѣльныхъ бассейнахъ, на образъ жизни, приспособленіе и обликъ жившихъ въ этихъ бассейнахъ растеній и животныхъ.

При разсмотрѣніи фауны ракообразныхъ въ шведскихъ озерахъ, гдѣ среди многочисленныхъ прѣсноводныхъ формъ встрѣчаются

отдѣльные морскіе роды, Ловенъ (Lovén) пришелъ къ заключенію, что эти водные бассейны нужно разсматривать, какъ отрѣзанныя и опрѣсненыя прежнія морскія бухты (реликтовыя озера), и на протяженіи долгаго времени по нахожденію какого-нибудь морского рода въ удаленномъ отъ морского берега внутреннемъ озерѣ выводили заключеніе объ аналогичномъ геологическомъ процессѣ. Однако, во многихъ случаяхъ при критическомъ изслѣдованіи[25] удалось доказать, что подобныя явленія гораздо проще объясняются активными и пассивными переселеніями. Но на поворотѣ каменноугольнаго періода обособленіе реликтовыхъ озеръ должно было имѣть такое значеніе, котораго раньше не подозрѣвали. Мы можемъ прослѣдить судьбы этихъ отдѣляющихся отъ мірового моря водныхъ бассейновъ, руководствуясь тонкостѣнной раковиной Posidonomya (рис. 168); снабженныя концентрическими складками раковинки этой формы, величиною отъ 3 до 80 миллиметровъ, широкораспространены уже въ морскихъ верхнедевонскихъ отложеніяхъ. Многочисленныя разновидности ея встрѣчаются также въ неглубокой водѣ каменноугольнаго моря среди морскихъ животныхъ въ Силезіи и Гессенѣ, въ Англіи и Испаніи. Но затѣмъ мы видимъ, что отдѣльные роды оставляютъ соленую воду и въ невѣроятномъ числѣ населяютъ, не сопровождаемые морской фауной, мелкія илистыя озера. Слои съ Posidonomya Becheri широко распространены въ Ирландіи черезъ Девонширъ, Вестфалію, Гессенъ вплоть до Ольмюца; эта форма представляетъ характерную руководящую окаменѣлость для бѣдныхъ известняками и углемъ отложеній нижняго карбона.

Даже въ пермскихъ отложеніяхъ Ошаца сѣрыя сланцеватыя глины[26] покрыты безчисленнымъ множествомъ раковинокъ Posidonomya minuta— признакъ того, что эти переселенія совершались неоднократно. Одинъ близкородственный видъ встрѣчается вмѣстѣ съ нею также въ верхнемъ карбонѣ[27]; это удивительное распространеніе Posidonomya становится для насъ особенно яснымъ, когда мы у Магдебурга[28] находимъ морскую фауну безъ этого моллюска, а въ Франконскомъ лѣсу видимъ мощные хорошо обнаженные и тщательно изслѣдованные карбонные сланцы и сѣрыя вакки, совершенно свободные отъ Posidonomya.

Путемъ сравненія съ джунглями дельты Ганга, съ поросшими мангровыми лѣсами прибрежными болотами тропическихъ морей или съ тиссовыми болотами, покрывающими берега Каролины (Dismal Swamp) пытались выяснить своеобразное отношеніе каменноугольной флоры. Но въ одномъ отношеніи эти примѣры должны дать совершенно ложную картину, такъ какъ во всѣхъ названныхъ случаяхъ мы имѣемъ дѣло съ такими ассоціаціями растеній, которыя обнаруживаютъ тенденцію переселиться съ материка въ море. Приспособленныя къ жизненнымъ условіямъ суши, принадлежа къ совершенно разнороднымъ группамъ материковыхъ семействъ, снабженныя прочнымъ, упругимъ, древесиннымъ стволомъ и своеобразными ходулеподобными корнями, онѣ смѣло проникаютъ въ соленую воду.

Совершенно иначе обстоитъ дѣло съ флорой каменноугольнаго періода: принадлежа къ морю и происходя отъ жившихъ въ водѣ предковъ, она проявляетъ тенденцію оставить соленую воду, вторгнуться въ реликтовыя озера болотистыхъ, постоянно мѣняющихся береговъ и, наконецъ, завоевать материкъ. Съ морфологической точки

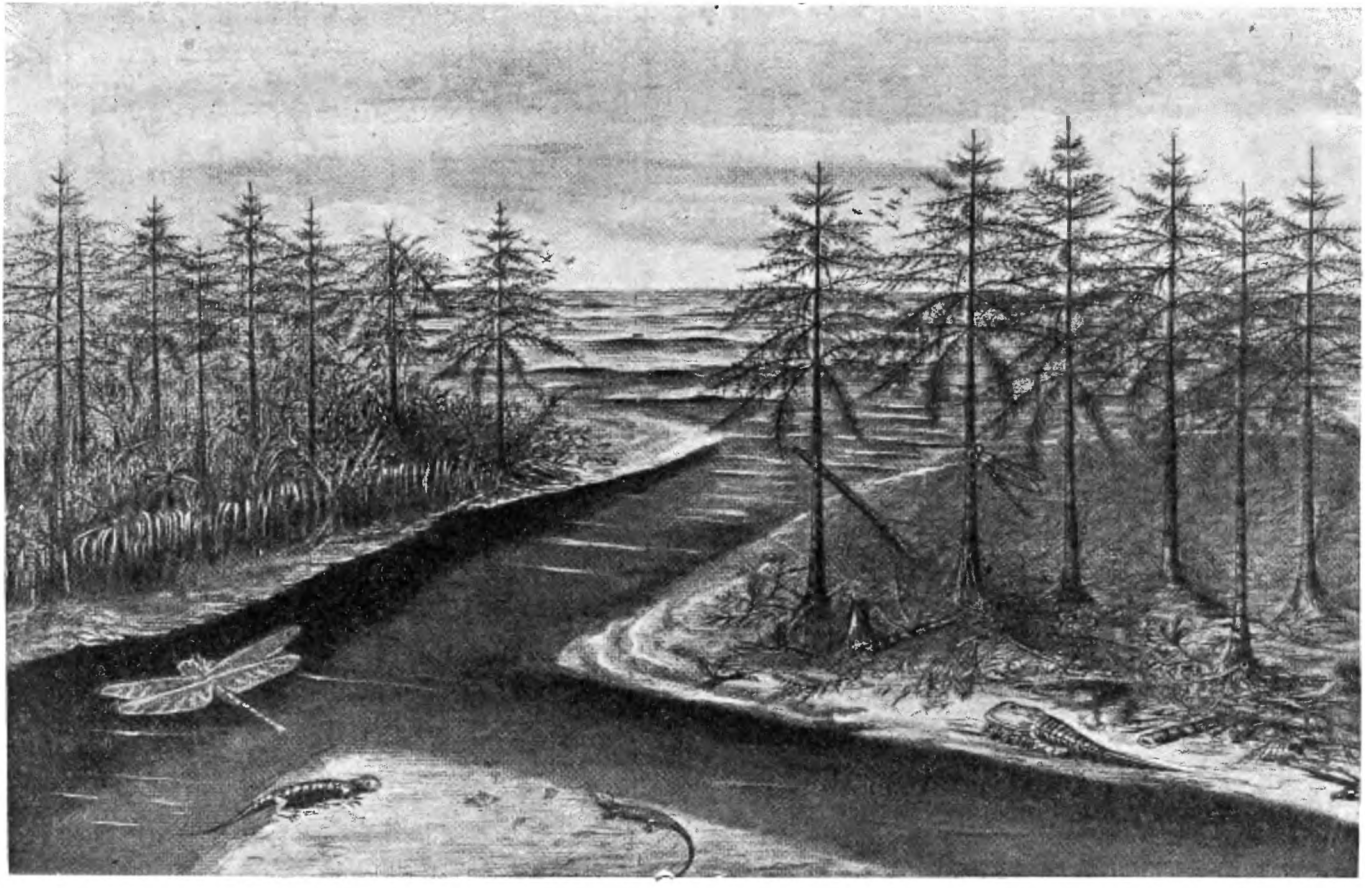


Рис. 171. Каламитовый лѣсъ на берегу каменноугольнаго моря во время отлива.

зрѣнія нельзя сравнивать этихъ обѣихъ литоральныхъ флоръ, нельзя упускать изъ виду ихъ разнородности. Коренясь въ водѣ, каменноугольная флора сначала поднимала надъ водою свою листву лишь во время отлива или низкаго стоянія рѣкъ, старалась всевозможными путями приспособиться къ новымъ жизненнымъ условіямъ, во время каменноугольнаго періода прошла черезъ бракическія воды болотистыхъ прибрежныхъ областей въ обширныя долины и вдоль ихъ береговъ вторглась въ горную страну.

Но надъ нею поднимались лишенныя растительности высокія, вѣчно подвижныя красныя щебневатыя осыпи и голыя изрѣзанныя вершины складчатыхъ горъ. Пока эти массы служили границей для привлекаемыхъ муссонами тучъ и принимали на себя приносимыя послѣдними воды, до тѣхъ поръ водная флора могла процвѣтать и на влажныхъ низменностяхъ; когда же гребни горъ понизились вслѣдствіе денудаціи, и количество атмосферныхъ осадковъ уменьшилось, когда снова воцарился враждебный жизни климатъ пустыни, тогда на лицо оказались тѣ необходимыя геологическія средства, которыя путемъ подбора, уничтоженія однѣхъ формъ и созданія другихъ преобразовали флору.

Поразительная смѣна флоръ, которой отмѣчены середина карбона и особенно начало пермскаго періода, легко можетъ быть объяснена этимъ измѣненіемъ климата.

Но если окаймленная мангровыми лѣсами низменность Ганга и дельта Брамапутры не представляютъ картины, соотвѣтствующей каменноугольной эпохѣ, то онѣ, однако, показываютъ, какимъ образомъ отлагаются другъ на другѣ колоссальныя массы ила, выносимыя большими рѣками съ перемѣннымъ уровнемъ воды изъ тропической горной цѣпи. Подошвы этихъ горъ[29] скрыты подъ обширной болотистой областью, наполненной продуктами разрушенія (Тарай). Здѣсь богатые глыбами конуса изъ продуктовъ разрушенія прорѣзываются несущими илъ потоками, которые при высокомъ стояніи воды легко отрываютъ отъ своихъ береговъ отдѣльные валуны и увлекаютъ ихъ вмѣстѣ съ иломъ. Въ виду этого, нѣтъ никакого основанія разсматривать отдѣльные валуны[30], часто разсѣянные въ темномъ сланцеватомъ илѣ, какъ слѣдствіе переноса льдомъ.

Такъ хорошо напластованныя отложенія, то илистыя, то песчанистыя, смотря по уровню воды, постоянно увеличиваясь въ мощности, все болѣе выдвигались въ море. При видѣ небольшихъ песчаныхъ дюнъ, которыя встрѣчаются теперь въ области дельты Ганга, не трудно понять, почему среди угольныхъ пластовъ часто выступаютъ песчаники съ діагональной слоистостью.

Самая мощная изъ этихъ дельтъ, затвердѣвшія отложенія которыхъ называютъ кульмомъ, мы находимъ въ южной Англіи, гдѣ богатый углеродомъ прослой отдѣляетъ нижнекарбоновые слои кульма отъ верхнекарбоновыхъ. Альпійское мѣстное названіе перенесено и на нѣмецкія отложенія, хотя широкораспространенные во Франконскомъ лѣсу, на Гарцѣ, въ Гессенѣ и Рейнской области сланцы и сѣрыя вакки относятся лишь къ нижнему карбону.

Вулканическія изверженія девонскаго періода продолжаются въ Англіи до кульмоваго періода, и среди лавовыхъ потоковъ и пепельныхъ покрововъ иногда встрѣчаются[31] даже вулканическія жерла

каменноугольной эпохи. Правда, каменноугольный періодъ поразительно бѣденъ одновременнаго происхожденія вулканическими породами; тѣмъ не менѣе, во время сводообразнаго поднятія горныхъ цѣпей образовалось подавляющее большинство тѣхъ гранитныхъ очаговъ, многочисленныя включенія которыхъ мы теперь видимъ въ Англіи, Франціи и Германіи, на Уралѣ и въ другихъ подвергшихся тогда процессу горообразованія областяхъ. Вмѣстѣ съ магмой поднимались фторъ, олово и другіе пары, которые мы теперь встрѣчаемъ въ оловянныхъ рудахъ, топазахъ, турмалинахъ и другихъ минералахъ, окружающихъ гранитные штоки. Въ рудныхъ горахъ[32] вмѣстѣ съ оловомъ образовались серебро-свинцовыя руды, а въ позднѣйшую пермскую эпоху поднимающіяся термы (горячіе источники) дали начало кобальто-серебряной рудѣ, барито-свинцовымъ и желѣзо-марганцовымъ рудамъ.

Вѣроятно, такимъ же путемъ поднимались и мѣдныя соли, осаждались въ сланцеватомъ покровѣ складчатыхъ горъ и, благодаря интенсивной денудаціи послѣднихъ, вскорѣ оказались обнаженными въ долинахъ и ущельяхъ. Растворившись въ водѣ и собравшись въ отдѣльныхъ лишенныхъ стока озерныхъ бассейнахъ, мѣдный растворъ, благодаря испаренію, все болѣе и болѣе сгущался и, повидимому, особенно въ началѣ цехштейновой эпохи до того сгустился въ неглубокомъ реликтовомъ озерѣ, что вымерли всѣ тѣ рыбы, которыя населяли его цѣлыми стадами. Тамъ выдѣлился мѣдный сланецъ, о которомъ мы говорили уже въ предшествующей главѣ.

Но мѣденосныя пермскія породы встрѣчаются не только здѣсь, но и[33] въ Богеміи, на Уралѣ (малахитъ), въ Альпахъ и даже въ Новой Мексикѣ, что показываетъ, какъ широко распространены были тогда мѣдесодержащіе источники и озера.

То обстоятельство, что въ нижнемъ карбонѣ южной Франціи[34] и Новой Шотландіи обрабатывали золотоносные пески, показываетъ, какъ рано срѣзано было здѣсь внутреннее ядро складчатыхъ горъ.

Какъ только горы понижены были денудаціей, какъ только устранена была тяжелая масса породъ и уменьшено производившееся ею давленіе, начались вездѣ вулканическія изверженія. Въ началѣ въ Англіи, Нассау. въ Вогезахъ, Испаніи, Португаліи, затѣмъ въ верхнекаменноугольную эпоху, въ Шотландіи, Англіи и Саксоніи и, наконецъ, въ пермскую эпоху почти по всей землѣ происходитъ безчисленное множество вулканическихъ изверженій.

Большая часть Германіи была покрыта тогда дымящимися кратерами, и стекавшіе съ ихъ склоновъ потоки мелафира, порфирита, порфира, трахита и фонолита, сопровождаемые мощными дождями пепла, совершенно видоизмѣнили обликъ незадолго до того поднявшейся изъ моря прибрежной области.

Такъ какъ большія площади этихъ вулканическихъ областей еще не покрыты были растительностью, или же произраставшая растительность многократно истреблялась дождями пепла, то вся область, обозрѣваемая съ высоты птичьяго полета, должна была представлять удивительно пестрый видъ. Между бурыми, красными, бѣлыми, зелеными и черными вулканическими потоками и пестрыми пепельными покровами всюду дымились огненныя жерла. Нагромождавшіеся въ мощныя скопленія продукты разрушенія, окрашенные, въ большинствѣ слу-

чаевъ, въ красный цвѣтъ, спускались многочисленными конусами по склонамъ горъ и то вѣтромъ, то грандіозными ливнями сносились въ низменности. Лишь немногія русла достигали далекаго морского берега; большей частью, они изсякали на своемъ короткомъ пути по сухому гравію или песку, иногда они впадали въ періодически возникавшія, а затѣмъ исчезавшія лазуревыя озера, и лишь тамъ, гдѣ вода наполняла существовавшіе болѣе или менѣе продолжительное время каналы, либо обширные бассейны, могла процвѣтать болотная флора, могли даже образоваться отдѣльныя каменноугольныя залежи. Хвойныя деревья съ крѣпкими стволами могли образовать отдѣльныя заросли и на вулканическихъ конусахъ и въ горныхъ долинахъ, но такія заросли быстро и часто истреблялись: въ однихъ случаяхъ они погибали отъ ядовитыхъ дождей вулканическаго пепла; въ другихъ случаяхъ сильные ливни срывали ихъ вмѣстѣ съ продуктами вывѣриванія, снимали съ нихъ кору, отламывали вѣтви, раздробляли, измельчали и погребали въ массѣ обломочныхъ продуктовъ разрушенія.

Въ Германіи образованіе углей начинается съ верхней границы морскихъ девонскихъ отложеній углистыми (битуминозными) сланцами Оберница. Оно заканчивается богатыми углемъ мѣдными сланцами въ нижнемъ цехштейнѣ; въ угольные пласты включены многочисленныя морскія прослойки, и если ранѣе многіе пласты называли *паралическими* (т. е. образовавшимися вблизи соленой воды), то это говоритъ о томъ, что уже тогда уловленъ былъ одинъ изъ существенныхъ факторовъ образованія углей. Коренясь въ морской водѣ, каменноугольная флора во время карбоновой эпохи поднимается въ амфибіотическую литоральную область и въ пермскую эпоху попадаетъ въ прѣсныя воды материка. Этотъ процессъ то совершался быстрыми этапами, то онъ требовалъ болѣе или менѣе продолжительныхъ промежутковъ времени. Свита слоевъ, средняя мощность которой составляетъ 3000 метровъ, является краснорѣчивымъ выраженіемъ имѣвшагося въ распоряженіи времени.

Теперь мы должны присмотрѣться къ той самой флорѣ, которая предпринимала эти своеобразныя, смѣлыя переселенія. Здѣсь мы снова напомнимъ о томъ фактѣ, что бурые и каменные угли въ химическомъ отношеніи существенно различаются между собою. Бурые угли, соотвѣтственно своему происхожденію изъ богатыхъ древесиной растеній, содержатъ большія количества лигнина. Каменные угли бѣдны лигниномъ, плотны, и въ нихъ можно явственно различать обломки „древеснаго угля“. Но микроскопическое изслѣдованіе обнаруживаетъ среди аморфнаго угля многочисленные маленькіе куски древесной ткани, присутствіе которыхъ объясняется не тѣмъ, что они пощажены были процессомъ обугливанія, какъ полагали раньше, а тѣмъ, что они не могли быть превращены въ уголь, такъ какъ они состоятъ изъ *другой* древесной ткани. Широко распространенъ взглядъ, что для превращенія древней торфяной массы въ плотный каменный уголь потребовался весь промежутокъ времени, протекшій отъ каменноугольной эпохи до настоящаго времени. Этотъ взглядъ невѣренъ, такъ какъ въ верхнекарбоновыхъ отложеніяхъ найдены окатанные куски[35] нижнекарбоноваго угля. Они показываютъ, что процессъ обугливанія послѣдняго завершается уже въ среднекарбоновую эпоху. И если въ Средней Россіи находимъ угли карбоноваго

Таблица. I. Ландшафтъ каменноугольной эпохи -- Рисованъ В. Кранцемъ по даннымъ профессора Потонье.

происхожденія не въ видѣ жирнаго „каменнаго угля“, а въ видѣ бурыхъ, рыхлыхъ, разсыпчатыхъ массъ, то мы должны притти къ заключенію, что превращеніе вызывалось **не временемъ**, какъ таковымъ, а специфическими причинами.

Причиной обугливанія считали давленіе выше лежащихъ слоевъ; но оказывается[36], что въ стоячемъ каламитовомъ стволѣ діаметромъ въ 92 миллиметра угольная кора имѣетъ толщину въ 1 миллиметръ, тогда какъ въ рядомъ лежащихъ, сдавленныхъ каламитовыхъ стволахъ, имѣющихъ въ окружности отъ 10 до 12 сантиметровъ, угольная кора тоже имѣетъ въ толщину отъ 1 до 1,2 миллиметра; отсюда вытекаетъ, что высокое давленіе и уменьшеніе объема не могли играть при обугливаніи никакой роли.

Послѣ вышесказаннаго мы должны исключить древесныя растенія изъ ряда собственно углеобразователей и приписывать имъ только роль случайныхъ включеній. Древесныя растенія къ тому времени достигли уже берега, ихъ фито-географическое переселеніе совершилось быстрѣе и ушло дальше; лишь случайно материковыя силы гнали ихъ обломки обратно въ море, на прежнюю родину.

Если такъ часто различаютъ аутохтонныя (образовавшіяся на мѣстѣ нахожденія) и аллохтонныя (т. е. принесенныя съ другого мѣста) угольныя массы, то послѣ сказаннаго эта противоположность относится не столько къ отдѣльнымъ каменноугольнымъ залежамъ, сколько къ образующимъ ихъ элементамъ. Вѣроятно, что **всякая каменноугольная залежь** образовалась изъ **аутохтонныхъ водныхъ и аллохтонныхъ береговыхъ растеній**.

Но не вода своими потоками могла приносить издалека вѣтви и сучья, листья и сѣмена, плоды и пыльцу наземной флоры, такъ какъ въ этомъ случаѣ возникаютъ, правда, черныя сланцеватыя глины и богатые растительностью песчаники, но никогда не образуются чистыя скопленія растительнаго вещества. Тотъ фактъ, что между пластами каменнаго угля иногда находятся прослойки изъ растительной пыльцы толщиною около сантиметра, – этотъ фактъ приводитъ къ предположенію, что при переносѣ гораздо болѣе важную роль игралъ **подвижной воздухъ**. Когда мы разсматриваемъ „идеальные ландшафты“ каменноугольнаго періода съ ихъ аккуратно и въ порядкѣ расположенными рядами растеній, намъ кажется, что въ этихъ реконструкціяхъ заключается существенный недостатокъ, а именно: на нихъ не видно порывовъ вѣтра, качающихся верхушекъ деревьевъ, бурелома, сломанныхъ стволовъ, валежника изъ отломанныхъ вѣтвей и сорванныхъ цвѣтовъ,—всѣхъ тѣхъ частей растеній, которыя, попадая въ воду, весьма существенно увеличивали угольную массу.

Изъ таллофитовыхъ (слоевцовыхъ) растеній извѣстны нѣкоторыя водоросли, которыя, какъ удалось доказать,[37] играли въ каменноугольныхъ бассейнахъ роль углеобразователей. Хотя родъ Pila былъ настолько малъ, что на одинъ кубическій сантиметръ приходилось около 250.000 экземпляровъ, все-же, онъ образуетъ цѣлые пласты, такъ называемыхъ, богхедскихъ углей (Boghead) въ Англіи и во Франціи. Въ Австраліи въ столь же большихъ количествахъ жила водоросль Reinschia, тогда какъ въ Россіи въ качествѣ углеобразователя выступаетъ Cladiscothallus.

Грибные микробы (гифы) пронизываютъ многіе виды каменныхъ углей; Bacillus vorax, Micrococcus Guignardi и другіе микробы играли руководящую роль при распаденіи карбоновыхъ растительныхъ тканей въ аморфный углеродъ. Изолированныя окаменѣлости, которыя отнесены къ мхамъ и лишаямъ, представляютъ сомнительныя находки; во всякомъ случаѣ, въ то время совершенно отсутствовали образующія дернъ мховыя колоніи, играющія столь важную роль въ болотахъ и лѣсахъ настоящаго времени.

Высшій растительный міръ[38] каменноугольнаго періода состоялъ изъ древесныхъ кустарниковъ и травянистыхъ растеній, жизнь которыхъ была такъ тѣсно связана съ водою, что они или совсѣмъ жили подъ водою, или же только корни ихъ находились во влажной илистой почвѣ, а верхушки поднимались надъ уровнемъ воды. Въ этомъ отношеніи они сильно походили на группы растеній, называемыя „мангровыми“: эти группы живутъ какъ на низменныхъ берегахъ теплыхъ морей и въ устьяхъ большихъ рѣкъ, такъ и въ болотистыхъ лагунахъ, съ той лишь разницей, что мангровые лѣса состоятъ изъ растеній, нѣкогда жившихъ на сушѣ и теперь переселяющихся въ море, тогда какъ карбоновая приливо-отливная флора стремилась оставить родной океанъ и переселиться на материки, которые въ то время представляли еще пустыни.

Мѣсто этихъ древнихъ растеній въ системѣ растительнаго царства до сихъ поръ еще недостаточно изслѣдовано, и, въ силу этого, ихъ нельзя съ увѣренностью отнести къ тому или къ другому изъ нынѣ живущихъ порядковъ. Растительныя группы, которыя теперь совершенно отсутствуютъ или въ лучшемъ случаѣ играютъ въ растительномъ царствѣ настоящаго времени совершенно подчиненную роль, тогда находились въ полномъ расцвѣтѣ, и ихъ жалкіе потомки не даютъ намъ никакого представленія о совершенно чуждомъ намъ составѣ тѣхъ древнихъ лѣсовъ.

Родъ Pseudobornia, впервые встрѣчающійся въ верхнедевонскихъ отложеніяхъ Медвѣжьяго острова, стоитъ, кажется, близко къ тѣмъ родоначальнымъ формамъ, изъ которыхъ въ каменноугольный періодъ развилась группа членистораздѣльныхъ растеній, которыя легко можно раздѣлить на двѣ группы: группу сфенофиловыхъ растеній и группу хвощей.

Сфенофилловыя растенія (Sphenophyllum) были водныя растенія съ длиннымъ, членистымъ, слегка ребристымъ стеблемъ, къ узламъ котораго мутовчато прикрѣплялись листья. Первоначально каждое кольцо состояло изъ шести листьевъ, у молодыхъ формъ число листьевъ доходитъ до 30. Почковидные, расположенные на концахъ, плодники содержали изоспоровыя споры. Сфенофилловыя, должно быть, держались на водѣ своими длинными, развѣтвленными стеблями, подобно нынѣ живущимъ водянымъ лютикамъ, и росли, вѣроятно, такъ же быстро, какъ извѣстная элодея (Elodea). Сфенофилловыя впервые появляются въ среднедевонскихъ отложеніяхъ Сѣверной Америки, встрѣчаются въ нижнекарбоновыхъ отложеніяхъ Европы, гдѣ они вымираютъ въ пермскую эпоху, а въ индійскихъ отложеніяхъ нижняго тріаса найденъ послѣдній представитель Sphenophyllum speciosum, листья котораго обнаруживаютъ въ каждой мутовкѣ своеобразную дифференціацію на два короткихъ верхнихъ и четыре болѣе длинныхъ нижнихъ

листа. Большое сходство этого расположенія листьевъ съ расположеніемъ листьевъ у нынѣ живущей Salvinia позволяетъ считать и этотъ, самый молодой, видъ настоящимъ воднымъ растеніемъ.

Рис. 172. Древовидный хвощъ (Calamites).

Въ близкомъ родствѣ со сфенофилловыми находились древовидные хвощи (рис. 172), организація которыхъ, несмотря на большое сходство съ нынѣ живущими хвощами, достигла уже большей высоты развитія. Каламиты представляли гетероспоровыя растенія, сильно развѣтвленные стволы которыхъ, высотою до 30 метровъ, составляли цѣлые болотистые лѣса; нѣкоторые стойкіе виды ихъ проникали, вѣроятно, далеко и на материкъ.

Древнѣйшія формы (Bornia, Archaeocalamites) въ девонѣ и нижнемъ карбонѣ имѣли еще дихотомные листья и не мѣняющіеся сосудисто - волокнистые пучки, послѣ же преобладаютъ формы съ простыми листьями и чередующимися годичными кольцами наростанія. Стволъ поднимался на сильно развѣтвленномъ кортомъ корнями корневомъ пучкѣ. Клѣточное невищѣ или на бога ла было высоко развито и дифференцироствола выростали придаточные корни. строеніе тканей ство вѣтви извѣстны подъ названіями Annularia, вано, и часто изъ mocladus, плоды описаны подъ названіями Покрытыя листьями ostachya и Cingularia. Asterophyllites и Cala

Calamostachys, Palae

Одну изъ господ ствующихъ группъ составляли плауновыя растенія, къ кото рымъ, рядомъ съ деревьями, высотою въ 30 метровъ, принадлежа ли и низкорослыя травы. Само собою разумѣется, что орга низація первыхъ лучше извѣстна; оба рода Lepidoden dron (рис. 173) (чешуйчатыя деревья) и Sigil laria (рис. 174) (сигилляріи) являются самыми важны ми элементами каменноугольной флоры.

Лепидодендроны въ своихъ наиболѣе крупныхъ формахъ имѣли въ діаметрѣ до 2 метровъ и при этомъ достигали высоты отъ 30 до 40 метровъ. Круглый многократно дихотомно-развѣтвленный стволъ былъ густо усаженъ тростниковоподобными листьями, которые легко отпадали, оставляя весьма характерный ромбоидальный рубецъ. Листья, около метра длиною, густыми султаноподобными пучками украшали

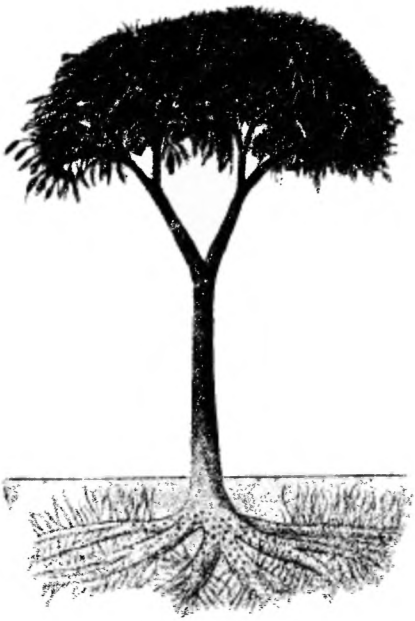


Рис. 173. Лепидодендронъ съ цвѣтами и описанными подъ названіемъ Stigmaria корнями.

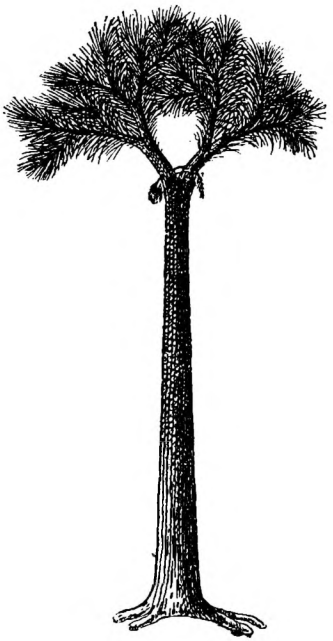


Рис. 174. Сигиллярія.

концы вѣтвей и, вмѣстѣ съ тѣмъ, несли расположенныя на концахъ цвѣтныя почки, въ которыхъ развивались гетероспоровыя споры. Между лепидодендронами жили родственные травовидные роды, какъ Miadesmia. Древнѣйшіе виды находимъ въ нижнедевонскихъ отложеніяхъ; главное ихъ распространеніе относится къ карбону, а вымираніе - къ пермской эпохѣ.

Въ противоположность къ лепидендронамъ, у которыхъ ромбическіе рубцы, къ которымъ прикрѣплялись листья, расположены были на стволѣ, въ большинствѣ случаевъ, по спиралямъ, сигилляріи (рис. 174) имѣли, большей частью, шестисторонніе рубцы, которые располагались продольными рядами. Стволы, въ большинствѣ случаевъ, походившіе на колонны, лишь рѣдко были развѣтвлены и украшены были такой же юккообразной листвой, какъ лепидодендроны; спорангіи выростали изъ ствола. Единственный, относящійся сюда, родъ Sigillaria въ нижнемъ карбонѣ встрѣчается рѣдко, въ верхнемъ карбонѣ—чрезвычайно часто; въ пермскихъ отложеніяхъ встрѣчаются лишь немногіе виды, а въ пестромъ песчаникѣ группа, повидимому, вымираетъ.

Сигилляріи и особенно лепидодендроны отличаются своеобразными корневищами (Stigmaria), которыя иногда встрѣчаются безъ надзем-

ныхъ органовъ, но часто они переходятъ въ высокіе стволы лепидодендроновъ, такъ что органическая связь между обоими образованіями—внѣ сомнѣнія. Стигмаріи обыкновенно развѣтвлялись на четыре главныя вѣтви, которыя затѣмъ дихотомически пускали многочисленные корневые ростки. На округленныхъ рубцахъ сидѣли въ правильномъ крестообразномъ расположеніи корневые побѣги (въ морфологическомъ отношеніи соотвѣтствующіе, вѣроятно, листьямъ); между ними наблюдаются неправильно расположенные собственно придаточные корни.

Къ древовиднымъ растеніямъ принадлежали также Cordaites, у которыхъ цилиндрическіе безлиственные стволы, высотою до 40 метровъ, развѣтвлялись неправильно и несли на концахъ вѣтвей пучки листьевъ. Листья были либо округленные, либо заостренные на подобіе тростниковыхъ листьевъ; между ними сидѣли мужскіе цвѣты въ видѣ изящныхъ почекъ. Изъ женскихъ цвѣтовъ развивались орѣхоподобные плоды (Cordaicarpus); микроскопическое изслѣдованіе этихъ органовъ показало, что эти растенія были родственны цикадовымъ и гнетацеямъ, и, слѣдовательно, являются, быть можетъ, переходными формами къ хвойнымъ деревьямъ.

Между кусками стволовъ и листьевъ до сихъ поръ названныхъ растеній папоротниковолистныя растенія играютъ весьма выдающуюся роль. Въ 1826 году Бронньяръ (Brongniart) думалъ, что между 330 полеозойскими растеніями ему удалось опредѣлить 160 дѣйствительныхъ папоротниковъ. Еще теперь, на основаніи различныхъ формъ листьевъ, различаются „роды“ Sphenopteris, Pecopteris, Odontopteris, Neuropteris и др.; между тѣмъ, изслѣдованіе соотвѣтственныхъ органовъ размноженія показало, что настоящіе папоротники въ девонѣ, и нижнемъ карбонѣ еще совершенно отсутствуютъ, что древнѣйшія Marattiaceae впервые появляются въ верхнекарбоновую эпоху, что, быть можетъ, нѣкоторыя каменноугольныя растенія, ранѣе считавшіяся папоротниками, слѣдуетъ относить къ перистосѣмяннымъ. По своимъ плодамъ они принадлежали къ голосѣмяннымъ, но плоды у нихъ развивались въ листьяхъ и этимъ обнаруживаютъ свой примитивный характеръ. На пучкѣ корней (отчасти Psaronius), укрѣпленномъ въ мягкой почвѣ посредствомъ многочисленныхъ побѣговъ, поднимался шероховатый стволъ (Medullosa, Lyginodendron) съ многочисленными вѣтвями (Myeloxylon), усаженными широкими папоротниковыми листьями. До сихъ поръ еще нѣтъ возможности въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ доказать взаимопринадлежность отдѣльныхъ органовъ; точно такъ же сѣмена, описанныя подъ названіемъ Lagenestoma, Rhabdocarpus, Trigonocarpus, Carpolithus и т. д., лишь рѣдко встрѣчаются вмѣстѣ съ этими органами; но что многочисленные каменноугольные папоротники размножались не черезъ споры, весьма вѣроятно.

Разсматривая каменноугольную флору въ цѣломъ, мы прежде всего поражаемся колоссальнымъ богатствомъ листьевъ, даже у древовидныхъ растеній. Распредѣленные по всему стволу рубцы, по нашему мнѣнію, въ продолженіе всей жизни несли длинные, на подобіе тростниковыхъ, листья, которые отпадали лишь со смертью дерева. Концы вѣтвей были украшены исполинскими лиственными кронами, которыя сваливались внизъ гибкими букетами: эти кроны представляли не прямыя метелки, какъ ихъ представляютъ на нѣкоторыхъ воображаемыхъ ландшафтахъ каменноугольной эпохи, а пышные

изящные зеленые букеты, висѣвшіе и качавшіеся на гибкихъ стволахъ; подобно трясункамъ колоссальныхъ размѣровъ, качались также величественные древовидные хвощи, и лишь тамъ, гдѣ почва лѣсовъ была покрыта водою, скоплялись гніющія деревья и вѣтви, сорванныя и изломанныя сильными бурями.

Второй характерный признакъ каменноугольной флоры составляетъ сильное развитіе подземной системы корней. Длинныя корневища, сильно развѣтвленные корни расползались въ илистой почвѣ, и изъ нихъ повсюду на-встрѣчу свѣту выбивались новые побѣги. Подобно тому, какъ абиссинская растительность на берегу Краснаго моря[39] покрываетъ обширныя площади своими отпрысками, которыя пробиваются изъ подземныхъ побѣговъ, такъ что ноги запутываются между тысячами короткихъ побѣговъ, точно такъ же въ прибрежныхъ мѣстностяхъ каменноугольнаго моря, большія области были прорѣзаны только подземными корневищами стигмарій, которыя не всегда развивались въ высокоствольныя деревья. Наблюденіемъ установлено[40], что покрытый корнями стволъ (Psaronius) каменноугольныхъ папоротниковолистныхъ растеній, помѣрѣ того, какъ илистая почва поднималася на 3 метра, каждый разъ пускалъ новые побочные пучки корней въ расположенный слоями илъ, чтобы сдѣлать стволъ болѣе устойчивымъ въ виду столь быстраго отложенія осадковъ.

Но самая важная особенность каменноугольной флоры заключается въ гистологическомъ строеніи ея тканей, такъ какъ здѣсь отсутствуютъ всѣ признаки ритмическаго роста въ толщину. Распространеніе однихъ и тѣхъ каменноугольныхъ наземныхъ растеній отъ Сѣверной Америки до Шпицбергена говоритъ за то, что отъ тропиковъ до полюсовъ господствовалъ довольно равномѣрный термическій климатъ; но, спрашивается: такъ же ли равномѣрно могло быть количество солнечнаго свѣта, столь необходимое для жизни растеній? Въ соляныхъ отложеніяхъ Стассфурта найдены были отчетливые признаки того, что во время пермской эпохи наклонъ эклиптики былъ весьма значителенъ; имѣемъ ли мы право допустить, что предшествующая каменноугольная эпоха существенно отличалась въ этомъ отношеніи? Если-бы земная ось была тогда перпендикулярна къ солнечной траэкторіи, то на Шпицбергенѣ господствовала бы вѣчная ночь, и наземныя растенія, вообще, не могли бы тамъ существовать. Растительный міръ былъ возможенъ, только благодаря свѣтовымъ лучамъ лѣтняго періода. Но если, такимъ образомъ, наклонъ эклиптики былъ значителенъ, то почему смѣна временъ года не выражалась въ ритмическомъ расчлененіи тканей.

Чтобы найти выходъ изъ этой дилеммы, можно было бы предположить, что всѣ каменноугольныя растенія были одногодичными, но противъ этого говоритъ различная величина древовидныхъ формъ. Въ самомъ дѣлѣ, невозможно допустить, что сигилляріи, лепидодендроны или кордаиты, толщиною въ 3 метра, выростали въ такой же промежутокъ времени, какъ экземпляръ толщиною въ 10 сантиметровъ.

Такимъ образомъ, намъ остается только думать, что процессы роста каменноугольной флоры были независимы отъ мѣняющагося соотвѣтственно временамъ года и географической широтѣ климата, что, слѣдовательно, въ этомъ отношеніи она вполнѣ походила на рѣчныя и морскія водоросли. Такимъ

образомъ, и этотъ рядъ соображеній приводитъ насъ къ предположенію, что каменноугольная флора представляла ассоціацію растеній, первоначально возникшую въ морѣ и лишь впослѣдствіи поднявшуюся на материкъ.

Новѣйшія изслѣдованія Рено[41] (Renault) пролили много свѣта на вопросъ о превращеніи органическихъ остатковъ въ каменный уголь. Ему удалось показать, что обыкновенный каменный уголь образовался изъ всѣхъ возможныхъ частей растеній: древесины, коры, вѣтвей, листьевъ, плодовъ и т. д. Подъ вліяніемъ маленькихъ микробовъ (особенно Micrococcus Carbo), проникавшихъ въ клѣточныя ткани, растительное вещество распадалось въ аморфный уголь. Процессъ представлялъ, вѣроятно, особый видъ броженія и происходилъ по слѣдующей формулѣ:

$$\text{Целлюлоза } (C_6 H_{10} O_5)_8 = \begin{array}{l} 2 \text{ части угля } (C_9 H_6 O), \\ +14 \text{ частей метана } (C H_4), \\ +16 \text{ частей углекислоты } (C O_2), \\ +\ 6 \text{ частей воды } (H_2 O). \end{array}$$

Такимъ образомъ, превращаясь въ уголь, растительное вещество теряетъ отъ $^{11}/_{12}$ до $^{29}/_{30}$ своего первоначальнаго объема, и, если развиваемые при этомъ газы обыкновенно улетучиваются, то, все-же, извѣстные рудничные гремучіе газы часто съ ужасающей убѣдительностью показываютъ, сколь огромныя количества углеводородовъ образованы были въ процессѣ образованія каменнаго угля; часто эти газы удерживаются силою капиллярности. 1 кубическій сантиметръ угля изъ Бубли (Bouble) содержитъ почти 9 кубическихъ сантиметровъ газовъ (95% метана, 3,7% углекислоты и 1,3% воды).

При опредѣленныхъ условіяхъ возникали извѣстные типы каменныхъ углей, уже издавна различаемые спеціальными названіями:

Богхедскіе угли (или богхедъ) образованы были скопленіемъ прѣсноводныхъ водорослей: въ этихъ угляхъ можно подъ микроскопомъ явственно различить шарообразную форму Pila scotica, Pila bibracteum, Pila Karpinskiji, Pila Kentuckiana и т. д. Австралійскіе богхеды содержатъ Reinschia australica, а нѣкоторые англійскіе богхеды—Thylax britannicus.

Кеннельскій уголь (=candle—свѣча, такъ какъ онъ легко горитъ желтоватымъ пламенемъ), встрѣчается особенно въ среднемъ отдѣлѣ Виганскихъ каменноугольныхъ залежей, въ Англіи,[42] гдѣ онъ образуетъ залежь мощностью до 1 метра. По своему химическому составу кеннельскій уголь сильно отличается отъ обыкновеннаго угля, содержаніе въ немъ газовъ ($^1/_5$ вѣса) и параффина весьма велико. При микроскопическомъ изслѣдованіи оказывается, что онъ состоитъ существенно изъ споръ и богатыхъ спорами плодниковъ. Слѣдовательно, этотъ уголь образовался въ тихомъ озерѣ, гдѣ обитали многочисленныя рыбы, и куда вѣтромъ заносились споры окружающихъ гетероспоровыхъ тайнобрачныхъ.

Сѣра, содержащаяся во многихъ каменныхъ угляхъ,[43] происходитъ, вѣроятно, отъ хвощей, такъ какъ пепелъ хвощей и въ настоящее время содержитъ 14,3% сѣрнокислой извести.

Нетрудно понять, что среди этой флоры, первоначально находившейся подъ уровнемъ моря, а потомъ переселившейся въ браки-

ческія и прѣсныя воды, жила **богатая фауна**. Замѣчательно то, что именно въ каменноугольныхъ пластахъ мы лишь рѣдко находимъ животные остатки, которые наблюдаются, часто въ огромныхъ количествахъ, въ переслаивающихся сланцеватыхъ глинахъ и песчаникахъ. Но и этотъ фактъ нетрудно объяснить себѣ, разъ мы знаемъ, что скелетъ девонскаго Palaeospondylus и крѣпкіе накожные щиты панцырныхъ рыбъ въ древнемъ красномъ песчаникѣ Шотландіи превращены въ каменный уголь. Такимъ образомъ, вмѣстѣ съ растительными остатками въ каменный уголь превратились и животные трупы; вполнѣ, поэтому, естественно, что теперь мы въ ископаемомъ углѣ уже не въ состояніи обнаружить животные остатки.

Кромѣ уже выше описанной морской фауны реликтовыхъ озеръ, мы между каменноугольными пластами встрѣчаемъ особенно часто двустворчатыхъ, ракообразныхъ, тысяченожекъ, скорпіоновъ, насѣкомыхъ, рыбъ и амфибій (земноводныхъ).

Часто столь многочисленныя прѣсноводныя **двустворчатыя** обнаруживаютъ замѣчательныя различія,[44] зависящія отъ геологическаго положенія. На Уралѣ виды, въ большинствѣ случаевъ,—мелки, въ Южной Россіи и Западной Европѣ они становятся больше. Выступающая въ саарбрюкенскихъ слояхъ[45] Западной Германіи Anthracosia Weissiana въ оттвейлерскихъ слояхъ слѣдующаго періода превращается въ Anthracosia Goldfussiana; затѣмъ послѣдній видъ можно прослѣдить до висячихъ слоевъ краснаго лежня.

Въ реликтовыхъ озерахъ каменноугольной эпохи мы находимъ послѣднихъ представителей нѣкогда столь широко распространенной группы **трилобитовъ**. Отъ Proëtus теперь отвѣтвляются Dechenella и Phillipsia и живутъ съ одними и тѣми же видовыми признаками по всей Германіи. Наряду съ ними живутъ страннымъ образомъ уклоняющіяся формы, какъ Arthropleura,[47] которыя представляютъ, какъ кажется, переходъ къ изоподамъ; спинной щитъ, длиною въ 30, а ши-

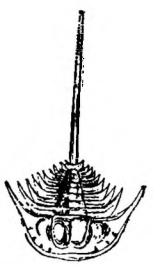


Рис. 175. Belinurus reginae изъ ирландскаго карбона.

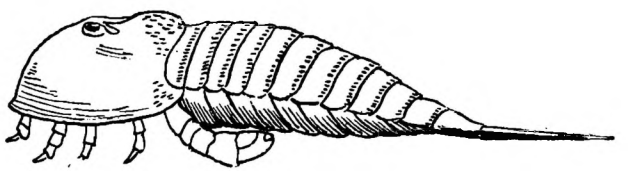


Рис. 176. Eurypterus Scouleri изъ верхнекарбоноваго прѣсноводнаго известняка.

риною въ 18 сантиметровъ, отчетливо обнаруживаетъ конечности для ходьбы; о хищническомъ образѣ жизни свидѣтельствуетъ найденное въ тѣлѣ животнаго крыло насѣкомаго. Весьма интересенъ тотъ фактъ, что Eurypterus (рис. 176), а также родственные ему роды Belinurus (рис. 175), Prestwichia и др., жили среди каменноугольныхъ растеній. Правда, карбоновыя формы, въ большинствѣ случаевъ, малы, но онѣ жили сообществами, такъ что при Beaver City (въ Пенсильваніи) среди богатыхъ углемъ сланцевыхъ глинъ найдено 20 экземпляровъ.[48] Eurypterus Imhoffi встрѣчается при Пильзенѣ въ видѣ зрячихъ, а при Саарбрю-

конѣ—въ видѣ слѣпыхъ экземпляровъ. Слѣпые экземпляры при жизни, вѣроятно, закапывались въ илъ, подобно тому, какъ дождевой червь живетъ во влажной землѣ.

Часто предпринимаемыя попытки распредѣлить міръ насѣкомыхъ каменноугольнаго періода по нынѣ существующимъ порядкамъ наталкиваются на такія же трудности, какія встрѣтились бы при попыткѣ раздѣлить учениковъ класса по тѣмъ свойствамъ, которыя они обнаружатъ черезъ нѣсколько десятковъ лѣтъ. Будущее призваніе и состояніе, во всякомъ случаѣ, уже заложены въ школьномъ мальчикѣ; одинъ выберетъ одну профессію, другой—другую, и, все-же, никто не отважится уже теперь дѣлить ихъ на группы по профессіямъ.

Такъ и каменноугольный, чрезвычайно богатый, міръ насѣкомыхъ обнаруживаетъ большое число общихъ признаковъ, бросающихся въ глаза, но, все-же, отступающихъ у потомковъ на задній планъ.

Въ силурійскій и девонскій періоды насѣкомыя,[49] насколько позволяютъ судить современыя наши знанія, совершенно отсутствуютъ. Ихъ развитіе начинается съ наступленіемъ каменноугольной эпохи, и ихъ предковъ вѣрнѣе всего искать въ до того времени столь широко распространенныхъ трилобитахъ. Большинство карбонныхъ родовъ были значительныхъ размѣровъ. Наименьшіе изъ извѣстныхъ видовъ имѣютъ въ длину 3 сантиметра, а размахъ крыльевъ у наиболѣе крупныхъ формъ достигалъ 70 сантиметровъ.

Изъ 300 слишкомъ родовъ 80 принадлежали къ первобытнымъ насѣкомымъ (Palaeodictyoptera), которыя по всѣмъ существеннымъ особенностямъ своимъ походятъ на гипотетическое „Protentomen“; его существованіе мы должны допустить на основаніи сравнительно-анатомическихъ и филогенетическихъ фактовъ. Тѣло распадалось на 21 сегментъ; изъ нихъ шесть составляли усаженную нѣжными сяжками (усиками) голову съ крѣпкими челюстями и сложными глазами; три сегмента составляли снабженную четырьмя крыльями грудь, одиннадцать—брюшко, а конечный сегментъ походитъ на шиповидное продолженіе хвостового щита трилобитовъ.

Многочисленныя пары конечностей были расщеплены и служили какъ для плаванія, такъ и для дыханія.

Въ молодости, а иногда въ продолженіе всей жизни, они жили въ морѣ; изъ яичекъ вылупливались неразвитыя, безкрылыя личинки, которыя превращались въ насѣкомыхъ при многократныхъ линяніяхъ. Въ верхнекаменноугольную эпоху эти первобытныя насѣкомыя совершенно вымерли, а ихъ мѣсто заняли между тѣмъ вновь возникающія группы еще нынѣ живущихъ порядковъ. Ранѣе другихъ развились сверчковыя (блаттиды), которыя въ количествѣ 84 видовъ жили уже во время каменноугольной эпохи. Ортоптеры (прямокрылыя) появляются приблизительно 38 примитивными родами; пять родовъ представляютъ переходныя формы къ стрекозамъ, два—къ термитамъ; другія, широко распространенныя въ каменноугольную эпоху, семейства представляютъ, повидимому, вымирающія вѣтви родословнаго дерева царства насѣкомыхъ.

Вообще, область распространенія насѣкомыхъ каменноугольной эпохи весьма ограничена, но зато здѣсь богатство ихъ формъ такъ велико, что каждая новая находка, какъ, напримѣръ, у Веттина,[50] соотвѣтствуетъ новому виду.

Что большинство этихъ древнихъ формъ проводили большую часть своей жизни въ водѣ, это становится вѣроятнымъ на основаніи ихъ геологическаго мѣстонахожденія и доказывается формой ихъ тѣла. Но мы можемъ думать, что каменноугольный міръ насѣкомыхъ вмѣстѣ съ флорой переселился изъ воды на материкъ. Можно, однако, выдвинуть слѣдующій вопросъ: почему они не остались въ родной старой стихіи? зачѣмъ они совершили тяжелый переходъ отъ жабернаго дыханія къ дыханію легкими? Этотъ процессъ, быть можетъ, станетъ для насъ понятнымъ, когда мы разсмотримъ поистинѣ изумительное богатство рыбъ, населявшихъ болота каменноугольнаго періода.

Однѣхъ селахій насчитывалось[51] 70 родовъ; при томъ нѣкоторые изъ этихъ родовъ распадаются каждый на 15 видовъ. Къ нимъ присоединяются 20 родовъ гетероцеркальныхъ эмалевочешуйчатыхъ рыбъ, напримѣръ, Acanthodes (рис. 177) и представители нѣкоторыхъ другихъ порядковъ. Ихъ зубныя и плавниковыя иглы встрѣчаются не только въ морскихъ отложеніяхъ каменноугольной эпохи, но столь же часто въ бракическихъ и лиммническихъ (прѣсноводныхъ) бухтахъ моря того времени. Въ тонкомъ слоѣ кеннельскаго угля Іоркшира,[52] въ немъ одномъ, найдено 24 вида рыбъ. Одно болотистое озеро въ штатѣ Огіо содержало[53] изъ мелкихъ рыбъ роды Palaeoniscus, Amblypterus, Mesolepis, которыми питались плотоядныя Coelacanthus, а послѣднія, въ свою очередь, служили пищей исполинскому Megalichtys, о чемъ можно судить по большимъ копролитамъ (окаменѣвшимъ экскрементамъ). Что нѣкоторыя рыбы прыгали по илистому берегу, на подобіе нынѣ живущаго Periophtalmus, и гнались за насѣкомыми, это видно по одному слѣду, который по формѣ точно походитъ на трехраздѣльный плавникъ рыбы.

Рис. 177. Acanthodes gracilis изъ пермскихъ отложеній Силезіи. Тѣло покрыто тонкими чешуйками; плавники вооружены крѣпкими изогнутыми плавниковыми шипами. Пять жаберныхъ пластинокъ расположены свободно.

Отъ всѣхъ этихъ враговъ насѣкомыя легко избавились, оставивъ жизнь въ водѣ и приспособившись къ пребыванію въ воздухѣ.

Такъ насѣкомыя населили обширные материки. Нѣкоторые вторженцы залетали въ самыя узкія долины и даже на обширныя пустынныя равнины, подобно стаямъ саранчи, которыя и въ настоящее время опустошаютъ богатыя растительностью оазисы и культурныя мѣстности на границѣ сѣверо-африканской пустыни.

Въ то же время многочисленныя формы развивались до поразительныхъ размѣровъ. Тѣло Titanophasma имѣетъ въ длину 32 сантиметра, у стрекозовидной Meganeura Monyi размахъ крыльевъ достигалъ 70 сантиметровъ.

Намъ представляется страннымъ, что міръ каменноугольныхъ насѣкомыхъ порождалъ такихъ гигантовъ, размѣры которыхъ значительно превосходятъ размѣры самыхъ крупныхъ бабочекъ настоящаго вре-

мени, но мы должны помнить, что современная намъ фауна насѣкомыхъ въ своемъ развитіи находится подъ весьма сильнымъ вліяніемъ царства птицъ, и, поэтому, въ интересахъ своего сохраненія и защиты отъ этихъ враговъ, она должна прибѣгать къ самымъ удивительнымъ способамъ приспособленія.

Въ каменноугольную эпоху еще не существовало никакихъ птицъ. Даже тріасовые летающіе ящеры еще отсутствовали. Такимъ образомъ, каменноугольныя насѣкомыя, научившись летать, не встрѣчали въ воздухѣ никакихъ враговъ. Можно было бы удивляться тому, что въ царствѣ каменноугольныхъ насѣкомыхъ совершенно отсутствовали жуки, мухи, комары, пчелы и бабочки. Но если мы вспомнимъ, что въ то время не существовало еще ни одно млекопитающее, что еще ни одинъ цвѣтокъ не распространялъ аромата и не вырабатывалъ меда, то намъ станетъ понятнымъ отсутствіе этихъ жалящихъ и сосущихъ порядковъ.

Дышащія легкими рыбы и амфибіи (земноводныя) впервые появились на древнемъ, и пустынномъ материкѣ девонскаго періода. При тѣсныхъ литогенетическихъ отношеніяхъ между древнимъ краснымъ песчаникомъ и материками каменноугольнаго періода нетрудно понять, что многіе изъ этихъ родовъ перешли въ каменноугольную эпоху. Между шотландскими пластами каменнаго угля находятъ черные роговые зубы Ctenodus, а въ полыхъ стволахъ Новой Шотландіи[55] нашли, на ряду съ небольшими наземными улитками, крупными тысяченожками и скелетами различныхъ мелкихъ животныхъ, также остатки крупныхъ амфибій, достигающихъ въ длину около метра.

Нѣкоторое представленіе о разнообразіи наземныхъ животныхъ каменноугольной эпохи даютъ намъ слѣды, обнаруженные въ Новой Шотландіи и Пенсильваніи, а также въ Англіи и Цвиккау. Отпечатки ногъ являются иногда и для слѣдующаго пермскаго періода единственнымъ указаніемъ на область распространенія, образъ жизни и обликъ жившихъ тогда четвероногихъ. Въ самомъ дѣлѣ, ихъ скелеты къ тому времени не вполнѣ еще окостенѣли, ихъ челюсти усажены были часто лишь нѣжными, легко разрушавшимися зубчиками, кожа у нихъ защищена была слабымъ чешуйчатымъ покровомъ, такъ что ихъ трупы, большей частью, истлѣвали безъ остатка и разсѣивались.

Нахожденіе однихъ и тѣхъ же родовъ въ каменноугольный и пермскій періоды показываетъ, что въ отношеніи развитія древнѣйшихъ четвероногихъ оба эти періода составляютъ одно геологическое цѣлое. Хотя находки каменноугольныхъ амфибій весьма скудны, тѣмъ не менѣе, каждая изъ нихъ содержитъ довольно большое число родовъ и видовъ; однѣ изъ этихъ формъ имѣютъ чрезвычайно большое географическое распространеніе, другія ограничены въ своемъ распространеніи тѣсными границами.

По низкому крышеподобному черепу вся группа получила общее названіе стегоцефаловъ; размѣры тѣла колеблются въ весьма широкихъ предѣлахъ: между родами въ 10 сантиметровъ длиною (рис. 178) жили исполинскія саламандры длиною въ 2 метра.

Большинство стегоцефаловъ обладало четырьмя ногами, снабженными короткими пальцами (рис. 179); у нѣкоторыхъ, повидимому, были, когти для лазанія по деревьямъ; но особенный интересъ представляетъ появленіе въ карбоновыхъ отложеніяхъ Сѣверной Америки и

Ирландіи, а также въ нижнепермскихъ отложеніяхъ Бельгіи (рис. 180) безногихъ формъ. Черепъ имѣлъ самыя разнообразныя очертанія: то онъ имѣетъ полулунную форму, то онъ вытянутъ въ длину (рис. 181),

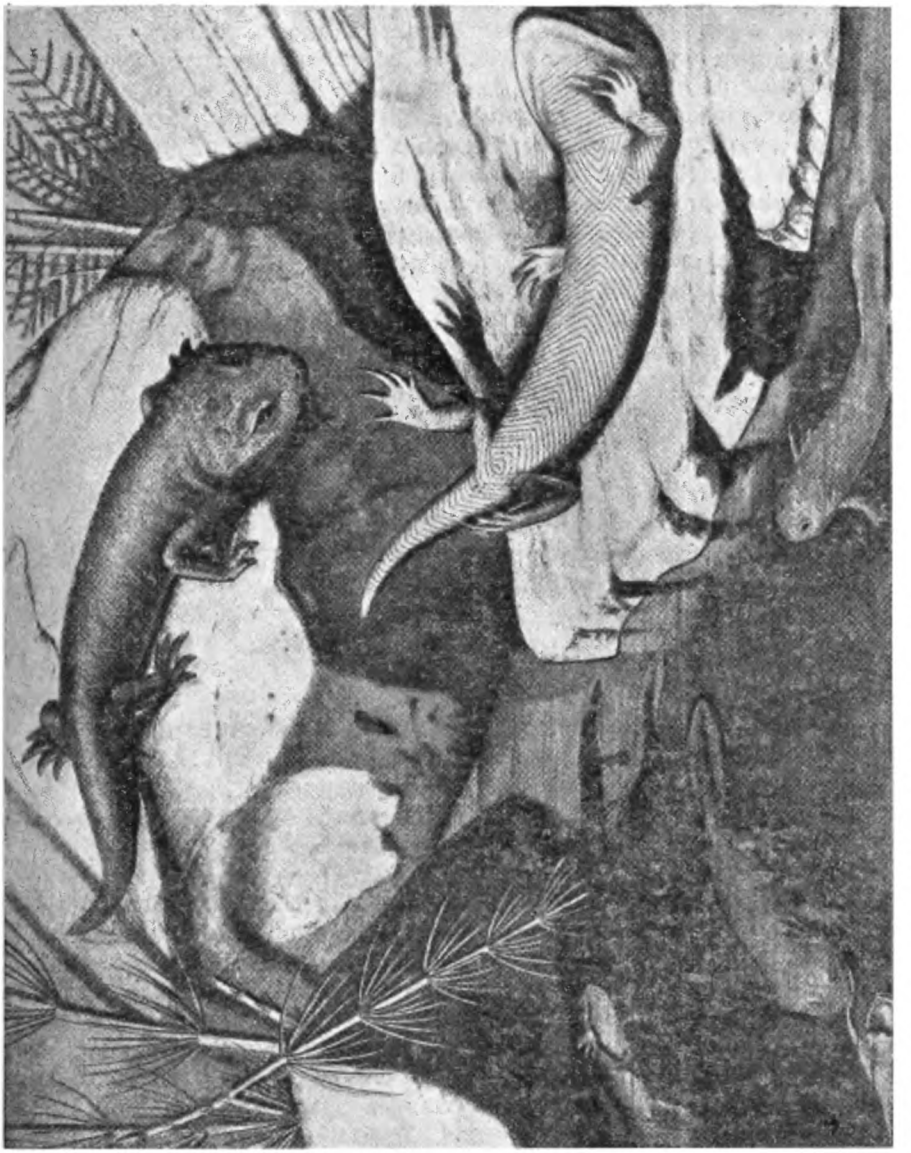


Рис. 178. Branchiosaurus amblystomus Credner. Въ водѣ — молодой экземпляръ, дышащій жабрами, на сушѣ — взрослые экземпляры, дышащіе легкими.

но всегда онъ обнаруживаетъ характерное расположеніе костей черепной крышки, между которыми имѣется пять отверстій: впереди—два носовыхъ отверстія, за ними окруженныя костяными кольцами глазныя впадины и, наконецъ, на верхней поверхности мозговой коробки-непарное парietальное (темянное) отверстіе. Новѣйшія изслѣдованія показали, что между парietальными (темянными) костями нынѣ живу-

щихъ рептилій получается атрофированный глазъ. У древнѣйшихъ наземныхъ позвоночныхъ этотъ непарный темянный глазъ, повидимому, еще функціонировалъ; въ самомъ дѣлѣ, темянное отверстіе встрѣчается у девонскихъ панцырныхъ рыбъ, у карбоновыхъ и пермскихъ амфибій, у рептилій (пресмыкающихся); тотъ фактъ, что паріетальный (темянной) глазъ впослѣдствіи превращается въ шишковидную железу въ мозгу млекопитающихъ и, въ такомъ видѣ, существуетъ даже у человѣка,—этотъ фактъ говоритъ, во всякомъ случаѣ, за то, что темянной глазъ нѣкогда имѣлъ особенно важное значеніе.

Въ виду сходства въ строеніи черепа между девонскими панцырными рыбами и пермскими стегоцефалами представляется вѣроятнымъ, что обѣ эти группы принадлежатъ къ одному и тому же ряду развитія.

Спина у стегоцефаловъ была голая, но брюшныя части защищены были нѣжнымъ чешуйчатымъ покровомъ (рис. 178, 182). Чешуи имѣли

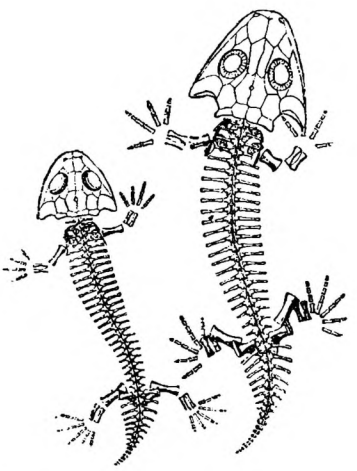


Рис. 179. Pelosaurus laticeps (1/2) и Branchiosaurus amblystomus (1/2). Видъ скелетовъ сверху. Изъ краснаго лежня Дрездена.

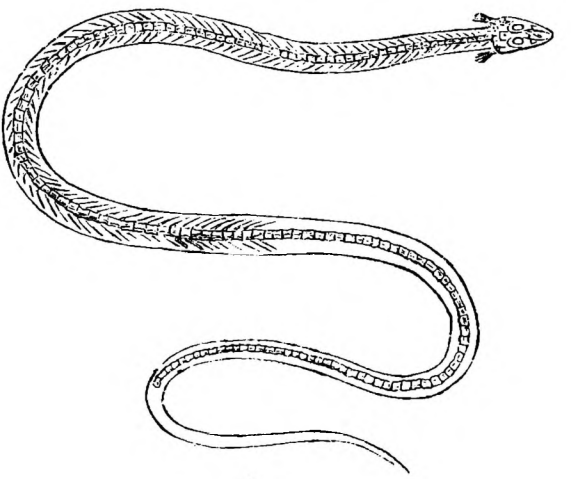


Рис. 180. Dolichosoma longissimum. Змѣеподобный, безногій стегофалъ изъ пермскихъ угленосныхъ слоевъ Богеміи.

такое же строеніе, какое мы и теперь наблюдаемъ у безногихъ амфибій (Cöcilia). Стегоцефалы населяли неглубокія озера и прилегавшія къ нимъ болотистыя береговыя области. Но нѣкоторыя формы, имѣвшія, судя по слѣдамъ ногъ, значительные размѣры, вѣроятно, переселялись вглубь гористой мѣстности.

Особенный интересъ представляетъ тотъ фактъ, что молодыя формы нѣкоторыхъ стегоцефаловъ, развитіе которыхъ могло быть точно прослѣжено, еще обладали усаженными зубами, жаберными дугами, которыя впослѣдствіи атрофировались. Изъ этого явствуетъ, что вылупившіяся изъ яйца формы жили еще въ водѣ и дышали жабрами, въ то время, какъ постепенно развивались легкія.

Въ пермскихъ отложеніяхъ Саксоніи среди дѣйствительныхъ амфибій найдены были[57] нѣкоторые болѣе крупные скелеты саламандроподобныхъ животныхъ, строеніе тѣла которыхъ указываетъ на иное положеніе ихъ въ системѣ. Palaeohatteria longicauda было водянымъ животнымъ съ короткими плавательными ногами, снабженными корот-

кими когтями; у Kadaliosaurus было четыре тонкихъ ноги одинаковой длины, хорошо приспособленныхъ для хожденія. Несмотря на эти различія въ строеніи и образѣ жизни, оба рода принадлежатъ къ одному и тому же новому, столь же своеобразному, сколь и однородному, типу, и должны быть разсматриваемы, какъ представители древнѣйшихъ рептилій (пресмыкающихся).

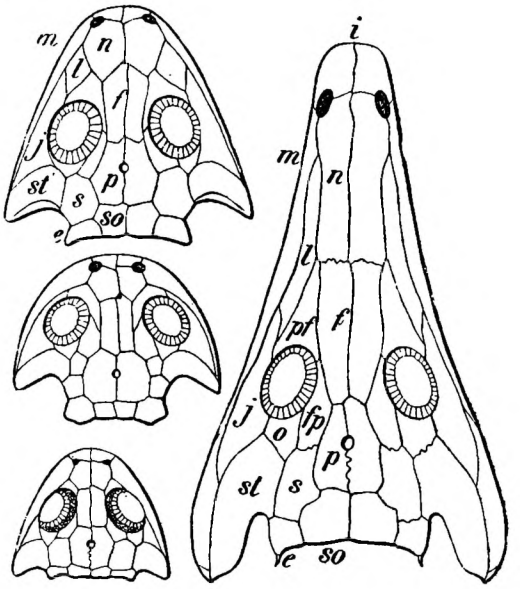


Рис. 181. Черепа пермскихъ стегоцефаловъ. Очертанія различны но строеніе костей одинаково. Явственно различимы носовыя отверстія, глазныя отверстія, окруженныя вѣнкомъ пластинокъ, а также париетальное отверстіе.

Palaeohatteria является, какъ показываетъ ея названіе *), предкомъ еще нынѣ живущей въ Новой Зеландіи Hatteria; что организація Hatteria—древняго происхожденія, это извѣстно уже давно. Скелетъ Palaeohatteria обнаруживаетъ, наряду со многими характерными признаками амфибій, особенности настоящихъ рептилій, такъ что этотъ родъ можно считать переходной формой между обѣими, въ настоящее время столь рѣзко обособленными, группами. Kadaliosaurus развитъ уже выше: у него—хорошо окостенѣлый скелетъ, плавательныя ноги превратились въ ноги для хожденія, кости запястья представляютъ уже не круглыя пластинки, а длинныя ребра; тазъ напоминаетъ динозавровъ и птицъ. Это дало право притти къ заключенію,[58] что эти пермскія формы нужно считать общими родоначальными формами для появляющихся въ тріасѣ динозавровъ и древнѣйшихъ изъ извѣстныхъ, юрскихъ, птицъ.

Стратиграфическая геологія проводитъ рѣзкую формаціонную грань между каменноугольной эпохой и слѣдующимъ за нею пермскимъ періодомъ; но, подъ угломъ зрѣнія исторической геологіи, мы имѣемъ право оба эти промежутка времени разсматри-

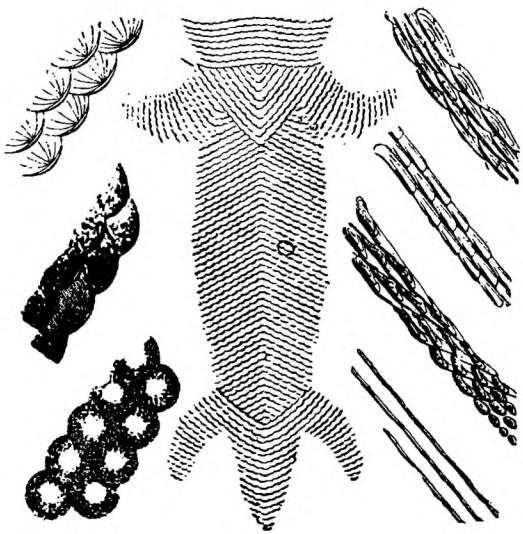


Рис. 182. Брюшной панцырь Branchiosaurus amblystomus и отдѣльные ряды чешуекъ родственныхъ стегоцефаловъ изъ краснаго лежня Дрездена.

*) Греческое слово „палайос“ значитъ „древній“. *Прим. перев.*

вать, какъ стадіи одного единообразнаго процесса развитія. Происхожденіе грандіозныхъ горныхъ хребтовъ, образованіе глубоководныхъ бассейновъ и возникновеніе залежей каменнаго угля находятся въ тѣснѣйшей, быть можетъ, именно причинной связи съ появленіемъ на материкахъ флоры, которая до того времени была амфибіотической (земноводной), а первоначально даже морской. Одновременно переселились изъ моря въ атмосферу произошедшія изъ группы трилобитовъ насѣкомыя, увеличивая запасы пищи для наземныхъ позвоночныхъ. Отъ еще индифферентныхъ предковъ, объединяемыхъ подъ собирательнымъ именемъ стегоцефаловъ, отдѣляются группы истинныхъ амфибій и рептилій; тогда заложены были древнѣйшіе корни даже млекопитающихъ.

Затѣмъ въ судьбы вновь возникающихъ цикловъ формъ властно вмѣшались климатическіе контрасты съ ихъ разрушительной силой, безжизненныя пустыни и опустошающіе жизнь ледяные покровы, происхожденіе которыхъ мы опишемъ въ слѣдующей главѣ; эти факты обрекли смерти многочисленныя вѣтви родословнаго дерева и этимъ сообщили другимъ вѣтвямъ живые импульсы для изумительнаго прогрессивнаго развитія. Въ короткій срокъ по всей землѣ распространились новая флора и новый животный міръ.

21. Материкъ Гондвана.

Мы описали судьбы древняго, арктическаго материка и разсмотрѣли тѣ измѣненія, которыя претерпѣло омывавшее его берега море. Переходя теперь черезъ океанъ, мы находимъ на его южномъ берегу большой континентальный массивъ, который теперь расчлененъ глубокими морскими бассейнами на отдѣльные участки, но въ тѣ древнія времена имѣлъ существенно иныя очертанія. Этотъ массивъ названъ материкомъ Гондвана по имени одного сѣверо-индійскаго хребта[1]. Мы попытаемся теперь опредѣлить его границы и описать событія, о которыхъ повѣствуютъ намъ наши геологическіе документы.

На картахъ,[2] изображающихъ распредѣленіе суши и моря въ древніе періоды жизни земли, материкъ Гондвана простирается отъ Бразиліи поперекъ Атлантическаго океана, обнимаетъ всю Африку и черезъ Мадагаскаръ доходитъ до Индіи и Австраліи.

Когда ставятъ себѣ задачей опредѣлить границы подобнаго гипотетическаго континентальнаго массива, то должны быть выполнены слѣдующія требованія:

1. Въ его береговой области должны встрѣчаться морскіе, богатые окаменѣлостями слои, но въ его внутреннихъ частяхъ такіе слои должны отсутствовать.

2. Во внутреннихъ областяхъ мы должны находить такого же возраста отложенія безъ морскихъ животныхъ, но съ остатками материковыхъ растеній, наземныхъ животныхъ или литологическіе признаки присутствія материка.

3. Такъ какъ морскіе приливы не представляютъ никакого препятствія для распространенія наземныхъ растеній, то для установленія взаимоотношеній, существовавшихъ между древними материками, мы должны удѣлять особенное вниманіе распространенію большихъ назем-

ныхъ животныхъ. Растенія имѣютъ, наоборотъ, меньшее значеніе для опредѣленія границъ древнихъ материковыхъ поверхностей, такъ какъ растенія могутъ распространяться и черезъ моря. Но распространеніе флоры дастъ намъ возможность опредѣлить климатическія сходства и различія.

Разсматривая съ этихъ точекъ зрѣнія береговую область Гондванскаго материка, мы находимъ въ Бразиліи[3] на изогнутомъ складками кристаллическомъ архейскомъ массивѣ систему хорошо напластованныхъ сѣрыхъ, желтыхъ и красныхъ песчаниковъ, въ верхнихъ слояхъ которыхъ найдены были морскія окаменѣлости, извѣстныя въ Сѣверной Америкѣ частью изъ верхнихъ слоевъ нижнесилурійскихъ отложеній, частью изъ верхнихъ слоевъ верхнесилурійскихъ отложеній. Губки, двустворчатыя и плеченогія обитали на морскомъ днѣ: граптолиты, ракушечныя и тентакулиты заносились туда волнами. Вся фауна говоритъ за близость берега, обволакивающіе ее песчаники происходятъ изъ бразильскаго материка. И девонское море проникаетъ до бразильскаго берега; богатая фауна вполнѣ согласуется съ видами, найденными въ Сѣверной Америкѣ. Вулканическія изверженія начинаются уже въ нижнедевонскую эпоху, затѣмъ они все усиливаются и способствуютъ превращенію береговой области въ материкъ. Послѣ вторичной паузы надвинулось каменноугольное море, оставившее богатыя фауны верхнекаменноугольныхъ видовъ. Морской періодъ снова заканчивается вулканическими изверженіями. Начиная съ пермскаго періода, большая часть Южной Америки представляетъ собою сушу.

Въ сѣверной Сахарѣ найдены[4] недавно богатые граптолитами квасцовые сланцы, покрытые не содержащими окаменѣлостей красными, бурыми и бѣлыми песчаниками мощностью въ 150 метровъ. Затѣмъ слѣдуютъ девонскія морскія отложенія, область распространенія которыхъ простирается до Мурзука, и фауна которыхъ тѣсно примыкаетъ къ сѣверо-американскимъ находкамъ. Въ Нубіи и Сахарѣ на кристаллическихъ сланцахъ несогласно залегаетъ нѣсколько сотъ метровъ желтыхъ и красноватыхъ, не содержащихъ окаменѣлостей, песчаниковъ. Свита слоевъ часто начинается въ основаніи своемъ конгломератомъ, выполняющимъ глубокія впадины въ архейскомъ массивѣ. Въ Аравійской пустынѣ въ отложенія материковыхъ песчаниковъ вклиниваются около 10 метровъ богатыхъ окаменѣлостями[5] мергелей и известняковъ, въ которыхъ Productus reticulatus и Productus longispinus, наряду съ другими окаменѣлостями, показываютъ, что здѣсь каменноугольное море нѣкогда вторглось въ песчаную пустыню. Отдѣльныя находки[6] карбоновыхъ окаменѣлостей въ нубійскихъ песчаникахъ Синайскаго полуострова указываетъ на восточное продолженіе береговой линіи.

Остъ-Индія въ геологическомъ отношеніи изслѣдована столь основательно, что морскія окаменѣлости не могли бы ускользнуть отъ вниманія наблюдателей. Несмотря на это, до сихъ поръ тамъ не найдено никакихъ слѣдовъ морскихъ окаменѣлостей. Богатыя кембрійскія, каменноугольныя и пермскія фауны Гималайскихъ горъ не наблюдаются въ Бенгальской низменности и на Деканѣ; то же можно сказать о девонскихъ окаменѣлостяхъ Тибета и силурійскихъ[8] ископаемыхъ Бирмы. Во всѣ эти періоды область, нынѣ занимаемая низменностью Ганга, соотвѣтствовала, должно быть, приблизительно берегу.

Архейскій массивъ Остъ-Индіи состоитъ изъ собранныхъ въ крутыя складки кристаллическихъ сланцевъ, простираніе которыхъ обнаруживаетъ поразительное сходство съ современными очертаніями полуострова. Эти очертанія соотвѣтствуютъ корнямъ первобытныхъ горныхъ хребтовъ, которые на сѣверѣ загибаются съ запада на востокъ, у Коромандельскаго берега—съ сѣверовостока на югъ, а на Малабарскомъ берегу снова подымаются по направленію къ сѣверо-западу. Скопленіе этихъ цѣпей у Замбалпура, Трихинополи и Мизоре (Mysore) указываетъ на древніе горные узлы.

На денудированныхъ развалинахъ сланцевъ, часто прорѣзываемыхъ гранитомъ, діоритомъ и золотоноснымъ кварцемъ, несогласно залегаютъ крупные конгломераты, песчаники и сланцы, которые до сихъ поръ не обнаружили никакихъ слѣдовъ окаменѣлостей. Большей частью, они покрываютъ тѣсно ограниченныя области, отлагаются въ изолированныхъ бассейнахъ, и, въ соотвѣтствіи съ этимъ, мощность ихъ быстро и рѣзко мѣняется. Гваліорскіе слои, мощностью до 700 метровъ, содержатъ вулканическіе покровы, лавовыми покровами прерываются также Куддапахскіе слои мощностью до 3000 метровъ. Въ висячихъ Карнульскихъ слояхъ встрѣчаются алмазы; были ли они вынесены во время этихъ изверженій, на этотъ вопросъ отвѣтить трудно. Область подвергалась также дѣйствію тектоническихъ процессовъ, обусловливающихъ многократныя несогласія въ залеганіи; но на сѣверѣ Арваллійскія цѣпи обнаруживаютъ единообразное простираніе. Отложенія продуктовъ разрушенія, образовавшіяся у подошвы горъ послѣ процесса горообразованія, у Панны содержатъ алмазы. Теперь еще нѣкоторыя изъ этихъ развалинъ древнихъ горъ имѣютъ въ вышину болѣе 2000 метровъ. Отсюда мы должны заключить, что въ древности онѣ возвышались мощными горными цѣпями на подобіе нынѣшнихъ Гималаевъ.

Продолженіе берега Гондваны изображается на выше названныхъ картахъ вдоль Зондскихъ острововъ такимъ образомъ, что сюда включается вся Австралія. При этомъ упустили, конечно, изъ виду, что по рѣкѣ Фитцрой (Fitzroy) въ горной цѣпи Нэпира и Оскара широко распространены известняки и песчаники, содержащіе богатыя каменноугольныя фауны.[3] Описано также 12 видовъ, встрѣчающихся въ юго-восточной Австраліи, а находка Productus'a шириною въ 8 сантиметровъ показываетъ, что мы имѣемъ дѣло съ дѣйствительными морскими отложеніями. Если карбоновые слои тянутся здѣсь вдоль берега полосою, шириною около 300 километровъ, и снова появляются по рѣкѣ Ирвинъ въ юго-западной Австраліи, то Австралію нельзя разсматривать, какъ участокъ древняго материка Гондваны. Это заключеніе подтверждается также тѣмъ, что до сихъ поръ въ Австраліи не наблюдали ни одного рода африканско-индійскихъ наземныхъ животныхъ. Многочисленные факты говорятъ, однако, за то, что въ каменноугольный и пермскій періоды Австралія представляла материкъ и населена была тѣми же растеніями, которыя мы встрѣчаемъ на сосѣднихъ материкахъ. На Австралійскомъ материкѣ, какъ въ Остъ-Индіи, можно отчетливо различать признаки высокихъ горныхъ цѣпей. Часть современнаго берега Новаго Южнаго Уэльса неоднократно затоплялась моремъ, такъ какъ здѣсь, какъ и въ Тасманіи, доказано присутствіе кембрійскихъ, силурійскихъ, девонскихъ и каменноугольныхъ фаунъ.

Въ Южной Африкѣ мы находимъ родственныя отношенія. На Капскомъ мысѣ на изогнутомъ складками кристаллическомъ архейскомъ массивѣ залегаютъ конгломераты и мощные песчаники, складывающіе Столовую гору на берегу и того же возраста породы въ Трансваалѣ и Наталѣ. На нихъ залегаютъ морскіе слои, содержащіе богатую нижнедевонскую фауну. Поэтому, представляется вполнѣ правильнымъ приписывать Столовой горѣ силурійское происхожденіе. Внутри материка уже въ то время существовали, должно быть, высокія горы, покрытыя глетчерами. Въ самомъ дѣлѣ, въ силурійскомъ песчаникѣ мы находимъ вклинивающуюся въ него морену, мощность которой возрастаетъ по направленію къ сѣверу, съ настоящими штрихованными валунами.

Девонское море не проникло внутрь Капландіи, такъ какъ виттебергскіе слои[11] состоятъ изъ 400 метровъ песчаниковъ, въ которыхъ вмѣстѣ съ проблематической окаменѣлостью Spirophyton найдены остатки лепидодендрона.

Перейдя теперь черезъ Атлантическій океанъ и вступивъ на почву Южной Америки, мы по вышеупомянутымъ картамъ продолжаемъ изслѣдовать южный берегъ материка Гондваны. Но предположеніе о существованіи этой гипотетической береговой линіи зиждется лишь на томъ фактѣ, что въ Аргентинѣ встрѣчается флора, которая въ пермскую эпоху жила также въ Южной Африкѣ и Австраліи. Такъ какъ характерныя наземныя животныя Гондванскаго материка здѣсь отсутствуютъ такъ же, какъ въ Австраліи, а споры и сѣмена низшихъ растеній легко распространяются вѣтромъ, то мы считаемъ неправильнымъ взглядъ, что въ каменноугольный періодъ Капландія и Аргентина были связаны береговой линіей.

Въ Аргентинѣ[12] на морскихъ, плотныхъ известнякахъ и доломитахъ залегаютъ содержащія гипсъ глины, а также сѣрые, бурые и красные песчаники, которые появились, вѣроятно, въ результатѣ превращенія мелководнаго моря въ материкъ. Затѣмъ море снова надвинулось и отложило нѣсколько мергелистыхъ слоевъ, богатыхъ плеченогими и другими морскими животными среднедевонскаго возраста. Въ висячемъ боку слѣдуютъ 300 метровъ песчаниковъ съ конгломератами и вулканическими туфами. Нѣкоторыя включенія богатыхъ углемъ сланцевъ и незначительныя залежи каменнаго угля содержатъ странную смѣсь каменноугольныхъ и пермскихъ растеній. На основаніи нѣкоторыхъ фактовъ можно считать вѣроятнымъ, что Аргентина уже въ силурійско-девонское время представляла покрытый горами материкъ; вѣроятно, что продукты разрушенія этихъ горъ сложили конгломераты и песчаники, а на склонахъ горъ произрастали тѣ растенія, которыя содержатся въ богатыхъ углемъ слояхъ.

Такимъ образомъ, вмѣсто неоднократно предполагавшагося, замкнутаго, большого континента, мы находимъ три раздѣленныхъ между собою материковыхъ массива, изъ которыхъ только средній, обнимающій Африку и Остъ—Индію, можно было бы называть материкомъ Гондвана въ болѣе узкомъ смыслѣ слова; этотъ материкъ простирался отъ 35 градусовъ южной широты до 30 градусовъ сѣверной широты; на южномъ полушаріи его сопровождали два меньшихъ размѣровъ материка, соотвѣтствующіе Южной Америкѣ и Австраліи. Существованіе весьма равномѣрнаго климата, о которомъ мы

должны заключить по распространенности каменноугольныхъ морскихъ животныхъ, подтверждается спорадическими находками на названныхъ материкахъ каменноугольныхъ растеній. Lepidodendron и остатки Calamites извѣстны какъ изъ рѣки Тапахосъ (Tapajos) въ Средней Бразиліи, такъ и изъ Аргентины. Lepidodendron, Bergeria, Knorria и Calamites часто встрѣчаются въ Сахарѣ и находятся также на Синайскомъ полуостровѣ и въ Капландіи. Что и центральныя части Африки содержали подобную фауну, объ этомъ можно судить по каменноугольнымъ залежамъ Тете (Tete) на рѣкѣ Замбези подъ 16-мъ градусомъ южной широты, гдѣ найдены слѣдующіе европейскіе виды:

Pecopteris arborescens	Callipteridium pteridium
Pecopteris cyathea	Allethopteris Grandini
Pecopteris unita	Sphenophyllum oblongifolium
Pecopteris polymorpha	Sphenophyllum majus
	Annularia stellata
	Calamites cruciatus
	Cordaites brassifolius.

И въ Индіи къ эпохѣ карбона произрастала соотвѣтствующая флора; въ Австраліи тоже неоднократно находили Lepidodendron, Knorria, Sigillaria, Calamites.

Изъ каменноугольныхъ наземныхъ животныхъ случайно находили лишь скудные остатки, которые всѣ принадлежатъ, конечно, къ примитивному циклу формъ стегоцефаловъ.

При переходѣ отъ каменноугольной къ пермской эпохѣ въ отдѣльныхъ частяхъ описанныхъ материковыхъ массивовъ выступаютъ странныя геологическія измѣненія, которыя обыкновенно объединяютъ подъ общимъ названіемъ пермской (или каменноугольной) ледниковой эпохи южнаго полушарія; это выраженіе отнюдь не соотвѣтствуетъ факту и подавало поводъ къ ошибочнымъ заключеніямъ.

Дѣйствія глетчеровъ, которые были наблюдаемы въ Южной Африкѣ и Южной Австраліи, въ Южной Америкѣ совершенно отсутствуютъ. Несмотря на тщательные поиски, въ Южной Америкѣ до сихъ поръ еще не открыты никакія пермскія морены, а появленіе, соотвѣтствующей флоры не можетъ считаться достаточнымъ доказательствомъ. Равнымъ образомъ, дѣйствіе льда не исходило отъ Южнаго полярнаго круга: въ Южной Африкѣ, навѣрное, а въ Австраліи, вѣроятно, глетчеры появились съ сѣвера. Далѣе, появленіе ледниковъ не ограничено южнымъ полушаріемъ: явленіе ледниковъ мы наблюдаемъ и въ сѣверномъ полушаріи почти подъ тѣмъ же градусомъ широты, въ Остъ-Индіи, и сюда глетчеры пришли съ юга.

Эти три области глетчеровъ обыкновенно ставятъ въ причинную связь съ убываніемъ температуры на землѣ, совершенно упуская изъ виду, что глетчерный ледъ представляетъ не замерзшую воду, а спрессованный снѣгъ, что, слѣдовательно, ростъ ледяныхъ потоковъ и возникновеніе новыхъ фирновыхъ полей зависятъ, главнымъ образомъ, отъ увеличенія количества атмосферныхъ осадковъ.

Итакъ, мы отказались отъ представленія объ единомъ материкѣ Гондвана, который охватывалъ будто бы весь Индійскій и Атланти-

ческій океанъ отъ Тасманіи до Кордильеръ; мы не считаемъ обоснованнымъ мнѣніе о распространеніи антарктическихъ ледяныхъ полей по всей широтѣ тропической области до Гималайскихъ горъ и предполагаемъ мѣстное происхожденіе ледниковыхъ областей. Но всѣ наши предположенія и допущенія еще не устраняютъ всѣхъ трудностей, такъ какъ во всякомъ случаѣ извѣстную роль при этомъ должны были играть измѣненія климата, порожденныя причинами теллурическаго (земного) или солярнаго (солнечнаго) происхожденія.

Мы сознаемъ, что въ настоящее время еще не можетъ быть дано удовлетворительное объясненіе происхожденію каменноугольныхъ глетчеровъ въ окраинныхъ областяхъ Индійскаго океана, хотя кембрійскія морены въ Китаѣ и силурійскія морены въ Капландіи и показываютъ, что въ древніе періоды жизни земли образованіе льда было возможно подъ 35 градусомъ широты.

Возможно, что вслѣдствіе продолжительнаго періода солнечныхъ пятенъ или измѣненія пассатныхъ теченій увеличилось количество атмосферныхъ осадковъ, и вмѣстѣ съ тѣмъ, ослабѣла сила солнечныхъ лучей, благодаря чему уменьшилась интенсивность таянія снѣга; но, такъ или иначе, отсутствіе моренъ въ Южной Америкѣ и Новой Зеландіи показываетъ, что, помимо дѣйствія общихъ климатическихъ измѣненій, сказывалось вліяніе и мѣстныхъ условій.

Изучая подъ этимъ угломъ зрѣнія сначала ледниковую область Южной Африки[13], мы находимъ въ средней части Трансвааля, приблизительно въ предѣлахъ плато Палала, сильно денудированный остовъ первобытнаго горнаго хребта; процессъ денудаціи происходилъ въ каменноугольную и пермскую эпохи. Скалистый архейскій горный массивъ имѣетъ странно округленную поверхность; на плоскихъ бараньихъ лбахъ можно видѣть отполированную сѣверную сторону и шероховатую южную, а также великолѣпные длинные шрамы и глетчерные шлифы, которые частью идутъ параллельно другъ другу, частью перекрещиваются и могутъ быть далеко прослѣжены. Общее ихъ направленіе отъ сѣвернаго Трансвааля явственно развѣтвляется на Наталь, Капландію и область Намаква (Namaqualand) и показываетъ, что отъ центральнаго горнаго хребта большіе ледяные покровы двигались на востокъ, югъ и западъ. Шрамы, направленные на сѣверъ, до сихъ поръ не найдены. Сорванные съ горъ и перенесенные глетчерами продукты вывѣтриванія [конгломератъ Дуика (Dwyka)] имѣютъ у Кимберлея мощность отъ 2 до 6 метровъ, у Ференигинга (Vereniging)—около 16 метровъ, у Оранжевой—около 100 метровъ, на юго-западномъ берегу пустыни Карру—300 метровъ, а въ Наталѣ—400 метровъ. На сѣверѣ конгломератъ Дуика образуетъ неслоистую, сѣрую массу, состоящую изъ мелкихъ обломковъ кристаллическихъ сланцевъ, причемъ обломки этикрѣпко сцементированы кремневой кислотой. Въ конгломератѣ неправильно разсѣяны крупные и мелкіе валуны, которые почти безъ исключенія имѣютъ округленныя ребра или яйцевидную форму и, въ большинствѣ случаевъ, покрыты глетчерными шрамами. Подвигаясь на югъ, мы видимъ, что мощность этой поддонной морены, въ общемъ, правда, возрастаетъ, но покрытые шрамами валуны становятся рѣже, и въ конгломератѣ все отчетливѣе появляется сланцеватость и слоистость. Мы видимъ, какъ таетъ глетчерный ледъ, какъ потоки образовавшейся отъ таянія воды играютъ все возраста-

ющую роль. Большія застойныя озера быстро мѣняющихся очертаній поглощаютъ матеріалъ моренъ и на висячихъ слояхъ капской системы отлагаются хорошо напластованныя песчаныя банки съ глинистыми прослойками.

Нѣкоторые профили свидѣтельствуютъ о томъ, что ледникъ неоднократно надвигался впередъ, но полное отсутствіе морскихъ окаменѣлостей въ прослойкахъ показываетъ, что онъ при этомъ не доходилъ до моря.

Образованіе конгломерата Дуика не прерывалось никакими межледниковыми періодами, и если мы мысленно снова расположимъ составляющія его массы на Трансваальской горной цѣпи, то легко поймемъ, почему здѣсь такъ скоро закончилась дѣятельность пермскихъ глетчеровъ; въ самомъ дѣлѣ, въ то время, какъ высокая сильно вывѣтренная горная страна была покрыта фирновыми покровами, изъ глубинъ которыхъ выступалъ голубой пластическій ледниковый ледъ, въ то время какъ въ долину спускались кубическіе километры породъ, высота гребней горной системы, на которой скоплялись атмосферные осадки, замѣтно понижалась. Фирновыя поля сокращались, глетчеры отступали и, наконецъ, они совершенно исчезли изъ Южной Африки.

Во многихъ мѣстахъ можно наблюдать такіе, быстро выклинивающіеся, пласты каменнаго угля, особенно въ лежачемъ боку конгломерата Дуика. Найденные здѣсь растительные осадки связаны посредствомъ Sigillaria Brardi съ пермской флорой Тюрингіи. Но помимо того, мы встрѣчаемъ здѣсь флору, которая неизвѣстна въ европейскихъ слояхъ того же возраста, и для которой особенно характерны языкообразные папоротниковые листья Glossopteris (рис. 183). У Кимберлея найденъ былъ также превосходный скелетъ Mesosaurus'a, представителя первобытныхъ рептилій, съ близко родственными представителями которыхъ мы познакомились въ красномъ лежнѣ Саксоніи.

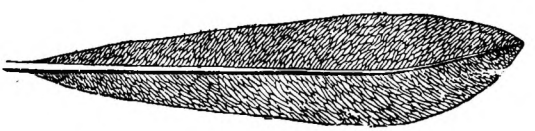


Рис. 183. Glossopteris indica (1/3). Листья выростали изъ подземныхъ корневищъ.

Въ висячемъ боку ледниковыхъ конгломератовъ въ пустынѣ Карру слѣдуютъ, залегая совершенно несогласно, красные песчаники, получившіе названіе отъ этой пустыни. Glossopteris переходитъ и въ эти слои; это свидѣтельствуетъ о томъ, что постепенное измѣненіе климата связывало богатый атмосферными осадками ледниковый періодъ со слѣдующимъ за нимъ сухимъ климатомъ тріасоваго періода. Но насколько значительно измѣнились условія жизни, объ этомъ можно судить по животному міру, найденному въ песчаникахъ пустыни Карру.

Узкій, усаженный острыми хватательными зубами, черепъ Mesosaurus'a, нѣжныя конечности, гибкія плавательныя ноги и длинный, широкій хвостъ убѣдительно показываютъ, что животное умѣло хорошо плавать. Его нахожденіе въ морскихъ слояхъ съ отпечатками Schizodus'a показываетъ, какъ оно было нечувствительно къ соленой водѣ. Такія формы проникали на южно-африканскій материкъ, и здѣсь онѣ развивались столь своеобразно, что, пожалуй, на всемъ протяженіи исторіи земли не было животныхъ болѣе страннаго облика, чѣмъ неуклюжіе обитатели (рис. 184) пермско-тріасоваго материка Карру. Массивныя костяныя

опоры несли сплюснутое, тяжелое тѣло; черепныя кости прочно срощены между собою; части плечевого и тазоваго поясовъ срощены въ массивныя костяныя кольца. Позвоночный столбъ напоминаетъ строеніе амфибій, но по общей организаціи представляется весьма вѣроятнымъ, что животныя эти, подобно рептиліямъ, даже въ молодости уже не дышали жабрами. Сильная дифференціація зубной системы свидѣтельствуетъ о весьма разнообразномъ образѣ жизни. У однихъ родовъ челюсть была усажена 30 однородными зубами, у другихъ зубы совершенно отсутствовали. Нѣкоторые роды обладаютъ типичной для хищнаго животнаго зубной системой, а верхняя челюсть Dicynodon и Ptychognatus обнаруживаетъ лишь пару огромныхъ хватательныхъ зубовъ. Изъ Карру до сихъ поръ описано четырнадцать родовъ, распадающихся на 40 слишкомъ видовъ. Скелетъ Pareiosaurus Baini (рис. 184) длиною въ 2 метра, выставленный въ Лондонѣ, убѣдительно показываетъ, что это странное, похожее на гигантскую таксу, животное своими крѣп-

Рис. 184. Скелетъ Pareiosaurus Baini ($^1/_{18}$). Тріасовыя отложенія южной Африки.

кими ногами, вооруженными когтями, умѣло ловко вырывать изъ земли корни, но не въ состояніи было быстро гнаться за добычей.

Теперь мы обратимся къ Австраліи,[14] гдѣ почти подъ тѣмъ же градусомъ широты наблюдаются совершенно аналогичныя ледниковыя явленія.

Собранные въ складки глинистые сланцы и кварциты близъ Аделаиды, а также силурійскія породы въ Викторіи покрыты ясными глетчерными шлифами, имѣющими сѣверо-южное и востоко-западное направленія. На нихъ снова залегаетъ валунная глина темно-сѣраго цвѣта. Глина, мощность которой колеблется между 7 и 500 метрами, содержитъ гальки величиною отъ орѣха до кулака, и даже глыбы длиною въ 5 метровъ и толщиною въ 3 метра; эти глыбы обнаруживаютъ либо только стертыя ребра, либо ясную полировку и отчетливые шрамы, что свидѣтельствуетъ о прежнемъ переносѣ ихъ льдомъ. Большинство авторовъ считаютъ родиной глыбъ южную часть Тасманіи, но тотъ фактъ, что выходы нѣкоторыхъ породъ наблюдались на 100 километровъ сѣвернѣе Мельбурна, наводитъ на мысль, не здѣсь ли слѣдуетъ искать происхожденіе глетчеровъ. Если глетчеры возникли именно здѣсь, то сходство съ южно-африканскими отношеніями было бы полное. Но существенное различіе состоитъ въ томъ, что въ южной Австраліи и Тасманіи на полированномъ основаніи зале-

гаютъ ледниковыя отложенія мощностью почти въ 500 метровъ. Съ явнымъ переслаиваніемъ неслоистая валунная глина слѣдуетъ за хорошо напластованнымъ, часто листоватымъ песчаникомъ, который не обнаруживаетъ никакихъ слѣдовъ морскихъ окаменѣлостей, но содержитъ остатки той же флоры, которая въ южной Африкѣ связана съ конгломератомъ Дуика.

Отсюда вытекаетъ, что Тасманія не только связана была материковымъ участкомъ съ Викторіей, но и тянулась далѣе на югъ, и на этихъ обширныхъ материковыхъ пространствахъ, точно такъ же, какъ въ Капландіи, нагромождалась мощная поддонная морена, склоны которой обрастали своеобразными папоротниками; во время отступанія глетчеровъ здѣсь возникали временныя застойныя озера, и, такимъ образомъ, объясняется своеобразное соединенное дѣйствіе льда и воды.

Далѣе на сѣверъ, въ Новомъ Южномъ Уэльсѣ, австралійскіе глетчеры достигали морского берега; въ самомъ дѣлѣ, здѣсь они переслаиваются съ морскими породами, содержащими многочисленныхъ плеченогихъ и двустворчатыхъ, которыя по возрасту своему соотвѣтствуютъ переходному времени между каменноугольнымъ и пермскимъ періодами. Вмѣстѣ съ тѣмъ, въ лежачемъ боку, по серединѣ и въ висячемъ боку ледниковой свиты слоевъ выступаютъ заслуживающіе разработки каменные угли, которые опять-таки содержатъ Glossopteris и другія руководящія формы южно-африканской ледниковой эпохи.

Въ южной части Австраліи переносящая дѣятельность ледниковъ десять разъ смѣнялась переносящей и отлагающей дѣятельностью воды, получавшейся отъ таянія ледниковъ. Лишь одинъ разъ ледъ проникъ до берега восточнаго моря, гдѣ флора Glossopteris покрывала береговую область густыми зарослями, такъ что въ лежачемъ слоѣ валунной глины образовалось около 200 метровъ каменнаго угля, а въ висячемъ — флецы многочисленныхъ каменноугольныхъ залежей.

Теперь намъ нужно переступить черезъ экваторъ и дойти до 20 градуса сѣверной широты, пока мы не встрѣтимъ третьей ледниковой области на Остъ-Индскомъ полуостровѣ. На сѣверѣ и сѣверовостокѣ Декана во многихъ мѣстахъ находятся отполированныя и покрытыя шрамами поверхности скалъ, шрамы которыхъ имѣютъ общее направленіе съ юга на сѣверъ. Надъ этими поверхностями залегаютъ такъ называемые талчирскіе слои, которые достигаютъ мощности въ 250 метровъ и часто начинаются мясо-краснымъ, блѣдно-желтымъ или оливково-зеленымъ мергелемъ. Кверху содержаніе въ нихъ песка увеличивается, и попадаются округленныя глыбы, вначалѣ изолированныя, затѣмъ цѣлыми скопленіями, но всегда неправильно распредѣленныя; эти глыбы, имѣющія въ діаметрѣ отъ 0,01 до 5 метровъ, въ среднемъ отъ 10 сантиметровъ до 1 метра, у Чанды (Chanda) обнаруживаютъ ясные ледниковые шрамы и перенесены были сюда съ ю ж н а г о материка, гдѣ онѣ первоначально образовались. Основаніе талчирскаго конгломерата весьма неровно; поэтому, мощность конгломерата быстро мѣняется; онъ образуетъ крайне неплодородную почву и покрытъ джунглями, не населенными людьми; такъ что его геологическое изслѣдованіе обнаруживаетъ еще нѣкоторые пробѣлы. Но у Покарана наблюдали въ основаніи настоящіе бараньи лбы. Въ песчаникахъ и валунныхъ глинахъ залегаетъ рядъ пластовъ каменнаго угля, содержащихъ богатую видами флору изъ Glossopteris и другихъ пермскихъ папорот-

никовъ. Какъ въ восточной Австраліи, глетчеры въ сѣверной Индіи доходили до самаго моря, и въ Соляномъ кряжѣ обнажены хорошо изслѣдованные профиля.[16] Они начинаются темносѣрыми мергелями, въ которыхъ найдены нѣкоторыя каменныя ядра двустворчатыхъ, а также два сдавленныхъ гіолита; надъ мергелями залегаетъ темносѣрая валунная глина мощностью до 10 метровъ; находящіеся въ этой глинѣ валуны, покрытые шрамами, частью мѣстнаго происхожденія, частью занесены съ средняго Декана. Двадцать два вида, большей частью, мелкихъ морскихъ животныхъ, въ большинствѣ, сходны съ тѣми формами, которыя въ восточной Австраліи переслаиваются съ валунной глиной. Какъ и тамъ, включенъ пластъ каменнаго угля.

Если этимъ доказано, что здѣсь глетчеры доходили до самаго моря, то въ то же время своеобразные „фацеточные валуны“ показываютъ, что илистый берегъ долженъ былъ многократно и глубоко промерзать, такъ какъ большія эрратическія глыбы покрыты зеркально гладкими и фацеточными поверхностями, обнаруживающими параллельную штриховку. Нѣкоторыя изъ этихъ глыбъ найдены были включенными въ слои валунной глины, такимъ образомъ, что удалось точно опредѣлить, какъ онѣ, находясь въ замерзшемъ илу (рис. 185), были гладко отшлифованы при вторичномъ надвиганіи льда.

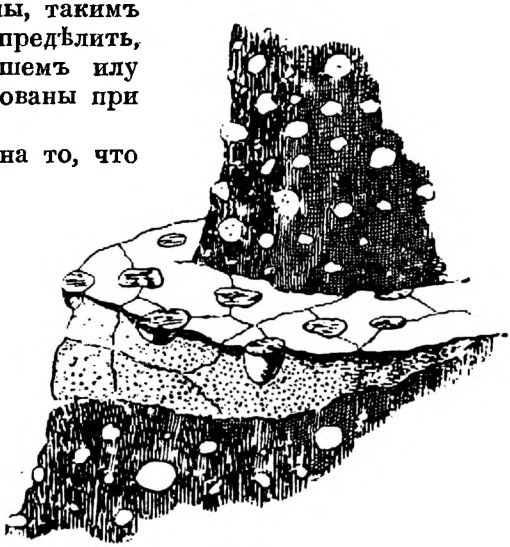


Рис. 185.

Залеганіе моренъ въ Соляномъ кряжѣ. На глинистой, утыканной валунами, моренѣ залегаетъ богатый валунами песокъ, который былъ въ мерзломъ состояніи, когда ледъ снова надвинулся и своей, богатой галькой, поддонной ноpeной отшлифовалъ валуны.

Это указываетъ, вѣроятно, на то, что здѣсь происходила смѣна временъ года, и что во время суровой зимы богатый валунами береговой илъ замерзалъ. Въ висячихъ слояхъ талчирскаго конгломерата, рядомъ съ листьями папоротниковъ и изолированными залежами каменнаго угля, найдены также крылья насѣкомыхъ. Затѣмъ слѣдуютъ мощныя отложенія конгломератовъ, песчаниковъ и угленосныхъ глинъ, которыя часто отлагались въ совершенно обособленныхъ бассейнахъ Остъ-Индскаго полуострова, благодаря своей угленосности, были точно изслѣдованы, но не обнаруживаютъ никакихъ слѣдовъ дѣйствія льда. Отсутствіе морскихъ окаменѣлостей и частое нахожденіе наземныхъ растеній заставляютъ насъ принять, что всѣ эти породы—материковаго происхожденія; но намъ извѣстно, что мощность слоевъ:

Дамуда составляетъ	1000	метровъ,
Бійори „	1000	„
Камти „	1500	„
Панчетъ „	500	„
Магадьюа (Magadewa) „	3000	„

Мы знаемъ, далѣе, что вся эта свита слоевъ соотвѣтствуетъ приблизительно пермскому и тріасовому періодамъ; если это такъ, то намъ ясно, что и въ Остъ-Индіи денудированы были во время этого промежутка высокія горы. На ихъ гребняхъ скоплялись снѣжныя массы, давшія начало ледянымъ потокамъ, которые спускались до самаго берега продуктусоваго моря.

Какъ въ южной Африкѣ, мы здѣсь находимъ въ концѣ ледниковаго періода своеобразный животный міръ, который населялъ пустыню Карру. Можно думать, что Остъ-Индія служила мостомъ, по которому Dicynodon мигрировала до Шотландіи, а Oudenodon и Pareiosaurus—до Урала.

Если мы еще разъ разсмотримъ распространеніе древняго льда, то мы должны будемъ признать, что нельзя говорить о ледниковой эпохѣ, источникъ которой заключался въ предѣлахъ южнаго полярнаго круга; еще меньше мы имѣемъ право считать за начало колоссальныхъ покрововъ внутренняго льда материковый массивъ, погребенный подъ волнами Индійскаго океана. Наоборотъ, всѣ факты указываютъ на то, что въ теченіе перваго карбона наступилъ временный климатическій періодъ, отличавшійся чрезвычайно богатыми атмосферными осадками. Въ то время, какъ въ низменностяхъ увеличивалось количество дождей, и обширныя прибрежныя пространства материка превращались въ топкія болота, зароставшія своеобразной папоротниковой флорой, на высокихъ горахъ выпадали соотвѣтствующія количества снѣга, и съ нихъ спускались въ долины мощные ледниковые потоки. Такъ какъ потоки эти таяли лишь незначительно, и въ Австраліи, равно какъ въ Остъ-Индіи безостановочно спускались къ самому морю, то интенсивность испаренія была, должно думать, весьма незначительна, на этомъ основаніи мы можемъ предполагать, что въ это время тепловые лучи солнца дѣйствовали слабѣе, чѣмъ въ предшествующій и послѣдующій періоды.

Можно было бы думать, что этотъ фактъ объясняется усиленнымъ образованіемъ солнечныхъ пятенъ. Но, судя по до сихъ производившимся наблюденіямъ, въ Южной Америкѣ, вообще, не было глетчеровъ, хотя южная Африка и Австралія были покрыты ледяными покровами; въ виду этого, однѣхъ солнечныхъ причинъ недостаточно для объясненія происхожденія этихъ покрововъ.

Достойно, наконецъ, вниманія то, что обширные ледяные покровы выступали какъ на южномъ, такъ и на сѣверномъ полушаріи, и что въ обоихъ этихъ случаяхъ ледъ подвигался съ болѣе низкихъ къ болѣе высокимъ широтамъ, а промежуточная тропическая область оставалась свободной отъ льда.

Тотъ фактъ, что за образованіемъ валунныхъ глинъ послѣдовалъ свободный отъ льда періодъ, породы котораго свидѣтельствуютъ о тепломъ климатѣ и пышной растительности въ Индіи, о тепломъ, сухомъ климатѣ въ Африкѣ,—этотъ фактъ ясно показываетъ, что глетчеры исчезали по мѣрѣ того, какъ питавшія ихъ горы денудировались.

22. Тріасовое море.

Между пермскимъ и тріасовымъ періодами обыкновенно проводятъ ту пограничную черту, которая отдѣляетъ древнюю эру жизни земли отъ средневѣковыхъ формацій. Въ самомъ дѣлѣ, во всей исторіи земли едва

ли можно найти еще другое время, которое было бы отмѣчено столь крупной смѣной всѣхъ географическихъ и біологическихъ условій на нашей землѣ.

Рука объ руку съ глубокими измѣненіями въ распредѣленіи моря и суши, съ происхожденіемъ многочисленныхъ горныхъ и вулканическихъ областей,—рука объ руку съ этими явленіями совершается столь полная перемѣна въ формахъ растительнаго и животнаго царствъ, что лишь весьма немногія семейства переходятъ изъ одной эры въ другую.

Если бы широко распространенныя катастрофы имѣли когда-нибудь существенное значеніе для судебъ земли, то онѣ могли бы быть доказаны именно въ данномъ случаѣ.

Но, разсматривая послѣдовательность породъ въ мощныхъ, точно изслѣдованныхъ профиляхъ, мы, къ великому нашему изумленію, нигдѣ не видимъ ожидаемыхъ признаковъ насильственныхъ переворотовъ и легко убѣждаемся въ томъ, какъ часто трудно, вообще, найти пограничную черту между пермскимъ и тріасовымъ отложеніями.

Въ Германіи за известняками, изобилующими Productus'ами, средняго цехштейна, фауна которыхъ иоситъ на себѣ вполнѣ палеозойскій отпечатокъ, слѣдуетъ длинный рядъ, большей частью, красно окрашенныхъ и не содержащихъ окаменѣлостей глинъ и песчаниковъ, среди которыхъ заключены залежи каменной соли, описаніемъ которыхъ мы займемся въ ближайшей главѣ. Содержаніе песка постепенно возрастаетъ, шагъ за шагомъ „верхнія летты“ (сланцеватыя глины) переходятъ въ разсыпчатый сланецъ. Затѣмъ слѣдуетъ нѣсколько сотъ метровъ пестрыхъ песчаниковъ, на верхней границѣ которыхъ появляются древнѣйшіе представители морской тріасовой фауны. Полное видоизмѣненіе фауны, послѣдовавшее во время образованія 500 метровъ не содержавшихъ окаменѣлостей глинъ и песчаниковъ, рѣзко бросается намъ въ глаза, когда мы сопоставляемъ животный міръ ретскаго моря съ фауной цехштейноваго моря. Но во всемъ профилѣ нѣтъ ни одного мѣста, гдѣ мы могли бы сказать: здѣсь кончаются палеозойскіе и начинаются мезозойскіе слои.

Еще гораздо рельефнѣе вырисовывается передъ нами постепенное превращеніе органическаго міра, когда мы оставляемъ нѣсколько отличающіяся условія германской провинціи и разсматриваемъ богатыя окаменѣлостями отложенія въ области пермотріасоваго мірового моря [1], которое въ видѣ широкаго пролива протекало между южнымъ материкомъ Гондвана и сѣвернымъ континентомъ. Слѣды этого моря мы открываемъ еще даже въ Зальцкаммергутѣ: и здѣсь мы находимъ еще многочисленныя, вытянутыя раковины Orthoceras въ мирномъ сожительствѣ съ завитыми раковинами аммонитовъ. Когда въ 1832 году впервые [2] открыта была эта странная смѣсь палеозойскихъ и мезозойскихъ характерныхъ формъ, стала разрушаться та стѣна, которая, по старому воззрѣнію, должна была раздѣлять оба этихъ большихъ промежутка времени. Съ тѣхъ поръ въ Сициліи и Арменіи, въ Туркестанѣ и Остъ-Индіи найдены богатыя формами фауны, показывающія намъ, что природа не дѣлаетъ никакихъ скачковъ, что на одномъ мѣстѣ послѣднія вѣтви палеозойскихъ группъ доходятъ до верхняго тріаса, тогда какъ въ другихъ мѣстахъ уже въ пермскихъ отложеніяхъ появляются древнѣйшіе представители новаго міра организмовъ.

Легко понять, что при такихъ условіяхъ трудно опредѣлить стратиграфическій возрастъ нѣкоторыхъ изъ этихъ пограничныхъ слоевъ, что ихъ относили, смотря по преобладанію древнихъ или новыхъ типовъ, то къ одной, то къ другой эрѣ.

Уже въ каменноугольную эпоху наступаетъ великое вымираніе палеозойскихъ цикловъ формъ. Однѣ формы въ ожесточенной борьбѣ становятся добычей болѣе сильнаго врага, другія формы вымираютъ потому, что онѣ ужъ недостаточно гибки, чтобы приспособляться къ новымъ условіямъ жизни; весьма большой процентъ представителей палеозойской фауны умираетъ, вѣроятно, только оттого, что находится въ тѣсной біономической зависимости отъ тѣхъ господствующихъ формъ.

Вмѣстѣ съ тѣмъ шагъ за шагомъ появляются многочисленные новые роды. Климатическія измѣненія, съ которыми мы познакомились при описаніи материка Гондвана, продолжительная зима, погребавшая тогда обширныя поверхности материка подъ плотнымъ снѣжнымъ покровомъ, изъ глубинъ котораго спускались въ долины мощные ледяные потоки, которые, благодаря густымъ туманнымъ облакамъ, холоднымъ бурямъ и холоднымъ морскимъ теченіямъ, вліяли и на климатъ сосѣднихъ областей,—всѣ эти явленія, конечно, должны были сильно содѣйствовать истребительной борьбѣ за существованіе.

Растенія и животныя, выдержавшія эту міровую зиму, вышли изъ нея закаленными и окрѣпшими и легко могли занять тѣ мѣста, которыя освободились въ водѣ и на сушѣ, благодаря вымиранію неспособныхъ къ сопротивленію созданій.

Въ концѣ пермскаго періода мы видимъ сѣверную Европу покрытой многочисленными вытянутыми горными цѣпями, которыя понижаются процессами вывѣтриванія и денудаціи и посылаютъ въ предлежащія низменности колоссальные потоки обломочнаго матеріала; вѣтромъ и водою обломочный матеріалъ распредѣляется и разстилается по берегу моря или въ обширныхъ внутреннихъ котловинахъ, образуя мощныя отложенія; гдѣ только къ этимъ отложеніямъ открывается доступъ, туда проникаетъ міровое море. Германія была покрыта большими соляными озерами, они остались отъ вторгшагося цехштейноваго моря, затѣмъ медленно испарялись и, наконецъ, засыпаны были красными песчаными дюнами.

Въ высокой стѣнѣ горъ, окружавшей пустынный материкъ на западѣ, югѣ и востокѣ, приблизительно въ Верхней Силезіи, былъ входъ, черезъ который около среднетріасовой эпохи вторглось море раковиннаго известняка.

На югѣ два складчатыхъ горныхъ хребта отдѣляли материкъ Европы отъ Средиземнаго моря. Высокій сѣверный горный хребетъ, **виндемизійская горная страна**, теперь погребенъ подъ Дунайской низменностью, но тогда онъ еще соединялъ богемскій материкъ съ бургундскими горными хребтами во Франціи. На югъ отъ виндемизійской горной системы, отдѣленная отъ послѣдней глубокой продольной долиной, простиралась вытянутая **островная страна**, соотвѣтствующая современнымъ Центральнымъ Альпамъ. У ея береговъ бушевало міровое море, вторгалось глубоко въ широкія бухты и узкія фіорды и шагъ за шагомъ завоевывало новыя области. У подошвы альпійской цѣпи море, постепенно наступая, проникло также въ широкую впадину южнѣе виндемизійской горной области и затопило эту

впадину, превративъ въ широкій морской проливъ, простиравшійся отъ Граубюндена черезъ Верхнюю Баварію, Зальцкаммергутъ до Штейермарка.

Въ Сѣверной Америкѣ мы опять находимъ нѣкоторыя подобныя черты. И здѣсь образовалась система высокихъ горныхъ цѣпей, тянувшихся по восточной половинѣ Соединенныхъ Штатовъ съ сѣверо-востока на юго-западъ, у ихъ подошвы отлагались мощныя отложенія красныхъ конгломератовъ и песчаниковъ. Западъ Америки представлялъ еще обширное море; но изъ него уже поднимались въ видѣ острововъ нѣкоторые вновь возникающіе складчатые горные хребты.

Такъ, въ Европѣ и Америкѣ расположены были рядомъ континентальныя и океаническія поверхности, тѣсно связанныя между собою при посредствѣ талассическихъ мелководныхъ морей и бухтъ, которыя въ пестрой смѣнѣ подпадали подъ преобладающее вліяніе то океана, то материка.

Изъ большого обилія родовъ, вновь появляющихся въ продуктусовомъ морѣ въ концѣ каменноугольнаго періода, мы должны прежде всего обратить наше вниманіе на два цикла формъ, такъ какъ эти циклы пріобрѣли доминирующее значеніе для новаго времени. Мы говоримъ о рифообразующихъ организмахъ, съ одной стороны, и о родѣ аммонитовъ, съ другой; эти формы въ чрезвычайномъ изобиліи населяютъ теперь всѣ біономическія провинціи моря.

Уже въ древнія времена существовали бентонныя, полипняковыя животныя, которыя густыми колоніями и скопленіями покрывали дно морское и въ вѣтвяхъ своихъ собирали столь огромныя количества разрушенныхъ известковыхъ раковинъ жившей между ними фауны, что складывали рифоподобные отмели и острова, ростъ которыхъ часто совершался весьма быстрымъ темпомъ. Обыкновенно вода, циркулирующая въ изобилующей пустотами рифовой породѣ, разрушала органическую структуру, затушевывала очертанія рифообразователей и измѣняла до неузнаваемости даже обликъ включенныхъ раковинныхъ животныхъ. Такимъ образомъ, нѣтъ ничего удивительнаго въ томъ, что теперь въ кембрійскихъ, силурійскихъ, девонскихъ, каменноугольныхъ и пермскихъ осадкахъ встрѣчаются большихъ или меньшихъ размѣровъ линзы плотнаго известняка, которыя, въ большинствѣ случаевъ, обнаруживаютъ свою прежнюю органическую структуру лишь на вывѣтренныхъ поверхностяхъ.

Мы уже познакомились со своеобразными архіотидами, стромаріями и табулятами, съ одиночными кораллами и коралловыми полипняками древнихъ періодовъ, и возникновеніе нѣкоторыхъ мощныхъ известковыхъ линзъ можемъ приписать подобнымъ рифообразователямъ.

Но рифовые известняки[3], мощностью до 1000 метровъ, выросшіе въ окрестностяхъ вытянутаго альпійскаго острова во время тріасоваго періода, превосходятъ все, что было до нихъ; они выдвинули передъ геологами такъ много загадокъ, что и теперь еще не всѣ связанные съ этими известняками вопросы могутъ считаться рѣшенными.

Пока коралловая фауна тріасоваго моря не была въ точности изучена, до тѣхъ поръ между палеозойскими, такъ называемыми, тетракораллами и юрскими гексакораллами существовала глубокая пропасть. Тамъ—массивные одиночные кораллы, лишь рѣдко объединенные въ рыхлые полипняки, съ прочной внѣшней стѣнкой и многочисленными, соединенными между собою известковыми столбиками,

звѣздообразными перегородками, въ расположеніи которыхъ, большей частью, обнаруживается билатеральная (двухсторонняя) основная форма, но иногда сохранилось и четырехлучевое строеніе,— здѣсь—небольшіе полипы, которые въ соединеніи съ многочисленными собратьями оказываютъ другъ другу защиту и поддержку, и чашечки которыхъ, раздѣленныя между собою шестью или двѣнадцатью известковыми перегородками (septa'ми), представляются на подобіе почекъ на вѣтвистомъ деревѣ.

Изслѣдованіе[4] формъ, погребенныхъ въ мягкомъ морскомъ илѣ у Сенъ-Кассіана и въ цламбахскомъ грабенѣ у Галльштатта, показало, что оба этихъ столь различныхъ типа легко связать многочисленными переходами. Палеозойскія Zaphrentidae переходятъ въ Stylophyllidae и Pinakophyllidae, Cyathophyllideae и Astraeideae--въ Thamnastraeideae. Montlivaultia, Rhabdophyllia, Thecosmilia, Stylophyllum и другіе роды образуютъ вѣтвистыя группы или полушаровые полипняки, изящныя бокаловидныя колоніи или красиво украшенныя корки.

Ихъ массовое размноженіе и быстрый ростъ побуждали многочисленныхъ другихъ животныхъ селиться между ними, и такимъ образомъ вскорѣ возникли тѣ отношенія біологической зависимости между рифовыми кораллами и рифообразующей фауной, которыя обусловливаютъ мѣстное развитіе мощныхъ массъ органогенныхъ известняковъ въ видѣ разнообразныхъ рифовыхъ архипелаговъ.

Въ сѣверныхъ и южныхъ Альпахъ новое время начинается пестрыми конгломератами, песчаниками и мергелями, которые заполняютъ и выравниваютъ неровную почву, такъ что ихъ мощность колеблется между 0 и 1000 метровъ. Часто въ нихъ включены залежи каменной соли и гипса (Галль, Берхтесгаденъ и т. д,). Лишь спорадически выступаютъ болѣе богатыя морскія фауны; часто бѣдность фауны видами свидѣтельствуетъ о ненормальномъ содержаніи солей. Шагъ за шагомъ море завоевывало участки материка; какъ только синія волны получили возможность безпрепятственно вторгнуться въ скалистые берега, и чистая, прозрачная вода создала условія для развитія богатой фауны, тотчасъ на сѣверѣ и на югѣ начался процессъ рифообразованія. Высоко поднялись мощныя стѣны известняковъ Рамзау и Веттерштейнской горной цѣпи. Горная цѣпь Розенгартена и доломиты южнаго Тироля, скалистыя утесистыя стѣны главнаго доломитоваго массива и кровельнаго известняка (черепичнаго известняка, Dachsteinkalk) поднимались на высоту многихъ сотенъ метровъ; ростъ рифовъ продолжался даже въ слѣдующій, юрскій, періодъ и они сложили въ штирійскихъ Альпахъ высокіе, неслоистые массивы известняковъ.

Уже тотъ фактъ, что всѣ эти горныя системы известняковъ, мощностью отъ 300 до 1000 метровъ, имѣютъ совершенно различный возрастъ,—уже этотъ фактъ доказываетъ, что разорванныя, скалистыя горныя цѣпи не представляютъ части однороднаго покрова известняковъ, раздробленнаго эрозіей на отдѣльные куски. Еще явственнѣе вырисовывается передъ нами ихъ рифовый характеръ, когда мы въ подходящихъ для этого обнаженіяхъ видимъ, какъ отдѣльныя косы изъ массы известняковъ проникаютъ въ сосѣднія, глинистыя морскія отложенія и здѣсь выклиниваются. Самая красивая изъ этихъ переходныхъ областей получила названіе по имени Ф. фонъ-Рихтгофена,

впервые изучившаго происхожденіе альпійскихъ доломитовъ. Въ нѣкоторыхъ мѣстахъ пограничная плоскость между рифовымъ известнякомъ и слоистымъ морскимъ иломъ обусловлена тектоническими движеніями, которыя въ третичный періодъ раздробили всю альпійскую горную систему и подвергли процессу горообразованія. При этомъ, естественно, были сдвинуты, изломаны и повернуты также большія глыбы известняковъ, и тектоническими линіями излома были изломаны и стерты многочисленныя границы между фаціями.

На материковомъ образованіи залегаютъ рифовые известняки мощностью въ 1000 метровъ; ихъ развитіе сопровождаетъ мелкая вода; рифовый періодъ завершается береговыми образованіями хирлатцкихъ известняковъ. Отсюда безъ всякихъ разсужденій видно, что рифовые известняки образовались на опускающейся почвѣ большой геосинклинали, совершенно аналогично тому, какъ еще въ настоящее время на громадныхъ поляхъ опусканія южной части Тихаго океана выростаютъ мощныя атоллы.

Если теперь спросимъ себя, какія животныя были собственно строителями альпійскихъ тріасовыхъ рифовъ, то при этомъ возникаетъ новая трудность, такъ какъ именно полипняковые кораллы встрѣчаются въ рифовой массѣ чрезвычайно рѣдко. Лишь въ глинистыхъ осадкахъ, отложившихся на краяхъ рифовъ и между ними, мы то здѣсь, то тамъ находимъ включенія и такихъ коралловыхъ фаунъ, которыя показываютъ, какъ отдѣльные коралловые полипняки отрывались прибойными волнами отъ рифа и погружались въ окружающее болѣе или менѣе глубокое море.

Въ безчисленныхъ мѣстонахожденіяхъ глазъ геолога даже среди плотнаго известняка узнаетъ вѣтви „литодендроновъ“, которыя, правда, потеряли уже свою коралловую структуру, но, все же, еще хорошо сохранили очертанія вѣтвистыхъ полипняковъ. Но гдѣ известняки превратились въ доломитъ, тамъ лишь развѣтвленныя трубки указываютъ мѣста, въ которыхъ существовали послѣдніе слѣды прежнихъ рифообразователей.

Нужно цѣлыми днями осматривать рифы современыхъ тропическихъ морей, чтобы получить только поверхностное представленіе о достойномъ удивленія изобиліи формъ выдѣляющихъ известь животныхъ и растеній, біологически объединенныхъ на рифѣ. Но для того, чтобы составить себѣ представленіе о томъ, какъ коралловый рифъ умираетъ и переходитъ въ окаменѣлое состояніе, нужно изслѣдовать также края живущаго рифа и путемъ драгированія изучить окрестности рифовыхъ острововъ. Тамъ мы уже не находимъ сильно развѣтвленныхъ полипняковъ, покрытыхъ изящнымъ филиграновымъ узоромъ небольшихъ чашечекъ; передъ нами лишь грандіозное неправильное и безформенное нагроможденіе кругловатыхъ, изломанныхъ, вытравленныхъ, поросшихъ известковыми водорослями глыбъ известняковъ. Разломанныя раковины двустворчатыхъ и всевозможные обломки известняковъ заполняютъ пустоты; хотя мы знаемъ, что эти обломки еще недавно принадлежали скелетамъ различныхъ морскихъ животныхъ, мы едва ли въ состояніи опредѣлить, служили ли они опорою морскому ежу, раку, кораллу или скрытоголовому моллюску, известковой водоросли или улиткѣ. Но когда мы сравниваемъ только что выступившія изъ моря, „недавно поднятыя“ рифовыя породы на

берегу съ пестрымъ коралловымъ садомъ сосѣдняго моря, то находимъ еще болѣе рѣзкія противоположности, такъ какъ умирающій рифъ часто встрѣчается въ химически видоизмѣненномъ состояніи, органическая структура исчезла, а форма рифообразователей разрушена. Кто однажды прослѣдилъ шагъ за шагомъ эти переходы, тому нетрудно будетъ разсматривать превращенные коралловые рифы также въ известковыхъ горахъ и доломитовыхъ штокахъ альпійскаго тріаса.

Какъ показываетъ намъ изслѣдованіе каждаго новаго рифа, въ строеніи его принимаютъ участіе въ качествѣ строителей два коренным образомъ между собою различающихся элемента. Съ одной стороны, прочно прикрѣпленные другъ къ другу вѣтвистые или желвакообразные кораллы; съ другой стороны, живущія на нихъ и между ними, выдѣляющія известь, растенія и животныя. Ихъ раковины, раздробленныя хищными раками и рыбами, пробуравленныя губками, червями и двустворчатыми и, наконецъ, разрушенныя прибоемъ волнъ, образуютъ крупнозернистый или мелкозернистый раковинный песокъ; послѣдній заполняетъ почти всѣ пустоты и полости между растущими кораллами, и изъ него волнами вымывается тонкій известковый илъ, отлагающійся въ особенно спокойныхъ углахъ, бухтахъ и лагунахъ. Такимъ образомъ, между неслоистыми, узкими или широкими, столбами рифовыхъ коралловъ и особенно въ ихъ краевыхъ областяхъ возникаютъ хорошо напластованные известняки, которые изъ крупнозернистой раковинной брекчіи медленно переходятъ въ мелкозернистый, плотный известковый сланецъ, и въ которыхъ лишь спорадически находимъ органическіе остатки, хотя вся масса—органическаго происхожденія. Многочисленныя мѣстонахожденія органическихъ остатковъ въ области альпійскихъ тріасовыхъ рифовъ издавна славятся въ этомъ отношеніи и знакомятъ насъ съ тѣми организмами, формы которыхъ въ настоящемъ рифовомъ известнякѣ сдѣлались неузнаваемыми.

Вмѣстѣ съ тѣмъ на краяхъ неслоистыхъ или слоистыхъ рифовыхъ известняковъ мы наблюдаемъ своеобразные известковые выступы, которые прилегаютъ къ рифовымъ известнякамъ въ видѣ мантіи и вклиниваются въ сосѣднія глинистыя породы въ видѣ языковъ. Эту структуру предрифоваго образованія тоже можно часто превосходно изучить на современныхъ рифахъ (см. рис. 186). Нельзя отрицать того, что такъ называемая периклинальная слоистость возникала иногда впослѣдствіи, благодаря вывѣтриванію, но во многихъ рифовыхъ областяхъ все явленіе представляетъ первобытную форму залеганія.

Между образователями рифовыхъ известняковъ особенно бросаются въ глаза плеченогія, которыя встрѣчаются въ рифовомъ известнякѣ гнѣздами и доставляютъ богатыя фауны. Но именно на нихъ можно ясно показать, сколь громадное превращеніе претерпѣла морская фауна передъ началомъ тріасоваго періода Изъ десяти семействъ съ известковыми раковинками, характеризующихъ древнюю эру земли, въ тріасовый періодъ переходятъ всего четыре семейства, а вмѣсто снабженныхъ изящными ручными спиралями болѣе древнихъ формъ встрѣчаются, главнымъ образомъ, виды Terebratula и Rhynchonella, которые теперь расцвѣтаютъ въ чрезвычайномъ числѣ формъ.

Весьма характерными для тріасоваго періода являются нѣкоторыя двустворчатыя. Тонкія, какъ бумага, снабженныя изящными ребрами раковины Halobia (рис. 187), Daonella, Monotis и подобныя имъ встрѣчаются въ тонкихъ прослойкахъ въ качествѣ породообразующихъ

Рис. 186. Прибрежный рифъ острова Напуку-Леву (Фиджи), состоящій изъ хорошо напластованныхъ слоевъ, уходящихъ въ глубь моря.

элементовъ. Повидимому, они жили въ отсутствіи другихъ животныхъ въ мелководныхъ илистыхъ бухтахъ (лагунахъ), на рифахъ и между ними; они были настолько распространены, что съ ихъ помощью удалось установить горизонты, простиравшіеся далеко въ Азію. Но въ верхнетріасовыхъ отложеніяхъ высокое значеніе пріобрѣтаютъ толсто-

Рис. 187. Halobia Lommeli. Жили сообществами въ мелкихъ илистыхъ бухтахъ альпійскаго тріаса.

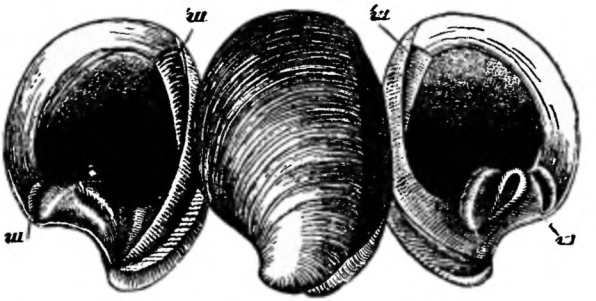


Рис. 188. Megalodon Gümbeli, альпійскій кровельный (черепичный) известнякъ.

раковинный Megalodon, размѣрами отъ кулака до головы, и близкіе ему роды (см. рис. 188). Мы видимъ, что разрѣзы ихъ скученныхъ раковинъ, прочно спаянныхъ съ породой, распространены на обширныхъ поверхностяхъ черепичнаго известняка (кровельный известнякъ, Dachsteinschiefer), и по ихъ распредѣленію[4] мы можемъ заключить, что вся масса мегалодонтныхъ известняковъ образовалась въ мелкой водѣ, и что совершенно безструктурный, свѣтлосѣрый, напластованный извест-

някъ уже во время своего образованія представлялъ надежное основаніе для тяжелыхъ двустворчатыхъ, и, такимъ образомъ, при его возникновеніи важную роль играли растущія органическія массы.

Всѣ эти вопросы найдутъ свое простое рѣшеніе, если мы допустимъ, что известь выдѣляющія водоросли отлагали обширные пласты, которые, какъ это легко наблюдать на новѣйшаго происхожденія водорослевыхъ известнякахъ, позднѣе превратились въ безструктурную массу известняковъ. Въ нѣкоторыхъ мѣстахъ и теперь еще можно различать форму образующихъ известняки водорослей. Диплопоры нижняго тріаса (рис. 189), циропореллы верхняго тріаса часто находятъ, какъ породообразующія массы, а при Санъ-Кассіанѣ двустворчатыя и иглы морскихъ ежей покрыты бородавчатыми известковыми норками, происхожденіе которыхъ можно приписать только известковымъ водорослямъ.

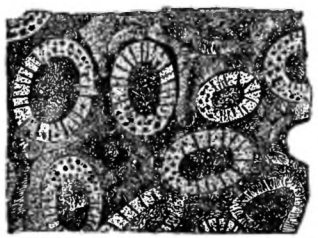


Рис. 189. Диплопоровый известнякъ; изъ альпійскаго кейпера.

Съ проблемой рифообразованія связаны нѣкоторые вопросы болѣе общаго значенія. Во-первыхъ, имѣли ли альпійскіе тріасовые рифы „атолловую форму“, на подобіе коралловыхъ рифовъ Южнаго океана? Неоднократно пытались разсматривать теперешнее расположеніе грандіозныхъ горъ Южнаго Тироля, какъ кругообразныя атолловыя группы, но при этомъ упускали изъ виду, что круглая лагуна, окружаемая кольцеобразными атоллами Индійскаго и Тихаго океановъ, имѣетъ лишь совсѣмъ незначительную глубину, тогда какъ внѣшній край рифа круто спускается на многія сотни метровъ. Когда подобный атоллъ подымется изъ моря, и его масса превратится въ плотный известнякъ или доломитъ, то процессомъ вывѣтриванія онъ видоизмѣняется настолько, что отъ прежней вершинной лагуны вскорѣ ничего не остается. Поэтому мы не должны и ожидать найти когда-либо въ рифахъ сѣверныхъ и южныхъ Альпъ кругообразную форму доломитовыхъ образованій. Ихъ расположеніе скорѣе можно сравнивать съ окаймляющими рифами, окружающими восточный берегъ Австраліи и берега Новой Каледоніи. Здѣсь изъ моря поднимается вытянутая низменная островная страна, но удлиненіе обоихъ рифовыхъ поясовъ на сѣверо-западъ указываетъ на то, что часть цѣпи острововъ продолжается подъ уровнемъ моря, и теперь надъ ними проходятъ расширяющіеся рифы.

Точно такъ же вытянутый Альпійскій островъ не непрерывно поднимался надъ моремъ. Постепенное исчезновеніе Швейцарскихъ Альпъ позволяетъ притти къ тому заключенію, что западнѣе Рейнской долины въ нижнетріасовую эпоху надъ моремъ возвышалась суша. Бактрилліи (небольшія, стержневидныя водоросли), слагающія въ западныхъ Альпахъ и Верхней Италіи, при отсутствіи всякихъ другихъ окаменѣлостей, цѣлые слои, жили, повидимому, въ мелководныхъ бракическихъ озерахъ]. Но въ Восточныхъ Альпахъ многіе известковые мосты (Бреннерская дорога, Циллертальскіе, Ортлерскіе, Радштедтскіе Альпы) соединяютъ сѣверную рифовую зону съ южной, и весьма вѣроятно, что въ промежуточныхъ между ними пространствахъ, нынѣ свободныхъ отъ известняковъ, неоднократно бушевало море. Такимъ образомъ, то здѣсь, то тамъ нѣкоторыя площади острововъ предста-

вляли сушу, поднимаясь надъ уровнемъ моря или вновь наращиваясь растущими рифами. Морскими и воздушными теченіями приносились сюда сѣмена растеній, и вскорѣ на этихъ архипелагахъ развилась пышная растительность изъ папоротниковъ, цикадовыхъ съ листями[8] шириною въ 26 сантиметровъ и отдѣльныхъ хвойныхъ деревьевъ.

Въ среднетріасовую эпоху въ Южномъ Тиролѣ начинается вулканическій періодъ. Въ незадолго до того образовавшіеся известняки внѣдряются снизу большія массы магмы, по дну морскому разливаются потоки лавы, и высокіе столбы паровъ выносятъ въ воздухъ вулканическія массы. Здѣсь выпадаетъ крупнозернистый песокъ, тамъ отлагается болѣе тонкій пепелъ и покрываетъ сушу, берегъ и дно морское вулканическимъ иломъ. Это часто мѣшало росту рифовыхъ коралловъ, и на бѣлыхъ рифовыхъ известнякахъ часто залегаютъ иногда совершенно прямолинейными яркокрасными слоями богатые желѣзомъ пеплы и глины, превратившіеся подъ вліяніемъ тропическаго климата въ красную землю. Даже на тѣ острова, которые были покрыты дождемъ пепла, дрейфомъ приносятся, спустя недѣли, покровы пемзы, образующей при вывѣтриваніи, какъ это часто наблюдаютъ въ настоящее время, красную землю (Terra rossa); послѣдняя заносится водою въ трещины рифа или примѣшивается къ нормальнымъ известковымъ пескамъ, прибавляя къ яркожелтому цвѣту известковыхъ породъ кармино-красные цвѣта.

Но пары, поднимавшіеся изъ нѣдръ земли во время изверженія и послѣ него, приносили съ собою соединенія, которыя, осаждаясь на известнякѣ, образовали прекрасные контаковые минераллы Южнаго Тироля и, быть можетъ, обусловили также рудоносность тріасовыхъ известняковъ.

Многочисленные роды животныхъ, которые иногда встрѣчаются между рифовымъ известнякомъ въ прекрасно сохранившемся состояніи, каждый разъ воочію показываютъ, что между міромъ организмовъ тріасоваго моря и животнымъ царствомъ продуктусоваго моря существовало коренное различіе. Это становится для насъ особенно яснымъ, когда мы разсматриваемъ аммонитовъ, раковины которыхъ въ нѣкоторыхъ мѣстахъ нагромождены въ столь массовыхъ количествахъ, что ихъ разрѣзы попадаются намъ въ каждой плоскости излома. Хотя родословная аммонитовъ начинается съ силурійскаго періода, и съ этого времени она можетъ быть прослѣжена, все-же, въ тѣ древнѣйшія времена эта группа играла лишь незначительную біономическую роль. Правда, въ девонскихъ, а также въ каменноугольныхъ известнякахъ и сланцахъ мы иногда находимъ цѣлыя нагроможденія гоніатитовъ или клименій, но ихъ стратиграфическое значеніе не должно вводить насъ въ заблужденіе при оцѣнкѣ ихъ біономическаго значенія: мы должны помнить, что, по сравненію съ мощно расцвѣтающей группой наутилоидей, они вели лишь скромное существованіе. Раковины наутилоидей, большей частью, стержневидныя (Orthoceras), слабо изогнутыя (Gyroceras), вздутыя (Gomphoceras), или завитыя (Nautilus), какъ мы видѣли выше, раздѣлены на камеры плоскими или нѣсколько изогнутыми перегородками, и прочность раковины существенно обусловливается ея толщиною. Въ противоположность къ этимъ раковинамъ, раковины аммонитовъ образованы известковой пластинкой толщиною съ папирос-

ную бумагу, причемъ раковина пріобрѣтаетъ прочность, благодаря тому, что перегородки изогнуты въ видѣ многочисленныхъ плойчатыхъ складокъ и своимъ зазубреннымъ краемъ (швомъ или сутурной линіей) прикрѣпляются къ наружной стѣнкѣ раковины. Когда раковина удалена процессомъ вывѣтриванія, то на каменномъ ядрѣ выступаютъ на правильныхъ разстояніяхъ изящныя лопастныя линіи (рис. 190). Можно думать, что это устройство служило аммонитамъ хорошей защитой отъ укусовъ хищныхъ враговъ, такъ какъ бросается въ глаза чрезвычайная рѣдкость нахожденія надломанныхъ и снова залѣченныхъ раковинъ аммонитовъ.

Особенно интересно также, что въ группѣ аммонитовъ формы сутурной линіи закономѣрно передавались по наслѣдству отъ одного поколѣнія къ другому, что лопастная линія на протяженіи филогенетическаго развитія измѣнялась методически, и что, поэтому, достаточно даже обломка аммонитовой раковины, чтобы опредѣлить положеніе этой формы въ системѣ и возрастѣ отложенія. Хотя лопастная линія не находится ни въ какомъ соотношеніи съ внѣшней скульптурой раковины, и нельзя найти никакого біологическаго основанія, которое обусловливало бы цѣлесообразность, при данномъ образѣ жизни и въ виду борьбы за существованіе, той или другой формы лопастной линіи,—несмотря на это, послѣдняя передается по наслѣдству и видоизмѣняется съ извѣстной закономѣрностью, какъ устройство имѣющее особенно важное значеніе для организма жизни.

Рис. 190. Pinacoceras subparma. Черныя мѣста—промежутки между двумя лопастными линіями—перегородками (септами).

Этотъ фактъ представляется намъ новымъ доказательствомъ того, что раздѣленіе на камеры раковины головоногихъ стоитъ въ связи съ размноженіемъ, и что ритмическое увеличеніе и сокращеніе жилыхъ камеръ находилось въ причинной зависимости отъ вздутія половыхъ железъ въ періодъ размноженія.

Въ то время, какъ лопастная линія воочію показываетъ намъ родственныя взаимоотношенія между разнообразными аммонитами, ихъ скульптура позволяетъ намъ судить объ образѣ жизни и характерѣ движеній отдѣльныхъ родовъ и видовъ. Въ этомъ отношеніи мы считаемъ нужнымъ указать на фактъ, поражавшій уже прежнихъ наблюдателей, а именно, что между тріасовыми аммонитами встрѣчаются слѣдующіе два строго обособленныхъ типа:

1. Trachyostraca съ шероховатой раковиной; они жили преимущественно на илистомъ днѣ и, большей частью, обладали высокоразвитой скульптурой въ видѣ реберъ, шиповъ, узловъ и киля (рис. 191). Жилая камера—коротка, и, такимъ образомъ, животное не было въ состояніи значительно изъ нея высовываться. Большая часть этихъ формъ передвигалась, вѣроятно, ползая по дну морскому.

2. Leiostraca, связанныя съ Trachyostraca рядомъ переходныхъ формъ, но, все же, составляющія строго обособленный типъ; они имѣютъ гладкую раковину (рис. 192) и встрѣчаются особенно въ бѣдномъ глиной известнякѣ. Въ ихъ жилой камерѣ, достигающей у Arcestes $1^1/_2$ оборотовъ, помѣщалось, должно быть, лентообразное тѣло аммонита, которое, по всей видимости, было въ состояніи далеко высовываться изъ раковины и быстро втягиваться въ нее обратно. Этимъ, должно быть, обусловливались, съ одной стороны, быстрыя перемѣщенія въ горизонтальномъ направленіи, съ другой стороны, способность внезапнымъ втягиваніемъ тѣла въ раковину дѣлать ее настолько тяжелой, что она быстро погружалась въ болѣе темные и глубокіе слои воды и такимъ образомъ легко скрывалась отъ своихъ враговъ.

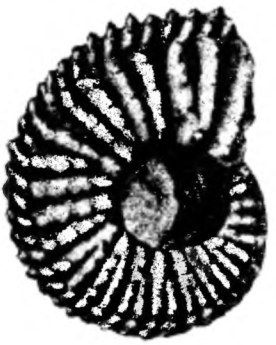


Рис. 191. Protrachyceras cf. Aspasia. Верхній тріасъ южнаго Тироля. Аммонитъ съ узорчатой раковиной.

Аммониты должны возбуждать въ насъ совершенно особенный интересъ[6] и съ другой точки зрѣнія. Въ самомъ дѣлѣ, большинство изъ 6000 слишкомъ видовъ, извѣстныхъ изъ морскихъ отложеній тріасоваго, юрскаго и мѣлового періодовъ, располагаются въ столь удивительномъ хронологическомъ порядкѣ, что съ ихъ помощью удалось провести руководящіе горизонты по всей землѣ. На основаніи географическаго распространенія можно легко отличать мѣстнаго характера фаунистическія группы отъ универсально распространенныхъ руководящихъ формъ. И по времени появленія отдѣльныхъ цикловъ формъ легко подмѣтить два типа. Однѣ формы шагъ за шагомъ переселяются изъ одной біономической области въ другую, причемъ часто на это требуется столь долгое время, что каждый разъ онѣ встрѣчаются въ большомъ числѣ во все болѣе высокой, болѣе молодой группѣ слоевъ. Такія отношенія ясно показываютъ, что происходила зоогеографическая миграція.

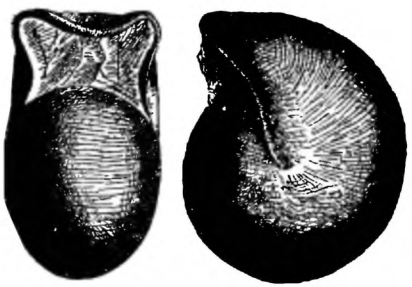


Рис. 192. Arcestes didymus. Изъ тріасоватo извѣстняка Галльштатта. Аммонитъ съ гладкой раковиной.

Иначе обстоитъ дѣло, когда передъ нами внезапно, безъ посредствующихъ промежуточныхъ ступеней, выступаетъ совершенно новая аммонитовая фауна. Если она при богатствѣ особями состоитъ изъ молодыхъ и старыхъ экземпляровъ съ хорошо сохранившимися раковинами, то и эту находку должно разсматривать, какъ указаніе на быструю зоогеографическую миграцію. Но если передъ нами—нагроможденіе взрослыхъ раковинъ, поврежденныхъ отъ продолжительнаго переноса, то это свидѣтельствуетъ объ иныхъ обстоятельствахъ. На раковинахъ нынѣ живущихъ Nautilus и Spirula легко убѣдиться въ томъ, что послѣ смерти животнаго онѣ, благодаря наличности многочисленныхъ воздушныхъ камеръ, плаваютъ на поверхности моря; въ силу этого, можно думать, что и аналогично построенныя раковины аммонитовъ послѣ смерти ихъ обитателей поднимались, на подобіе воздушнаго шара, на

поверхность моря и здѣсь вѣтромъ и волнами гонялись въ видѣ планктона до тѣхъ поръ, пока въ нихъ, вслѣдствіе какого-нибудь повреждения, не попадала вода, и онѣ снова не опускались на дно морское. Экспедиція „Вальдивіи“[7] сообщаетъ слѣдующее: „Вблизи Цейлона плавала раковина Nautilus'a, въ которой, какъ казалось, еще находилось животное. Намъ удалось поймать эту раковину, причемъ, конечно, оказалось, что жилая камера была занята не живымъ головоногимъ, а рыбами, которыя боязливо жались въ ней. Замѣтивъ близъ парохода еще нѣсколько рыбъ, которыя безпокойно плавали взадъ и впередъ, мы снова бросили въ воду пустую раковину, и вскорѣ, къ нашему удовольствію, убѣдились въ томъ, что всѣ эти рыбки быстро подплыли и скрылись въ ней. Мы ихъ еще нѣкоторое время продержали въ нашемъ бассейнѣ и нашли, что онѣ плохо плаваютъ. При приближеніи человѣка онѣ старались быстро найти жилую камеру обросшей гидроидами и водорослями раковины и ловко вставляли свою спинную иглу въ бороздку раковины, чтобы головою впередъ плотно прижаться къ боковымъ стѣнкамъ“. Этотъ фактъ представляетъ чрезвычайный геологическій интересъ. Въ самомъ дѣлѣ, если цѣлый видъ рыбъ настолько приспособился къ жизни въ плавающей на открытомъ морѣ раковинѣ Nautilus'a, что онъ ищетъ въ ней убѣжище даже вблизи парохода, то плаваніе пустыхъ раковинъ головоногихъ, несмотря на значительное число ихъ видовъ, представляетъ повседневное явленіе. Сколь же велико было, нужно думать, число пустыхъ раковинъ аммонитовъ, покрывавшихъ поверхность мезозойскаго моря, на днѣ котораго жили сотни родовъ и видовъ этой группы животнаго царства!

Такимъ образомъ, каждая форма, жизнь которой была ограничена тѣсными предѣлами, при благопріятныхъ условіяхъ могла распространиться на обширныхъ пространствахъ мірового моря и, могло статься, быть погребенной въ области, весьма отдаленной отъ ея родины и связанной съ послѣдней лишь длинными морскими теченіями. Такимъ образомъ становится также понятнымъ, почему раковины аммонитовъ представляютъ столь характерныя руководящія окаменѣлости и, независимыя въ своемъ всемірномъ распространеніи ни отъ какихъ климатическихъ границъ, позволяютъ хронологически связывать отдаленныя группы слоевъ.

Аммонитовыя раковины особенно часто заносились водою, на ряду съ послѣдними представителями вымирающихъ Orthoceras, въ трещины и пустоты тріасовыхъ рифовъ, гдѣ онѣ, часто погребенныя въ красноватомъ известнякѣ, представляютъ настоящую коллекціонную карту различныхъ мѣстныхъ фаунъ. Эту аммонитовую фацію, встрѣчающуюся во многихъ ярусахъ альпійскаго тріаса, часто называютъ „гальштатскими известняками“, и ея происхожденіемъ легко объясняется, почему ея фауна представляетъ столь своеобразную смѣсь самыхъ разнородныхъ элементовъ.

Что верхніе слои тріасоваго моря были населены многочисленными стаями р ы б ъ, это доказывается фаунами рыбъ, часто отличающимися поразительнымъ богатствомъ, погребенными въ тонкозернистомъ илѣ нѣкоторыхъ бухтъ альпійской островной страны.

У Зейфельда въ Тиролѣ, равно какъ въ Val Trompia попадаются[10] въ громадномъ числѣ недѣлимыхъ скелеты рыбъ длиною около метра, а близъ Комо—рыбка длиною въ 2—3 сантим, Prophalecites porro.

Изъ одиннадцати видовъ рыбъ Рэбля (Raibl) наичаще встрѣчаются Pholidopherus typus и Belonorhynchus striolatus, но ни одинъ изъ найденныхъ здѣсь видовъ не встрѣчается у Зейфельда.

Что нѣкоторыя рыбы жили, дѣйствительно, въ верхнихъ слояхъ морской воды, это особенно ясно сказывается на тѣхъ формахъ,[12] которыя снабжены колоссальными грудными плавниками (рис. 193); эти формы, по всѣмъ признакамъ, умѣли также летать надъ поверхностью океана, подобно летающимъ рыбамъ настоящаго времени.

Не только въ области Альпъ, но и во всемъ тріасовомъ морѣ, простирающемся на югъ и на востокъ, мы находимъ обширныя массы

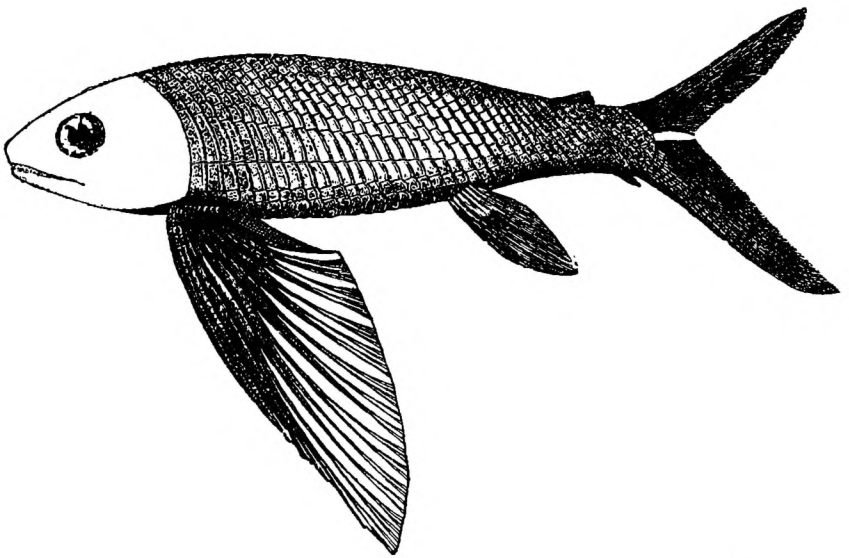


Рис. 193. Thoracopterus Niederrösti. Летающая рыба изъ тріаса Каринтіи.

известняковъ, богатыя раковинами Daonella прослои, аммонитовые известняки и салиническія (соляныя) включенія. Знаменитыя залежи каррарскаго мрамора представляютъ видоизмѣненные рифовые известняки; того же возраста рифы и слоистыя породы можно прослѣдить на Балканахъ, въ Малой Азіи и далѣе до внутреннихъ частей азіатскаго материка, гдѣ нѣкоторые, особенно богатые окаменѣлостями, разрѣзы показываютъ, что оттуда начались нѣкоторыя зоогеографическія переселенія тріасовой фауны. Въ Гималайскихъ горахъ[9] на богатой Productus'ами пермской формаціи согласно залегаетъ мощная свита тріасовыхъ породъ. Мы видимъ, какъ плеченогія продуктусоваго моря постепенно вымираютъ и медленно замѣщаются новой фауной. Необыкновенно многочисленные виды аммонитовъ распредѣлены между десятью отчетливо различаемыми ярусами, причемъ въ нижнихъ горизонтахъ новые виды появляются черезъ каждый метръ мощности, въ верхнихъ же—черезъ каждые десять метровъ. Въ Соляномъ Кряжѣ на Индѣ глинисто-бурые пермскіе известняки постепенно переходятъ въ висячіе темнозеленые тріасовые слои. Изъ этого знаменитаго переходнаго профиля описаны многочисленные аммониты. Среди нихъ самымъ важнымъ элементомъ являются дискообразныя раковины

того семейства аммонитовъ, у представителей котораго сутурная линія обнаруживаетъ направленныя наружу цѣльнокрайнія сѣдла, раздѣленныя зазубренными лопастями. Многоченные роды и виды цератитовъ, которые до сихъ поръ внѣ предѣловъ Азіи нигдѣ находимы не были, встрѣчаются частью въ формахъ колоссальныхъ размѣровъ и, повидимому, жили здѣсь въ недалекой отъ берега бухтѣ, такъ какъ найденный здѣсь черепъ стегоцефала могъ попасть сюда только съ материка, а зубъ цератода—только изъ устья рѣки, впадавшей тамъ въ море. Такимъ образомъ, лопастная линія цератитовъ, которые раньше могли считаться переходными формами между гоніатитами и аммонитами, представляется намъ регрессивнымъ образованіемъ послѣднихъ, которое возникало вездѣ, гдѣ океаническія фауны вторгались въ талассическія внутреннія моря. Съ подобными фактами мы встрѣтились при описаніи цератитовъ германскаго раковиннаго известняка.

Въ Гималайскихъ горахъ на известнякахъ и сланцахъ нижняго тріаса, мощность которыхъ составляетъ лишь 50 метровъ, залегаетъ почти 1200 метровъ известняковъ и сланцевъ, которые, судя по фаунѣ, соотвѣтствуютъ верхнему тріасу. По многочисленнымъ аммонитамъ можно отчетливо прослѣдить пять горизонтовъ, рядомъ съ ними мы находимъ промежуточные слои съ Daonella, а въ висячемъ боку встрѣчаются, какъ въ Альпахъ, мегалодонтовые известняки. Сходство послѣдовательности слоевъ и фаунъ въ обѣихъ этихъ, столь удаленныхъ одна отъ другой, областяхъ такъ велико, что мы должны представлять себѣ общія измѣненія альпійско-азіатскаго моря. Такимъ образомъ мы видимъ, какъ въ колоссальной области все болѣе и болѣе перемѣшиваются между собою мѣстныя фауны нижняго тріаса, а въ верхнемъ тріасѣ уже вся область тріасоваго моря населена однѣми и тѣми же формами.

Въ эпоху отложенія верхнихъ ярусовъ тріаса открытое море завоевываетъ тѣ мѣста, которыя до того представляли берегъ или литоральное болото; острова и группы острововъ опускаются ниже уровня синихъ водъ, а живущій тамъ міръ животныхъ вынужденъ продолжать свое развитіе по своеобразнымъ новымъ путямъ.

Чтобы оцѣнить біологическія послѣдствія этихъ процессовъ, мы должны вспомнить о четвероногихъ позвоночныхъ животныхъ, жившихъ на материкахъ пермской эпохи. Изъ двоякодышащихъ предковъ—рыбъ развился стволъ стегоцефаловъ, и вмѣстѣ съ тѣмъ отдѣлилась вѣтвь первобытныхъ рептилій. Независимое ни отъ морской, ни отъ прѣсной воды, ихъ тѣло развилось настолько высоко, что жабры замѣнились легкими; организація тѣла измѣнилась столь кореннымъ образомъ, что оно стало способнымъ переносить даже сухой воздухъ пустынь. Насколько глубоко вліяло на дальнѣйшее развитіе группы пресмыкающихся широко распространенный снѣжный покровъ материка Гондвана, объ этомъ до сихъ поръ еще судить трудно. Такъ или иначе, уже Theromorpha Южной Африки, Остъ-Индіи и Россіи, а также почти одновременно появляющіяся формы рептилій въ Техасѣ показываютъ, какъ быстро и энергично приспособилась къ разнообразнымъ условіямъ жизни уже эта древняя фауна рептилій. Такимъ образомъ, богатый міръ пресмыкающихся населялъ берега рѣкъ и озеръ и странными неправильными путями попадалъ на близъ лежащіе, а также на значительно удаленные острова, чтобы здѣсь совершать свое дальнѣйшее развитіе.

Между тѣмъ, тріасовое море вторгалось въ материкъ, завоевывая большіе или меньшіе участки его, отдѣляло отъ него группы острововъ и, подобно потопу, потопляло ихъ въ своихъ бушующихъ водахъ. Представляется чрезвычайно интереснымъ то обстоятельство, что одновременно съ этой трансгрессіей тріасоваго моря въ немъ появляются различныя такія вѣтви ствола рептилій, которыя, происходя, несомнѣнно, отъ материковыхъ предковъ, обнаруживаютъ все болѣе рельефные признаки приспособленія къ жизни въ морѣ. Въ продолженіе этого времени развились черепахи съ ихъ широкимъ костянымъ панцыремъ, ихтіозавры, сходство которыхъ съ рыбой, съ одной стороны, и дельфиномъ, съ другой, такъ велико, что прежде они считались переходной формой между обоими этими животными, и исполинскіе плезіозавры съ маленькой головой на длинной лебединой шеѣ. Извѣстны уже многочисленныя переходныя формы, которыя отъ простыхъ, материковыхъ, снабженныхъ четырьмя приспособленными для хожденія ногами, первобытными рептиліями постепенно ведутъ къ удивительно видоизмѣненнымъ формамъ.

Самое важное преобразованіе претерпѣваютъ, съ одной стороны, позвоночный столбъ, съ другой, ноги. Шейные позвонки ихтіозавра срастаются въ одну кость, какъ у кита. У черепахи же они переходятъ въ средній рядъ костяныхъ пластинокъ, образующихъ спинной панцырь. Въ то время, какъ продолговатая, заостренная голова ихтіозавра усажена, какъ у дельфина, рядомъ однородныхъ зубовъ, у черепахъ зубы исчезаютъ.

У всѣхъ этихъ трехъ группъ пятипалая, приспособленная для хожденія нога превращается въ ластъ, хорошо приспособленный для плаванія; у ихтіозавра ластъ обнаруживаетъ до девяти рядовъ круглыхъ костяныхъ пластинокъ, въ которыхъ мы едва въ состояніи различать плечо, предплечье, запястье и кости пальцевъ. Начиная съ тріасоваго періода, вновь возникшія морскія рептиліи постепенно заселяютъ все болѣе обширныя области океана и въ слѣдующій юрскій періодъ играютъ все возрастающую роль.

23. Борьба сѣверной пустыни съ тріасовымъ моремъ.

Самыми характерными обитателями древнихъ морей были, безспорно, трилобиты и ортоцератиты. Но если бы мы захотѣли назвать породу, которая представлялась бы характерной для древней эры, то слѣдовало бы вспомнить прежде всего о красныхъ песчаникахъ, которые отлагались въ области сѣвернаго континента, во всѣхъ частяхъ свѣта, но особенно въ тѣсной связи съ красными конгломератами и глинами, отъ кембрія и до конца тріасоваго періода. При изумительной мощности, большей частью, совершенно не содержащія окаменѣлостей, красныя песчаниковыя толщи надвигаются съ сѣвера въ Европу и Сѣверную Америку, заполняютъ своими колоссальными массами обломочнаго матеріала обширные бассейны и часто выступаютъ въ близкомъ соприкосновеніи съ моремъ. Но даже тамъ, гдѣ наблюдается переслаиваніе между морскими осадками и континентальными песчаниковыми банками, распредѣленіе водныхъ животныхъ показываетъ, что лишь немногія формы отваживаются вступить въ область крас-

Чрезвычайная мощность этихъ древнихъ отложеній песчаниковъ и часто наблюдаемое включеніе морскихъ горизонтовъ доказываютъ, что области отложенія были расположены на опускающемся днѣ большихъ геосинклиналей, такъ что красный пустынный материкъ, смотря по интенсивности образованія песковъ, то поднимался высоко надъ уровнемъ моря, то представлялъ сухую депрессіонную область, расположенную ниже уровня моря. И въ этомъ отношеніи современныя пустыни Азіи и Африки представляютъ весьма поучительные примѣры. Всякій разъ, когда морю удавалось разрушить отдѣляющую перегородку и достигнуть колоссальной депрессіонной области, его воды съ громадной силой вторгались въ материкъ, при чемъ судьбы этихъ заполненныхъ морской водою бухтъ всецѣло зависѣли отъ того, задѣлывалась ли снова брешь, часто ли она открывалась, или же она продолжительное время оставалась незадѣланной. Въ первомъ случаѣ иммиграція морской фауны не имѣла мѣста; соленая вода испарялась, и на днѣ мелководнаго озера отлагались вначалѣ гипсъ, а затѣмъ соль. Послѣдняя съ теченіемъ времени могла выщеливаться, и оставались, въ видѣ метаморфозъ, только пустоты выкристаллизовавшихся въ нихъ кубиковъ.

Если морской фаунѣ удавалось сродниться съ солянымъ озеромъ, то происходилъ сильный отборъ. Лишь немногіе виды были въ состояніи переносить измѣнившіяся условія жизни, но зато они то размножались въ чрезмѣрномъ количествѣ. Затѣмъ водный бассейнъ испарялся, снова дулъ вѣтеръ надъ покрытой двустворчатыми песчаной равниной, и песокъ съ примѣсью легкихъ двустворчатыхъ раковинъ отлагался съ діагональной слоистью.

Эту фацію краснаго песчаника мы находимъ, правда, во всѣхъ формаціяхъ до настоящаго времени включительно; она распространена въ Южной Африкѣ, Австраліи и Южной Америкѣ; но собственная родина ея, начиная съ кембрія и кончая тріасомъ, лежитъ на сѣверномъ полушаріи. Сѣверо-американскій потсдамскій песчаникъ, шотландскій ольдредъ (древній красный песчаникъ), германскій красный песчаникъ и тріасовые песчаники, распространенные въ Германіи, Англіи и Сѣверной Америкѣ,—всѣ эти породы отмѣчаютъ перемѣщенія единственной въ своемъ родѣ фаціи на протяженіи періодовъ исторіи земли.

Въ Шотландіи образованіе песчаниковъ наступаетъ въ силурскій періодъ и можетъ быть прослѣжено безъ большихъ пробѣловъ черезъ девонскія, каменноугольныя и пермскія отложенія вплоть до висячихъ слоевъ тріасовыхъ песчаниковъ, но южнѣе Шотландіи между отложеніями ольдреда (древняго краснаго песчаника) (девонскаго періода) и ньюреда (новаго краснаго песчаника) (пермотріаса) вклиниваются отчетливо, раздѣляя названныя отложенія, морской каменноугольный известнякъ и богатыя растительностью отложенія верхняго карбона.

Въ основаніи новыхъ красныхъ песчаниковъ (ньюреда) мы находимъ доломитовыя породы съ морскими животными пермскаго возраста; эти животныя представляютъ послѣднихъ обитателей наступающаго тогда цехштейноваго моря. Въ другихъ мѣстахъ Англіи материковая свита слоевъ прерывается лишь морскимъ лейасомъ, которымъ она и заканчивается.

Еще болѣе удаляясь отъ сѣвернаго материка, мы вступаемъ въ предѣлы Германіи, гдѣ красныя нижнепермскія породы (красный лежень) покрываются морскимъ цехштейномъ. Но уже въ верхнемъ цехштейнѣ морскія животныя исчезаютъ, появляются красныя суглинки и песчаники съ мощными залежами соли и гипса; на илѣ залегаютъ лишенные окаменѣлостей красные песчаники нижняго тріаса, а затѣмъ постепенно обогащающіяся морскими формами глины и известняки. Но потомъ снова появляются связанные постепенными переходами песчаники и гипсоносныя красныя глины, и лишь выше послѣднихъ слѣдуютъ путемъ постепенныхъ переходовъ или съ рѣзкой фаціальной границей морскія отложенія юрскаго періода.

Отсюда мы отчетливо видимъ, какъ въ Германіи красная фація между морскимъ карбономъ и морской юрой прерывается двумя *большими вторженіями моря*. Фауна цехштейна образуетъ часть животнаго міра древняго продуктусоваго моря; но въ фаунѣ ретскаго раковиннаго известняка мы впервые встрѣчаемъ успѣвшій совершенно измѣниться міръ организмовъ тріасоваго моря.

Такимъ образомъ, красныя породы верхняго цехштейна и нижняго тріаса раздѣляютъ два существенно различныхъ періода, и передъ нами встаетъ слѣдующая проблема: гдѣ слѣдуетъ въ связующихъ, неморскихъ породахъ провести границу, соотвѣтствующую переходу изъ палеозойской эры жизни земли въ мезозойскую? Выступаютъ же въ Германіи первые авангарды новой эры непосредственно, безъ посредствующихъ связующихъ членовъ за послѣдними отпрысками древней эры.

Въ хронологіи исторіи земли нижнюю половину гипсоносныхъ глинъ и песчаниковъ обыкновенно относятъ къ пермскимъ отложеніямъ, верхнюю же половину—къ тріасу, но расчлененіе старыхъ геологовъ[1], которымъ одновременныя морскія отложенія не были извѣстны, и которые руководствовались больше породами, чѣмъ ихъ фауной, больше соотвѣтствовало развитію фацій, и интересно отмѣтить, что даже Альберти, установившій въ своей классической книгѣ[2] дѣленіе тріасовой формаціи на три отдѣла, въ концѣ той же книги различаетъ въ той же формаціи четыре группы: включенія морского раковиннаго известняка между лежачимъ краснымъ пестрымъ песчаникомъ, висячимъ желтымъ кейперовымъ песчаникомъ и снова за ними слѣдующими красными суглинками онъ правильно характеризуетъ, какъ временный эпизодъ.

Въ нашихъ разсужденіяхъ намъ слѣдуетъ придавать большее значеніе смѣнѣ фацій, чѣмъ смѣнѣ фаунъ; тѣмъ болѣе, что, какъ мы видѣли въ предшествующей главѣ, противоположность между пермскими и тріасовыми отложеніями въ Германіи исчезаетъ уже въ предѣлахъ Альпъ, и только такъ называемому, „среднему пробѣлу“, вѣрнѣе сказать, обоимъ эпизодамъ вторженія моря мы обязаны тѣмъ, что въ Германіи такъ легко отличать формы цехштейна отъ формъ раковиннаго известняка.

Итакъ, мы начнемъ наше описаніе съ конца среднецехштейновой эпохи.

Съ сѣвера вторглась въ Россію широкая бухта продуктусоваго моря; здѣсь море бушевало между въ то время еще высокимъ Уральскимъ хребтомъ и высокими горами скандинавскаго материка вплоть

до Астрахани; черезъ Остзейскія провинціи оно проникло на западъ, затопило всю Польшу, среднюю и сѣверную Германію, и его можно прослѣдить до средней части Англіи. Въ Германіи цехштейновое море покрывало поверхность площадью около 750.000 квадратныхъ километровъ, и если сюда прибавимъ русскія и англійскія бухты, то получимъ число, вдвое большее. Что эта обширная область была покрыта соленой морской водой, объ этомъ можно заключить по распространенію цехштейновой фауны, которая встрѣчается въ однихъ и тѣхъ же видахъ на берегахъ Волги, въ Тюрингіи и въ Іоркширѣ. Глубину этого моря въ Тюрингіи можно считать больше 50 метровъ, принимая во вниманіе высоту распространенныхъ здѣсь известковыхъ и доломитовыхъ рифовъ, а общій характеръ фауны говоритъ за то, что такова же приблизительно была средняя глубина воды и въ другихъ областяхъ. Если допустить, что содержаніе солей въ томъ морѣ было такое же, какъ въ океанѣ настоящаго времени, то приходимъ къ заключенію, что въ водѣ одного только Нѣмецкаго моря цехштейна растворено было билліонъ кубическихъ метровъ морской соли. Но если мы сюда прибавимъ русскія и англійскія площади, занятыя тогда моремъ, то это число придется, по-меньшей мѣрѣ, удвоить.

Вся эта морская бухта, незадолго еще наполненная богатой животной жизнью, съ наступленіемъ верхнецехштейновой эпохи была отрѣзана отъ сѣвернаго моря и теперь образуетъ колоссальныхъ размѣровъ внутреннее море, которое въ одной только Германіи покрывало площадь, вдвое большую, чѣмъ площадь, занимаемая теперь Каспійскимъ моремъ. Возможно, что первоначально сообщеніе съ океаномъ не было совершенно прервано, но у насъ нѣтъ никакихъ фактовъ, на основаніи которыхъ мы должны были бы допустить, что въ область, ставшую теперь безсточной, постоянно притекала свѣжая морская вода. Между міровымъ и внутреннимъ морями не дѣйствовалъ, на подобіе системы шлюзовъ, столь искусственно придуманный „барьеръ“.

Между незадолго еще связанными одна съ другой водными поверхностями врѣзалась болотистая мѣстность въ видѣ раздѣляющей стѣны. На востокѣ поднимались длинныя цѣпи Уральскаго хребта; на юго-востокѣ съ пермотріасовымъ моремъ граничила, быть можетъ, тоже только болотистая мѣстность; на югѣ между альпійскимъ моремъ и германскимъ озеромъ врѣзались богемскій массивъ и винделиційскій горный хребетъ, соотвѣтствующій дунайской равнинѣ настоящаго времени, на западѣ же берегъ его составляли покрытыя армориканскими горными цѣпями Франція, Бельгія, Южная Англія и Ирландія.

Что эти, частью весьма обширные, материки отличались сухимъ пустыннымъ климатомъ, доказывается безчисленнымъ множествомъ фактовъ, въ особенности тѣмъ, что огромная поверхность воды начинаетъ теперь сокращаться, что мѣстами въ ней отлагается свита слоевъ мощностью болѣе 1.000 метровъ, лишь въ отдѣльныхъ бассейнахъ[3] обнаруживающая скудную реликтовую фауну, но въ другихъ мѣстахъ совершенно лишенная окаменѣлостей. То обстоятельство, что въ соленыхъ водахъ широко распространены были извѣстныя водоросли, что раковины Estheria покрываютъ цѣлые слои, нисколько не идетъ въ разрѣзъ съ населеніемъ нынѣшнихъ соляныхъ озеръ.

Если по законамъ логики испареніе соляного раствора возможно только при климатѣ съ высокой испарительной способностью и незначительнымъ количествомъ атмосферныхъ осадковъ, и если, вмѣстѣ съ тѣмъ, мы должны разсматривать всю поверхность цехштейноваго моря вмѣстѣ съ его краевыми горными хребтами, какъ лишенную стока пустыню, то это предположеніе еще отнюдь не обусловливаетъ того, что количество атмосферныхъ осадковъ должно было быть незначительнымъ. Высота атмосферныхъ осадковъ могла быть довольно значительной, лишь бы испареніе нѣсколько превышало ее.

Итакъ, мы допускаемъ, что на окраинныхъ горныхъ хребтахъ внутренняго моря выпадали богатые осадки, что по ихъ склонамъ образовались многочисленныя періодическія или постоянныя рѣки, которыя на подобіе рѣкъ центральной Азіи, широкимъ потокомъ протекали по низменностямъ, пока не впадали во внутреннее море. Но въ то время, какъ сильное испареніе превращало въ паръ не только притекающую воду, но уменьшало также массы воды великаго соляного озера, объемъ послѣдняго долженъ былъ сократиться, глубина его убывать. Въ виду неровностей дна, оно вскорѣ расчленилось на рядъ отдѣльныхъ бассейновъ, очертанія которыхъ постоянно измѣнялись; постояннымъ колебаніямъ было подвержено также содержаніе солей. Такъ какъ въ періодическихъ рѣкахъ содержаніе воды и солей, подъ вліяніемъ временъ года, постоянно колебалось, то періодически измѣнялись и условія для осажденія солей, и, такимъ образомъ, мы видимъ, что соляныя залежи на правильныхъ разстояніяхъ прорѣзываются ангидритовыми или полигалитовыми полосками (годовыми кольцами, см. рис. 21), по числу которыхъ можно заключить, что для осажденія соляной залежи Стасфурта, мощность которой составляетъ 900 метровъ, потребовалось около 10.000 лѣтъ. Между низменностями рѣкъ поднимались плоскія солончаковыя болота, которыя временами пропитывались дождями и опрѣснялись. Въ то время, какъ площадь, занятая моремъ, сокращалась, и осушались низменныя прибрежныя области, содержавшаяся въ нихъ морская соль постоянно выщелачивалась и способствовала возрастанію содержанія соли въ отдѣльныхъ бассейнахъ, напоминавшихъ какъ бы солеварни. Водораздѣлы между сточными каналами на мало расчлененномъ участкѣ быстро передвигались, и рука объ руку съ этимъ мѣнялись химическій составъ и концентрація соляного раствора сосѣднихъ соляныхъ озеръ. Въ одномъ выкристаллизовывался гипсъ или ангидритъ, а выше находящійся растворъ хлоридовъ протекалъ далѣе. Въ другомъ происходило выдѣленіе повареной соли, а выше находящійся маточный разсолъ легко растворимыхъ соединеній всасывался передвигающимися дюнами, подобно тому, какъ водяныя капли поднимаются пескомъ. Но гдѣ подъ вліяніемъ палящаго солнца пустыни или холода зимы происходила кристаллизація легко растворимыхъ солей, тамъ отлагался тонкій слой пыли, представлявшій герметическій затворъ надъ легко разрушимымъ пластомъ соли.

Мы не можемъ ставить себѣ задачей описать здѣсь отдѣльныя фазы выдѣленія солей въ томъ видѣ, въ какомъ фазы эти возникали въ сѣверо-германской низменности при столь мѣняющихся условіяхъ, тѣмъ болѣе, что химическая сторона вопроса недавно многократно изучалась методическими изслѣдованіями, и мы по многочисленнымъ

наблюденіямъ знаемъ, что на основаніи современнаго распредѣленія солей въ Стасфуртской и Тюрингенской областяхъ каліевыхъ солей, въ виду тектоническихъ движеній, удивительныхъ перемѣщеній цѣлыхъ группъ соляныхъ пластовъ и послѣдующихъ химическихъ превращеній, не вездѣ можно судить о первоначальныхъ взаимоотношеніяхъ между слоями. Намъ представляется важнымъ констатировать лишь то, что громадныя залежи солей верхняго цехштейна, представляющія столь цѣнныя богатства германскихъ нѣдръ,—что эти залежи возникли путемъ выпариванія солей, которыя растворены были въ эпоху средняго цехштейна, причемъ, вопреки прежнимъ предположеніямъ[6], въ эпоху верхняго цехштейна не происходилъ постоянный притокъ морской воды. Въ самомъ дѣлѣ, небольшіе соляные штоки въ пермскихъ отложеніяхъ Англіи и гипсы въ пермской свитѣ слоевъ Россіи представляютъ лишь ничтожную часть тѣхъ массъ солей, которыя содержались въ широко распространенномъ тамъ цехштейновомъ морѣ, вымывались дождевой водой изъ высохшихъ слоевъ, постепенно приносились въ германскія „солеварни“ и здѣсь осаждались.

Нѣкоторые факты, обнаруживающіеся въ разрѣзѣ слоевъ сѣверогерманскихъ соляныхъ залежей, дѣлаютъ вѣроятнымъ предположеніе, что море временно еще разъ прорвалось въ болотистую область соляного озера и принесло съ собою новые растворы солей, но отрѣзанный отъ мірового моря озерной бассейнъ опять все болѣе и болѣе сокращался и распадался на отдѣльныя колоссальныя „солеварни“; обширныя площади его превращались въ сушу, и если до того времени онѣ находились подъ вліяніемъ крѣпкихъ соляныхъ растворовъ, выдѣлявшихъ илъ, то теперь все большее вліяніе на ихъ судьбы пріобрѣтаетъ вѣтеръ. Мелкая глинистая пыль была снесена, крупнозернистый песокъ остался. Повсюду появились красныя дюнныя области; между тѣмъ окраинные горные хребты, вслѣдствіе денудаціи, понижались и все болѣе теряли способность собирать значительныя массы атмосферныхъ осадковъ. Такимъ образомъ, материкъ все болѣе и болѣе высыхалъ, рѣки становились бѣднѣе водою, озера сокращались, ручьи изсякали.

По мѣрѣ того, какъ ослабѣвала эрозіонная (размывающая) дѣятельность проточной воды, усиливалось вліяніе дефляціи (развѣванія). Періодами вѣтеръ сносилъ въ долину богатый кварцемъ песокъ съ гранитныхъ штоковъ, выныривавшихъ изъ-подъ сланцеваго покрова, разрыхлялъ скопленія обломочнаго матеріала у подошвы горъ, и если послѣ продолжительнаго періода засухи разражался, наконецъ, ливень, то далеко въ пустынѣ устремлялись, смотря по обстоятельствамъ, тонкозернистая песчаная грязь или богатый галькою илъ. Такимъ образомъ въ песчаныя банки, часто обнаруживающія превосходную дюнную слоеватость, вклинивались языки изъ крупной и мелкой гальки, но преобладаніе кварца и часто столь угловатая поверхность гальки во-очію показываютъ, что эти включенія принесены не издалека. Затопленная ливнемъ мѣстность вскорѣ высыхала, по равнинѣ снова мчался вѣтеръ, несущій пески, шлифовалъ и разъѣдалъ гальку, производилъ удивительныя углубленія и превосходные трехгранники.

Было бы заблужденіемъ полагать сущность пустыни пестраго песчаника въ томъ, будто бы только вѣтеръ переносилъ рыхлыя массы,

а дѣйствіе воды якобы совершенно отсутствовало. Никто не станетъ оспаривать у песчанаго моря Каракума, шириною въ 300 километровъ. названіе „пустыни“, несмотря на то, что на берегахъ многоводной

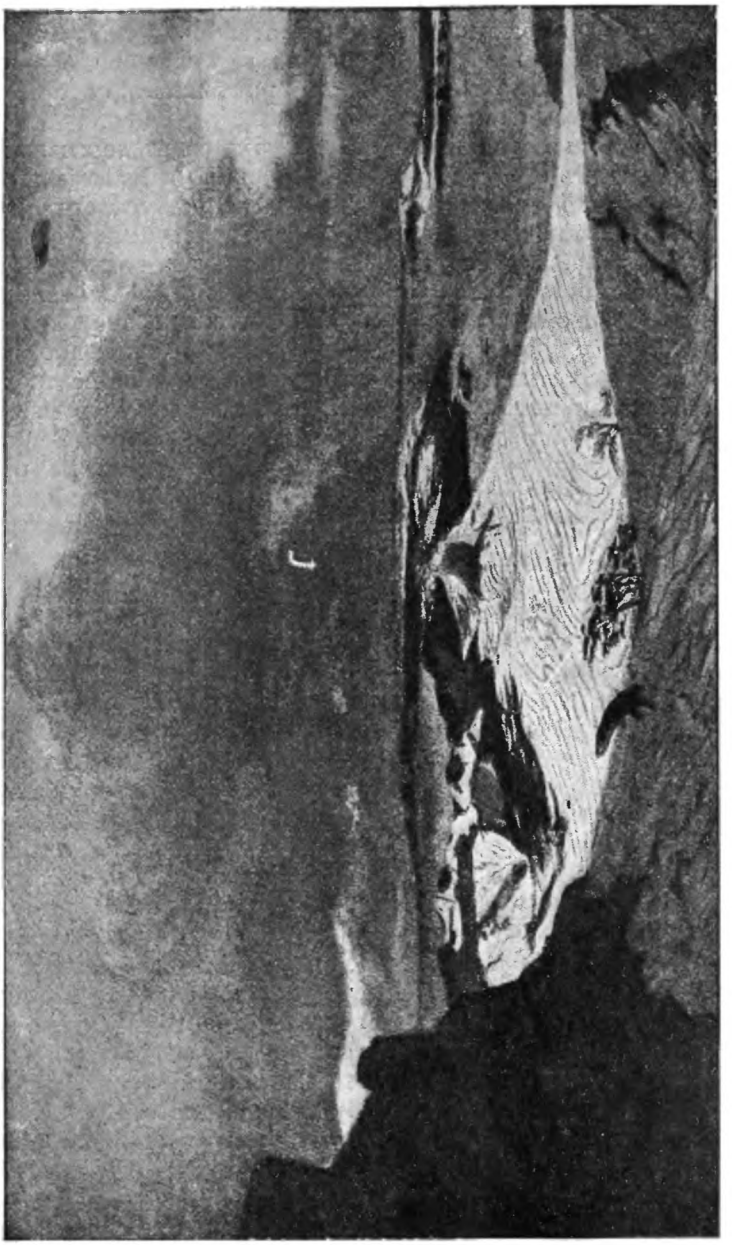


Рис. 194. Песчаная пустыня эпохи пестраго песчаника.

Аму-Дарьи возвышаются колоссальныя дюны (рис. 26), что Мургабъ и Теченія высыхаютъ у самыхъ границъ Каракума, а многочисленныя сухія рѣчныя русла или покрытыя глиной поверхности покрываютъ

эту пустыню во всѣхъ направленіяхъ, что свидѣтельствуетъ о томъ, что вода постоянно прерываетъ дѣятельность вѣтра.

Подобно тому, какъ въ пескахъ пустыни Каракума гипсовые растворы, содержащіеся въ грунтовыхъ водахъ, благодаря испаренію капиллярно поднимающейся воды, заполняютъ обширныя площади богатыми песками „псевдоморфозами“ гипса, точно такъ же въ пескахъ тріасовой пустыни выкристаллизовывались известковые растворы и образовали тѣ удивительные аггрегаты кристалловъ, которые подавали поводъ къ столькимъ спорамъ.

Присутствіе мелководныхъ, преходящихъ озеръ доказывается включеніемъ глинистыхъ слоевъ, богатыхъ раковинами Estheria, и особенный интересъ вызываетъ къ себѣ одинъ богатый двустворчатыми горизонтъ[8], который включенъ въ слои пестраго песчаника отъ Тюрингіи вплоть до Вальдека, отъ Саксоніи до Гарца включительно. Послѣ того, какъ отложилось около 400 метровъ песчаника, не содержащаго никакихъ слѣдовъ морской фауны, поверхность пустыни пестраго песчаника снова очутилась на уровнѣ моря; неопровержимо доказано, что въ это время Германія опустилась на такую же величину. Море, играя, наступаетъ. Два двустворчатыхъ (Gervilila Murchisoni и Aucella Geinitzi), а также небольшая улитка (Turbonilla Weissenbachi) распространены чрезвычайно широко и въ громадномъ числѣ индивидуумовъ. Еще не рѣшено съ достовѣрностью, одинъ ли или нѣсколько разъ выступаетъ богатый двустворчатыми, темнокрасный слой песчаника, перемѣщалось ли только мелководное озеро, или же оно многократно заселялось моремъ. Такъ или иначе, кратковременный эпизодъ морской трансгрессіи оканчивается такъ скоро, какъ скоро онъ возникъ, и лишь послѣ того, какъ тріасовое море въ послѣдующіе періоды многократно предпринимало краткіе походы, продвигаясь впередъ, оно въ эпоху раковиннаго известняка завладѣваетъ, наконецъ, Германіей на долгое время.

Близостью морской береговой линіи объясняется, вѣроятно, и то, что въ верхнихъ пластахъ отложеній песчаниковъ красная окраска исчезаетъ, что діагональная слоистость замѣняется нормальнымъ напластованіемъ, и что широко распространены слѣды одного животнаго, которое предпринимаетъ уже далекія путешествія по песчаной равнинѣ. Это животное названо Chirotherium въ виду того, что слѣпокъ съ отпечатка ступни, длиною 10—40 сант., обнаруживаетъ большое сходство съ формой человѣческой руки. Мясистый наростъ на оттопыренномъ большомъ пальцѣ говоритъ приспособленности для лазанія.

Судя по многочисленнымъ крупнымъ и мелкимъ наземнымъ животнымъ, которыя раньше найдены были у Гильдбургаузена и Гарраса, и тремъ отпечаткамъ, длиною около 40 сантиметровъ, недавно спасенныхъ оттуда, благодаря счастливой случайности, представляется весьма вѣроятнымъ, что сѣверная Франконія представляла въ то время богатый животными оазисъ. Родиной[9] этихъ наземныхъ животныхъ была, повидимому, область между Галле и Бернбургомъ. Здѣсь находятъ многочисленные остатки одного растенія, которое нигдѣ въ другомъ мѣстѣ не наблюдалось (Pleuromeia, послѣдняя вѣтвь нѣкогда столь пышно расцвѣтавшихъ сигиллярій); зарослями высотою отъ 2 до 5 метровъ оно окаймляло берега часто высыхавшаго озера. Черепа и копролиты Capitosaurus'a и Trematosaurus'a указываютъ на то, что крупные и мелкіе стегоцефалы истребляли обитавшихъ въ озерѣ рыбъ.

Кромѣ перечисленныхъ случаевъ, въ главномъ массивѣ пестраго песчаника встрѣчаются совсѣмъ единичные органическіе остатки. Западная окраина пустынной области[10] доставила у Баккара (Baccarat) Cathopteris, у Цвейбрюкена, Саарлуи и Зульцбада — Voltzia и многочисленные папортники, тогда какъ найденыя у Рейнфельдена нѣкоторыя рыбы и пресмыкающіяся, особено своеобразный Aristodesmus, и одна нижняя челюсть у Тейпаха длиною въ 23 сантиметра показываютъ, что и на юго-западѣ были на-лицо условія, благопріятныя для развитія органической жизни.

Такимъ образомъ, Средняя Европа долгое время представляла сухую, красную песчаную равнину, въ которой на медленной опускающейся почвѣ нагромождались песчаныя массы, мощностью до 500 метровъ, почти не содержащія окаменѣлостей. Когда морю снова удалось вторгнуться въ обширную низменность, не съ сѣвера, по примѣру цехштейноваго моря, а съ юго-востока, оно первоначально затопило узкій проходъ, расположенный приблизительно въ Верхней Силезіи, подалось впередъ, затѣмъ было оттиснуто снова назадъ сухимъ климатомъ пустыни; оно возобновляло свои вторженія, приносило съ собою болѣе или менѣе богатыя морскія фауны; несмотря на это, сухому климату пустыни удавалось каждый разъ испарять воду, отлагать гипсъ и соль и истреблять храбрые авангарды. Но по мѣрѣ того, какъ геосинклиналь становилась глубже, а брешь въ окружающей стѣнѣ скалъ расширялась, море вторгалось съ все большей энергіей и послѣ долгой борьбы завладѣло обширнымъ пространствомъ въ незадолго до того совершенно сухой области.

Мы должны имѣть въ виду, что за это время въ южномъ міровомъ морѣ совершалось медленное и, все-же, коренное преобразованіе палеозойской и мезозойской фаунъ. Правда, въ области Альпъ еще продолжали жить послѣдніе остатки фауны Orthoceras, но успѣлъ уже мощно расцвѣсть новый міръ организмовъ, и этой молодой тріасовой фаунѣ удалось заселить вновь открытый водный бассейнъ. Мы опять-таки наблюдаемъ, что немногія формы въ состояніи вынести замѣну чистыхъ соленыхъ водъ открытаго моря илистыми водами съ химически измѣненнымъ содержаніемъ солей германскаго внутренняго озернаго бассейна.

Это выражается прежде всего въ томъ, что верхне-силезская фауна гораздо богаче, чѣмъ среднегерманская и содержитъ еще множество такихъ формъ, которыя мы находимъ въ Альпійскомъ океанѣ. Затѣмъ въ германскомъ раковинномъ известнякѣ мы наблюдаемъ часто совершенно изолированныя находки принесенныхъ издалека раковинъ аммонитовъ; между тѣмъ, лишь немногія формы были въ состояніи поселиться здѣсь надолго и акклиматизироваться.

Чисто стратиграфическое разсмотрѣніе этихъ явленій не выясняетъ условій образованія соотвѣтствующихъ отношеній, такъ какъ море раковиннаго известняка впервые появилось въ эпоху, которую называютъ верхнимъ пестрымъ песчаникомъ, и исчезаетъ оно въ нижнемъ отдѣлѣ кейпера.

Вторженіе тріасоваго моря черезъ силезскій проходъ въ германскій бассейнъ отнюдь не отмѣчено несогласнымъ залеганіемъ или другими симптомами, которые обыкновенно считаютъ сопряженными съ трансгрессіей моря. Наоборотъ, вода почти совершенно незамѣтно

прокрадывается въ покрытую рыхлымъ пескомъ пустыню. Отдѣленные не содержащими окаменѣлостей песчаниками, глинами и гипсами, появляются нѣкоторые тонкіе слои, наполненные морскими остатками.

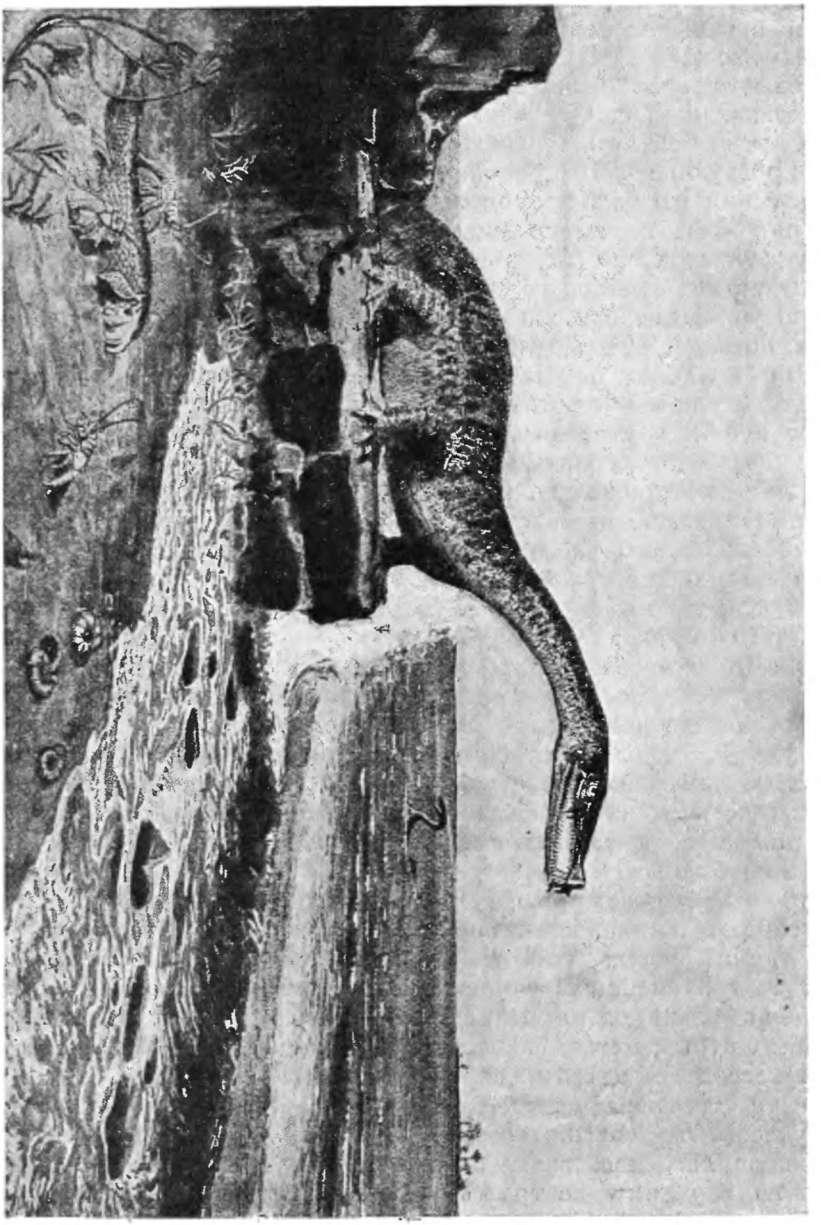


Рис. 195. Nothosaurus на берегу моря эпохи раковиннаго известняка.

Myophoria costata широко распространена[11] въ альпійскомъ тріасѣ и почти повсюду встрѣчается въ германскомъ бассейнѣ. Но вмѣстѣ съ тѣмъ у Дурлаха въ Баваріи мы наблюдаемъ уже многочисленные виды[12], которые въ остальную Германію иммигрировали лишь послѣ

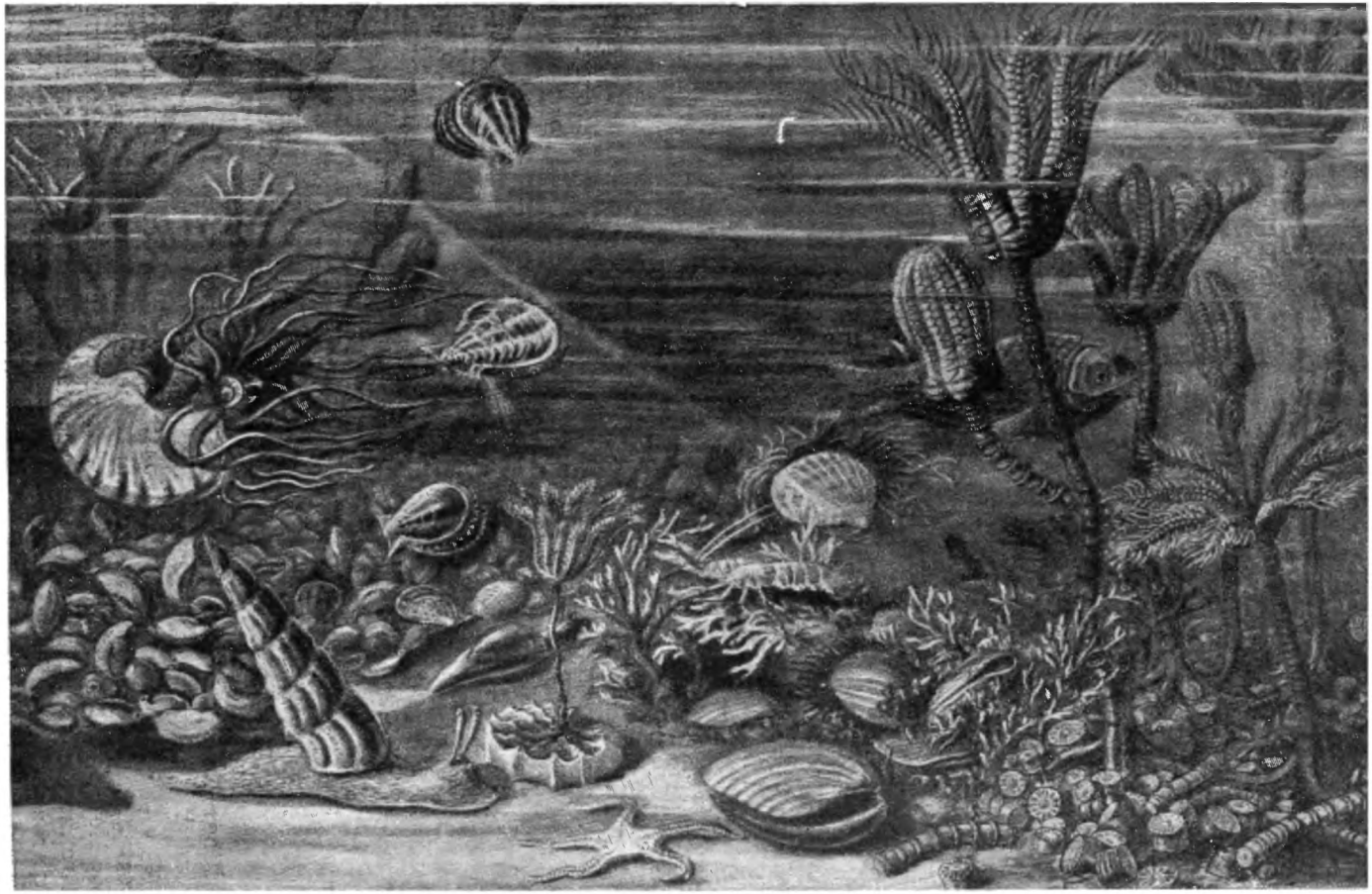


Рис. 196. Животная жизнь въ морѣ эпохи раковиннаго известняка Германіи.

того, какъ отложилось 80 метровъ породъ. Попытки вторгнуться въ германскій бассейнъ дѣлаетъ уже даже Lima striata, руководящая окаменѣлость верхняго раковиннаго известняка.

Плоскіе диски Beneckeïa tenuis заполняютъ цѣлые слои, хотя эта окаменѣлость обыкновенно разсматривается, какъ цератитъ, однако, лопасти не зазубрены, и положеніемъ сифона[13] вполнѣ объясняется вопросъ, почему Леопольдъ фонъ-Бухъ относилъ эту форму къ гоніатитамъ. Рѣдкость иглокожихъ во всемъ нижнемъ и среднемъ раковинномъ известнякѣ является убѣдительнымъ признакомъ того, что вода германской бухты не отличалась нормальной соленостью.

Трещины высыханія, пласты соли и гипса, а также остатки наземныхъ растеній ясно показываютъ, какъ неглубока была вода, и какъ легко она высыхала, обнажая дно бассейна. Многократно смѣняясь, выступаютъ слои конгломератовъ, состоящихъ, большей частью; изъ желваковъ, величиною съ каленый орѣхъ, изъ высушеннаго ила, при повторномъ затопленіи эти желваки опять переходили въ известковый илъ, увеличивались въ размѣрахъ и снова осаждались. Между этими желваками встрѣчаются также угловатые осколки и обломки величиною съ ладонь или даже съ голову человѣка.

Наилучшее представленіе о мѣняющихся судьбахъ бассейна раковиннаго известняка мы получаемъ, вдумываясь въ распредѣленіе отдѣльныхъ банокъ столь необыкновенно многочисленныхъ Terebratula. Въ тріасовыхъ отложеніяхъ южныхъ Альпъ, даже у Кага (Kágá) въ Гималаяхъ извѣстна Terebratula vulgaris. Къ эпохѣ рѣта она доходитъ до верхняго Рейна, встрѣчается въ волнистомъ доломитѣ Ааргау[15], а въ тонкомъ пластѣ въ Франконіи и Тюрингіи находятъ разновидность Terebratula Ecki. Затѣмъ въ пластѣ известняка, мощностью въ 60 сантиметровъ, она выступаетъ въ такомъ изобиліи, что пластъ этотъ состоитъ почти исключительно изъ раздробленныхъ и цѣльныхъ раковинъ. Должно быть, здѣсь жили почти исключительно, при отсутствіи всѣхъ другихъ животныхъ, поколѣнія плеченогихъ величиною съ каленый орѣхъ. Затѣмъ теребратулевый известнякъ сразу, безъ всякой постепенности, исчезаетъ. Отлагается около 30 сантиметровъ не содержащаго Terebratula ила, но на немъ снова появляется Terebratula въ поразительно большомъ числѣ индивидуумовъ, опять слагаетъ теребратулевый пластъ мощностью въ 60 сантиметровъ, а въ послѣдующее время, когда сложено было около 70 метровъ известняка, это животное уже ни разу не находило благопріятныхъ для жизни условій. Но затѣмъ въ верхнемъ раковинномъ известнякѣ Terebratula снова появляется. Большіе „жирные“ экземпляры показываютъ, какъ прекрасно чувствовала себя эта форма, а мелкая разновидность Terebratula cycloides снова одна почти слагаетъ слой высотою въ 10 сантиметровъ. Затѣмъ она исчезаетъ изъ Германіи, а ея послѣднее выступленіе въ среднемъ кейперѣ Деттельбаха[16] служитъ признакомъ того, что въ тріасовомъ морѣ она все еще отличалась большой жизнеспособностью и могла предпринять попытку къ иммиграціи во внутренній германскій бассейнъ.

Не меньшій интересъ представляетъ распредѣленіе аммонитовъ въ германскомъ известнякѣ. Beneckeïa напоминаетъ еще послѣднихъ гоніатитовъ, а Ceratites nodosus впервые появляется въ нижнемъ раковинномъ известнякѣ Зондерсгаузена. Вмѣстѣ съ нимъ мы находимъ изолированные экземпляры Acrochordiceras[20], Ptychites Amaltheus, Meekoceras.

Относительно богатъ такими заблудшими гостями, такъ называемый, пѣнистый известнякъ, которымъ заканчивается нижній раковинный известнякъ, и начинается соленосный періодъ средняго раковиннаго известняка. Діагонально слоистая порода соотвѣтствуетъ, вѣроятно, низкимъ дюнамъ изъ обломковъ раковинъ и солитовыхъ зернышекъ, эти дюны переносились вѣтромъ въ промежуткахъ между испарявшимися илистыми бассейнами. Цѣлыя колоніи красноватыхъ

Рис. 197. Исполинскій ящеръ въ болотистомъ лѣсу эпохи кейпера.

Encrinus Carnalli со стеблемъ длиною около метра и превосходной о двадцати рукахъ чашечкой при быстромъ высыханіи моря вымирали, какъ колосья, и гонимыя водою раковины аммонитовъ попадали на сушу, такъ что названіе „пѣнистый известнякъ“ находитъ, очевидно, оправданіе и съ генетической точки зрѣнія.

Но поселиться въ германскомъ бассейнѣ цератитамъ удается впервые въ эпоху верхняго раковиннаго известняка. Сперва появляются[18] мелкіе виды, напоминающіе альпійскія формы. Затѣмъ появляется среднихъ размѣровъ Ceratites nodosus, украшенный толстыми узлами. Позднѣе онъ превращается въ крупнаго Ceratites semipartitus, снабженнаго острымъ килемъ, а въ нижнемъ кейперѣ до сихъ поръ найденъ лишь одинъ экземпляръ[19] послѣднихъ эпигоновъ Ceratites Schmidi.

Богатство верхняго раковиннаго известняка многочисленными настоящими морскими видами, появленіе цѣлыхъ площадей, сплошь покрытыхъ, наподобіе усѣянныхъ колосьями полей, массивными морскими лиліями (Ceratites liliiformis), распавшіеся известковые обломки которыхъ сложили пластъ породы (трахитовый известнякъ), ясно показываетъ, что въ ту эпоху происходила весьма энергичная циркуляція водъ. Свободно и открыто тріасовое море вторгалось своими волнами въ Германію и, повидимому, вмѣстѣ со своей богатой фауной сроднилось съ мѣстными условіями, пока оно не было энергично оттиснуто назадъ (поднятіемъ дна или опусканіемъ уровня воды). Многіе факты указываютъ на то, что при этомъ извѣстную роль играли и климатическія измѣненія, такъ какъ вмѣсто мелкозернистаго, богатаго известью ила въ это время отлагались нечистые песчаники, которые часто пропитаны обуглившимися остатками наземныхъ растеній. Цикадеи, хвощи и другія болотныя растенія мѣстами образовывали столь густыя заросли, что сгнившія растительныя вещества отлагались въ видѣ нечистаго угля (суглинковый уголь), но между ними мы каждый разъ находимъ остатки морской фауны, которая въ эпоху раковиннаго известняка вела отчаянную борьбу съ сухимъ климатомъ пустыни, а затѣмъ съ дождевыми водами, стекавшими съ окаймлявшихъ берега горныхъ хребтовъ. Морская фауна все снова поселяется въ соленыхъ бухтахъ, но рѣчная вода проникала всюду, и рѣки періодически выходили изъ береговъ, наводняя окрестности.

Этотъ процессъ можно лучше всего изучить, прослѣживая распредѣленіе зубовъ Ceratodus'a (рис. 199—201), прекрасно иллюстрирующихъ измѣнчивость гидрографическихъ условій полупустыни. Уже въ верхнемъ пестромъ песчаникѣ у Магдебурга выступаетъ Ceratodus arenarius. Въ раковинномъ известнякѣ Франконіи, Швабіи и Лотарингіи находятъ отдѣльные зубы, но главное ихъ распространеніе совпадаетъ съ эпохой нижняго кейпера, гдѣ въ Германіи найдено около двѣнадцати видовъ, имѣющихъ, большей частью, узко ограниченную область распространенія и соотвѣтствующихъ, можетъ быть, отдѣльнымъ рѣчнымъ системамъ, расплывающіяся границы которыхъ довольно часто мѣнялись.

Myophoria Goldfussi является руководящей окаменѣлостью для того богатаго раковинами пласта, (пограничнаго доломита), которымъ заканчивается богатый дождями промежуточный періодъ нижняго кейпера. Однако, этотъ же видъ встрѣчается уже[25] въ раковинномъ известнякѣ зажной Германіи. Кажется, что дождевой періодъ нижняго кейпера окончился вслѣдствіе какого-нибудь быстро наступившаго событія,

что сухой климатъ распространился съ новой силой, вслѣдствіе чего погибла реликтовая фауна, жившая еще въ бассейнахъ съ бракической водой. Въ самомъ дѣлѣ, на пограничномъ доломитѣ залегаетъ свита,

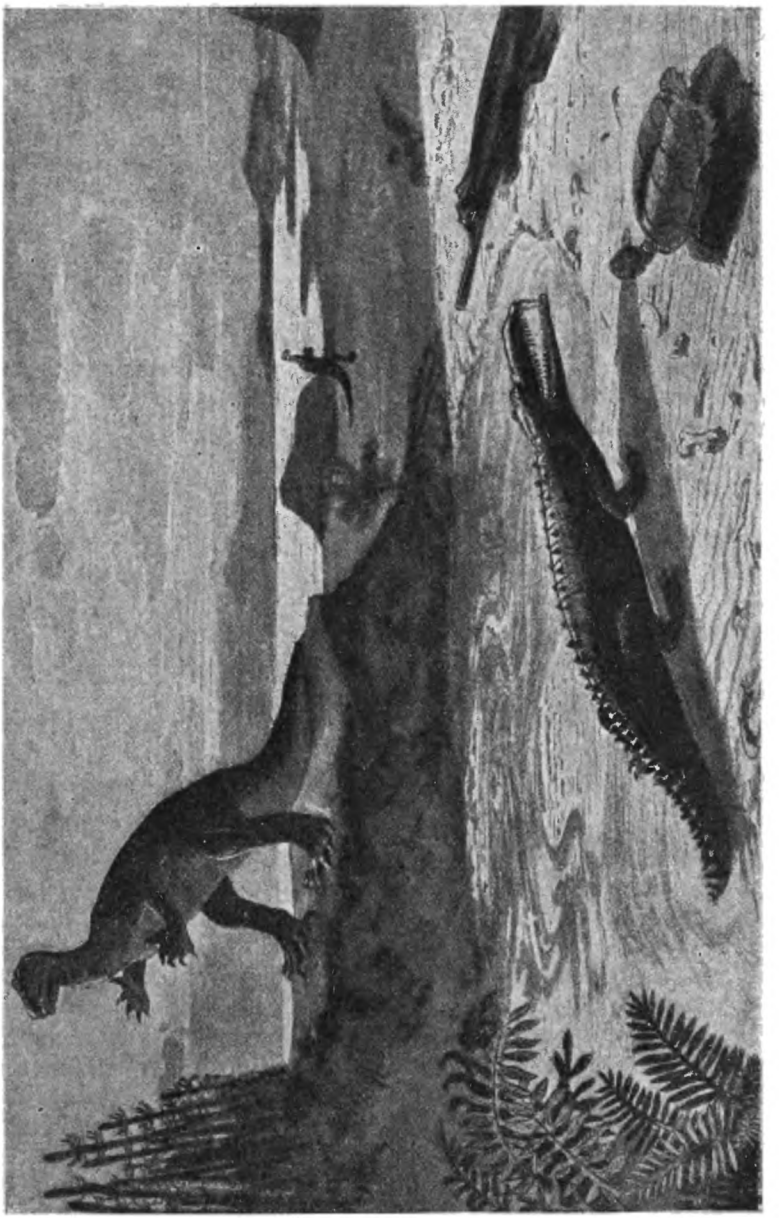


Рис. 198. Пресмыкающіяся эпохи верхняго кейпера въ южной Германіи.

мощностью до 200 метровъ, почти совершенно не содержащихъ окаменѣлостей часто красно окрашенныхъ глинъ и желтыхъ песковъ; между ними залегаютъ многочисленныя линзы гипса и отдѣльные тонкіе прослойки, сплошь заполненные отпечатками совершенно обѣдненной фау-

ны; отсюда явствуетъ что вездѣ возникали водные бассейны, но они исчезали такъ же быстро, какъ быстро они возникали. Даже наземныя растенія встрѣчаются чрезвычайно рѣдко, и спорадическіе остатки наземныхъ и водныхъ животныхъ подтверждаютъ, что еще разъ воцарился климатъ пустыни.

Дважды почва Германіи была завоевана міровымъ моремъ. Цехштейновое море надвинулось съ сѣвера, море раковиннаго известняка—съ юго-востока, но пустынному климату каждый разъ удавалось сломить господство Нептуна. Теперь океанъ вторгается въ третій разъ и пробиваетъ себѣ третью брешь. Силезскій проходъ закрытъ, но море въ своемъ завоевательномъ походѣ наступаетъ съ юга Франціи черезъ Швейцарію въ Швабію и Франконію и, вѣроятно, также съ запада въ сѣверную Германію и Англію.

Снова возникаютъ тѣ своеобразныя породы, которыя сопровождаютъ наступаніе трансгрессирующаго моря. Цѣлыя рѣчныя системы и большія прѣсноводныя озера наполняются соленой водой, снова опрѣсняются и опять наводняются моремъ. Низменности, покрытыя густыми первобытными лѣсами, и холмы, покрытые пестрымъ растительнымъ покровомъ, скалистые берега и песчаные дюны, — все это поглощается моремъ, въ то время, какъ здѣсь вся область уже давно покрыта синими морскими волнами, и одна морская фауна за другой находятъ здѣсь мѣсто своего успокоенія, въ внутриматериковыхъ областяхъ процвѣтаетъ еще материковая флора, и растительные остатки смѣшиваются съ обитателями моря. Такъ материковыя реликтовыя флоры и органическій міръ большихъ прѣсноводныхъ озеръ смѣняются первыми провозвѣстниками трансгрессирующаго моря, и медленно подготовляются тѣ отношенія, которыя будутъ описаны нами въ слѣдующей главѣ.

24. Юрское море.

Во время верхне-тріасовой эпохи средняя Европа была ареной ожесточенной борьбы между сѣвернымъ материкомъ, обнимавшимъ Россію, Скандинавію и Шотландію, и стремительно наступавшимъ съ юга Средиземнымъ моремъ. Современная Альпійская горная система тогда принадлежала океану, берега его лежали подъ равниной Дуная, сѣвернѣе простиралась материковая область, покрытая періодическими рѣками и озерами. Польша и Германія, Англія и Франція, а также восточная Испанія представляли арену повторныхъ вторженій моря, раздѣленныхъ длительными періодами времени, на протяженіи которыхъ возникали прѣсноводныя отложенія.

Включеніе отдѣльныхъ обѣдненныхъ морскихъ фаунъ, съ ограниченной областью распространенія, между содержащими растенія песчаниками и суглинками обыкновенно объясняютъ постояннымъ колебательнымъ движеніемъ уровня моря или періодическими опусканіями и поднятіями земной коры. Но намъ думается, что нѣтъ никакого основанія предполагать повторныя измѣненія въ направленіи движенія гидросферы или литосферы.

Какъ мы выяснили уже выше, когда рѣчь шла о морскихъ включеніяхъ каменноугольныхъ залежей, намъ, наоборотъ, представляется,

что происходило непрерывное опусканіе дна, при этомъ измѣнялось только содержаніе солей въ водѣ и направленіе морскихъ теченій. Кому однажды приходилось лично убѣдиться, съ какой непреодолимой силой соленая морская вода при простомъ лунномъ приливѣ вторгается на многія мили въ эстуарій Ганга, такъ что даже при самой усиленной работѣ веслами не удается плыть въ направленіи къ морю,—тотъ пойметъ, почему мы склонны приписывать доминирующую роль совокупному и чередующемуся дѣйствію штормовыхъ приливовъ, вторгающихся глубоко въ опускающійся материкъ (напримѣръ, катастрофа при наводненіи многихъ квадратныхъ миль Голландіи), и рѣкъ, позднѣе снова заполняющихъ такія, наполненныя соленой водой, области депрессіи.

Рис. 200. Ceratodus Madelungi, изъ раковиннаго известняка Гоголина.

Рис. 199. Зубъ Ceratodus priscus, изъ пестраго песчаника Швабіи.

Такимъ образомъ, устья большихъ рѣкъ кейпера, населенныхъ Ceratodus'омъ, и связанныхъ съ этими рѣками озеръ кейпера, населенныхъ ганоидными рыбами, были входными воротами для многочисленныхъ мѣстныхъ трансгрессій южнаго тріасоваго моря. Морской періодъ средне-европейскаго юрскаго моря начался лишь тогда, когда море затопило своими солеными волнами не только главный потокъ, но и сильно развѣтвленное, богатое озерами среднее теченіе. Прежде чѣмъ заняться описаніемъ того, какъ протекала и закончилась эта океаническая эпоха, мы должны разсмотрѣть ту чрезвычайно пеструю переходную эпоху, которую называютъ рётскимъ періодомъ. Въ области Средиземнаго моря до Альпъ отлагались нормальныя отложенія морскихъ известняковъ, на сѣверъ и на западъ отъ этой области находились песчаныя береговыя дюны, илистыя рѣчныя низменности. Большіе и мелкіе плоскіе острова, положеніе и очертанія которыхъ постоянно измѣнялись, представляли все новыя убѣжища для материковаго міра организмовъ.

Рис. 201. Ceratodus Kaupi, изъ нижняго кейпера Швабіи.

Флора ретской переходной эпохи, правда, связана многочисленными переходными тріасовыми и пермскими формами съ болѣе древней, каменноугольной, флорой; но для ретской эпохи характерны, съ одной стороны, отсутствіе лепидодендроновъ и сигиллярій, а также характерныхъ папоротниковыхъ растеній, которыя пользовались столь широкимъ распространеніемъ въ концѣ палеозойской эры и составили главныхъ источникъ для образованія каменныхъ углей; съ другой стороны,—широкое распространеніе цикадей и кониферо подобныхъ (хвойноподобныхъ) деревьевъ съ неразвѣтвленными листьевыми нервами, пріобрѣтающихъ съ тѣхъ поръ все растущее значеніе и дошедшихъ до настоящаго времени своеобразнымъ родомъ Gingko.

Пустынямъ климатомъ, господствовавшимъ въ Европѣ во время тріасоваго періода, объясняется, почему мы здѣсь въ состояніи легко отличать болѣе древнія флоры отъ флоръ, болѣе молодыхъ. Но внѣ предѣловъ Европы, въ Остъ-Индіи и южной Африкѣ, ледниковыя отложенія между обѣими флорами направляютъ наше вниманіе на климатическія причины этой поразительной смѣны флоръ. Вполнѣ ясно,

что колоссальные снѣжные покровы, простиравшіеся въ концѣ палеозойской эры въ Остъ-Индіи, южной Африкѣ и Австраліи, должны были вліять на весь живой міръ, особенно же на высшія формы, производя отборъ, истребляя однѣ формы и закаляя другія.

Ретская флора въ южной Германіи и южной Франціи во многихъ мѣстахъ сильно развита и обыкновенно встрѣчается въ очень тѣсной связи съ богатыми раковинами отложеніями крупныхъ прѣсноводныхъ озеръ, или съ первыми провозвѣстниками юрскаго моря. Это наводитъ насъ на мысль о рядѣ плоскихъ, быстро заселяемыхъ растеніями, но столь же поглощаемыхъ моремъ, небольшихъ острововъ, которые располагались около берега. Въ Шоненѣ встрѣчается богатая флора, состоящая приблизительно изъ 150 видовъ растеній; среди этой флоры, образовавшей залежи каменныхъ углей, выступаютъ богатыя Mytilus'омъ отложенія бракическихъ бассейновъ. У Коимбры встрѣчаются тѣ же самыя растенія вмѣстѣ съ углями и тѣмъ же самымъ Mytilus minutus. Ретская флора широко распространена въ Туркестанѣ, на восточномъ склонѣ Урала и въ Афганистанѣ. Въ Остъ-Индіи[1] къ ретскому періоду относится группа отложеній Раймахала, состоящая изъ діагонально слоистыхъ, крупнозернистыхъ, красныхъ песчаниковъ и имѣющихъ серьезное значеніе каменноугольныхъ залежей. Многочисленные растительные остатки принадлежатъ преимущественно къ папоротникамъ (Thinnfeldia, Gleichenia, Macrotaeniopteris) и цикадовымъ (Pterophyllum, Zamites, Otozamites, Cycadites). Вмѣстѣ съ ними встрѣчаются представители хвойныхъ: Palissya, Chirolepis, Cunninghamites, Echinostrobus. Соотвѣтствующія флоры распространены въ долинѣ Годавари, на Нарбадѣ и въ Кэтчѣ (Kutch). Въ сѣверной Индіи съ Райхмальскими слоями тѣсно связаны базальтовыя жилы и обширные базальтовые покровы (долеритъ).

Ретскія каменноугольныя залежи распространены также въ Тонкинѣ,[2] и, наряду со многими европейскими растительными видами, мы находимъ здѣсь отдѣльныя формы, соотвѣтствующія болѣе древней флорѣ материка Гондваны. Чрезвычайно важное значеніе имѣетъ тотъ фактъ, что здѣсь въ послѣдній разъ выступаетъ родъ Glossopteris; этотъ фактъ указываетъ на то, что флора материка Гондваны постепенно превращалась въ новый растительный міръ. Въ южной Африкѣ,[3] такъ называемому, ретскому періоду соотвѣтствуетъ, такъ называемая, Штормбергская формація. Родъ Glossopteris, который въ слояхъ лежачаго бока пользуется еще широкимъ распространеніемъ, здѣсь уже отсутствуетъ; появляются залежи каменнаго угля, а родъ Thinnfeldia, а также Podozamites представляютъ характерныя растенія новой флоры. Въ одномъ прѣсноводномъ песчаникѣ мы находимъ изъ рыбъ родъ Semionotus, который является руководящей окаменѣлостью средняго кейпера Кобурга, а въ періодически разливавшихся рѣкахъ жилъ, какъ въ южной Германіи, Ceratodus. Капландія сходна съ Остъ-Индіей въ томъ отношеніи, что базальтъ и долеритъ въ жилахъ и широко распространенныхъ лавовыхъ покровахъ связаны съ угленосными слоями

Если теперь прибавить, что вполнѣ соотвѣтстующая флора изучена въ Австраліи и Новой Зеландіи, въ Аргентинѣ и Чили, въ Боливіи и Гондурасѣ въ Мексикѣ и Калифорніи, въ Виргиніи и Коннектикутѣ, а также на восточномъ берегу Гренландіи и на Шпицбергенѣ, то мы видимъ, что вся земля покрыта весьма однороднымъ

растительнымъ покровомъ, и на основаніи этого мы должны допустить, что въ эпоху нижней юры во всѣхъ широтахъ обоихъ полушарій господствовалъ равномѣрно теплый климатъ. И если на первый взглядъ можетъ показаться, что юрскія морскія фауны обнаруживаютъ расчлененіе по градусамъ широты, то мы въ этомъ усматриваемъ не климатическія зоны, а морскія фаунистическія области.

Теперь вернемся въ Европу, гдѣ нѣкоторыя мѣстонахожденія окаменѣлостей позволяютъ точнѣе прослѣдить надвиганіе юрскаго моря на песчаныя острова береговой зоны.

Въ кантонѣ Ааргау,[4] на берегу Рейса, обнажена дислоцированная впослѣдствіи свита слоевъ, многочисленные морскіе прослои которой позволяютъ относить ее къ самымъ нижнимъ горизонтамъ юры. У низменнаго берега жили морскія лиліи, морскія звѣзды и морскіе ежи, двустворчатыя и раки. Подстерегая добычу, плавали здѣсь въ различныхъ направленіяхъ аммониты и рыбы. На берегу росли араукаріи и туи, цикадовыя развивали свою крону изъ листьевъ; папоротникъ, бамбукъ и хвощи представляли подлѣсокъ. О богатствѣ насѣкомыхъ свидѣтельствуетъ тотъ фактъ, что въ нѣкоторыхъ тонкихъ мергелистыхъ слояхъ найдено около 2000 экземпляровъ, изъ которыхъ 116 видовъ принадлежатъ къ жукамъ, 3 вида—къ сверчкамъ, 3—къ кузнечикамъ, 6—къ термитамъ, 8—къ тлямъ, а нѣкоторыя—къ стрекозамъ. Большинство видовъ—миніатюрныхъ размѣровъ, и достойно вниманія, что наряду съ многочисленными древоточцами найдено 10 видовъ щелкуновъ (Elater), 7 видовъ жуковъ, живущихъ на грибахъ, и одинъ маленькій видъ навозныхъ жуковъ. Вполнѣ аналогичная фауна насѣкомыхъ изучена въ Англіи.

Подвигаясь теперь далѣе на сѣверъ, въ Швабію, мы находимъ здѣсь мелкозернистые песчаники, переслаивающіеся съ сѣрой или черной глиной и многочисленными ретскими растительными остатками. Но одну изъ самыхъ замѣчательныхъ породъ[5] образуютъ нѣкоторые тонкіе прослойки, называемые, въ виду ихъ богатства небольшими окатанными зубами и костями, костяной брекчіей (костянымъ слоемъ, бонебедъ). Зубы акулъ, земноводнаго Ceratodus, ганоидныя чешуи, остатки наземныхъ пресмыкающихся, а также рѣдкія находки древнѣйшихъ млекопитающихъ относятся еще къ тріасовой эпохѣ, а въ близкихъ песчаникахъ мы находимъ многочисленныя раковины двустворчатыхъ; нѣкоторыя изъ нихъ получили названіе „praecursor“, такъ какъ онѣ являются первыми представителями морскихъ юрскихъ животныхъ, впослѣдствіи получающихъ общее распространеніе.

Бонебедъ представляетъ, вѣроятно, береговой валъ, нагроможденный изъ выброшенныхъ и окатанныхъ волнами остатковъ, который такъ часто встрѣчается исключительно въ подверженныхъ дѣйствію штормовыхъ волнъ бухтахъ тропическихъ морей: здѣсь неправильно перемѣшаны трупы хищныхъ наземныхъ животныхъ съ остатками, выносимыми бушующимъ моремъ.

Во Франціи границу[6] между тріасомъ и юрой образуютъ богатые растеніями песчаники, а подъ Байрейтомъ нѣкоторыя зоны нижней юры представлены также песчаниками, бѣдными содержаніемъ окаменѣлостей. Огромный лѣсъ кониферовыхъ (хвойныхъ) можно прослѣдить до Кумбаха и Бамберга: стволы толщиною въ 60 сантиметровъ и длиною въ 5 метровъ можно встрѣтить повсюду. Часто между ними

находятъ, въ видѣ трещиноватой соломы, остатки Palissya Brauni, а на Зазебергѣ между ними можно различать вѣтви, листья, шишки и сѣмена. У Форхгейма же росли кусты исполинскихъ Taumotopteris, небольшихъ Clathropteris, а также изящныхъ хвощей. Рѣже здѣсь встрѣчаются остатки цикадовыхъ. Животное царство представлено прѣсноводными двустворчатыми, похожими на Limulus, раками и жуками. Продолговатые отпечатки приписываютъ гусеницамъ или голымъ улиткамъ. Нормальныя морскія юрскія отложенія начинаются лишь послѣ того, какъ отложилась болѣе или менѣе мощная свита слоевъ песчаниковъ, содержащихъ растительные остатки. Известково-глинистые слои нижняго лейаса, достигающіе въ Швабіи около 35 метровъ мощности, въ Франконіи замѣнены крупнозернистыми песчаниками; эти песчаники содержатъ, правда, нѣкоторыя ископаемыя, но послѣднія, въ большинствѣ случаевъ, мелки и носятъ дегенеративный характеръ; швабской зонѣ съ Raricostatus соотвѣтствуетъ здѣсь слой крупнозернистаго песчаника мощностью съ ладонь. Дрейфовыми теченіями пустыя раковины аммонитовъ иногда заносились въ устья рѣкъ и прибрежныя бухты, но лишь толстостворчатыми раковинами (Cardinia) бракическихъ водъ образованы богатыя индивидуумами банки.

Такимъ образомъ, въ ближайшемъ сосѣдствѣ съ морскими литоральными породами мы находимъ также признаки материка.

Въ южной Германіи породы, образованныя въ продолженіе юрскаго періода, обнаруживаютъ столь поразительную смѣну цвѣтовъ, что легко различать:

по мѣстной англійской терминологіи;	по цвѣту породы:
нижнюю юру = лейасъ	= черную юру.
среднюю юру = доггеръ	= бурую юру.
верхнюю юру = мальмъ	= бѣлую юру.

Породы л е й а с а представляютъ сѣрыя или черныя глины, мергеля и болѣе свѣтлые известняки, за исключеніемъ тѣхъ мѣстъ, гдѣ вторгающееся море, разрушило береговыя дюны и песчаные острова, и гдѣ, слѣдовательно, образованы были соотвѣтствующія такимъ случаямъ породы (песчаники). Мощность лейасовыхъ отложеній составляетъ въ Швабіи около 100 метровъ, но въ Клеттгау—всего 30 метровъ. Такъ какъ южная нормальная морская фауна нѣсколько разъ совершала походы въ Германію изъ области французскихъ Альпъ, а также изъ верхней Италіи, и такъ какъ каждый годъ въ Германіи поселялись новые пришельцы, то послѣдовательныя отложенія лейаса можно съ математической точностью расчленить на 6 ярусовъ, изъ которыхъ каждый можетъ быть опредѣленъ по характернымъ руководящимъ окаменѣлостямъ.

Пока не удалось точно расчленить стратиграфически богатые аммонитами тріасовые слои Альпъ, и ихъ считали аномальной фаціей,— до тѣхъ поръ казалось какимъ-то чудомъ, что въ Германіи гоніатиты встрѣчались лишь до карбона включительно, цератиты были представлены въ тріасѣ, а аммониты – въ юрской и мѣловой формаціяхъ. Казалось, что эта послѣдовательность фаунъ подтверждаетъ предположенія о всеобщихъ катастрофахъ, причемъ отдѣльные факты, противорѣчившіе общему правилу, либо совершенно упускали изъ виду, либо старались объяснить разными остроумными гипотезами. Теперь мы уже знаемъ, что аммониты въ процессѣ медленнаго, непрерывнаго

развитія съ верхняго силура до начала тріасоваго періода такъ сильно преобразились, что ихъ стволъ съ грандіознымъ распространеніемъ тріасоваго океана появляется вездѣ въ изумительномъ обиліи формъ, но въ германской бухтѣ тріасоваго періода онъ представленъ, если не считать отдѣльныхъ чужаковъ, лишь дегенеративными въ отношеніи лопастной линіи родами Beneckeïa въ нижнетріасовую эпоху и Ceratites къ концу средне-тріасовой эпохи.

Тѣмъ энергичнѣе и тѣмъ въ большемъ числѣ формъ аммониты иммигрируютъ теперь въ среднюю Европу, начинаютъ здѣсь поселяться и въ многочисленныхъ разновидностяхъ приспособляться къ новымъ условіямъ жизни. Другъ за другомъ, въ извѣстной послѣдовательности, появляются гладкіе, ребристые и снабженные шипами виды величиною отъ нѣсколькихъ миллиметровъ до 80 сантиметровъ и доставляютъ руководящія окаменѣлости для многочисленныхъ, различаемыхъ по нимъ, ярусовъ. Въ отдѣльныхъ случаяхъ мы можемъ на аммонитовыхъ раковинахъ доказать наличность значительныхъ или незначительныхъ переселеній. Amalteus margaritatus мигрируетъ изъ нижняго лейаса Италіи въ Тоскану, находится здѣсь въ нижнемъ ярусѣ средняго лейаса въ бассейнѣ Роны и еще позднѣе является руководящимъ ископаемымъ во Франконіи. Рядомъ съ нимъ въ Швабіи неоднократно обнаружены мѣстныя аммонитовыя фауны[8]. Мы ясно видимъ, какъ нѣкоторые виды первоначально выступаютъ лишь спорадически[9], потомъ же они получаютъ широкое распространеніе и становятся руководящими окаменѣлостями. Во многихъ случаяхъ можно отчетливо прослѣдить и пути миграціи между Швабіей и Англіей[10]. Въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ очень трудно рѣшить вопросъ, имѣемъ ли мы дѣло съ активными переселеніями живыхъ животныхъ, или же передъ нами—скопленія перенесеныхъ дрейфовыми теченіями пустыхъ аммонитовыхъ раковинъ. Но далекія переселенія предпринимали и планктонныя личинки прикрѣпленныхъ животныхъ, это ясно видно по Terebratula numismalis, которая въ чрезвычайномъ количествѣ заполняетъ самые нижніе слои средняго лейаса въ Швейцаріи и Швабіи и можетъ быть прослѣжена до Франціи и Англіи. По распространенности лейасовыхъ фаунъ можно доказать существованіе юго-восточнѣе Базеля и близъ Нюртингена въ Швабіи опредѣленныхъ проходовъ въ сѣверную Европу для мигрирующихъ формъ. Въ нижнемъ лейасѣ Апенинскихъ горъ въ красныхъ аммонитовыхъ известнякахъ[11] совмѣстно встрѣчаются Arietes и ангуляты, тогда какъ въ Швабіи онѣ характеризовали два различныхъ горизонта. Лейасовыя отложенія Saldrio богаты наутилидами, сѣверныя Альпы особенно богаты Aegoceras; въ богатомъ аммонитами лейасѣ Швейцаріи и приморскихъ Альпъ опять таки не встрѣчаются Lythoceras и Phylloceras. Опредѣленныя разновидности встрѣчаются иногда въ совершенно обособленныхъ мѣстонахожденіяхъ[12], такъ, Harpoceras radians встрѣчается

у Аалена	въ	видѣ	Harpoceras aalensis
во Франконіи	„	„	Harpoceras costula
въ Кальвадосѣ	„	„	Harpoceras Levesquei
въ Бургундіи	„	„	Harpoceras Walcotti

Въ другихъ мѣстонахожденіяхъ окаменѣлостей насъ поражаетъ обиліе связанныхъ между собою переходами разновидностей. Такъ,

Amalteus laevis[13] связанъ съ Amalteus coronatus тысячами переходовъ. „У Дерльбаха и въ Вассеральфингенѣ[14] есть мѣста, гдѣ въ нѣсколько часовъ можно собрать тысячи видовъ такъ называемыхъ Falciferae. Ихъ такъ много, что скоро пропадаетъ всякая охота давать имъ какія бы то ни было названія. Здѣсь, очевидно, имѣли мѣсто такія же племенныя (расовыя) образованія, какія мы наблюдаемъ у нашихъ домашнихъ животныхъ".

Рис. 202. Aulacoceras inducens. *a* — верхняя часть раковины. *b*, *c* — кончики. Изъ альпійскаго тріаса.

Кромѣ аммонитовъ, съ лейасомъ въ большомъ числѣ формъ выступаютъ передъ нами такъ называемые **белемниты**. Эти пальцеобразныя, въ большинствѣ случаевъ, буроокрашенныя, радіально лучистыя „громовыя стрѣлы" представляли задній конецъ свободно плавающей чернильной каракатицы, жившей цѣлыми стаями въ открытомъ морѣ. Въ верхне-тріасовыхъ отложеніяхъ Альпійскихъ горъ эти формы развились изъ походившихъ на Orthoceras предковъ, изъ которыхъ родъ Diploconus легче всего объясняетъ намъ, какимъ образомъ раздѣленная на камеры раковина Orthoceras покрылась оболочкой изъ известковыхъ трубокъ; оболочка, постепно увеличиваясь въ своихъ размѣрахъ, образовала, собственно, „громовую стрѣлу" (Rostrum), въ верхнемъ концѣ которой оставался небольшой, раздѣленный на камеры, конусъ (Phragmocon), представлявшій послѣдній остатокъ прежней раковины Orthoceras. Тріасовые роды Aulacoceras (рис. 202) и Atractites выступаютъ въ гальштаттскихъ известнякахъ, а Atractites встрѣчается еще въ большемъ количествѣ и въ нижнемъ лейасѣ Специи. Но въ то время, какъ эти родоначальныя формы живутъ еще въ открытомъ морѣ и одинъ „Orthoceras" liasinus встрѣчается еще даже у Балингена, съ наступленіемъ лейасоваго моря появляются стаи настоящихъ белемнитовъ и уже въ лейасѣ достигаютъ своего наибольшаго богатства формъ. Правда, въ доггерѣ насъ поражаетъ Belemnites giganteus, который, судя по роструму длиною въ 1 метръ, имѣлъ въ длину около трехъ метровъ, однако, на протяженіи всего юрскаго и мѣлового періодовъ нельзя указать ни одного момента, когда послѣдовало бы существенное измѣненіе установившагося въ нижнемъ лейасѣ типа.

Несмотря на множество родовъ и видовъ, группа белемнитовъ вплоть до своего окончательнаго вымиранія въ концѣ мѣловой эпохи остается въ рамкахъ заложенныхъ въ лейасѣ признаковъ.

Нѣкоторый интересъ представляетъ тотъ фактъ, что **плеченогія**, будучи прикрѣпленными, оказываются при переселеніяхъ лейасовыхъ фаунъ гораздо болѣе „тяжеловѣсными", чѣмъ свободно передвигающіеся аммониты и белемниты. Нижнелейасовыя отложенія Палермо такъ богаты новыми, частью исполинскими формами, что изъ видовъ, извѣстныхъ въ Швабіи, тамъ находятъ всего только два процента. Даже улитки обнаруживаютъ совершенно новые роды. Въ среднемъ лейасѣ родъ Spiriferina въ Сициліи достигаетъ своего высшаго расцвѣта.

Фауна плеченогихъ Эльзаса[14] обнаруживаетъ въ нижнемъ лейасѣ рѣзко выраженный швабскій характеръ, тогда какъ въ средне-лейасовыхъ отложеніяхъ преобладаютъ англійскіе и французскіе типы.

Эпоха лейаса представляетъ замѣчательный поворотный пунктъ въ развитіи морскихъ ежей. За исключеніемъ американскаго и русскаго каменноугольнаго известняка, палеозойскіе роды встрѣчаются, большей частью, изолированно, какъ рѣдкости; ихъ раковина состоитъ изъ различнаго числа (15—100) рядовъ известковыхъ пластинокъ. Небольшой родъ Eocidaris, впервые появляющійся въ девонѣ, а въ тріасѣ превращающійся въ родъ Cidaris, представляетъ первую форму съ 20 рядамо пластинокъ, и по тому же закону построены, за ничтожными исключеніями, всѣ многочисленные роды и виды, которые съ тѣхъ поръ милліонами населяли море. Въ отложеніяхъ альпійскаго тріаса остатки морскихъ ежей встрѣчаются необычайно часто; выроставшіе тогда рифы представляли чрезвычайно благопріятныя условія для ихъ развитія. Группа быстро расцвѣтаетъ и вскорѣ становится важнымъ элементомъ морской фауны, благодаря большому числу индивидуумовъ, а также способности приспособленія, нашедшей свое выраженіе въ большомъ богатствѣ формъ. Теперь закладываются три различныхъ направленія дальнѣйшаго развитія. Въ то время, какъ круглыя, правильно построенныя Cidaris, Echinus и родственныя имъ формы сохра-

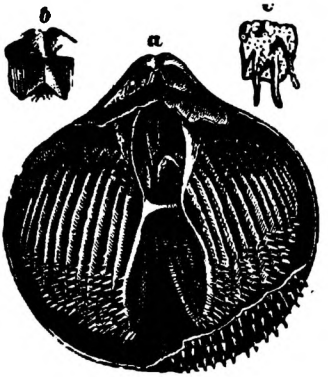


Рис. 204. Spiriferina rostrata. Изъ англійскаго лейаса. Раковина надрѣзана, чтобы показать покрытыя шипами ручныя спирали. *b*—клювъ, *c*—поверхность раковины; въ увеличенномъ видѣ.

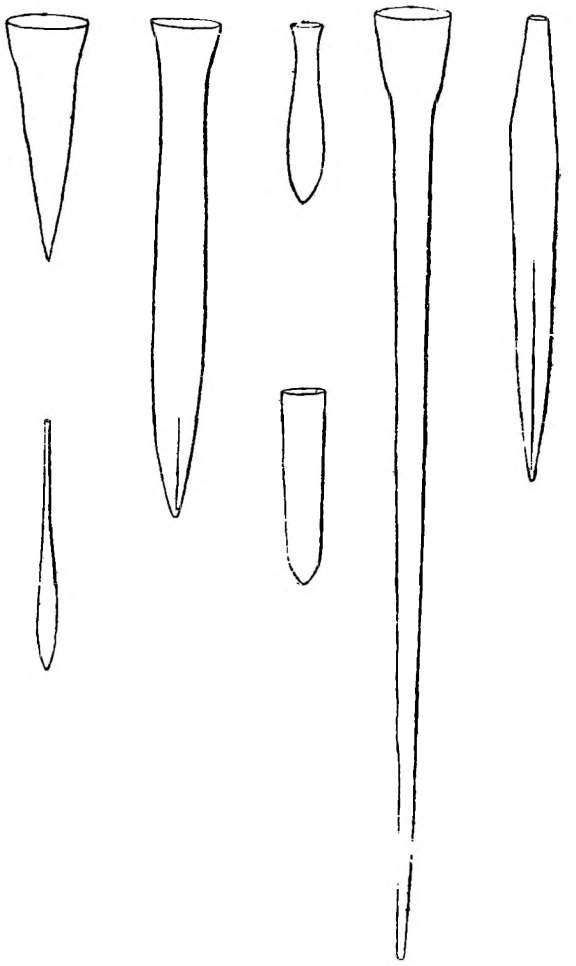


Рис. 203. Различныя формы белемнитовъ изъ лейаса Швабіи (²/₃).

няютъ до настоящаго времени первоначальный древній типъ, въ тріасовый періодъ отъ нихъ отвѣтвляются двухсторонне-симметрично построенные (неправильные, Irregulares) морскіе ежи. Благодаря способу передвиженія въ одномъ направленіи, шаровидное тѣло замѣняется яйцевидно или сердцевидно вытянутымъ, и у нихъ можно отчетливо различать переднюю и заднюю части тѣла. Смотря по тому, имѣется ли челюстной аппаратъ или нѣтъ, неправильные ежи, въ свою очередь, раздѣляются на двѣ большія группы.

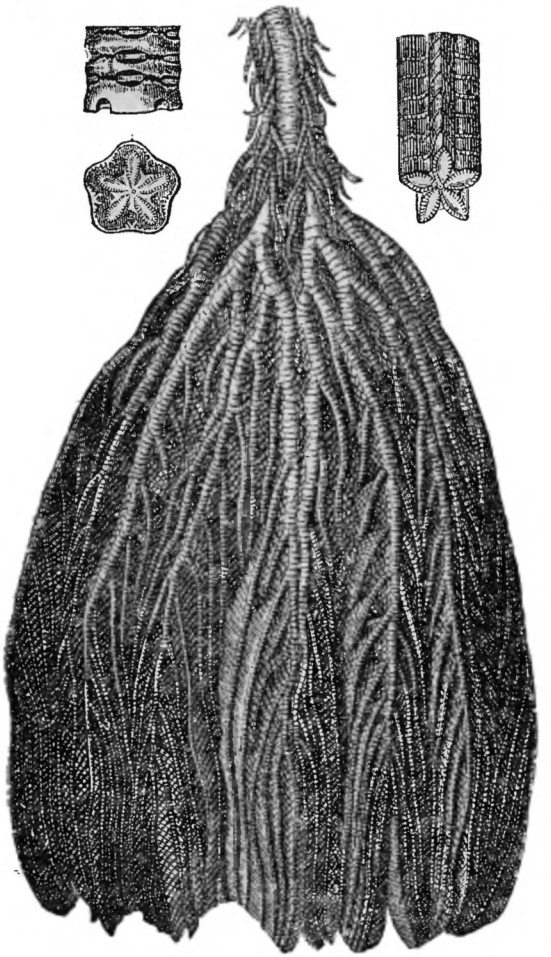


Рис. 205. Pentacrinus Briareus ($^1/_5$ нат. вел.). Изъ лейасовыхъ отложеній Англіи. Наверху—члеиики стебля (трохиты) Pentacrinus basaltiformis и Pentacrinus subangularis.

Всѣ эти три типа появляются въ лейасѣ уже въ совершенно развитомъ видѣ, и рядомъ съ Pygaster, снабженнымъ челюстнымъ аппаратомъ, мы находимъ родъ Galeropygus, не имѣющій челюстей. Несмотря на различія въ размѣрахъ и очертаніяхъ, различія, которыми съ того времени отмѣчены сотни родовъ и тысячи видовъ, характерныя особенности, заложенныя въ тріасѣ, сохранились до настоящаго времени въ неизмѣненномъ и нерасплывшемся видѣ.

Лейасовое море было мелководно, и съ сѣвера въ него вдавались илистыя банки большихъ рѣкъ. Такимъ образомъ, обмѣнъ водъ часто задерживался; глубокія бухты наполнялись гніющимъ иломъ, содержавшимъ много сѣроводорода; этотъ илъ оказывалъ губительное дѣйствіе на животныхъ, попадавшихъ туда пассивно, занесенныя теченіями, или же активно въ своихъ отважныхъ хищническихъ набѣгахъ. Но именно потому такія мѣста особенно благопріятствуютъ сохраненію крупныхъ животныхъ, и если въ нормальныхъ лейасовыхъ отложеніяхъ мы находимъ лишь пятилучевыя звѣздочки распавшихся стеблей морскихъ звѣздъ, то темные сланцы, пропитанные углеродистыми соединеніями, скрываютъ въ себѣ великолѣпные экземпляры морскихъ лилій (рис. 105). Въ верхнелейасовыхъ отложеніяхъ Райтлитгена найдена плита длиною въ 8 и шириною въ 5 метровъ, на которой виденъ пучекъ изъ 24 стеблей, переплетенныхъ между собою на подобіе каната, длиною до 17 метровъ и шириною въ 1 метръ. Нерѣдко

нижній конецъ такихъ морскихъ лилій прикрѣпленъ къ куску превратившагося въ уголь плавучаго дерева; мы, вѣроятно, не ошибемся, если предположимъ, что длинныя морскія лиліи нормально жили прикрѣпленными къ плавучему дереву, въ висячемъ положеніи, распростертой кроной (чашечкой) **внизъ**, которой онѣ ловили свою планктонную пищу.

Если такая псевдопланктонная колонія попадала въ илистую воду тихой гніющей бухты, то она быстро погибала и въ мягкомъ илѣ могла безукоризненно сохраниться.

Важный фаунистическій элементъ юрскаго моря представляли **рыбы**. Онѣ населяли воды юрскаго моря въ большомъ числѣ формъ

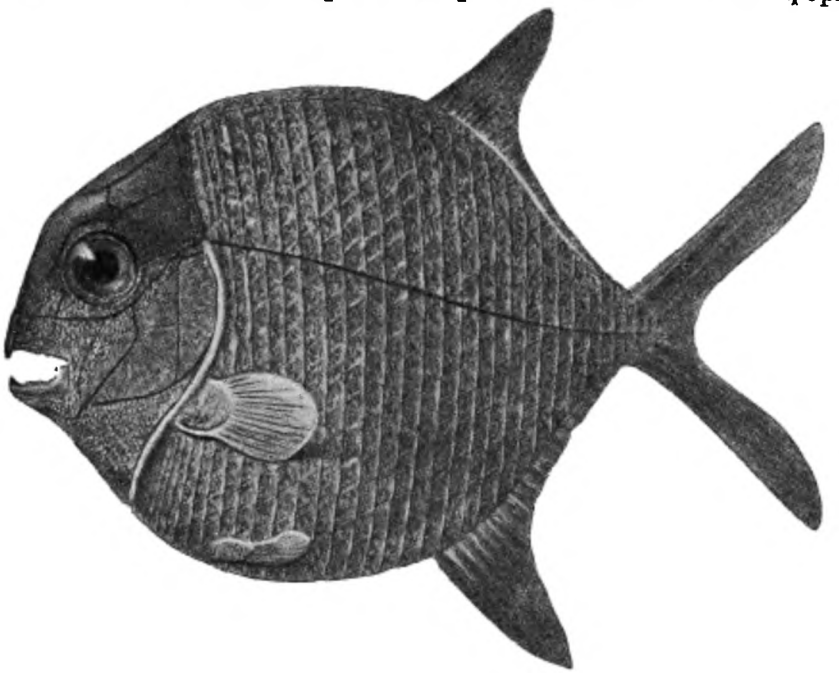


Рис. 206. Gyrodus hexagonus.

и особей, но, сравнивая ихъ съ фауной рыбъ настоящаго времени, мы находимъ коренныя различія. Въ современномъ морѣ извѣстно около 8500 видовъ костистыхъ рыбъ, наряду съ которыми наблюдаютъ около 500 видовъ ганоидныхъ и хрящевыхъ рыбъ. Въ юрскомъ морѣ мы видимъ обратное отношеніе. Изъ описанныхъ юрскихъ рыбъ, которыхъ около 300 видовъ, подавляющее большинство принадлежитъ къ скатамъ, акуламъ, хрящевымъ ганоидамъ и чешуйчатымъ ганоидамъ; ихъ внутренній скелетъ состоитъ изъ гибкой или пропитанной известью хрящевой ткани, а плотный костяной чешуйчатый покровъ защищалъ только отъ нападеній враговъ. Челюсти снабжены были крѣпкими зубами; о хищническомъ образѣ жизни нѣкоторыхъ видовъ свидѣтельствуетъ хранящаяся въ Штутгартскомъ Естественно-историческомъ музеѣ плита (ср. рис. 208) съ Hybodus Rauffianus[17], въ желудкѣ котораго можно видѣть клубокъ изъ 250 белемнитовъ.

Въ Золенгофенскомъ известнякѣ прекрасно сохранилась фауна рыбъ, состоящая изъ 50 родовъ и приблизительно 150 видовъ; среди нихъ изъ костистыхъ рыбъ имѣется всего два рода съ 8 при-

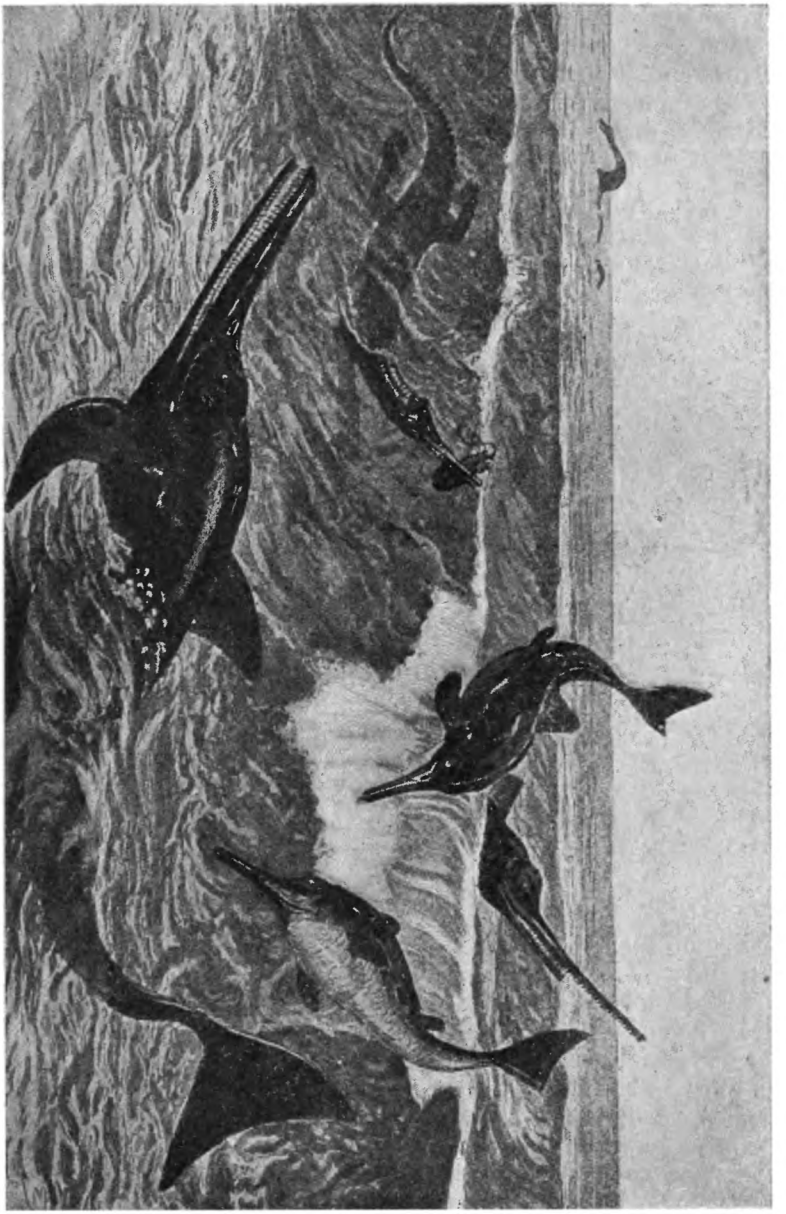


Рис. 207. Ихтіозавры въ лейасовомъ морѣ.

близительно сильно варьирующими видами. Небольшой родъ Leptolepis тысячами покрываетъ нѣкоторыя плиты известняка у Лангенальтгейма. Эти „золотыя рыбки“ погребены здѣсь, большей частью, парами, откуда можно заключить, что онѣ были общественными животными. Родъ

Leptolepis извѣстенъ уже изъ англійскаго лейаса, и, слѣдовательно, здѣсь нужно искать начало костистыхъ рыбъ.

Въ тихихъ илистыхъ бухтахъ лейасоваго моря часто находили свою смерть и мѣсто своего успокоенія цѣлыя стаи рыбъ; онѣ пропитывали илъ своимъ жиромъ и продуктами разложенія мясистыхъ частей; эти запасы масла и ихтіола служатъ въ настоящее время предметомъ эксплоатаціи.

Такимъ образомъ, въ илистую бухту попадали, вѣроятно, въ погонѣ за стаями рыбъ также стада ихтіозавровъ, жившихъ, на подобіе дельфиновъ, въ открытомъ морѣ; въ нормальныхъ морскихъ отложеніяхъ остатки ихтіозавровъ встрѣчаются лишь изолированно и отдѣльными кусками.

Ударами плавниковъ (рис. 207) ихтіозавры мутили воду, по которой быстро поднимался сѣроводородный газъ и отравлялъ всю стаю. Наподобіе мумій, окруженныя сланцевой массой, лежатъ эти рыбопо-

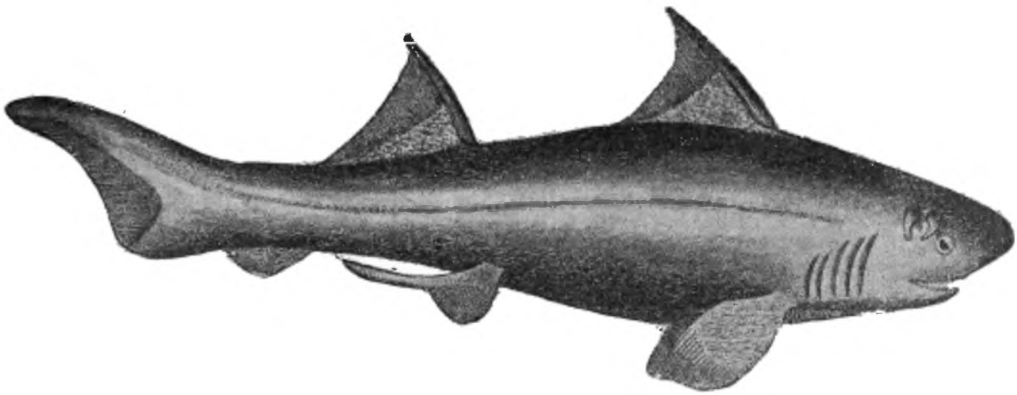


Рис. 208. Hybodus Rauffianus. Акула лейасоваго моря, охотившаяся на белемнитовъ.

добныя животныя въ своей прежней могилѣ и превосходно препарируются. Въ Англіи особенно богатъ ими нижній лейасъ, въ Швабіи же ихъ находятъ въ верхнихъ горизонтахъ. Всегда ихъ находятъ сообществами. Длинная голова усажена острыми зубами, большой глазъ окруженъ костянымъ кольцомъ Черепъ въ коллекціи Банца имѣетъ въ длину 2 метра, такъ что длину отдѣльныхъ видовъ можно предполагать равной 12 метрамъ. Конечности представляютъ мозаику изъ костяныхъ пластинокъ, при чемъ локоть, пясть и пальцы по формѣ мало чѣмъ отличаются другъ отъ друга. Чисто пальцевъ увеличилось, и число четырех-или шестиугольныхъ костяныхъ пластинокъ, поддерживающихъ широкій ластъ, доходитъ до 100. Плечевой и тазовой пояса развиты лишь слабо; тѣло окаймлено рядомъ плавниковъ, а хвостовая часть позвоночнаго столба продолжается не въ верхнюю лопасть, какъ у рыбъ, а въ нижнюю лопасть двухраздѣльнаго хвоста. Ихтіозавры были живородящими животными; въ утробѣ матери одновременно развивалось до семи дѣтенышей. Желудокъ ихтіозавровъ наполненъ остатками чернильныхъ каракатицъ и рыбъ и окрашенъ сепіей въ черный цвѣтъ. Описанные подъ названіемъ копролитовъ желваки состоятъ изъ мочевой кислоты.

Въ открытомъ морѣ вмѣстѣ съ ихтіозавромъ жилъ плезіозавръ; но онъ встрѣчается преимущественно въ Англіи, гдѣ семь относительно рѣдкихъ видовъ южно-германской юры отсутствуютъ. Странную форму плезіозавра сравниваютъ со змѣей, продѣтой сквозь туловище черепахи. Во всякомъ случаѣ, толстое туловище, снабженное четырьмя крѣпкими ластообразными конечностями, не гармонируетъ съ длинной шеей и маленькой головой. Уже по этому можно судить, что обѣ формы „морскихъ драконовъ“ происходятъ отъ совершенно различныхъ предковъ.

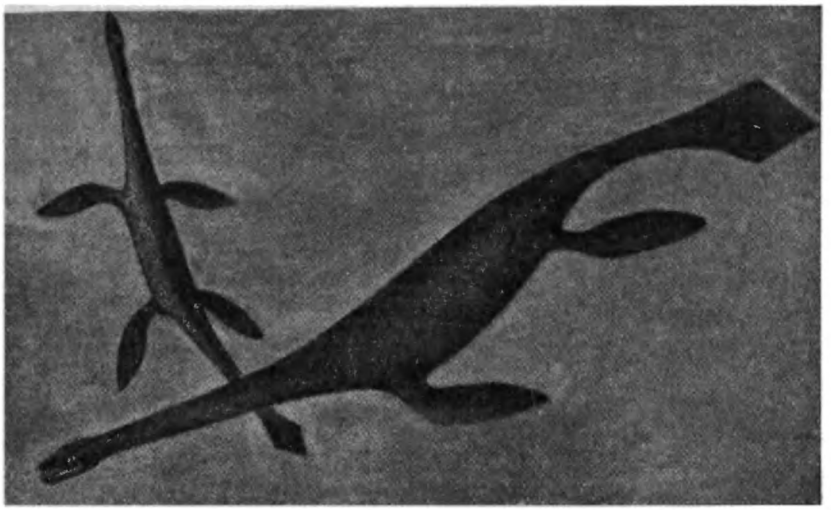


Рис. 209. Плавающіе плезіозавры.

На ряду съ большими крокодилами изъ фауны позвоночныхъ иногда въ эти илистыя бухты попадали съ суши и могли здѣсь сохраниться летающіе ящеры, которые будутъ подробно описаны нами позднѣе.

Средняя юра, или доггеръ, отличается отъ лейаса особенно тѣмъ, что теперь трансгрессія моря распространилась на большія пространства, причемъ все яснѣе развивается эндемическая фауна. Миграція изъ южнаго океана, благодаря которой въ нижнемъ лейасѣ образовались столь рѣзкіе руководящіе горизонты, очищаетъ теперь мѣсто свободному обмѣну водъ и фаунъ. И такимъ образомъ мы теперь, особенно въ западной Европѣ, находимъ открытое море съ характерными океаническими признаками. Но восточная и сѣверная Европа представляла еще материкъ, и вмѣсто чернаго ила, который медленныя рѣки лейасовой эпохи доставляли въ мелководное море, теперь въ южно-германскомъ бассейнѣ отлагаются богатые желѣзомъ пески, металлическое содержаніе которыхъ при позднѣйшемъ разложеніи сообщаетъ песчаникамъ ржаво-бурую окраску, чѣмъ и объясняется названіе „бурой юры“. Но намъ стоитъ только отправиться во Францію, чтобы найти отложенія доггера въ видѣ бѣлаго коралловаго известняка, а въ Англіи преобладающая порода представляетъ химически осажденный въ мелководномъ, тепломъ морѣ известковый песокъ (оолитъ), откуда и произошло мѣстное названіе „оолитовая формація“.

Объ оживленномъ обмѣнѣ водъ и фаунъ свидѣтельствуетъ тотъ фактъ, что около 50 видовъ двустворчатыхъ изъ доггера Кракова встрѣчаются также въ Нормандіи. Въ Лотарингіи[19] фауны доггера и лейаса перемѣшаны между собою, а у Бейё[20] (Bayeux) въ Нормандіи въ банкѣ мощностью всего въ 1 метръ находятъ совмѣстно почти всѣ тѣ окаменѣлости, которыя въ Швабіи распредѣлены въ свитѣ слоевъ, мощностью въ 30 метровъ, съ рѣзко обособленными руководящими окаменѣлостями. Въ этой необыкновенно богатой окаменѣлостями банкѣ находятся Asaphus coronatus рядомъ съ Asaphus Humphriesianus, Asaphus Parkinsoni и Asaphus macrocephalus.

Въ Германіи обиліемъ формъ отличается верхняя юра, въ Англіи же богатѣйшія юрскія фауны[21] лежатъ въ лейасѣ и нижнемъ доггерѣ.

Растительные остатки и каменные угли, находимые въ отложеніяхъ доггера на Кавказѣ, въ Польшѣ, на островѣ Андѳ, въ Іоркширѣ, въ Швейцаріи, во Франціи, на Шпицбергенѣ и въ Сибири, показываютъ, что въ ту эпоху надъ моремъ еще возвышались многочисленные острова, и что оно граничило съ богато населеннымъ материкомъ. Особенно отличается доггерскими углями восточная Азія, и если сибирская флора содержитъ 17 англійскихъ растительныхъ видовъ, если въ Японіи произрастали тѣ же формы, что на Шпицбергенѣ, то этотъ фактъ показываетъ, что и тогда на обширныхъ пространствахъ земного шара господствовалъ равномѣрный климатъ.

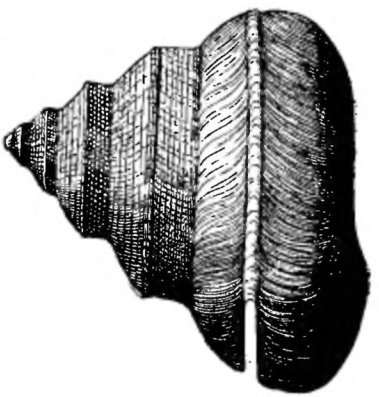


Рис. 210. Pleurotomaria subcalaris (1/2). Несимметрично завитая улитка съ синусомъ. Изъ средней юры Франціи.

На протяженіи всей эпохи лейаса и доггера мы видимъ, какъ океанъ неудержимо надвигается съ юга и запада на всю материковую Европу. Но и далеко за предѣлами Европы можно наблюдать слѣды великой, средне-юрской трансгрессіи. Въ Сиріи, Абиссиніи и по верхнему теченію Нила, въ сѣверной Индіи и на Печорѣ,— вездѣ мы видимъ юрскіе слои несогласно залегающими на болѣе древнихъ породахъ. Море надвигалось на материковыя области, проникало въ большія рѣчныя низменности, поглощало низменные острова, прибоемъ своихъ волнъ раздробляло скалистый берегъ материка и мало-по-малу окончательно устроилось во вновь завоеванныхъ областяхъ. Смѣло завоеванный материкъ представлялъ теперь арену многочисленныхъ біологическихъ и литологическихъ процессовъ, характерныхъ для открытаго моря и нормально соленой, чистой, голубой воды. Вездѣ поселялись выдѣляющія известь животныя, и ихъ разрушенные остатки либо распредѣлялись волнами въ горизонтальныхъ, широко распространенныхъ известковыхъ слояхъ, либо улавливались въ трещины и полости поселившихся здѣсь рифообразующихъ коралловъ.

Южно-германское, верхнеюрское море[22] имѣло, должно быть, глубину приблизительно въ 200 метровъ. На югъ отъ богемскаго материка до Боденскаго озера тянулся длинный рядъ утесовъ — **виндели**ціійскій **хребетъ**. На немъ росли въ изобиліи кипарисы, кинго и древовидные папортники; илистый берегъ былъ покрытъ тростни-

ковыми растеніями; богатый міръ насѣкомыхъ служилъ пищей хищнымъ рептиліямъ. Богемскій материкъ, въ свою очередь, былъ богато населенъ; богатую тропическую флору обнаруживаетъ также материкъ, вскорѣ затѣмъ выныряющій въ сѣверо-западной Германіи. Въ области Ульма впадала текущая съ юга большая рѣка; вообще же южно-германскій бассейнъ былъ наполненъ теплой, чистой водой. Въ немъ повсюду выростали коралловые рифы, но мы находимъ ихъ также во Франціи и даже близъ Кэмбриджа въ Англіи; такимъ образомъ, тогда коралловые рифы процвѣтали также на 25 широтныхъ градусовъ сѣвернѣе, чѣмъ въ теплыхъ тропическихъ моряхъ настоящаго времени. Преобладаніе бѣлыхъ известняковъ въ Швабіи, Франконіи, Ганноверѣ и Англіи оправдываетъ названіе „бѣлой юры“, данное этимъ породамъ мальма, но въ Швейцаріи „бѣлая юра“ окрашена въ темный цвѣтъ, во Франціи бѣлые рифовые известняки отлагались особенно въ эпоху бурой юры, а въ Португаліи „бѣлая юра“ представлена красными песчаниками со включеніями черныхъ углей.

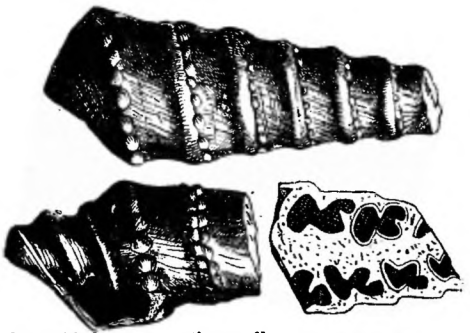


Рис. 211. Nerinea posthuma. Изъ верхне-юрскаго коралловаго известняка Штрамберга. Толстая раковина укрѣплена наружными узлами, расположенными рядами, и внутренними веретенообразными табличками.

Главная масса известковыхъ рифовъ образована была кораллами и губками; на югѣ къ нимъ присоединяется еще группа стромарій. Обыкновенно самая масса извести становилась, благодаря позднѣйшимъ превращеніямъ, безструктурной, аморфной. Скелеты рифообразующихъ животныхъ послѣ смерти послѣднихъ разрушались, и лишь отдѣльныя мѣста доставляютъ богатыя фауны. Особенно славятся кораллы Наттгейма, Штрейтберга и Ураха.

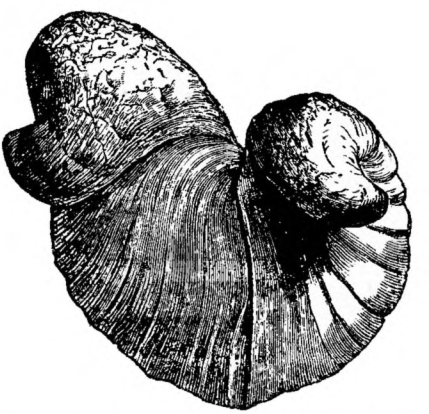


Рис. 212. Diceras arietinum (²/₃). Изъ верхней юры Франціи. Створки, вслѣдствіе неодинаково сильнаго роста искривленной макушки, сдѣлались несимметричный.

Рифовый характеръ известковыхъ штоковъ, достигающихъ нерѣдко мощности отъ 100 до 300 и даже болѣе метровъ, можно установить обыкновенно лишь по отсутствію горизонтальной слоистости, по вертикальной трещиноватости, по частымъ пустотамъ и полостямъ, а также по характернымъ известковымъ языкамъ, которые спускаются, на подобіе мантіи, съ живописныхъ известковыхъ скалъ въ область болѣе глубокой воды и здѣсь исчезаютъ среди горизонтально напластованныхъ известковыхъ и глинистыхъ банокъ. Въ такихъ областяхъ „периклинальнаго залеганія“ мы часто находимъ въ видѣ гнѣздъ множество представителей кораллофиловой фауны. У Кельгейма[23] массивный рифовый известнякъ особенно богатъ толсто-раковинными двустворчатыми [Diceras (см. рис. 212), Isoarca,

Pachyrisma], улитками [Nerinea (см. рис. 211)]; даже раковины плеченогихъ достигаютъ 12 сантиметровъ длины (Terebratula immanis). Въ Бренцталѣ мы проходимъ черезъ зубчатыя скалы не содержащаго окаменѣлостей доломита, среди которыхъ появляются, окруженныя тонкозернистымъ раковиннымъ пескомъ, богатыя окаменѣлостями гнѣзда, содержащія плеченогихъ и двустворчатыхъ, а многочисленные обломки разрушенныхъ морскихъ лилій показываютъ, сколь пестрое богатство формъ нѣкогда процвѣтало здѣсь.

Рис. 213. Apiocrinus Roissyanus. Изъ горскаго известняка Франціи (1/5) Корни приростали къ морскому дну и покрыты усиками, стебель — цилиндрической формы; чашечка—грушевидная, руки — развѣтвленныя.

Въ пермо-тріасовую эпоху большая часть палеозойскихъ морскихъ лилій (30 семействъ и свыше 200 родовъ) вымерла. Теперь, въ юрскую эпоху, мы встрѣчаемъ совершенно новый міръ организмовъ. Заслуживаетъ большого вниманія то обстоятельство, что, на ряду съ круглымъ, сильнымъ Apiocrinus (рис. 213) и изящнымъ Eugeniacrinus, который уже упомянутъ былъ нами при описаніи лейаса, роды Pentacrinus и часто встрѣчающійся въ мальмѣ Antedon продолжаютъ жить безъ существенныхъ измѣненій до настоящаго времени. Какъ и въ настоящее время, стебли криноидей, растущихъ на юрскихъ рифахъ, часто обнаруживаютъ сильное вздутіе, внутри котораго находятъ остатки паразита (Myzostomum). Это своеобразное сожительство (симбіозъ) тоже сохранилось до настоящаго времени.

Море кишѣло громадными стаями небольшой, сдѣлавшейся планктонной морской лиліи, Saccocoma. У нея нѣтъ стебля; ея чашечка представляетъ пятигранную тонкую капсулу, величиною съ чечевицу; послѣ смерти животнаго она легко разлеталась. На чашечкѣ сидятъ пять длинныхъ нитевидныхъ рукъ, которыя у одного рода раздвоены и усажены нитеобразными, придатками, а у другого—листовидными, тогда какъ у Saccocoma Schwertschlageri (рис. 214) между развѣтвленными руками находились, повидимому, нѣжныя перепонки. Поражаетъ рѣдкое нахожденіе белемнитовъ въ южно-германскомъ мальмѣ. Зато особенно богато развиваются аммониты; особенно выдѣляется громаднымъ числомъ разновидностей родъ Perisphinctes.

Благодаря появленію многочисленныхъ рифовъ, между которыми находились обширныя, глубокія впадины, юрское море было сильно расчленено въ фаунистическомъ отношеніи и представляло благопріятныя условія для развитія мѣстныхъ фаунъ.

Во Франціи различаютъ четыре обособленныхъ фаунистическихъ области (Юрскія горы, Маасъ, Нормандія и Шуантъ); на основаніи однѣхъ и тѣхъ же руководящихъ окаменѣлостей невозможно провести точную параллель даже между ганноверскимъ мальмомъ и англійскимъ.

Все подымаясь въ высоту, рифы постепенно достигли уровня моря, и наступившій тогда конецъ рифообразованія выразился въ чрезвычайно разнообразныхъ формахъ.

Разстояніе отъ берега, близость устьевъ большихъ рѣкъ, интенсивность роста рифовъ и направленіе морскихъ теченій — все это

оказывало теперь столь серьезное вліяніе на дальнѣйшія біологическія и литогенетическія судьбы, что даже въ расположенныхъ по сосѣдству областяхъ отлагались совершенно различныя породы, и возникали изумительныя фаунистическіе контрасты. Между Кельгеймомъ, Эйхштеттомъ и Ульмомъ[26]) образовались въ рифовой области большія и малыя лагуны, въ которыхъ отлагался тонкозернистый известковый илъ, подобно тому, какъ это происходитъ на атоллахъ настоящаго времени. Но лишь отдѣльныя волны выносили воды океана въ тихія, окруженныя вѣнкомъ пестрыхъ коралловъ бухты; затѣмъ же бухты снова въ продолженіе многихъ недѣль оставались отрѣзанными отъ моря, вода опрѣснялась тропическими ливнями или выпаривалась солнцемъ, и растворенныя въ ней массы извести выкристаллизовывались въ илѣ лагунъ.

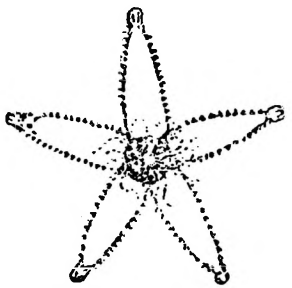


Рис. 214. Saccocoma Schwertschlageri. Сдѣлавшаяся планктонной морская лилія изъ верхне-юрскихъ плитняковъ Эйхштетта.

Измѣнчивость въ содержаніи солей и частые переходы въ выпаденіи атмосферныхъ осадковъ привели къ возникновенію тонкослоистыхъ плитняковыхъ известняковъ, между которыми твердые литографскіе сланцы Золенгофена образовывались, главнымъ образомъ, химическимъ путемъ. Когда бурныя волны пробивались черезъ края рифовъ, онѣ выносили на мягкій илъ цѣлыя стаи большихъ медузъ:—у Пфальцпэна (Pfalzpaint) образовались прекрасные отпечатки изъ легко разрушающихся студенистыхъ дисковъ. У Эйхштатта волны семь разъ выносили въ лагуну милліоны Saccocoma, и во многихъ мѣстахъ мы находимъ въ прекрасно сохранившемся видѣ раковъ и каракатицъ, губокъ и иглокожихъ, акулъ, скатовъ и ганоидныхъ рыбъ, черепахъ и крокодиловъ, населявшихъ окраины рифа и открытое море. Какъ быстро вода снова оставляла эти мѣста, показываетъ намъ слѣдъ Limulus (рис. 216), который, прежде чѣмъ погибнуть, иногда успѣвалъ еще проползти по влажному илу до 5 метровъ.

Несмотря на то, что золенгофенская фауна такъ славится богатствомъ своихъ формъ, несмотря на то, что мускульное вещество рыбъ и нѣжнѣйшія антенны раковъ сохранились безукоризненно, — несмотря на это, мѣстонахожденія чрезвычайно бѣдны окаменѣлостями, можно цѣлыми днями рыться въ высокихъ отвалахъ, и не найти ни одного хорошо сохранившагося экземпляра. Замѣчательно также то, что въ плитняковыхъ известнякахъ многія окаменѣлости найдены только въ единственномъ числѣ; это служитъ признакомъ того, что здѣсь скрыты лишь отдѣльные, случайно загнанные сюда экземпляры несравненно болѣе богатаго животнаго міра, населявшаго сосѣднее море. Въ виду этого, особенно интересны рыбы, достигающія 2 метровъ длины (Lepidotus, Ischiodos, Hypsocormus и Agassizia).

Рифовая лагуна Кельгэйма, Эйхштетта и Золенгофена, должно быть, неоднократно осушалась, такъ что изъ воды выныряли обширныя площади влажнаго ила. Затѣмъ сильный вѣтеръ приносилъ сюда съ материка листья гингко и вѣтви кипарисовъ, а также многочисленныхъ насѣкомыхъ; послѣднія служили приманкой для летающихъ ящеровъ, которые повсюду носились въ воздухѣ и перепрыгивали съ мѣста на мѣсто, подбирая прилипшихъ къ илу жуковъ и стрекозъ.

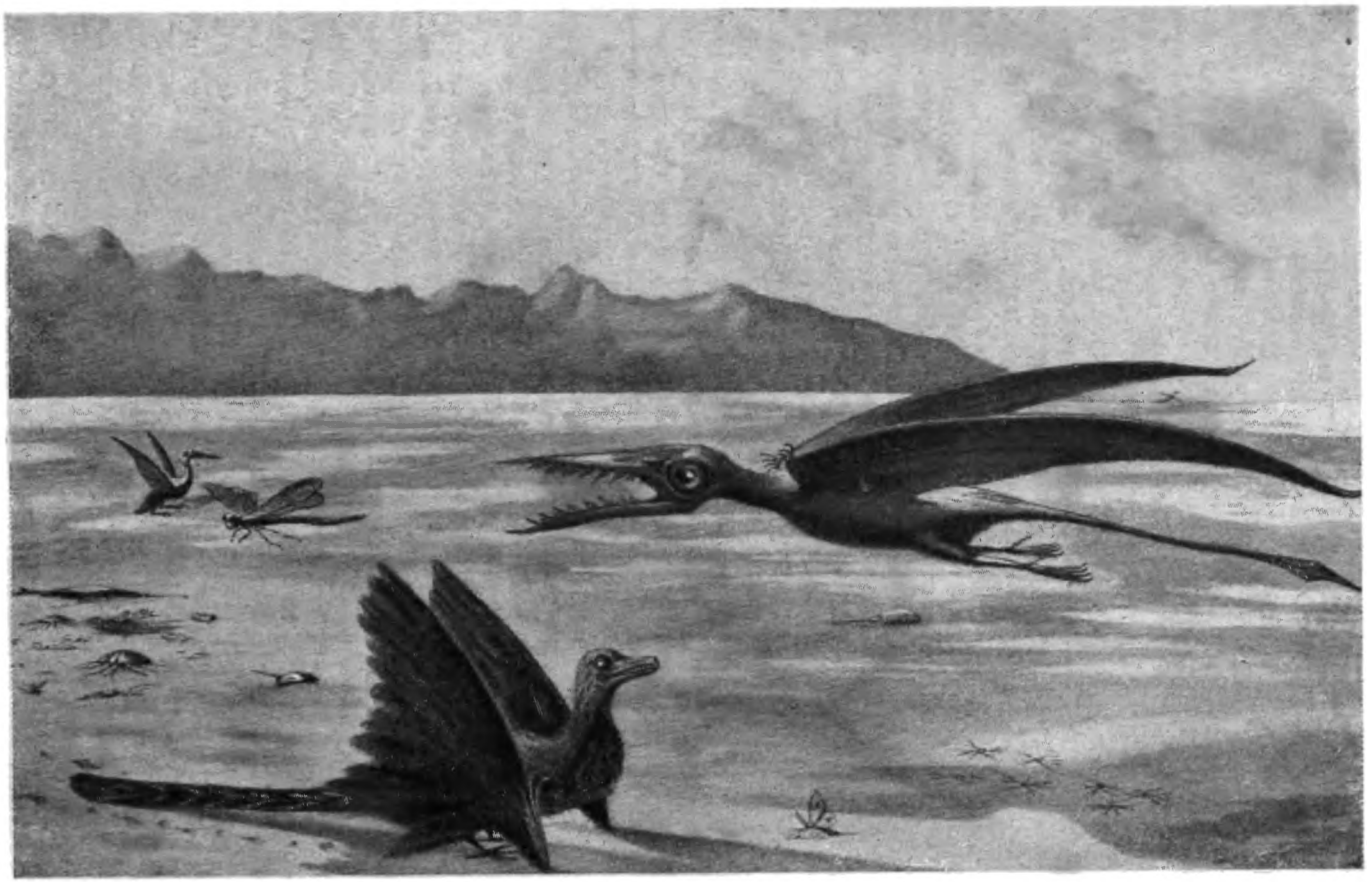


Рис. 215. Лагуна Золенгофена съ морскими животными, выносеннымъ послѣднимъ приливомъ, и отдѣльными насѣкомыми, за которыми охотятся на переднемъ планѣ Archaeopteryx, затѣмъ Rhamphorhynchus, на заднемъ планѣ—сидящій Pterodactylus.

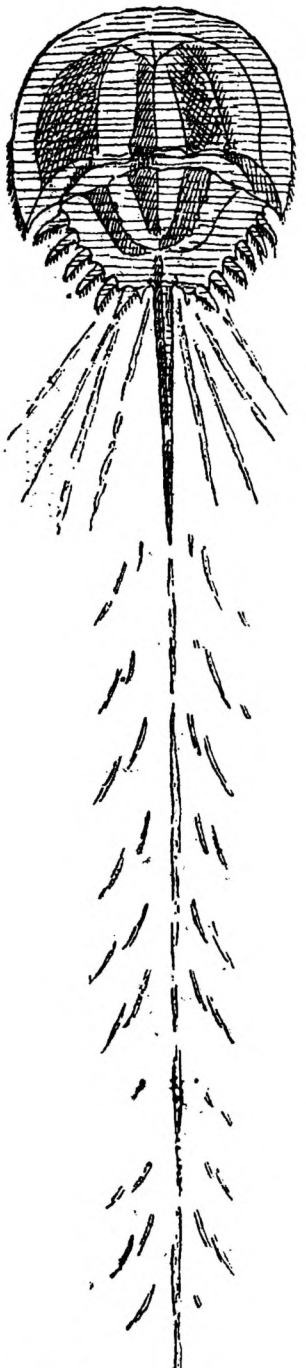


Рис. 216. Limulus Walchi изъ верхне-юрскихъ плитняковыхъ известняковъ Золенгофена, со слѣдами отъ ползанія и отъ предсмертной агоніи.

Летающіе ящеры появились уже въ верхне-тріасовую эпоху, что доказывается скудными остатками въ рётскихъ и лейасовыхъ отложеніяхъ. Но лишь совершенныя и многочисленныя находки изъ отложеній мальма даютъ намъ возможность точнѣе изучить организацію летающихъ ящеровъ. Въ золенгофенскихъ плитняковыхъ известнякахъ четыре рода, распадающіеся приблизительно на 30 видовъ, сохранились, большей частью, въ такомъ совершенствѣ, что ихъ изученіе можетъ дать намъ ясное представленіе объ ихъ формѣ и образѣ жизни. Большая, походящая на птичью, голова усажена острыми, большей частью, длинными зубами, которые не могли, однако, служить для жеванія. Въ противоположность птицамъ, у которыхъ летательный аппаратъ прикрѣпляется къ рукѣ, превратившейся въ однородный членистый костяной стержень, въ отличіе отъ летучихъ мышей, гдѣ летательная перепонка натянута между пятью сильно удлиненными пальцами, у летающихъ ящеровъ летательная перепонка была развита между чрезвычайно удлиненнымъ „мизинцемъ“ и брюшной стороной туловища. Небольшой птеродактиль (Pterodactylus) имѣлъ короткій хвостъ, тогда какъ большой Rhamphorhynchus обнаруживаетъ длинный хвостъ съ хвостовой кожистой перепонкой. Такія кости свидѣтельствуютъ о высоко развитой летательной способности. По землѣ летающіе ящеры ползали такъ же, какъ летучія мыши. Ихъ, по всей вѣроятности, теплокровное тѣло было, можно думать, хорошо защищено пуховымъ покровомъ.

Но совсѣмъ особенный интересъ лагуна Золенгофена представляетъ въ томъ отношеніи, что здѣсь найдены древнѣйшіе остатки настоящихъ птицъ, За находкой одного только пера послѣдовало въ 1861 году открытіе лондонскаго экземпляра Archeopterux lithographica въ Золенгофенскомъ округѣ; въ 1877 году на Гарттофѣ близъ Эйштетта, приблизительно въ 20 километрахъ пути отъ перваго мѣстонахожденія, найденъ былъ берлинскій экземпляръ—Archeopterux Siemensi.

Если бы мы захотѣли на основаніи исторіи и сравнительной анатоміи птицъ набросать по основному біологическому принципу картину гипотетической первобытной птицы, то мы должны были бы приписать ей слѣдующія особенности: челюсти были усажены рядами зубовъ, такъ какъ у молодыхъ попугаевъ мы находимъ

атавистическіе зачатки зубовъ. Крыло должно было обладать ясными пальцами, такъ какъ оно развилось изъ настоящаго ручного аппарата; грудная кость была, должно быть, невелика, ребра безъ крючковыхъ отростковъ, такъ какъ эти особенности возникли впослѣдствіи, въ процессѣ развитія большей летательной способности; хвостъ долженъ былъ состоять изъ многочисленныхъ позвонковъ, такъ какъ короткая копчиковая кость современныхъ птицъ образовалась путемъ сростанія изъ многихъ позвонковъ—Archaeopterux какъ нельзя лучше отвѣчаетъ всѣмъ этимъ требованіямъ, и этимъ доказывается какъ правильность біогенетическаго принципа, такъ и закономѣрность въ развитіи животныхъ формъ.

Хотя изъ первобытныхъ птицъ извѣстно только два экземпляра, можно, тѣмъ не менѣе, кое-что сказать о ея обликѣ и образѣ жизни. Она была величиною съ ворона и снабжена густымъ покровомъ перьевъ; даже голени были покрыты перьями. Крылья и хвостъ носили рядъ крѣпкихъ маховыхъ перьевъ; воротникъ изъ перьевъ украшалъ также шею. Длинные пальцы заднихъ конечностей носили острые когти; равнымъ образомъ острыми когтями снабжены были пальцы крыльевъ.

При вскрытіи слоевъ въ каменоломняхъ Золенгофена и Эйхштетта часто на обширныхъ площадяхъ можно найти слѣды первобытной птицы; по этимъ слѣдамъ нетрудно убѣдиться въ томъ, что животное беззаботно прыгало надъ самымъ тонкимъ иломъ по прямымъ и кривымъ линіямъ, вѣроятно, затѣмъ, чтобы собирать прилипавшихъ къ илу насѣкомыхъ, перенесенныхъ вѣтромъ съ близкаго материка. Заднія ноги оставляютъ два параллельныхъ ряда отпечатковъ, соотвѣтствующихъ прыжкамъ въ 15 сантиметровъ. Между этими параллельными рядами отпечатковъ имѣется рѣзкая черта отъ волочившагося по землѣ хвоста. Поперемѣнно со слѣдами замѣтны попарно расположенные круглые отпечатки, оставленные, по всей видимости, крыльями, служившими своего рода костылями. Такимъ образомъ, походка первобытной птицы нѣсколько отличалась отъ походки современныхъ птицъ (рис. 215).

Когти на крыльяхъ Archaeopterux, вѣроятно, служили птицѣ для того, чтобы взбираться на деревья, и съ возвышеннаго пункта полетомъ спускаться на землю. Въ этомъ предположеніи нѣтъ ничего невѣроятнаго: мы, вѣдь, знаемъ, что и нѣкоторыя современныя птицы, какъ, напримѣръ, башенные стрижи не въ состояніи полетомъ подняться съ земли, несмотря на высокоразвитую летательную способность.

Изъ многочисленныхъ насѣкомыхъ, прилипавшихъ къ влажному илу, навѣрное, немногимъ удавалось спастись отъ хищныхъ летающихъ животныхъ. Но эти немногія часто можно видѣть въ прекрасно сохранившемся видѣ, особенно у Эйхштетта, на плитняковыхъ известнякахъ: можно подумать, будто они были препарированы на расправилкѣ. Сохранились нѣжнѣйшія жилки стрекозъ и кузнечиковъ, твердыхъ надкрыльевъ таракановъ и пауковъ. На основаніи этихъ остатковъ можно различать 72 рода и свыше 100 видовъ. Но самой красивой формой представляется безспорно Kalligramma Haeckeli, экземпляръ, который съ крыльями длиною въ 12 сантиметровъ и шириною въ 6 сантиметровъ найденъ былъ у Золенгофена.

На каждомъ крылѣ виденъ большой глазъ, а направленіе жилокъ показываетъ, что это насѣкомое сѣтчатокрылое—родственно тѣмъ маленькимъ золотоглазкамъ, изъ которыхъ самый крупный нынѣ живущій видъ имѣетъ въ размахѣ крыльевъ только 55 миллиметровъ.

При Шнайтгеймѣ въ концѣ этой эпохи мальма изъ раздробленнаго и истертаго раковиннаго песка образовался діагонально наплластованный известнякъ который мы безъ труда можемъ сравнить съ известковыми дюнами; послѣдніе и теперь еще въ большомъ количествѣ образуются на коралловыхъ островахъ. Область дюнъ простиралась съ юго-востока на сѣверо-западъ и имѣла 3 километра въ ширину и 9 километровъ въ длину. Бѣлые песчаные холмы покрыты были красивыми папоротниковыми зарослями, и наряду съ многочисленными раковинными животными здѣсь неоднократно находили рѣзцы, длиною въ 10 сантиметровъ колоссальнаго крокодила (Dacosaurus),

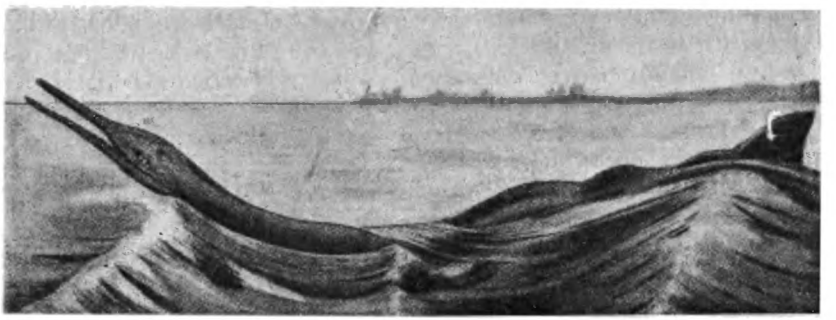


Рис. 217. Gosaurus suevicus (2 м.), змѣеподобный крокодилъ.

который недавно сталъ извѣстенъ, вмѣстѣ съ родственнымъ (Geosaurus'омъ (см. рис. 217), также въ полныхъ скелетахъ и познакомилъ съ совершенно своеобразной группой рептилій, приспособленной къ жизни въ открытомъ морѣ (Thalattosuchia).

Конецъ рифовой эпохи въ швейцарской юрѣ у Золотурна отмѣченъ обиліемъ черепахъ[27], которыя на площади шириною всего въ 300 метровъ открыты въ количествѣ тринадцати видовъ и сотенъ особей. Большинство экземпляровъ лежали на спинѣ, и можно было бы думать, что передъ нами—морскія черепахи, погибшія, быть можетъ, во время кладки яицъ, если бы строеніе костей не свидѣтельствовало о томъ, что онѣ, за единственнымъ исключеніемъ, принадлежатъ къ прѣсноводнымъ черепахамъ. Такимъ образомъ, у Золотурна въ концѣ юрской эпохи на рифахъ должно было образоваться прѣсноводное озеро.

Такъ материкъ повсемѣстно выныряетъ надъ уровнемъ океана. Морская фауна вымираетъ, и, здѣсь раньше, тамъ позднѣе, появляются остатки растеній и даже угли. Въ нижнемъ мальмѣ Португаліи[28] мы находимъ бракическіе слои съ прѣсноводными раковинами, на мысѣ Мондего—даже небольшую залежь каменнаго угля съ остатками цикадей (Otozamites). У Брора въ Англіи встрѣчаются многочисленныя прѣсноводныя раковины[29], а на островѣ Портландѣ нигдѣ, кромѣ Англіи, не обнаруженное образованіе[30] (портландскій известнякъ), въ которомъ, открытъ цѣлый ископаемый лѣсъ.

Въ то время, какъ материковые симптомы увеличиваются, и обширныя пространства постепенно засыпаемаго морского дна присоединяются къ сѣверному материку, въ то самое время въ Сѣверной Германіи, равно какъ въ Южной Англіи вполнѣ постепенно совершается переходъ къ нижнемѣловой эпохѣ. Но въ южномъ морѣ верхне-юрскіе рифы и нормальные морскіе осадки безъ перерывовъ продолжаются въ висячія, морскія породы, такъ что здѣсь лишь съ трудомъ можно провести рѣзкую границу; вышеописанное же осушеніе сѣверной Европы обусловливаетъ большіе фаунистическіе литологическіе контрасты между морскимъ мальмомъ, съ одной стороны, и материковыми вельдскими отложеніями (по-англійски: Wealden), соотвѣтствующими нижнему мѣлу (неокому), съ другой. На Англію и Ганноверъ надвинулась большая рѣчная дельта, и въ то время, какъ въ южномъ океанѣ жила уже морская мѣловая фауна, которая, по всей видимости, иммигрировала изъ Печорскаго края и Симбирска, въ морскихъ бухтахъ между рѣчной дельтой водилась еще юрская реликтовая фауна. Внѣдряющаяся прѣсная вода часто такъ быстро разрушала всю морскую фауну, что въ черноватыхъ сланцеватыхъ глинахъ внезапно появляются прѣсноводныя двустворчатыя; древесные стволы длиною въ 6 метровъ и толщиною въ 1 метръ свидѣтельствуютъ о пышномъ расцвѣтѣ растительнаго царства. Въ Моравіи красные песчаники указываютъ на существованіе значительныхъ матеріаловъ, тогда какъ въ Сѣверной Испаніи появленіе прѣсноводныхъ и болотистыхъ черепахъ отмѣчаетъ собою обширное распространеніе на западъ исполинской рѣчной дельты. Флора наиболѣе богато развита въ сѣверной Германіи, гдѣ описано 42 вида, тогда какъ изъ Англіи извѣстно 18 видовъ, изъ Франціи — только 3 вида. Растительный міръ носитъ еще вполнѣ юрскій характеръ.

Въ сѣверной Германіи[30] медленно поднимались изъ моря богатыя окаменѣлостями известковыя отложенія верхней юры. Тонко-листоватые известняки (эймбекгайзерскій плитняковой известнякъ) напоминаютъ литографскіе известковые слои Золенгофена; мощные пестрые мергеля съ доломитомъ, гипсомъ и каменной солью, свидѣтельствуютъ о томъ, что горячее солнце испаряло отрѣзанныя морскія бухты. Прибрежныя бракическія области совершенно покрыты были кустами Serpula coacervata; онѣ напоминаютъ серпулитовыя породы, которыя въ настоящее время образуются между коралловыми рифами Бермудскихъ острововъ.

Все большія поверхности суши примыкали одна къ другой, скандинавскій материкъ все болѣе раздвигалъ свои берега по направленію къ Германіи и сухой климатъ становился замѣтно влажнѣе. Атмосферные осадки стали преобладать надъ испареніемъ и большими потоками стекать въ море. Такимъ образомъ, надъ морскими породами стали отлагаться мощныя прѣсноводныя отложенія, и въ обширной рѣчной долинѣ, въ направленіи отъ Гильдесгейма къ Оснабрюку, возникли бѣлые или желтосѣрые дейстерскіе песчаники, переслаивающіеся съ темными суглинками и имѣющими промышленное значеніе залежами каменнаго угля. Флора была бѣдна родами. Семь папоротниковъ, три цикадеи и два коніферовыхъ (хвойныхъ) образовали обширныя болотистыя лѣса и, сгнивая, дали начало массѣ каменнаго угля. Отдѣльные флецы каменнаго угля состоятъ изъ ясныхъ остат-

ковъ Abies Linkii и Pterophyllum Lyellianum, но плотные каменные угли, въ большинствѣ случаевъ, не обнаруживаютъ никакой структуры или обнаруживаютъ лишь неясные обломки папоротниковъ и плауновыхъ.

Отпечатки Gingko (Cyklopteris) digitata особенно интересны потому, что этотъ родъ хвойныхъ[32] въ продолженіе юрскаго періода былъ распространенъ отъ Шпицбергена и Сициліи до Англіи и южной Германіи; нѣкоторыя листья найдены даже у Золенгофена.

Въ озероподобныхъ расширеніяхъ дельтъ жили многія улитки: у Бюкебурга распространена Paludina fluviorum. у Нейштадта—Melania strombiformis. Въ особенномъ богатствѣ видовъ встрѣчается двустворчатая раковина Cyrena. Тогда какъ въ настоящее время въ тропическихъ рѣкахъ живетъ всего около 25 видовъ, въ вельденѣ одной сѣверной Германіи встрѣчается 35 видовъ; зато Unio, Corbula и Pisidium отступаютъ на задній планъ. Вода кишѣла маленькими Cypris, служившими пищей богатой рыбной фаунѣ. Въ водѣ жили нѣкоторые черепахи и крокодилы, а по песчаному берегу бродили своеобразныя исполинскіе игуанодонты и мегалозавры, которыхъ отпечатки ногъ сохранились въ песчаникѣ.

Одновременно песчаники отлагались въ Бельгіи и южной Англіи. Растительные остатки встрѣчаются здѣсь рѣдко, а каменные угли вовсе отсутствуютъ. Появленіе многочисленныхъ маленькихъ саламандръ (Hylaeobatrachus) и насѣкомыхъ говоритъ за то, что это мѣсто дальше отстояло отъ берега. Особенно замѣчательно Бернissарское[33] мѣстонахожденіе въ Бельгіи, гдѣ на небольшомъ пространствѣ найдено 21 скелетъ Iguanodon Bernissartensis длиною въ 5 метровъ, а также два скелета менѣе крупныхъ размѣровъ Iguanodon Mantelli. Здѣсь и въ различныхъ другихъ мѣстонахожденіяхъ Европы появляются исполинскіе динозавры; въ виду того, что въ Европѣ нѣтъ никакихъ слѣдовъ, которые указывали бы на предковъ динозавровъ, представляется неопровержимымъ, что между Америкой и Европой существовалъ перешеекъ, по которому могло происходить переселеніе столь богато развивавшихся въ Америкѣ динозавровъ. Вмѣстѣ съ травоядными гигантами пришелъ также плотоядный мегалозавръ длиною отъ 3 до 4 метровъ, и отъ его нападеній легко погибали неуклюжія травоядныя. Далекое путешествіе, наряду съ этими крупными животными, совершили, повидимому, и нѣкоторые не столь крупные динозавры: Compsognatus Кельгейма, имѣющій въ высоту всего 30 сантим. лазящій Hypsilophodon и покрытый панцыремъ Polacanthus (рис. 254) высотою въ 1 метръ.

Неоднократно высказывалось мнѣніе, что характерной особенностью юрскаго періода является отсутствіе тектоническихъ горообразовательныхъ движеній и вулканическихъ изверженій, и отсюда дѣлали даже многозначительные выводы. Но это сужденіе можетъ относиться лишь къ части Европы, такъ какъ[34] уже въ южномъ Банатѣ распроспространены лейасоваго возраста порфиры и порфировые туфы. Въ Зибенбюргенѣ извѣстны юрскіе базальты, на Кавказѣ—порфиры. На Эльбѣ извѣстны основныя лавы, а въ Пиренеяхъ въ эпоху нижняго доггера захвачены были процессомъ горообразованія мощныя перидотитовыя залежи. На островѣ Скай (Skye) въ лейасѣ и доггерѣ залегаютъ базальтовые покровы; изверженія базальта происходили на сѣверѣ Шотландіи. Весьма вѣроятно, что висячіе лавовые покровы раймахальской формаціи въ Индіи и вулканическія породы штормбергской формаціи

въ южной Африкѣ, достигающія въ Драконовыхъ горахъ 1500 метровъ мощности, не ограничены однимъ только рётскимъ періодомъ, а переходятъ также въ юрскій періодъ. Приблизительно къ тому же времени[35] относится поднятіе системы складчатыхъ горъ въ южной Африкѣ и слѣдующія за этимъ грандіозныя вулканическія изверженія. Направленіе складчатыхъ хребтовъ ясно показываетъ, что въ то время южная Африка простиралась гораздо далѣе на югъ.

Но всѣ эти тектоническія и вулканическія явленія еще превзойдены измѣненіями,[36] обнаруженными въ южной Америкѣ. Здѣсь морской лейасъ обнаруживаетъ прямо-таки поразительную согласованность съ европейской фауной: встрѣчаются даже столь характерные для европейскаго лейаса Amaltheus spinatus и Harpoceras lythense, а также Harpoceras opalinum нижняго доггера. Amusium personatum, Perisphinctes funatus и другія характерныя руководящія окаменѣлости показываютъ, что восточный берегъ Аргентины омывался моремъ, въ которомъ послѣдовательно жили тѣ же самыя животныя, что въ Швабской бухтѣ. Но всѣ эти условія измѣняются, когда мы, идя съ востока на западъ, вступаемъ во внутреннія части южной Америки и разсматриваемъ юрскія породы Кордильеръ, сложенныя въ складки лишь въ продолженіе третичнаго періода. Здѣсь мы прежде всего встрѣчаемъ песчаники, которые въ направленіи на западъ постепенно переходятъ въ мощныя отложенія конгломератовъ. Гальки этихъ конгломератовъ состоятъ изъ порфира и порфирита. Они появляются впервые въ верхнемъ лейасѣ; въ эпоху доггера мощность конгломератовъ доходитъ до 200 метровъ; въ верхне-юрскую эпоху они достигаютъ еще большей мощности; заканчиваются они лишь въ среднемѣловую эпоху. Ясно выраженное несогласіе въ залеганіи существуетъ между отложеніями нижняго и верхняго мальма; слѣдовательно, здѣсь долженъ былъ происходить интенсивный горообразующій процессъ, и въ то время, какъ на западѣ продолжались вулканическія изверженія, на складчатомъ нижнемъ мальмѣ образуется цѣлая цѣпь гипсовыхъ залежей, достигающихъ мощности въ 100 метровъ. И по окончаніи вулканическихъ изверженій въ среднемъ мѣлу снова образовались красные конгломераты, песчаники и суглинки съ мощными залежами гипса. Такъ мы доходимъ почти до самаго берега Тихаго океана, и здѣсь, гдѣ можно было бы искать источникъ мощныхъ массъ вулканическихъ породъ, которыя можно прослѣдить на протяженіи семи градусовъ широты (800 километровъ), обнаженія сразу прекращаются, и слѣдуетъ море, имѣющее 7000 метровъ глубины. Мы приходимъ къ слѣдующему заключенію, которое можетъ показаться смѣлымъ, но на которое наводятъ всѣ вышеприведенные факты: дно этого моря образовано погрузившимися участками юрскаго материка: послѣдній въ продолженіе юрскаго періода былъ разрушенъ страшными вулканическими изверженіями и снесенъ большими рѣками, цѣлыя горы обломочнаго матеріала доставлены были въ восточное море, гдѣ ихъ послѣдніе, песчаные языки переслаиваются съ морскими осадками, богатыми окаменѣлостями.

25. Развитіе пресмыкающихся въ Сѣверной Америкѣ.

Сѣверъ Европы и Америки заключаетъ въ канадскомъ и балтійскомъ щитѣ большіе участки арктическаго материка, о судьбахъ ко-

тораго мы уже неоднократно говорили. Полярная зона первоначально обнимала гористую континентальную область, которая затѣмъ, понизившись, благодаря денудаціи, распространялась все далѣе на югъ. Несмотря на этотъ общій горный массивъ, геологическіе судьбы обѣихъ странъ, нынѣ раздѣленныхъ Атлантическимъ океаномъ, кореннымъ образомъ между собою различались: Европа, начиная съ кембрійскаго и кончая третичнымъ періодомъ, часто затоплялась міровымъ моремъ, которое въ своемъ трансгрессивномъ движеніи вторгалось то съ сѣвера, то съ востока или юга, разрывало незадолго до того образовавшійся материкъ, разлагая его на отдѣльные участки, которые затѣмъ возсоединялись въ новой группировкѣ. Эти разнообразныя геологическія измѣненія обусловливаютъ богатое расчлененіе континента, пестрый составъ его геологической карты и объясняютъ также, почему въ Европѣ въ продолженіе мезозойской эры не происходило непрерывное развитіе материковой флоры и фауны. Въ самомъ дѣлѣ, флоры и фауны, едва успѣвши развиться, истреблялись трансгрессіями моря

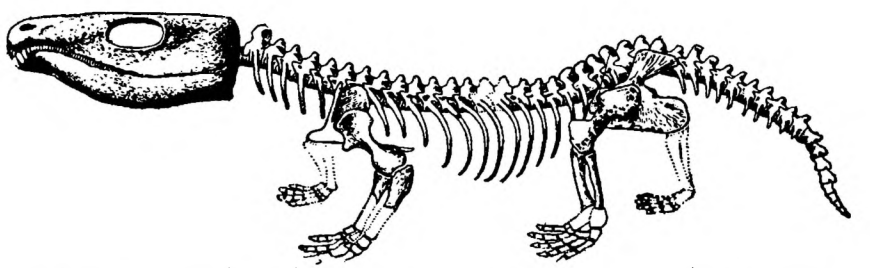


Рис. 218. Скелетъ Labidosaurus'a (1/8). Тероморфъ изъ пермскихъ слоевъ Сеймура (Колорадо).

или же оттѣснялись на узко ограниченныя пространства, и вновь образованные участки суши заселялись то съ юга, то съ сѣвера и запада.

Въ Сѣверной Америкѣ процессъ роста континента совершался существенно однороднѣе. Уже въ кембрійскій періодъ мы наблюдаемъ, какъ береговая линія отодвигается на юго-востокъ. Въ силурійскій и девонскій періоды этотъ процессъ продолжается дальше, и уже въ каменноугольный періодъ весь западъ Соединенвыхъ Штатовъ представляетъ богато населенный материкъ, сѣверная часть котораго уже никогда болѣе не поступаетъ во владѣніе моря. Правда, море омывало окраины теперешней прибрежной области и покрывало обширныя площади запада; ко времени мѣлового періода оно проникло глубоко въ бухту Миссисипи, но поднявшаяся за это время материковая область увеличивалась, не прерываемая вторженіями моря. Благодаря этому, Сѣверная Америка на долгое время сдѣлалась родиной развитія группы пресмыкающихся. Здѣсь вѣтви этой группы завладѣли материкомъ, а также моремъ мезозоя и въ своемъ завоевательномъ стремленіи вторглись даже въ воздухъ.

Странная, простая и, все-же, столь своеобразно развившаяся, группа стегоцефаловъ ко времени каменноугольной эпохи населяла и Сѣверную Америку. И здѣсь точно такъ же, какъ въ Европѣ, Остъ-Индіи, южной Африкѣ и южной Америкѣ, древнѣйшія, наземныя позвоночныя обнаруживали удивительную смѣсь признаковъ, нынѣ присущихъ лишь земноводнымъ или пресмыкающимся, или млекопитаю-

щимъ. Для такихъ смѣшанныхъ формъ Кювье установилъ понятіе „коллективныхъ типовъ“. Подъ коллективными типами мы разумѣемъ формы, соединяющія въ себѣ такіе признаки, которые при послѣдующей дифференціи встрѣчаются уже лишь изолированно. Стегоцефалы въ широкомъ смыслѣ этого слова, т. е. со включеніемъ тѣхъ формъ, которыя представляютъ переходъ къ пресмыкающимся или млекопитающимъ, очень хорошо соотвѣтствуютъ понятію коллективнаго типа. Здѣсь даже въ мелкихъ деталяхъ строенія костей еще сообща выступаютъ такіе признаки, которые впослѣдствіи распредѣляются между различными циклами формъ. Такъ, черепъ Labidosaurus'a (рис. 218), изученнаго[1] въ пермскихъ отложеніяхъ Америки, при разсмотрѣніи черепной крышки еще въ совершенствѣ обнаруживаетъ строеніе костей ясно выраженнаго у стегоцефаловъ типа земноводныхъ, но если мы станемъ разсматривать строеніе небной части, то обнаружимъ настоящіе характерные признаки пресмыкающихся.

Съ другой стороны, у нѣкоторыхъ одновременно живущихъ родовъ мы находимъ столь ясно выраженные признаки млекопитающихъ, что въ такихъ формахъ усматривали даже переходъ къ этой группѣ. Но приспособленные къ столь разнообразному образу жизни тероморфы, вымирающая южно-африканская вѣтвь которыхъ нами уже описана, представляютъ обреченную на гибель группу и въ своихъ техаскихъ родахъ, у которыхъ строеніе не претерпѣло никакого дальнѣйшаго развитія, и которые обнаруживаютъ отношеніе къ млекопитающимъ лишь потому, что и тѣ и другія произошли отъ однѣхъ и тѣхъ же первобытныхъ формъ.

Громаднѣйшее значеніе для развитія сѣверо-американскаго материка имѣло то обстоятельство, что въ его восточной половинѣ возникла, медленно подвигаясь отъ сѣвера-востока на юго-западъ, большая горная цѣпь, которая, становясь все выше и шире, медленно выростала надъ равниной. Уже въ верхнемъ силурѣ мы находимъ конгломераты,[2] свидѣтельствующіе о древней дислокаціи. Въ началѣ каменноугольной эпохи въ Мэнѣ и Новой Шотландіи возникли складчатыя горы: здѣсь на собранныхъ въ складки девонскихъ отложеніяхъ несогласно залегаютъ отложенія карбона. Но болѣе мощный горообразующій процессъ начался лишь въ концѣ каменноугольнаго періода, и Аппалачскія цѣпи горъ все выше и выше поднимались надъ равниной. Какъ и въ Европѣ, склоны этихъ горныхъ хребтовъ заселялись многочисленными родами растеній. Лепидодендроны и сигилляріи, а также многочисленныя папортниковыя растенія часто находятся въ полномъ согласіи съ европейскими видами. Возникали залежи каменнаго угля, и въ прибрежныхъ болотахъ, часто затоплявшихся моремъ, жилъ богатый животный міръ. Большая замкнутая материковая поверхность, вѣроятно, сильно способствовала развитію флоры.

По мѣрѣ того, какъ горные хребты, собирающіе дожди, денудировались и понижались, сталъ преобладать, точно такъ же, какъ въ Европѣ, сухой пустынный климатъ, и въ многочисленныхъ изолированныхъ бассейнахъ отлагались мощныя отложенія красныхъ, гипсоносныхъ глинъ и пестрыхъ песчаниковъ, принадлежность которыхъ къ пермской или тріасовой формаціи служила предметомъ долгихъ споровъ, причемъ этотъ вопросъ часто удавалось разрѣшить лишь съ большимъ трудомъ. Въ этихъ пустынныхъ областяхъ, лишь изрѣдка

затоплявшихся моремъ или заливавшихся ливнями, изъ земноводной вѣтви формъ стегоцефаловъ приблизительно съ тою же ритмичностью, какъ на материкѣ Гондваны, развилась, особенно въ Техасѣ, группа мелкихъ и крупныхъ пресмыкающихся, вмѣстѣ съ формами материка Гондваны объединяемыхъ въ группѣ т е р о м о р ф н ы х ъ. Но, несмотря на сходство основнаго типа и на внѣшнее приспособленіе къ сходнымъ климатическимъ условіямъ, американскій циклъ формъ кореннымъ образомъ отличается отъ южно-африканскаго. Извѣстно[3] 24 рода, распадающихся приблизительно на 50 видовъ, область распространенія которыхъ ограничена Сѣверной Америкой, и, наряду съ простыми родами, какъ Varanosaurus, которые по формѣ тѣла и своему строенію лишь немногимъ отличаются отъ первобытныхъ рептилій, мы встрѣчаемъ уже сильно отклоняющіяся, своеобразно построенныя формы (Protesaurus). Такъ, Naosaurus, длиною около 1 метра, имѣлъ полушаровидный черепъ, усаженный длинными, острыми кинжаловидными зубами. Шиповидные отростки его спинныхъ позвонковъ разрослись въ круглые костяные стержни, длиною въ 25 сантиметровъ, которые усажены были шестью парами поперечныхъ шиповъ и поддерживали зубчатый спинной гребень. Животное не было въ состояніи сдвигать, напримѣръ, въ сторону[4] эти шиповидныя костяныя иглы, чтобы, такимъ образомъ, защищать свою спину лѣсомъ коній, такъ какъ на тѣлѣ позвонковъ не видно соотвѣтствующихъ плоскостей скольженія, и въ виду этого напрашивается предположеніе что въ данномъ случаѣ мы имѣемъ дѣло съ относительно неподвижнымъ спиннымъ гребнемъ.

Disnetrodon тоже имѣетъ длинные шиповидные отростки, но безъ поперечныхъ шиповъ; кромѣ того, встрѣчаются нѣкоторые виды Clepsydrops, тѣло которыхъ отличается относительной простотой конструкціи. Въ то время, какъ эта своеобразная фауна Техаса распространилась до Иллинойса, общія географическія условія страны медленно измѣнились.

Разсматривая[5] распредѣленіе залежей гипса, включенныхъ въ пермскія отложенія Канзаса, мы видимъ, что залежи эти постепенно распространяются на югъ, и здѣсь мощность ихъ увеличивается, отсюда можно заключить, что прибрежная область распространялась на югъ.

Къ тріасовой эпохѣ въ Невадѣ, а также въ восточныхъ штатахъ образовались пестрые, бѣдные окаменѣлостями песчаники, по которымъ буреніемъ неоднократно доходили до глубины 1000 метровъ. Они наполняютъ обширныя, корытообразныя углубленія между складчатыми горными хребтами Аппалачъ, и здѣсь можно различать десять такихъ областей песчаниковъ различныхъ размѣровъ. На окраинахъ отложеній находятся мощные конгломераты съ глыбами величиною около метра; они постепенно превращаются въ красные песчаники, которые часто изобилуютъ неразложившимся полевымъ шпатомъ.

Въ Ричмондѣ въ слояхъ лежачаго бока находится нѣсколько тонкихъ каменноугольныхъ флецовъ, которые по условіямъ своего образованія соотвѣтствуютъ, пожалуй, европейскимъ пермскимъ угямъ. Но на нихъ залегаютъ мощныя банки красныхъ песчанниковъ съ глинистыми прослоями, діагональной дюнной слоистостью, трещинам высыханія и отпечатками ногъ животныхъ, точно такъ же, какъ въ соотвѣтствующихъ тріасовыхъ песчаникахъ Европы. Скудные растительные остатки не обнаруживаютъ ни одной каменноугольной фауны.

Цикадовыя и хвойныя съ папортниками и хвощами покрывали, должно быть, берега рѣкъ и внутреннихъ озеръ. Нѣкоторыя озера были, должно быть, солеными, что явствуетъ изъ раковинокъ Estheria. Другія содержали прѣсную воду, и на тонкомъ глинистомъ илѣ теперь еще можно распознать отпечатки ногъ и личинки насѣкомыхъ, которыхъ по облику можно различать 30 видовъ. Эти насѣкомыя, можно полагать, служили пищею эмалево-чешуйчатымъ рыбамъ и большимъ саламандрамъ.

Если изоляція въ тѣсно очерченныхъ біологическихъ областяхъ приводитъ къ развитію своеобразныхъ и странныхъ животныхъ формъ, то въ пустынной области, прорѣзанной длинными горными цѣпями, были налицо всѣ необходимыя для этого условія. Между восточной низменностью, только что покинутой моремъ, пропитанной солью, и западной равниной, покрытой большими озерами[7] на протяженіи десяти градусовъ широты тянулась, понижаясь отъ сѣверо-востока къ юго-западу, широкая система скалистыхъ горныхъ цѣпей. Длинныя долины лишь въ немногихъ мѣстахъ соединены были узкими проходами. Подобно тому, какъ въ настоящее время по склонамъ Гиндукуша стекаютъ большія, богатыя пескомъ и иломъ рѣки; которыя высюхаютъ въ желтыхъ песчаныхъ пустыняхъ Закаспійской области или впадаютъ въ мелководныя, лишенныя стока внутреннія озера, точно такъ же и та область находилась подъ вліяніемъ быстро мѣняющихся атмосферныхъ осадковъ.

Каждая изъ этихъ корытоподобныхъ, продольныхъ долинъ жила своей собственой жизнью. Весною на глинистой почвѣ легко выростала полная флора оазисовъ, которая вскорѣ увядала подъ дѣйствіемъ палящихъ лучей солнца. Перемѣщающіяся дюны передвигались отъ подошвы горъ или области наводненія рѣкъ далеко на равнины и, на подобіе стѣны, раздѣляли богато населенные оазисы.

Такъ изъ примитивныхъ первобытныхъ формъ, которыми въ богатую атмосферными осадками каменноугольную эпоху заселился весь материкъ, развился своеобразный животный міръ, состоявшій какъ изъ быстроногихъ хищниковъ, которые въ состояніи были пробѣгать громадныя разстоянія, такъ и изъ малоразвитыхъ травоядныхъ, которыя отличались косностью и всю свою жизнь проводили въ полуспячкѣ.

Отпечатки ногъ (рис. 219, 220, 221) болѣе или менѣе крупныхъ наземныхъ животныхъ живщихъ въ окрестностяхъ рѣчныхъ береговъ и мелководныхъ озеръ, впервые открыты были въ 1843 году въ песчаникѣ Коннектикута и вызвали къ себѣ всеобщій интересъ; если они описаны были, какъ слѣды 30 „птицъ“, 28 „ящерицъ“, 16 „лягушекъ“, 8 „черепахъ“ и многочисленныхъ другихъ животныхъ видовъ, то въ этихъ опредѣленіяхъ, которыя составлялись лишь на основаніи формъ движеній, можно, естественно, усматривать только указаніе на то, какъ разнообразны ,были способы передвиженія этихъ мелкихъ и крупныхъ животныхъ.

Частое нахожденіе слѣдовъ отъ трехпалыхъ, снабженныхъ когтями конечностей двуногихъ животныхъ привело старыхъ наблюдателей къ предположенію, что по высыхающему песку тріасоваго материка бродили многочисленныя „птицы“. Но съ тѣхъ поръ, какъ мы познакомились съ богатымъ міромъ формъ исполинскихъ динозавровъ,

ходившихъ на заднихъ конечностяхъ, уже не подлежитъ никакому сомнѣнію, что именно этимъ животнымъ принадлежатъ, такъ называемые, „птичьи слѣды“. Разсматривая длинные ряды слѣдовъ на плоскостяхъ слоевъ, можно воочію убѣдиться въ томъ, что сухой песокъ на берегу мелководныхъ озеръ лишь плохо сохранялъ отпечатки; но постепенно отпечатки становятся болѣе глубокими и болѣе рѣзкими и заканчиваются смытыми слѣдами въ илистой жижѣ болѣе глубокой воды. Массы экскрементовъ этихъ животныхъ, описанныя подъ названіемъ копролитовъ, часто содержатъ твердыя сѣмена, указывающія на то, что животныя особенно охотно питались болотными растеніями.

Рис. 219. Слѣды бѣгающаго Otozoum ($^1/_{20}$) изъ тріасоваго песчаника долины Коннектикута.

Уже кадаліозавръ (Kadaliosaurus), одно изъ древнѣйшихъ извѣстныхъ намъ животныхъ, строеніемъ таза и длинныхъ узкихъ костей плюсны показываетъ, что онъ ходилъ преимущественно на заднихъ конечностяхъ и при быстромъ бѣгѣ въ состояніи былъ приподнимать свою переднюю часть тѣла. У австралійскаго хламидозавра (Chlamidosaurus) и другихъ ящерицъ можно теперь еще наблюдать, какъ при быстромъ бѣгѣ они пользуются лишь задними конечностями и удерживаютъ тѣло въ равновѣсіи при помощи длиннаго хвоста. По слѣдамъ ногъ видно, что при хожденіи оба крайніе пальца не вдавливались, и, такимъ образомъ, получается слѣдъ отъ двухъ трехпалыхъ ногъ, несмотря на то, что животное обладаетъ четырьмя пятипалыми ногами.

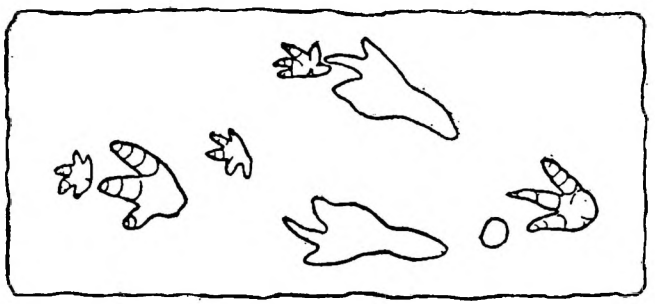


Рис. 220. Слѣды сидящаго Anomoepus ($^1/_{12}$) изъ тріасоваго песчаника долины Коннектикута.

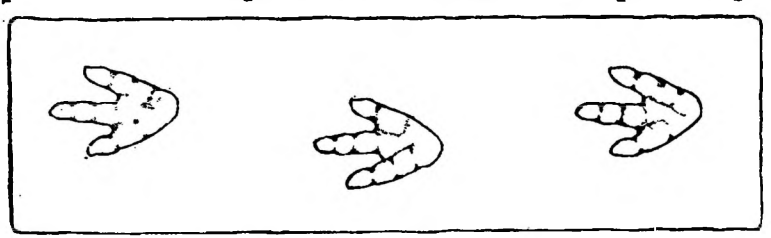


Рис. 221. Слѣды ногъ Brontozoum ($^1/_{20}$) изъ тріасоваго песчаника долины Коннектикута.

Подобныя причины, коренящіяся въ строеніи и законахъ движенія четвероногаго, должны дѣйствовать и у тріасовыхъ пресмыкаю-

щихся Сѣверной Америки, чтобы вызвать къ жизни все болѣе расцвѣтающую группу динозавровъ, развивавшуюся на все растущемъ материкѣ Америки въ продолженіе тріасоваго, юрскаго и мѣлового періодовъ.

Весьма непостоянный тріасовый климатъ, колебавшійся между засухой и обиліемъ влаги, былъ весьма неблагопріятенъ для сохраненія полныхъ скелетовъ; все-же, найдено нѣсколько скелетовъ и множество отдѣльныхъ костей.

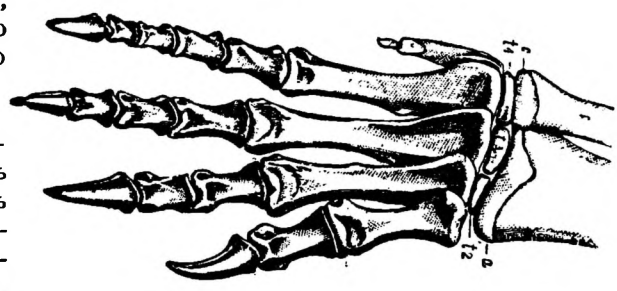


Рис. 222. Правая задняя конечность Ammosaurus major ($^1/_4$) изъ тріасоваго песчаника долины Коннектикута.

Anchiosaurus coluru. (рис. 223) имѣлъ позвоночный столбъ длиною въ 2 метра, но такъ какъ строеніе его тѣла походитъ на строеніе тѣла кенгуру, то онъ достигалъ, вѣроятно, $1^1/_4$ метра высоты. Голова и тазъ напоминаютъ соотвѣтствующія части у птицъ, зубы въ верхней челюсти направлены впередъ, въ нижней же челюсти они стоятъ вертикально. На шейныхъ и хвостовыхъ позвонкахъ имѣются ребра; большія кости полы, пальцы снабжены, такъ же, какъ у близко родственнаго аммозавра (ammosaurus) (рис. 222), острыми ногтями. Одинъ палецъ на задней конечности почти совершенно исчезъ, другой — сильно укороченъ, такъ что нетрудно представить себѣ, почему животное оставляло трехпалый слѣдъ. Рядомъ съ мелкими зубами анхіозавра извѣстны также отдѣльные, острые зубы, длиною до 20 сантиметровъ; эти зубы принадлежали, должно быть, опаснымъ хищникамъ, строеніе скелета которыхъ до сихъ поръ еще неизвѣстно.

Рис. 223. Anchisaurus colurus ($^1/_{16}$). Тріасъ долины Коннектикута.

Такимъ образомъ, въ тѣхъ частяхъ красной песчаной пустыни, которыя были болѣе или менѣе богаты растительностью, шагали и прыгали, бѣгали и скакали въ различныхъ направленіяхъ, цѣлыя стада мелкихъ и крупныхъ пресмыкающихся и оставляли обиліе слѣдовъ.

Растенія,[8] которыми питался этотъ богатый животный міръ, въ видѣ разрозненныхъ остатковъ, находимы были въ различныхъ мѣстахъ, но особенно часто въ области Ричмонда и Дипъ-Ривера (Deep-River).

На сѣверѣ въ песчаникахъ находятъ лишь прочные сучья и куски стволовъ, на югѣ же въ мягкихъ суглинкахъ большихъ дельтовыхъ озеръ сохранились даже нѣжнѣйшіе листья.

Въ общемъ можно различать 11 хвойныхъ, 27 цикадовыхъ и 5 папоротниковыхъ растеній; нѣкоторыя изъ этихъ растеній описаны также изъ германскаго угленоснаго кейпера, что свидѣтельствуетъ о широкомъ распространеніи споръ и сѣмянъ. Самымъ характернымъ и наиболѣе распространеннымъ родомъ былъ родъ Macrotaeniopteris (рис. 224), папоротникъ съ широкими и высокими листьями; эти папортники, соединяясь въ изящные букеты, окаймляли болотистые рѣчные берега.

Разнообразіе внѣшнихъ условій жизни усилено было тѣмъ, что во многихъ мѣстахъ начались **изверженія вулкановъ**, поднявшія на поверхность земли грандіозныя массы лавы. Образовались подземные діабазовые штоки, и на поверхность выливались лавовые покровы; эти покровы, расчлененные на красивыя гигантскія колонны, обнажены въ такъ называемыхъ палисадахъ береговъ Гудзона близъ Нью-Іорка. Вулканическіе туфы отсутствуютъ; отсюда мы заключаемъ, что при этомъ выбрасываніе облаковъ пепла не имѣло мѣста, равнымъ образомъ не имѣло мѣста образованіе кратерныхъ горъ въ собственномъ смыслѣ слова.

Вопросъ о возрастѣ такъ называемаго песчаника Коннектикута рѣшался въ различное время различно. Если его главная масса принадлежитъ, безспорно, тріасовому періоду, то, все-же, нѣкоторые авторы высказались въ томъ смыслѣ, что толщи песчаниковъ восточной части Соединенныхъ Штатовъ отнюдь не являются равновозрастными, а соотвѣтствуютъ промежутку времени между пермской и лейасовой эпохами, Если это такъ, то вполнѣ понятно, что многочисленныя растенія, описанныя изъ Виргиніи и Сѣверной Каролины, содержатъ наряду съ видами европейскаго глинистаго угля также растительные виды рѣтскихъ и лейасовыхъ отложеній.

Два вида встрѣчающагося въ кейперѣ южной Германіи крокодила (Belidon) свидѣтельствуютъ о томъ, что въ песчаникѣ Коннектикута представленъ также кейперъ Германіи, и наводятъ на мысль о томъ, что въ сѣверной части Атлантическаго океана Европа была соединена съ Америкой перешейкомъ. Конечно, соединявшая оба эти материка полоса суши не была легко проходима; вѣроятно, что тріасовая пустыня Сѣверной Америки была отдѣлена отъ Европы высокимъ горнымъ хребтомъ или другой климатической областью, такъ какъ и въ послѣдующій періодъ лишь немногіе динозавры перекочевали со своей американской родины въ Европу.

О развитіи млекопитающихъ мы подробнѣе будемъ говорить въ одной изъ слѣдующихъ главъ. Все-же, мы должны уже здѣсь указать на то, что въ верхнетріасовыхъ отложеніяхъ Европы, а также Сѣверной Америки встрѣчаются ихъ древнѣйшіе остатки въ видѣ мелкихъ челюстей и зубовъ.

И въ продолженіе юрскаго періода большія поверхности центральной части Сѣверной Америки оставались сушей, которая непрерывно разросталась. Вайомингъ (Wyoming) и Британская Колумбія превратились въ сушу уже въ концѣ тріасоваго періода. Къ нимъ присоединялись все новые участки, и подъ напряженіемъ бокового давленія изъ моря поднимались въ направленіи отъ сѣверо-запада на

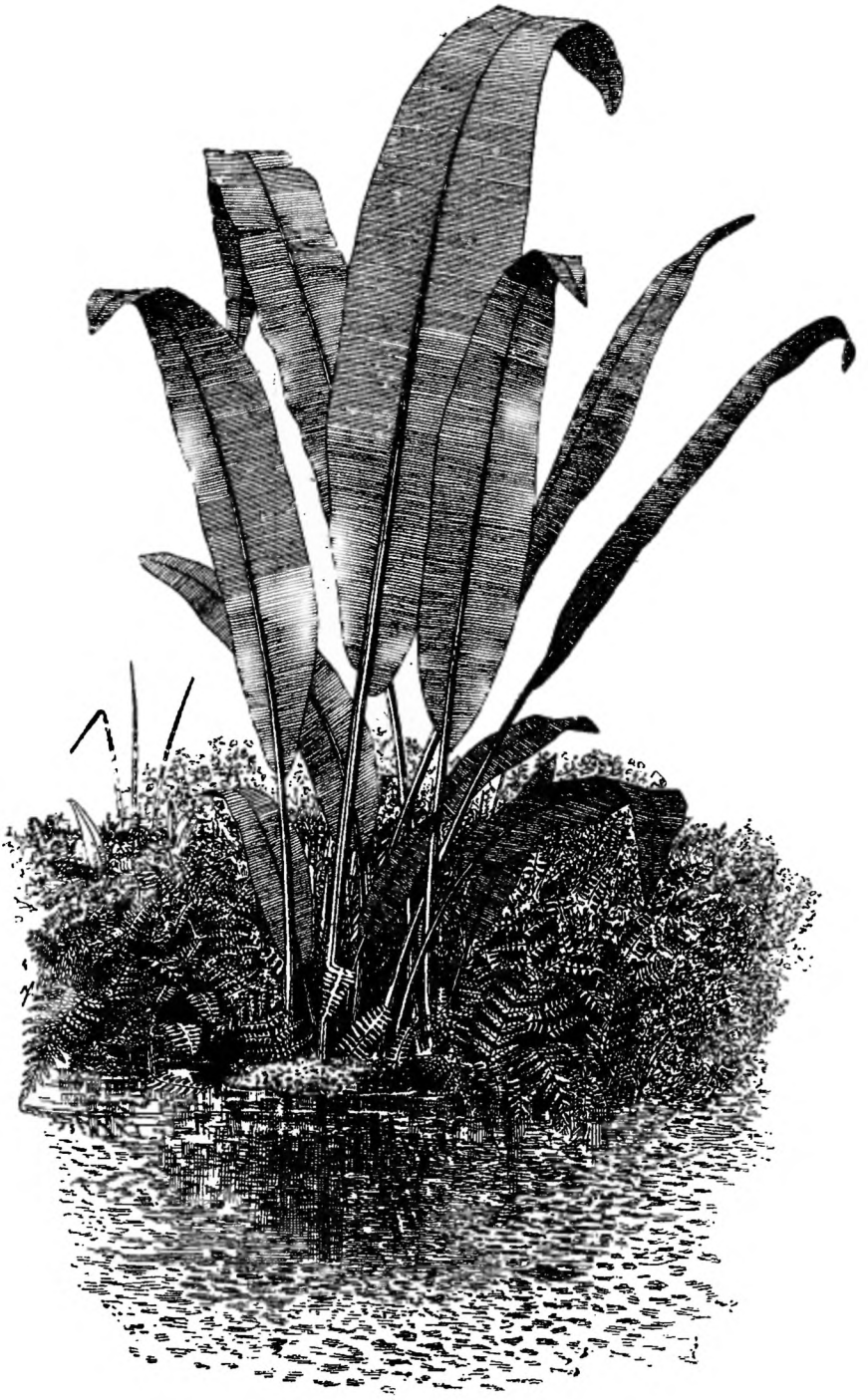


Рис. 224. Macrotaeniopteris magnifolia.

юго-востокъ (NW—SO) плоскія складчатыя горныя цѣпи. Все выше поднимались цѣпи горъ, все шире раздавался материкъ, и такимъ образомъ, въ концѣ концовъ. Сіерра Невада ограничила съ западной стороны обширный материкъ, на восточномъ берегу котораго возвышались Аппалачскія горы. Стекавшія съ горъ воды смѣшивались въ бракическихъ болотахъ съ соленой водой, постепенно опрѣсняли ее и превращали въ большія внутреннія озера.

Расположеніе рѣчныхъ системъ должно было часто мѣняться, такъ какъ въ юрскій и мѣловой періоды то на восточной, то на западной сторонѣ общирнаго материка возникали отложенія перемѣнной мощности, часто необыкновенно богатыя громадными скелетами; но въ виду того обстоятельства, что между ними залегаютъ лишь немногіе морскіе горизонты, то судить о хронологической послѣдовательности этихъ отложеній весьма трудно.

Въ Скалистыхъ горахъ, представляющихъ типъ сложныхъ столовыхъ изломовъ, юрская формація какъ на востокѣ, такъ и во внутреннихъ областяхъ, а также на западной сторонѣ носитъ характеръ ясно выраженныхъ озерныхъ и материковыхъ образованій, которыя по фаціи своей ближе всего стоятъ къ германскому кейперу. Въ выступающихъ мѣстами песчаникахъ имѣется два горизонта съ остатками динозавровъ, среди которыхъ найдены были прѣсноводныя животныя. Лишь въ Ламарійской равнинѣ южнаго Вайоминга на основаніи этихъ болѣе или менѣе материковыхъ образованій залегаютъ морскія отложенія, которыя увеличиваются въ мощности по направленію къ сѣверу и вытѣсняютъ часть материковой фаціи. Эти слои, извѣстные, большей частью, какъ слои съ Baptanodon (Baptanodon-Beds по Marsh'y), содержатъ богатыя морскія фауны; они съ полной увѣренностью могутъ быть отнесены къ самымъ нижнимъ отложеніямъ верхней юры (мальма). Фауна находится, повидимому, въ близкомъ родствѣ съ фауной сѣвернаго юрскаго моря, отложенія, котораго извѣстны намъ изъ Англіи, Россіи и Гренландіи.

Слои съ атлантозавромъ (Atlantosaurus-Beds), какъ болѣе молодыя отложенія мальма, тянутся по восточному склону Скалистыхъ горъ, а еще болѣе молодые потомакскіе слои слѣдуютъ въ направленіи Аппалачскихъ горъ.

Такъ какъ эти породы содержатъ очень богатую фауну, то можно было бы думать, что нетрудно съ помощью растительныхъ остатковъ опредѣлить геологическій возрастъ этихъ слоевъ; но развитіе флоры въ Америкѣ совершалось, повидимому, болѣе быстрымъ темпомъ, чѣмъ въ Европѣ, и съ американскаго материка флора лишь постепенно перемѣщалась въ европейскія островныя страны.

Богатыя заросли широколистныхъ папоротниковъ, по габитусу своему напоминающихъ бананы и цѣлые лѣса цикадовыхъ покрывали, должно быть, низменность.

Въ Вайомингѣ въ отложеніяхъ древнихъ болотъ найдены были сотни Cycadella шириною до 25 сантиметровъ и длиною до 35 сантиметровъ; рядомъ съ ними встрѣчаются окремнеземненные стволы хвойныхъ деревьевъ.

Наибольшій интересъ возбуждаетъ фауна позвоночныхъ животныхъ слоевъ съ атлантозавромъ (рис. 225) мощностью около 20 метровъ; эти слои вскрываютъ передъ нами міръ организмовъ

столь своеобразнаго развитія и столь грандіозныхъ размѣровъ, что по сравненію съ ними отступаютъ на задній планъ всѣ исполинскія животныя, извѣстныя намъ изъ всей исторіи земли. У большинства родовъ заселяющихъ теперь новый материкъ динозавровъ мы на-

Рис. 225. Раскопки въ юрскихъ слояхъ Вайоминга, содержащихъ кости ископаемыхъ. (Задняя конечность Allosaurus fragilis).

ходимъ маленькую голову на большомъ туловищѣ, походку, напоминающую походку птицъ,—при помощи громадныхъ заднихъ конечностей (рис. 226), крѣпкій, высокоразвитый тазъ, полыя кости и длинный, крѣпкій хвостъ. Переднія конечности поразительно малы, часто онѣ достигаютъ лишь половины длины заднихъ конечностей, но обѣ

конечности вооружены были острыми когтями. Маленькій черепъ, часто сидящій на длинной змѣеподобной шеѣ, либо приспособленъ для питанія растительной пищей и въ этомъ случаѣ имѣетъ направленные впередъ зубы (рис. 228, 229), либо онъ снабженъ крѣпкимъ хищниче-

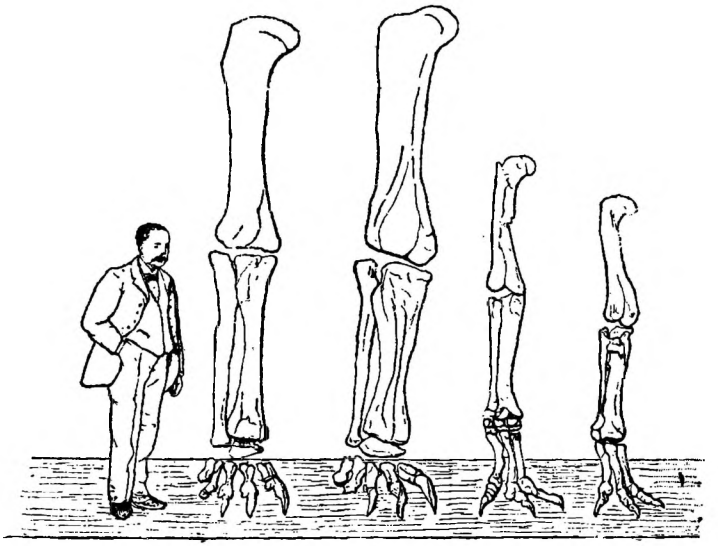


Рис. 226. Заднія конечности юрскихъ динозавровъ.

скимъ зубнымъ аппаратомъ для питанія животной пищей (рис. 227). Черепъ почти всегда имѣетъ весьма небольшую полость для мозга, но зато цереброспинальный каналъ вблизи таза столь сильно расширяется,

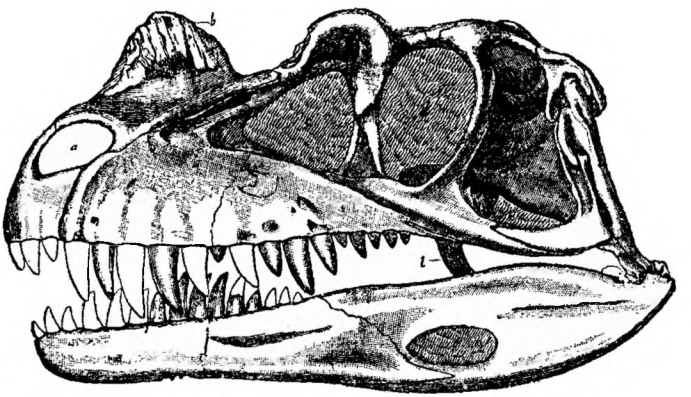


Рис. 227. Черепъ Ceratosaurus nasicornis изъ верхнеюрскихъ отложеній Колорадо. Хищникъ-динозавръ съ рогомъ на носу.

что у нѣкоторыхъ родовъ гипсовый отпечатокъ этого такъ называемаго „сакральнаго (крестцоваго) мозга“ въ двадцать разъ больше головного мозга.

Всѣ эти устройства указываютъ на то, что центръ тяжести жизненной дѣятельности этихъ животныхъ заключался въ области таза.

Такъ какъ Ceratosaurus (рис. 231) достигалъ въ длину 3 метровъ, Brontosaurus—20 метровъ (рис. 230), Atlantosaurus—30 метровъ, то даже самая крѣпкая мускулатура не была бы въ состояніи передвигать эти гигантскія тѣла, если бы всѣ кости не были полы и при большой поверхности не обладали бы незначительнымъ вѣсомъ. У цератозавра (Ceratosaurus) на носовыхъ костяхъ находился большой роговой отростокъ, у стегозавра (Stegosaurus), (рис. 232) по спинѣ тянулся гребень, поддерживавшійся костяными пластинами длиною около метра. „Камарозавръ“ (Camarosaurus) длиною въ 18 метровъ имѣлъ хвостъ длиною въ 8 метровъ, который былъ приспособленъ для плаванія, но при жизни на сушѣ былъ бы довольно нецѣлесообразенъ. Онъ жилъ, вѣроятно, въ большихъ озерахъ, питался болотными растеніями и выходилъ на сушу развѣ только для кладки яицъ, причемъ ему грозили нѣкоторыя опасности, такъ какъ по глубокимъ укусамъ на хвостовыхъ позвонкахъ можно предположить, что на берегу его подстерегалъ хищный мегалозавръ.

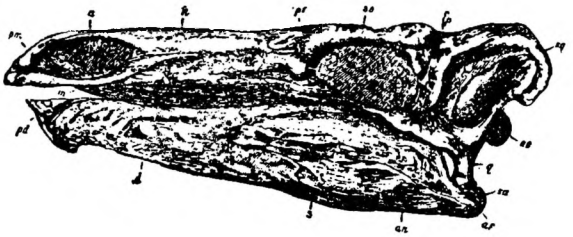


Рис. 228. Черепъ Stegosaurus stenops ($^1/_6$) изъ верхне-юрскихъ отложеній Колорадо. Травоядное животное.

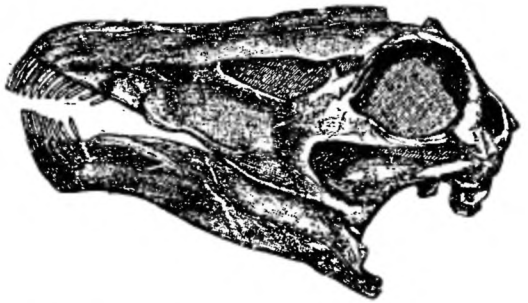


Рис. 229. Черепъ Diplodocus longus ($^1/_8$) изъ верхне-юрскихъ отложеній Колорадо. Травоядное животное.

Въ болотахъ и вблизи нихъ жили нѣкоторыя черепахи, крокодилы и ящерицы съ относительно нормальнымъ строеніемъ тѣла, а въ воздухѣ носился Pterodactylus montanus; найдены даже кости зубастой птицы величиною съ цаплю.

Своеобразную приспособленность обнаруживаетъ скелетъ[12] стройнаго, длинноногаго Ornitholestes Hermanni (рис. 233) высотою болѣе 2 метровъ. Голова, вооруженная острыми зубами, —крѣп-

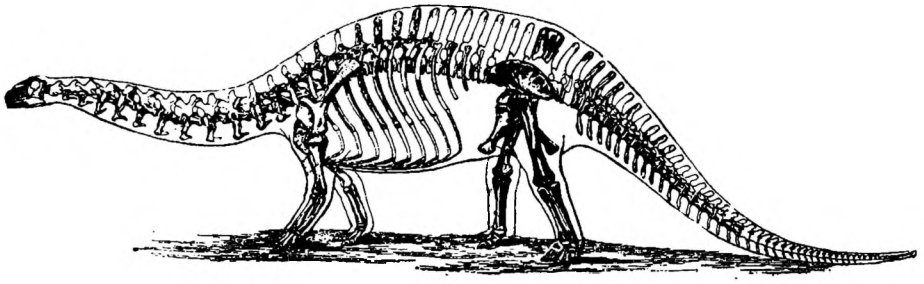


Рис. 230. Brontosaurus nasicornis. Длина животнаго 20 метровъ.

каго сложенія, а большія глазныя впадины свидѣтельствуютъ объ остромъ зрѣніи. Переднія и заднія конечности отличаются длинными узкими костями, а вытянутая кисть руки заканчивается острыми когтями. Длинный, изящный хвостъ дополняетъ образъ хищника, хорошо приспособленнаго для быстрыхъ прыжковъ и погони за добычей. И, такимъ образомъ, представляется вполнѣ обоснованнымъ предположеніе, что Ornitholestes охотился на низко-летающихъ птеродактилей и тоже несовершенно летавшихъ первобытныхъ птицъ.

Рис. 231. Ceratosaurus nasicornis, длиною въ 3 метра.

Нѣсколько сотенъ мелкихъ нижнихъ челюстей показываютъ, что и группа млекопитающихъ была представлена многочисленными формами, но со времени тріаса эти формы претерпѣли уже значительныя измѣненія, и вмѣстѣ съ острыми маленькими зубами насѣкомоядныхъ мы у Ctenacodon встрѣчаемъ уже типъ зубного аппарата грызуновъ.

Въ то время, какъ на болотистомъ материкѣ развивались динозавры, какъ неоспоримые хозяева суши, а наряду съ ними млекопитающія играли лишь жалкую роль, въ мѣловой періодъ море начало распространяться. Вскорѣ затоплены были прибрежныя равнины

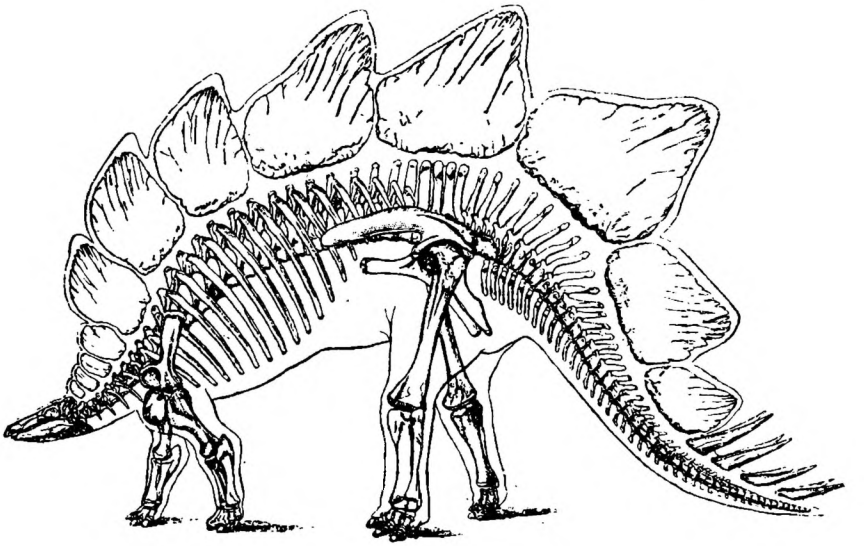


Рис. 232. Stegosaurus ungulatus изъ верхне-юрскихъ отложеній Колорадо, длиною въ 10 метровъ.

Атлантическаго и Тихаго океановъ; соленыя воды устремились въ болотистыя низменности также изъ Мексиканскаго залива. Богатыя морскія фауны извѣстны изъ нижнемѣловыхъ отложеній въ Техасѣ, Мексикѣ и Калифорніи. Большія фораминиферы (Patellina Texana), походящія на нуммулитовъ, двустворчатыя и улитки, плеченогія и иглокожія наполняютъ породы. Какъ и въ Европѣ, бросаются въ глаза толстораковинные рудисты, равно какъ крѣпкостѣнныя неринеи; вода кишмя кишитъ аустеріями, белемнитами и аммонитами. Во всѣхъ направленіяхъ плавали цѣлые рои безстебельной морской лиліи Uintacrinus (рис. 252).

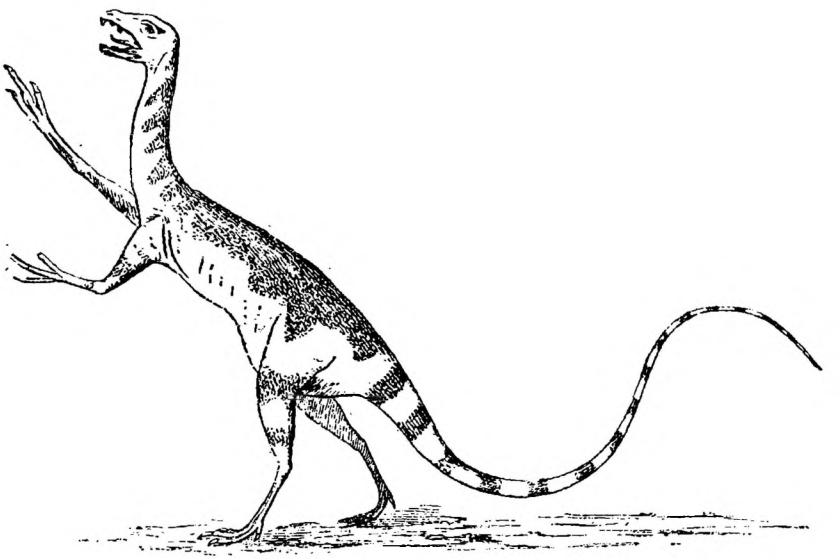


Рис. 233. Ornitholestes Hermanni.

Отложенія верхнемѣлового моря распространены въ Сѣверной Америкѣ на берегу какъ Атлантическаго, такъ и Тихаго океана. Фауна—бѣднѣе, кораллы и плеченогія встрѣчаются рѣдко, рудисты вымираютъ, но аммониты такъ хорошо сохранились, что и теперь еще можно наблюдать перламутровый блескъ ея раковины и пеструю игру ея красокъ.

Соленыя морскія воды то медленно проникали въ неглубокія дельтовыя низменности, то стремительно врывались въ материкъ, и передъ ними тяжелые обитатели суши отступали на сѣверъ. Возможно, что нѣкоторые изъ нихъ находили послѣднее убѣжище и спасеніе отъ приближающагося потопа на высокихъ и низкихъ хребтахъ горъ. Такимъ образомъ, цѣлыя фауны были изолированы и отодвинуты въ тѣсно ограниченныя области. Многія группы животныхъ погибли; другія приспособились къ новымъ условіямъ жизни, и, такимъ образомъ, теперь мы встрѣчаемъ еще болѣе своеобразныя формы изъ группы динозавровъ. Клаозавръ (Claosaurus; фиг. 234, 235) былъ травоядным животнымъ. Тѣло, длиною въ 8 метровъ, передвигалось на заднихъ конечностяхъ въ полустоящемъ положеніи. Такъ какъ въ нижнемѣловыхъ отложеніяхъ Бельгіи найденъ очень близкій родъ игуанодонъ

(Iguanodon), а въ Англіи – близко родственный морозавру (Morosaurus) родъ пеллозавръ (Pellosaurus), то напрашивается предположеніе, что вторгшееся мѣловое море побудило нѣкоторыя формы къ далекимъ переселеніямъ. Наряду съ ними мы находимъ громаднаго Triceratops (фиг. 236, 237), черепъ котораго снабженъ былъ тремя рогами, а затылочная кость продолжалась въ видѣ широкаго воротника, покрывавшаго всю шею. Страшнымъ хищникомъ, былъ Laelaps, тѣло котораго, длиною въ 7 метровъ, снабжено было громадными задними конечностями; энергичнымъ прыжкомъ этотъ хищникъ настигалъ вялыхъ травоядныхъ, огромныя туши которыхъ доставляли ему обильную пищу.

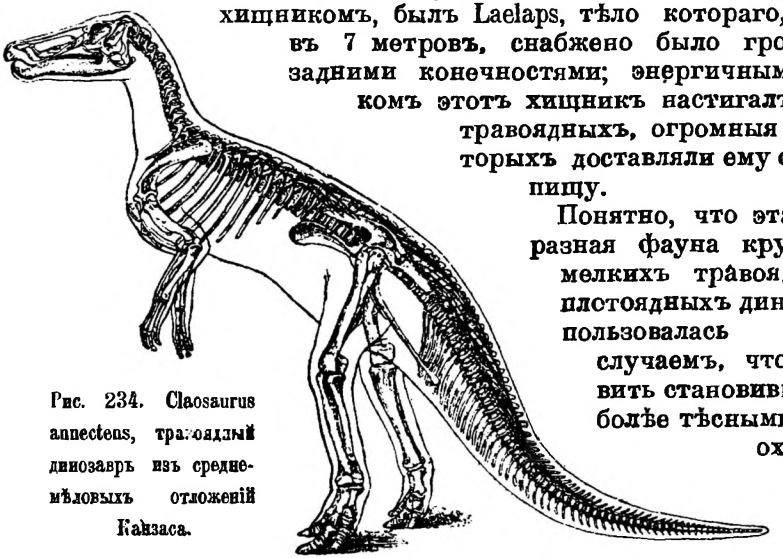


Рис. 234. Claosaurus annectens, травоядный динозавръ изъ среднемѣловыхъ отложеній Канзаса.

Понятно, что эта своеобразная фауна крупныхъ и мелкихъ травоядныхъ и плотоядныхъ динозавровъ пользовалась каждымъ случаемъ, чтобы оставить становившіяся все болѣе тѣсными области охоты американскаго континента и предпринять далекія переселенія. Въ вельдскихъ пескахъ Бельгіи и Ганновера погребено было множество исполинскихъ игуанодонтовъ (Iguanodon), въ верхнеюрскихъ отложеніяхъ Кельгейма найденъ былъ единственный экземпляръ Compsognathus, величиною съ крысу; нѣкоторые случайно заблудившіеся экземпляры американской фауны появляются даже на окраинахъ Альпъ; во время своего долгаго путешествія они пріобрѣли новые своеобразные признаки. По хорошо сохранившимся скелетамъ въ верхнемѣловыхъ отложеніяхъ Зальцкаммергута и склоновъ Альпъ близъ Вѣны удалось установить кромѣ мегалозавра, еще цѣлый рядъ своеобразныхъ родовъ.

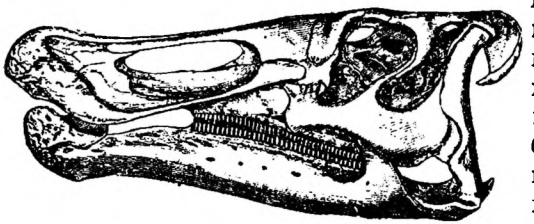


Рис. 235. Черепъ Claosaurus annectens ($^1/_6$) изъ среднемѣловыхъ отложеній Канзаса.

Весьма замѣчательно, что къ концу мѣлового періода динозавры вездѣ вымираютъ. Въ Сѣверной Америкѣ ихъ гибель по времени совпадаетъ съ крупными геологическими переворотами, и можно предположить, что въ послѣднихъ и лежитъ причина вымиранія: море внѣдряется далеко въ материкъ, и вмѣстѣ съ тѣмъ возобновляется горообразующій процессъ, воздвигающій надъ равниной цѣпь Скалистыхъ горъ. Мате-

рикъ подвергается землетрясеніямъ; конгломераты, мощностью въ 250 метровъ, свидѣтельствуютъ объ интенсивности денудаціи; повсюду проявляются вулканическія изверженія, опустошающія страну дождями пепла и потоками лавы.

Рис. 236. Черепъ Triceratops flabellatus. Самый верхній отдѣлъ мѣла Монтаны.

Одними размѣрами этихъ животныхъ невозможно объяснить ихъ гибель; въ самомъ дѣлѣ[14], за исполинскими черепахами (Protostega gigas) мѣлового періода, длиною въ 4 метра, слѣдуютъ въ третичныхъ отложеніяхъ Америки еще болѣе крупныя формы (Esposphargis Pseudo-

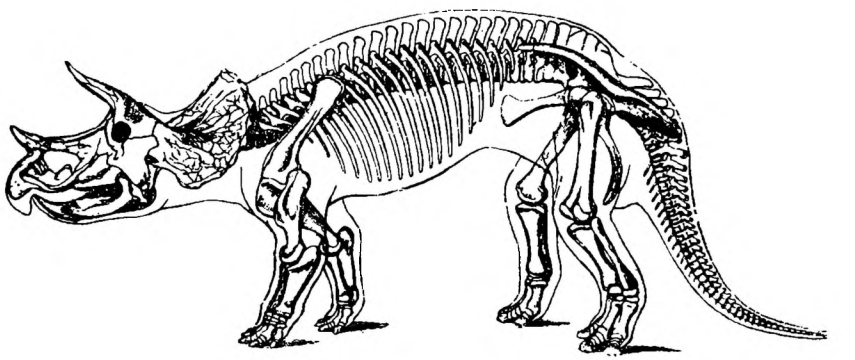


Рис. 137. Triceratops prorsus изъ верхнемѣловыхъ отложеній Монтаны, длиною въ 12 метровъ.

sphargis). Съ другой стороны, жившіе вмѣстѣ съ динозаврами крокодилы, птицы и млекопитающія значительно меньшихъ размѣровъ, не только перенесли всѣ эти геологическіе перевороты, но, благодаря имъ, достигли замѣчательнаго расцвѣта.

Извѣстную роль въ вымираніи динозавровъ играли, вѣроятно, сильная спеціализація и приспособленность къ вполнѣ опредѣленнымъ условіямъ жизни, а также продолжительное отсутствіе полового подбора, такъ какъ динозавры въ продолженіе всего мезозоя развивались непрерывно въ Сѣверной Америкѣ, не переселяясь ни въ Южную Америку, ни въ Азію, и ни съ одного изъ сосѣднихъ материковъ къ нимъ не приливалъ притокъ новой, свѣжей крови.

На страницѣ 388 мы уже говорили о томъ, что въ Европѣ во время перехода отъ тріасовой къ юрской эпохѣ одна замѣчательно спеціализировавшаяся группа пресмыкающихся научилась летать. Уже въ ретскомъ источникѣ Швабіи встрѣчаются отпечатки летательныхъ пальцевъ; остатки скелетовъ древнѣйшихъ летающихъ ящеровъ открыты также въ Южной Германіи и Англіи. Въ тонкомъ известковомъ илѣ Золенгофена хорошо сохранились многочисленные скелеты,

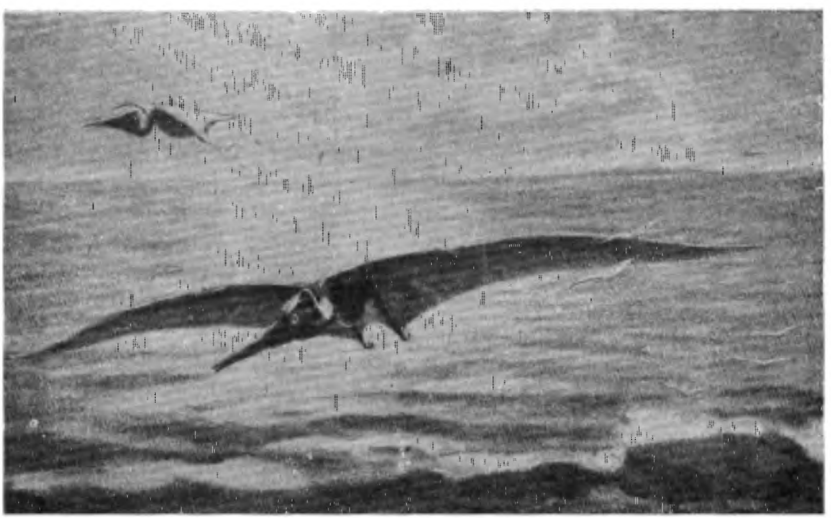


Рис. 238. Pteranodon, самое крупное летающее животное, парящее надъ мѣловымъ моремъ.

размѣры которыхъ колеблются между размѣрами чернаго дрозда и грифа. Но надъ волнами сѣверо-американскаго мѣлового моря носились пресмыкающіяся столь невѣроятныхъ размѣровъ, что въ этомъ имъ уступаетъ даже альбатросъ настоящаго времени.

Родъ Pteranodon (=Ornithostoma) найденъ въ среднемѣловыхъ отложеніяхъ Канзаса приблизительно въ 5 видахъ и 600 экземплярахъ; онъ представляетъ, пожалуй, самую своеобразную форму летающаго позвоночнаго животнаго (фиг. 238). Совершенно беззубая голова[15] имѣетъ въ длину до 76 сантиметровъ и состоитъ изъ тонкихъ, какъ бумага, костныхъ перегородокъ, которыя впередъ вытянуты въ двѣ длинныхъ острыхъ челюсти, а назадъ—въ длинный затылочный гребень. Летательная перепонка прикрѣпляется, какъ у птеродактилей, къ пятому пальцу, и размахъ крыльевъ при полетѣ достигалъ, должно быть, 6 метровъ. Задняя оконечность сильно уменьшена, и если принять вѣсъ тѣла приблизительно въ 15 килограммовъ, то туловище представляется лишь въ видѣ маленькаго мотора на гигантскомъ летатель-

номъ аппаратѣ. Представленный здѣсь рисунокъ (фиг. 239) показываетъ, какъ невеликъ даже кондоръ по сравненію съ этимъ летающимъ животнымъ. Можно думать, что Pteranodon большую часть своей жизни проводилъ въ воздухѣ, носясь надъ поверхностью моря, и лишь для кладки яицъ опускался на берегъ, гдѣ, какъ это мы видимъ въ настоящее время на птичьихъ островахъ, все новыя и новыя особи заканчивали свою жизнь, и ихъ легкія, какъ перья, кости заносились, быть можетъ, въ ближайшую морскую бухту.

Какъ бы въ подтвержденіе того, что Сѣверная Америка, какъ никакая другая страна, представляетъ въ своемъ геологическомъ развитіи всѣ возможности для дифференціаціи группы пресмыкающихся, мы видимъ, какъ рука объ руку съ наступаніемъ мѣлового моря въ

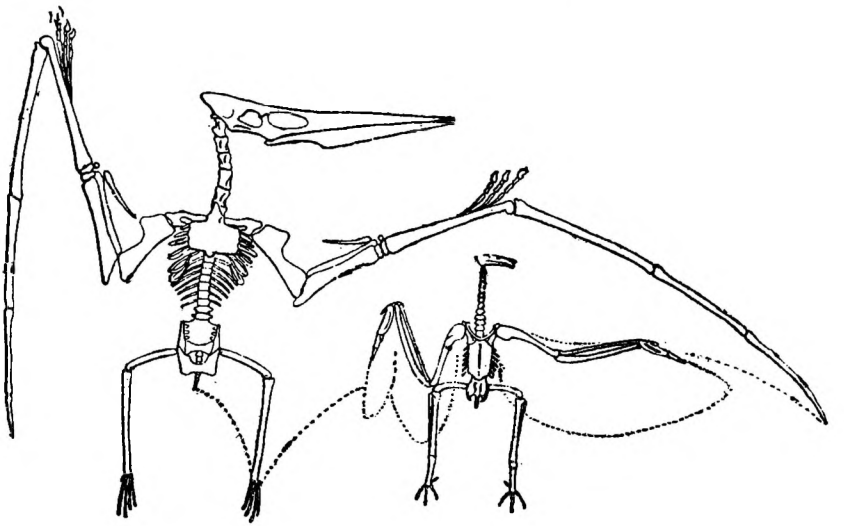


Рис. 239. Очертанія птеранодона (слѣва) и кондора (справа) въ одномъ и томъ же масштабѣ.

океанѣ возникаетъ еще новый типъ. Въ верхнемѣловыхъ отложеніяхъ Сѣверной Америки мы встрѣчаемъ большое число громадныхъ пресмыкающихся новаго типа; вытянутое тѣло и составленная изъ подвижныхъ костей голова придаютъ имъ извѣстное сходство со змѣями, такъ что часто ихъ описывали подъ названіемъ питономорфовъ (Pythonomorpha), какъ настоящихъ змѣй. Родъ Clidastes имѣлъ въ длину около 20 метровъ. До сихъ поръ извѣстно пять родовъ лишь изъ Сѣверной Америки, два рода доплывали до Англіи, Бельгіи и Германіи, а Liodon по Тихому океану достигалъ даже береговъ Новой Зеландіи. Сравнительная анатомія указываетъ этимъ исполинскимъ животнымъ мѣсто между ящерицами, съ современными же змѣями у нихъ общаго лишь то, что черепъ ихъ по своему строенію сходенъ съ черепомъ змѣй. Совершенно сохранившійся экземпляръ тилозавра[16] (Tylosaurus)[16] (фиг. 240), на которомъ можно ясно различать хрящеватыя части дыхательнаго горла и концы реберъ, а также очертаніе тѣла, обнаруживаетъ лишь незначительное сходство съ тѣломъ змѣи. Вдоль спины тянулась широкая плавниковая перепонка; большой глоточный мѣшокъ со складчатой, эластичной кожей дополнялъ легко

расширявшійся черепъ. Четыре боковыхъ плавника направлены были назадъ; длинный хвостъ согнутъ былъ въ сторону, а его крѣпкая мускулатура показываетъ, какъ быстро въ состояніи были передвигаться эти смѣлые хищники. На подобіе современныхъ китовъ, они

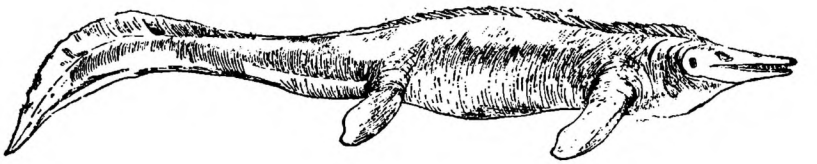


Рис. 240. Tylosaurus dyspelor, длиною въ 9 метровъ. Съ экземпляра, сохранившагося съ кожей.

цѣлыми стаями носились по морю (фиг. 241); въ музеѣ Ньюгэвна[17] (Newhavn) находятся остатки 1400 экземпляровъ этихъ животныхъ.

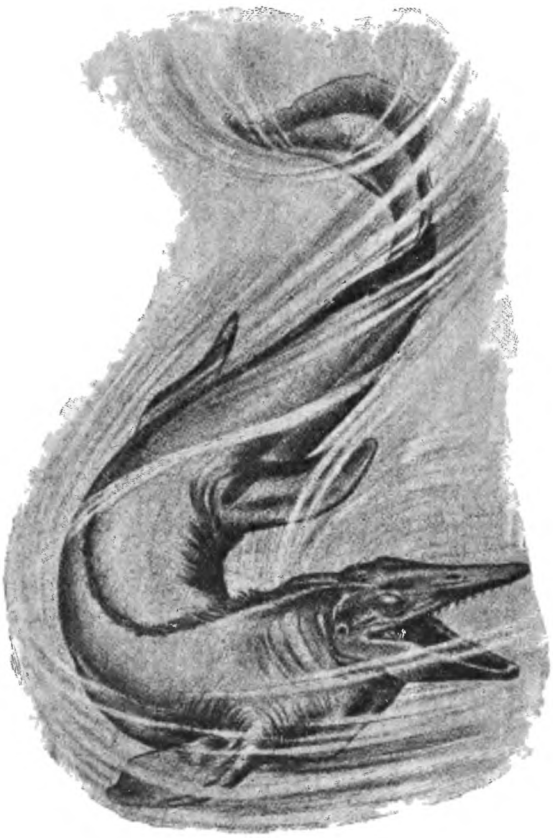


Рис. 241. Плавающій тилозавръ.

Питономорфы, какъ кажется, впервые выступили въ среднемѣловыхъ отложеніяхъ Тихаго океана[18], такъ какъ ихъ древнѣйшій представитель находился въ сеноманѣ Новой Зеландіи. Переселяясь отсюда на востокъ, они попадаютъ въ туронъ Сѣверной Америки, а въ Европѣ они появляются лишь въ сенонѣ. Ихъ быстрое развитіе и распространеніе столь же поразительны, какъ окончательное вымираніе въ началѣ третичнаго періода.

Въ то время, какъ летающіе ящеры послѣ короткаго существованія въ верхнемѣловыхъ отложеніяхъ съ сильно дифференцированными формами вымираютъ, почти одновременно классъ птицъ достигаетъ интенсивнаго расцвѣта. Весьма рельефнымъ признакомъ быстраго темпа, какимъ совершался процессъ развитія птицъ, представляется слѣдующее: тогда какъ археоптериксъ въ самыхъ верхнихъ горизонтахъ юры еще не вполнѣ освободился отъ характерныхъ особенностей пресмыкающихся, американскія птицы мѣлового періода представляютъ во всѣхъ деталяхъ закоченный типъ птицы. Можно различать около восьми родовъ съ двадцатью видами. То обстоятельство, что ихъ челюсти еще усажены зубами, не представляется столь важнымъ, если мы примемъ во вни-

маніе, что настоящіе зубы имѣются еще въ челюстяхъ современныхъ молодыхъ попугаевъ. Съ другой стороны, передняя конечность у Ichthyornis уже превратилось въ настоящее птичье крыло. Снабженные конечностями пальцы Archaeopteryx исчезли, а у Hesperornis (фиг. 242) наступило даже дальнѣйшее сокращеніе передней конечности. Простой костяной стержень вмѣсто крыла является характернымъ признакомъ типа безкрылой ныряющей птицы. Въ соотвѣтствіи съ этимъ Hesperornis не имѣетъ и киля на грудной кости, тогда какъ у Ichthyornis высокій гребень (Carina) показываетъ, что онъ могъ свободно передвигаться по воздуху посредствомъ сильно развитыхъ грудныхъ мускуловъ.

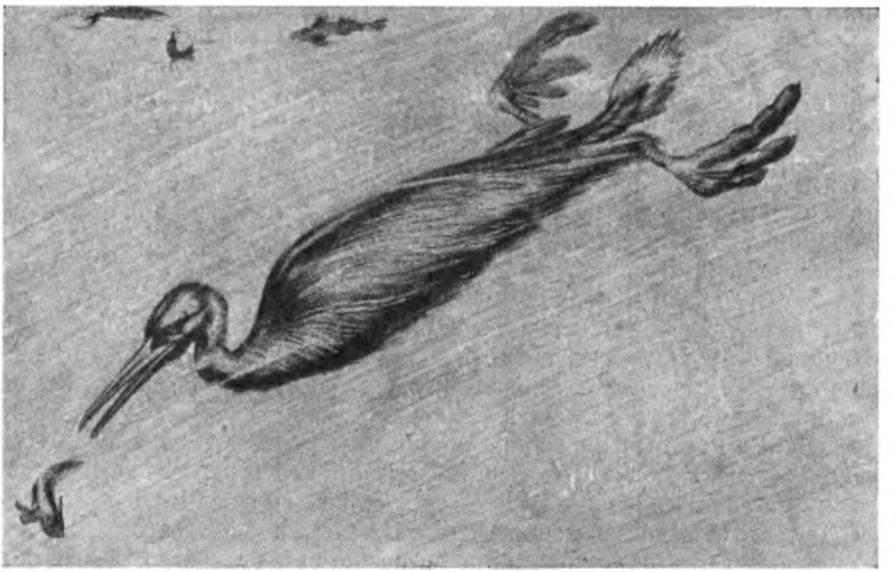


Рис. 242. Ныряющая зубастая птица (Hesperornis regalis).

Такимъ образомъ, у птицъ въ короткое время нижняго мѣла совершилось развитіе ратитъ (Ratitae) и каринатъ (Carinatae), и занимаясь сравнительнымъ изученіемъ 11.000 видовъ нынѣ живущихъ птицъ, изслѣдуя ихъ разнохарактерный образъ жизни, величину и форму, мы едва ли находимъ хотя бы одинъ признакъ, который не былъ бы вполнѣ ясно заложенъ уже у зубастыхъ птицъ среднемѣловой эпохи.

Въ продолженіе верхнемѣловой эпохи незадолго до того образовавшееся Средиземное море между Скалистыми и Аппалачскими горами запомнилось огромными массами ила и песка; большія рѣки вдвигали свои дельты въ море, и такимъ образомъ сложились различной мощности породы, обозначаемыя Ларамійскими слоями. Морскіе слои, наполненные аустеріями, переслаиваются породами, изобилующими прѣсноводными двустворчатыми. Пышная болотная флора, слѣдуя за перемѣщеніемъ береговой линіи, вторгалась въ море. Но теперь мы имѣемъ дѣло съ почти совершенно новыми циклами растительныхъ формъ, такъ какъ одновременно съ динозаврами въ Сѣверной Америкѣ развилась новая флора. За древнѣйшими тріасовыми

цикадеями съ нижнемѣловой эпохой появляются первыя цвѣтковыя растенія. Изъ потомакской формаціи было описано 75 покрытосѣмянныхъ наряду съ 90 хвойными, 22 саговыми деревьями и 140 папоротниками. Такъ какъ въ канадскихъ отложеніяхъ того же времени не найдено никакихъ скрытосѣмянныхъ, то позволительно, пожалуй, заключить, что эти растенія возникли въ болѣе или менѣе теплыхъ широтахъ и лишь постепенно могли приспособиться къ другимъ климатическимъ условіямъ. Къ эпохѣ верхняго мѣла мы встрѣчаемъ уже пальмовыя опахала діаметромъ въ 3 метра, и по жилкамъ на листьяхъ можно различать лавръ, тюльпанное дерево лиріодендронъ), коричное дерево, магнолію, тополь, березу, орѣшникъ, иву, сассафрасъ и эвкалиптъ А когда вымерли неуклюжіе исполины, бродившіе въ тѣни древнѣйшихъ пальмъ и двусѣмяннодольныхъ растеній, новая флора начала свое побѣдоносное шествіе по всей землѣ. Быстро возникали характерныя ассоціаціи растеній, которыя теперь еще покрываютъ землю зелеными коврами и пестрыми цвѣтами. Богатыя дождями тропическія области покрылись первобытными лѣсами; пальмовыя рощи опоясали богатую солью прибрежную область, травы и луковичныя растенія проникли въ сухія степи, на плоскогорьяхъ появились зеленый дернъ и травы съ пестрыми цвѣтами, и вмѣстѣ съ ними повсюду появился новый міръ ползающихъ, бѣгающихъ, роющихся, жалящихъ и порхающихъ насѣкомыхъ.

Нѣкогда карбонныя водяныя растенія вышли изъ моря и, проходя черезъ прибрежную область, образовали цѣнныя залежи каменнаго угля. Теперь материковая флора вторглась обратно въ часто затопляемыя моремъ болота прибрежной области, и здѣсь снова образованы были мощныя залежи ископаемыхъ углей. А въ первобытныхъ лѣсахъ, покрывшихъ поднимающіяся цѣпи Скалистыхъ горъ, въ холмистой мѣстности, расположились у подошвы этихъ горъ, и на равнинахъ, осушенныхъ вслѣдствіе отступанія моря, — во всѣхъ этихъ мѣстахъ послѣ вымиранія опасныхъ динозавровъ все было подготовлено къ тому, чтобы полныя жизненной энергіи млекопитающія, которыя до того вели лишь жалкое существованіе, встрѣчая препятствія на пути своего развитія, получили возможность неожиданнаго расцвѣта, обусловленнаго обширностью пространства и разнообразіемъ условій.

26. Мѣловой періодъ и великое вымираніе.

Во время юрскаго періода Средиземное опоясывающее море между Евразіей и Африкой сильно сузилось. Съ сѣвера выдвинулись большія дельты вельдской формаціи, и гдѣ незадолго до того еще процвѣтала пестрая жизнь коралловъ, тамъ теперь по болотистымъ лѣсамъ бродили исполины игуанодонты (Iguanodon). Такимъ образомъ, большая часть сѣверной Европы превратились въ сушу. Материковыя отложенія надвигались также съ юга на сѣверъ — изъ Судана и южной Сахары. Чрезвычайныя толщи песчаниковъ (частью нубійскій песчаникъ) отлагались въ африканской пустынѣ и терялись въ Египтѣ, Триполи и Алжирѣ среди богатыхъ окаменѣлостями слоевъ Средиземнаго моря.

Большая французская экспедиція въ Сахару доставила чрезвычайно интересные матеріалы по вопросу о геологическомъ прошломъ

сѣверной Африки: у Джуа (Djua) морскія среднемѣловыя отложенія, толстораковинныя аустеріи (Exogyra Obervegi и др.), которыя свидѣтельствуютъ о вторженіи мелководнаго моря, покрываютъ свиту слоевъ красныхъ и зеленыхъ мергелей, въ которыхъ гипсовыя залежи — характерны для испаряющихся озерныхъ бассейновъ, а многочисленные зубы Ceratodus africanus и Ceratodus minutus свидѣтельствуютъ о періодическихъ рѣкахъ пустыни.

Но вскорѣ море снова начинаетъ наступать на сѣверъ и на югъ, и среднемѣловая эпоха, такъ называемый сеноманъ, отличается тѣмъ, что теперь море опять доходитъ до Даніи, Восточной Пруссіи и Казани, такъ что сушу представляютъ только Шотландія, Скандинавія и Сѣверная Россія. Море вторгается и на югъ, въ самое сердце Сахары, проникаетъ далеко въ центральную часть Азіи, а также на западное полушаріе, гдѣ она затопляетъ растительную часть Сѣверной и Южной Америки. О грандіозности этой *сеноманской трансгрессіи* можно судить по тому, что энергичное вторженіе мѣлового моря наблюдается также южнѣе экватора, на берегахъ Южной Америки, Африки и Австраліи.

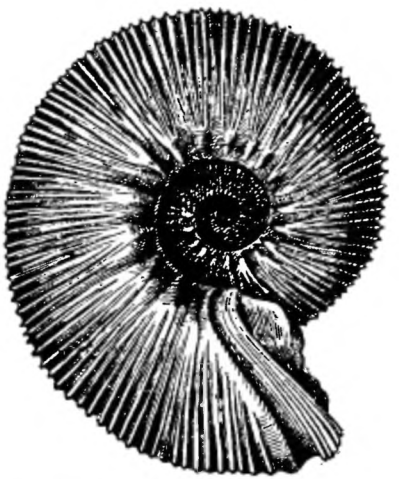


Рис. 243. Olcostephanus Astierianus изъ нижнемѣловыхъ отложеній Франціи.

Это выступаніе мірового моря за границы всѣхъ континентовъ, его вторженіе во всѣ низменности и депрессіонныя области мы склонны объяснить предположеніемъ, что *въ глубоководныхъ частяхъ моря происходили поднятія дна въ видѣ плоскихъ сводовъ*, вслѣдствіе чего вода вынуждена была выйти изъ своихъ береговъ.

Во время нижнемѣловой эпохи сѣверная Европа представляла сушу, и когда море снова завладѣло этой областью, вмѣстѣ съ его волнами вторглась фауна, которая, будучи отдѣлена отъ юрскаго животнаго міра долгимъ промежуткомъ времени, развила новые циклы формъ, и потому ее легко отличить отъ юрской фауны. Теперь въ сѣверной Европѣ, наряду съ образованіемъ многихъ другихъ породъ, особеннаго развитія достигаютъ два типа породъ: зеленый (зеленый песокъ южной Германіи и Вестфаліи) или желтый (квадровый песчаникъ Саксоніи и Богеміи) *песчаникъ* и бѣлый, легко растираемый известнякъ, *пишущій мѣлъ*, поднимающійся изъ моря высокими, скалистыми стѣнами, на берегахъ Рюгена, сѣверной Франціи, Англіи и Даніи; хотя эта порода образована была лишь въ послѣдній отдѣлъ мѣловой эпохи, весь періодъ получилъ названіе „мѣлового“.

Продолжительный мѣловой періодъ расчлененъ на пять отдѣловъ

5) Сенонъ.
4) Туронъ.
3) Сеноманъ.
2) Гольтъ.
1) Неокомъ.

Каждый изъ этихъ отдѣлъ легко можно охарактеризовать свойственной ему морской фауной, и въ то же время переходными фаунами онъ связанъ съ сосѣдними слоями. На берегахъ трансгрессирующаго моря мы находимъ своеобразныя мѣстныя фауны, которыя характеризуются то богатымъ развитіемъ бентонныхъ двустворчатыхъ улитокъ и иглокожихъ, то скопленіями легко подвижныхъ раковъ и рыбъ или долго носившимися по водѣ пустыми раковинами аммонитовъ.

Рис. 244. Cochloceres Fischeri. Улиткообразно завитая аммонитовая раковина ($^3/_1$). Изъ альпійскаго тріаса Гальштата.

Для уразумѣнія всего періода важно строго различать между сѣверо-европейскими и южно-европейскими условіями.

На сѣверѣ Европы морской мальмъ отдѣленъ отъ морского сеномана материковымъ эпизодомъ. На югѣ же при непрерывномъ господствѣ моря формы животнаго міра превращались медленно и постепенно. Пока господствовало мнѣніе, что граница между двумя геологическими періодами рѣзко раздѣляетъ двѣ кореннымъ образомъ различающіяся между собою фауны, до тѣхъ поръ сѣверогерманскія условія лучше всего отвѣчали этимъ условіямъ. Но по мѣрѣ того, какъ научились мыслить исторически и проникліись идеей развитія, все большее значеніе пріобрѣтали разрѣзы юга Европы съ ихъ трудно различимыми переходными фаунами.

Море, бушевавшее въ области современныхъ Альпъ, часто открываетъ намъ возможность прослѣдить міръ организмовъ верхней юры въ переходныхъ образованіяхъ, такъ называемыхъ *титонскихъ* отложеній, во Франціи подобныя фауны названы по имени знаменитаго мѣстонахожденія у *Берріаса*.

Рис. 245. Turrilites catenatus изъ мѣловыхъ отложеній Франціи.

Но и во многихъ другихъ мѣстахъ мы имѣемъ возможность убѣдиться въ томъ, какъ юрскія фауны медленно исчезаютъ, и постепенно появляются новые типы мѣлового періода.

Наиболѣе важное значеніе для сужденія объ этомъ измѣненіи міра морскихъ организмовъ имѣютъ *аммониты*. Съ наступленіемъ мѣлового періода мы наблюдаемъ не столько появленіе новыхъ семействъ, сколько своеобразное измѣненіе формы раковины. Начиная съ силура, намъ извѣстны многокамерныя раковины головоногихъ: наутилидъ, гоніатитовъ и клименій описано болѣе 6000 видовъ; всѣ они завиты въ одной плоскости Раковины могутъ имѣть въ діаметрѣ одинъ миллиметръ или одинъ метръ; онѣ могутъ быть гладкими, ребристыми (фиг. 245) или украшенными шипами и узлами; раковины могутъ быть *эволютными*, въ которыхъ всѣ обороты прилегаютъ другъ къ другу, или *инволютными*, гдѣ расширяющійся послѣдній оборотъ скрываетъ всѣ остальные; устье раковины можетъ быть прямо срѣзано или вытянуто въ лопастные отростки и уши; ея сѣченіе можетъ представлять узкую щель или широкій эллипсъ; швъ перегородки можетъ представлять только волокнистую, сложную или мелко зазубренную лопастную линію. Но во всѣхъ этихъ случаяхъ мы

видимъ, какъ общій законъ, что раковина завита въ одной плоскости. Кажется странной аномаліей, что завитки силурійскаго Trochoceras нѣсколько выступаютъ изъ плоскости, что альпійскомъ тріасѣ раковина маленькаго Rhabdoceras представляетъ прямой стержень, а Cochloceras представляетъ небольшую улиткообразно завитую спираль; странной аномаліей кажется также то, что отдѣльные виды и разновидности построены нѣсколько несимметрично, такъ что серединный разрѣзъ дѣлитъ раковину на двѣ не вполнѣ равныхъ между собою половины. Зато мы не должны упускать изъ виду, что многія тысячи видовъ улитокъ имѣютъ раковину, завитую въ одной плоскости. Еще болѣе поразительно это правило сказывается на аммонитахъ.

Рис. 246. Schlönbachia crisiata изъ нижнемѣловыхъ отложеній Франціи.

И эта особенность, которая была столь характернымъ и неизмѣннымъ признакомъ группы аммонитовъ, особенность, при наличности которой группа достигла столь высокаго расцвѣта и добилась неоспоримаго господства среди морскихъ животныхъ,—особенность эта теперь исчезаетъ. Возникаютъ такъ называемыя побочныя формы аммонитовъ, раковины которыхъ шестовидно вытянуты (Baculites), развиты на подобіе башенъ (Turrulites) (фиг. 245), изогнуты въ видѣ колѣна (Scaphites) или состоятъ изъ несоприкасающихся между собою оборотовъ (Ancyloceras) (фиг. 247); эти раковины, въ большинствѣ случаевъ, богато украшены шипами, а также ребрами, и, повидимому, совершенно не считаются съ тѣми правилами, которыя до сихъ поръ господствовали надъ группой.

Эти столь замѣчательно видоизмѣненныя побочныя формы отнюдь не соотвѣтствуютъ одному какому-нибудь естественному семейству, заключенному въ вполнѣ опредѣленныя границы: разнообразно построенныя лопастныя линіи, показываютъ, что уклоняющіеся формы создаются самыми различными естественными циклами формъ, какъ бы охваченными какой-то болѣзнью.

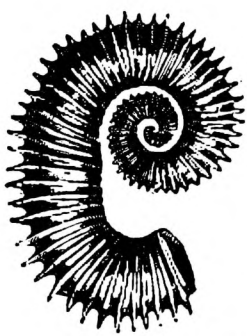


Рис. 247. Ancyloceras Puzosia nin. Нижнемѣловыя отложенія французскихъ Альпъ.

Такимъ образомъ, въ основѣ этихъ измѣненій должна лежать общая причина. Такъ какъ появленіе побочныхъ формъ совпадаетъ съ вымираніемъ всей группы аммонитовъ, то побочныя формы правильно названы старческой аномаліей. Не въ томъ смыслѣ, что онѣ указываютъ на старческій возрастъ отдѣльной особи, такъ какъ побочныя формы во время длиннаго мѣлового періода часто размножаются съ поразительной быстротой, и дряхлѣющая вѣтвь подчасъ даетъ начало новымъ мелкимъ вѣточкамъ. Названіе старческой аномаліи справедливо въ томъ смыслѣ, что приходила къ концу жизненная энергія группы въ цѣломъ, и что группа медленно подвигается навстрѣчу смерти.

Рядомъ со многими мелкими формами аммонитовъ, находимыми въ верхнемѣловыхъ отложеніяхъ, особенный интересъ представляетъ исполинскій родъ Pachydiscus. Этихъ громадныхъ раковинъ описано

около двадцати видовъ изъ Италіи, Швейцаріи, Германіи, Франціи, Англіи, Пиренеевъ, восточныхъ Альпъ, Карпатъ, Кавказа, изъ Индіи, Японіи, сѣверной Африки, Калифорніи и Ванкувера. Отдѣльные экземпляры достигали двухъ метровъ въ діаметрѣ. Мы можемъ видѣть въ нихъ отшельниковъ, которые еще въ концѣ мѣлового періода, ютясь въ закрытыхъ бухтахъ, питались вымирающими животными, обреченными на гибель при отступаніи мѣлового моря. Что этотъ исполинскій ростъ вызванъ былъ какими-нибудь общими причинами, объ этомъ можно судить по экземплярамъ сѣверо-американскихъ скафитовъ, которые тоже достигали 180 сантиметровъ въ діаметрѣ.

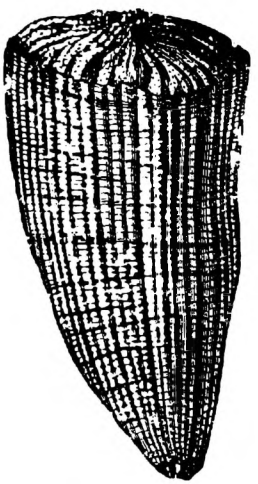


Рис. 248. Biradiolites corupastoris ($^1/_4$). Изъ среднемѣловыхъ отложеній Франціи. Правая створка раковины развилась въ продольно ребристый рогъ, который будучи прикрѣпленъ къ морскому дну, закрывался лѣвой створкой, имѣющей видъ плоск. крышки.

Вымираніе аммонитовъ послѣдовало, естественно, не внезапно, не катастрофически: въ одномъ мѣстѣ это случилось раньше, въ другомъ—позже, и если въ Европѣ ихъ смертный приговоръ былъ подписанъ къ концу третичнаго періода, то на берегу Тихаго океана они жили, повидимому, до эоцена.

Б е л е м н и т ы раздѣляютъ судьбу аммонитовъ. Хотя они появились въ тріасовую эпоху гораздо позднѣе послѣднихъ, они, однако, повсюду вымерли въ верхнемъ мѣлу и лишь отдѣльные реликтовые экземляры находятся еще въ древнѣйшихъ третичныхъ слояхъ.

Замѣчательно, что вмѣстѣ съ удивительными побочными формами аммонитовъ и группа д в у с т в о р ч а т ы х ъ породила своеобразные типы. Несмотря на все разнообразіе въ величинѣ, формѣ и украшеніяхъ, двустворчатыя, начиная съ силура и кончая верхней юрой, не измѣнили основной формы своей раковины. Правда, на аустеріяхъ и другихъ прикрѣпленныхъ къ морскому дну родахъ можно прослѣдить, какъ обѣ створки становятся неравными между собою такимъ образомъ, что нижняя створка принимаетъ видъ глубокой чашки, прикрываемой другой створкой, имѣющей форму небольшой крышки. Уже на коралловыхъ рифахъ мальма у рода Diceras (рис. 212), такъ называемыя, макушки, то-есть рогообразно изогнутые, выступающіе изъ раковины остатки самыхъ старыхъ частей ея, достигаютъ значительнаго развитія. Но теперь это свойство пріобрѣтаетъ особенно важное значеніе. На берегу южнаго опоясывающаго моря отъ Индіи черезъ Малую Азію, Южную Европу, Алжиръ до Мексики въ нижнемѣловыхъ, среднемѣловыхъ и верхнемѣловыхъ отложеніяхъ среди богатой морской фауны съ постоянно обособляющимися формами все увеличивающихся размѣровъ появляются исполинскіе роды двустворчатыхъ, которые по строенію своихъ зубовъ принадлежатъ къ совершенно различнымъ семействамъ, но всѣ, безъ исключенія, отличаются чрезвычайно толстыми раковинами, сильной ассимметріей обѣихъ створокъ и мощно развитой областью макушекъ. Въ этомъ отношеніи особеннаго вниманія заслуживаютъ въ нижнемѣловыхъ отложеніяхъ родъ Requienia, позднѣе Caprotina, а въ верхнемѣловыхъ отложеніяхъ—Radiolites (рис. 248)

и Hippurites (въ Азіи и Европѣ) и сходный съ нимъ родъ Barretta (въ Центральной Америкѣ), которые объединяютъ подъ общимъ названіемъ рудистовъ. Нижняя, приросшая створка превратилась въ большой толстостѣнный бокалъ, внутри котораго осталось лишь немного мѣста для моллюска. Круглая крышечная створка захватываетъ бокаловидную створку длинными крѣпкими зубами, съ помощью которыхъ она могла подниматься и опускаться. Плотно скучившись, подобно свекловицѣ въ полѣ, стоятъ рудисты въ известковыхъ банкахъ и, хотя и не образуютъ рифовъ въ собственномъ смыслѣ слова, все-же, играютъ весьма видную роль, какъ породообразующіе элементы. Они часто окаймляютъ берегъ моря на подобіе частокола Между ними ползали въ различныхъ направленіяхъ исполинскіе нериней и другія толстостѣнныя улитки, Actaeonella, (рис. 249); обиліе коралловъ свидѣтельствуетъ о теплой водѣ, а прослой каменнаго угля, наземныя растенія и кости динозавровъ—о близости материка.

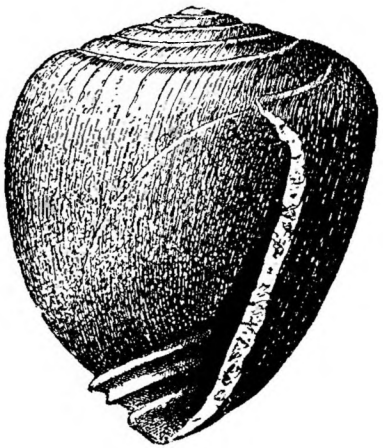


Рис. 249. Actaeonella gigantea изъ верхнемѣловыхъ отложеній Нижней Австріи Литоральная улитка съ сильно утолщенной раковиной, жившая между рудистами.

Въ то время, какъ рудисты украшали въ особенности южный берегъ мірового моря, въ литоральныхъ водахъ средней Европы группа двустворчатыхъ достигла еще другого, удивительнаго расцвѣта. Въ каждой нормальной двустворчатой раковинѣ мы легко распознаемъ три различныхъ слоя: снаружи роговой эпидермисъ, содержащій красящее вещество пестро окрашенныхъ раковинъ; за нимъ—призматическій слой, состоящій изъ многочисленныхъ тонкихъ столбиковъ, и, наконецъ, внутри — фарфоровидный или иризирующій перламутровый слой. Но нѣкоторыя двустворчатыя бракическихъ водъ, какъ Mytilus и Pinna, обладаютъ раковиной, состоящей преимущественно изъ слоя эпидермиса и призматическаго слоя, а въ сѣверогерманскихъ мѣловыхъ отложніяхъ и сосѣднихъ областяхъ выступаетъ[1] родъ Inoceramus (рис. 250), раковина котораго образована почти исключительно изъ призматическаго слоя. Нѣкоторые виды этого рода жили[2] среди богатой формами морской фауны, но другія формы проникли отсюда далеко въ бракическія прибрежныя воды, тамъ онѣ претерпѣвали весьма сильныя измѣненія и часто образовывали замѣчательныя руководящія окаменѣлости, съ помощью которыхъ возможно точное расчлененіе породъ, въ литологическомъ отношеніи весьма сходнымъ между собою. Эти формы такъ легко приспособлялись къ новымъ условіямъ жизни и настолько быстро размножались, что ихъ родъ вскорѣ распростра-

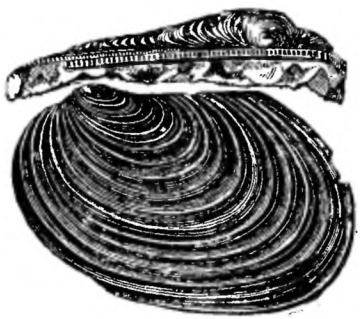


Рис. 250. Inoceramus Cripsii ($^1/_2$). Верхнемѣловыя отложенія Альпъ.

нился[3] по всей землѣ; онъ образуетъ руководящіе виды въ Гренландіи и южной Патагоніи, на Сахалинѣ, въ Японіи, а также въ южной Индіи, въ Палестинѣ, въ южной Африкѣ и въ Техасѣ.

Мы должны вспомнить, что море верхнемѣловой эпохи наступало на всѣ области. но снова отступало назадъ въ виду интенсивнаго образованія отложеній, мы должны, далѣе, имѣть въ виду, что еще въ началѣ третичнаго періода на всей землѣ господствовалъ равномѣрный климатъ, и только принимая все это во вниманіе, мы поймемъ космополитическое распространеніе рода Inoceramus. Въ сѣверной Германіи въ отложеніяхъ гольта родъ встрѣчается лишь рѣдко, затѣмъ въ туронѣ онъ очень богатъ формами, а сенонскій видъ Inoceramus Cripsii, богатыя формами раковины котораго опи-

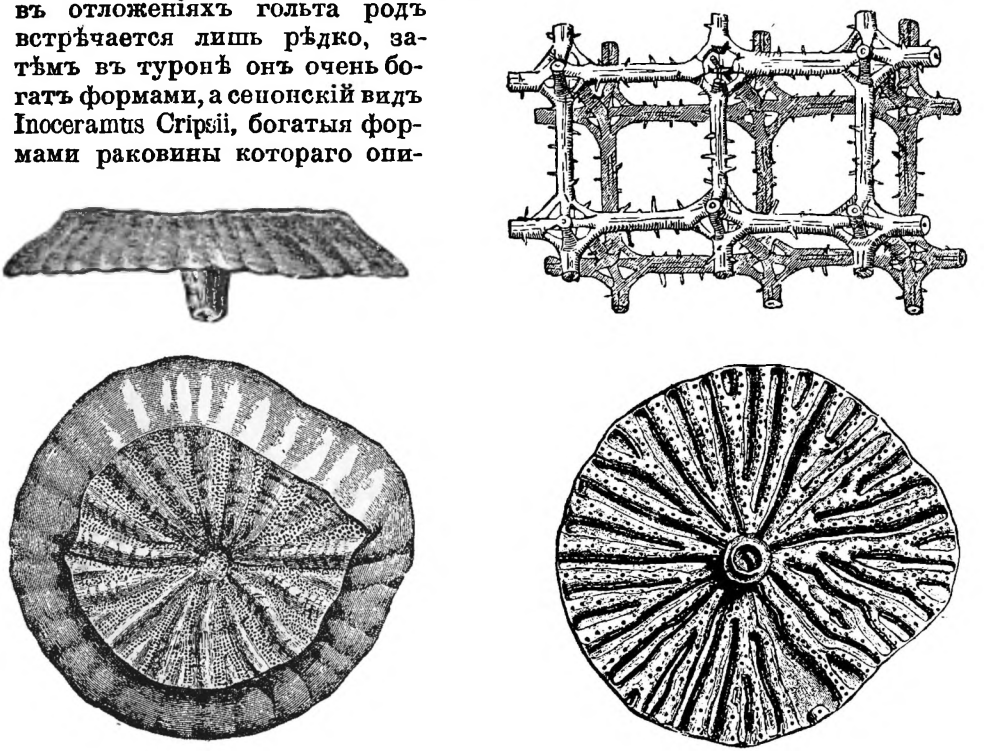


Рис. 251. Coeloptychium agaricoides изъ верхнемѣловыхъ отложеній Брауншвейга. На лѣвой сторонѣ—видъ сбоку, на правой изображенъ скелетъ изъ иглъ въ сильно увеличенномъ видѣ, на лѣвой сторонѣ—видъ сверху, на правой—видъ снизу.

саны, впрочемъ[4], подъ 17 различными названіями, образуетъ конечный пунктъ этого развитія. Въ Зальцкаммергутѣ раковины Inoceramus достигаютъ въ діаметрѣ 1 метра, тогда какъ саксонскія и сѣверо-германскіе виды, въ большинствѣ случаевъ, величиною лишь съ ладонь. Родъ Inoceramus легко распознать въ любомъ обломкѣ, благодаря волокнисто-призматической структурѣ, и повсюду является для геолога весьма желаннымъ вспомогательнымъ средствомъ для отграниченія отложеній верхнемѣловой эпохи отъ висячихъ слоевъ третичнаго періода.

Разсматривая извѣстную въ тысячахъ видовъ и родовъ и во многихъ мѣстонахожденіяхъ прекрасно сохранившуюся фауну мѣлового моря, какъ одно цѣлое, мы убѣждаемся въ томъ, что ея творческая сила, по сравненію съ фаунами другихъ періодовъ, неве-

лика. Дегенерировавшіе (выродившіеся) аммониты, двустворчатыя, столь сильно измѣнившіяся вслѣдствіе чрезмѣрнаго роста и стремящіяся навстрѣчу смерти, не должны ввести насъ въ заблужденіе при оцѣнкѣ развитія мѣловой фауны: мы не можемъ не согласиться съ тѣмъ, что циклы формъ мезозойской фауны, которые въ третичный періодъ обнаруживаютъ столь сильныя измѣненія и превращенія,—что на протяженіи юрскаго и мѣлового періодовъ эти циклы претерпѣваютъ лишь второстепенныя измѣненія, что, хотя и возникаютъ новые роды и виды, пріобрѣтающіе большое значеніе, какъ руководящія формы, тѣмъ не менѣе, развитіе фауны не пошло новыми путями. Не трудно перечислить немногія исключенія.

Среди морскихъ губокъ выдѣляется своей изящной формой родъ Coeloptychium (рис. 251). На стеблѣ, иногда поломъ, покоится дискообразное тѣло губки на подобіе доски столика съ косо срѣзанными краями. Верхняя сторона покрыта поверхностнымъ слоемъ, раздѣленнымъ на радіальныя поля; нижняя сторона обнаруживаетъ глубокія складки, на гребняхъ которыхъ расположены рядами выводныя отверстія системы каналовъ. Шестилучевыя кремневыя иглы, сросшіяся въ квадратное сѣтчатое образованіе, какъ выясняется при микроскопическомъ изслѣдованіи, въ пунктахъ перекрещиванія—полы и вездѣ усажены нѣжными шипами.

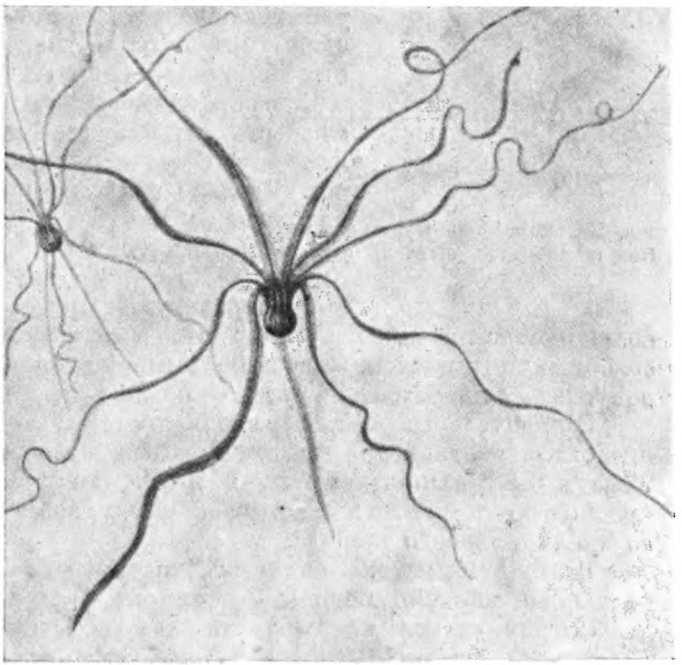


Рис. 252. Uintacrinus Socialis. Свободно плавающая морская лилія. Мѣловыя отложенія Канзаса.

Кораллы, игравшіе въ тріасовый и юрскій періоды столь крупную роль, какъ рифообразователи, теперь имѣютъ уже меньшее значеніе; все-же во Франціи, въ Крыму и въ Мексикѣ можно еще обнаружить рифы.

Среди морскихъ ежей чрезвычайно возрастаетъ число неправильныхъ сердцевидныхъ ежей; среди морскихъ лилій особеннаго вниманія заслуживаютъ роды Uintacrinus и Marsupites. Они были безъ стеблей, а ихъ тѣло, величиною отъ орѣха до яблока, плавало въ водѣ, вѣроятно, на подобіе нектонныхъ организмовъ, посредствомъ длинныхъ перистыхъ рукъ. Родъ Marsupites жилъ въ Англіи, Германіи и южной

Индіи; зато родъ Uintacrinus (рис. 252) встрѣчается въ изобиліи въ верхнемѣловыхъ отложеніяхъ Канзаса. Особенно достойно вниманія то, что у Элькадора въ слоѣ известняка, мощностью всего въ 10 сантиметровъ, эта замѣчательная окаменѣлость встрѣчается цѣлыми обществами. Одна только экспедиція привезла оттуда болѣе 1200 экземпляровъ. На плитѣ площадью въ три квадратныхъ метра расположено было 220 экземпляровъ, которые такъ густо переплелись своими длинными руками, что образовали большой полый пузырь. Можно предположить, что такимъ образомъ отдѣльныя особи ко времени половой зрѣлости приходили въ тѣсное соприкосновеніе между собою и, можетъ быть, сообща ухаживали за молодымъ поколѣніемъ[5].

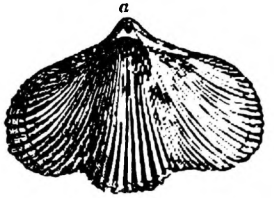


Рис. 253. Rhynchonella vespertilio изъ мѣловыхъ отложеній Франціи.

Плеченогія (рис. 253), двустворчатыя и улитки обнаруживаютъ, поскольку это еще не было упомянуто, большое сходство съ соотвѣтствующими юрскими формами.

Большія измѣненія произошли въ продолженіе мѣлового періода въ фаунѣ рыбъ: изъ моря медленно исчезаютъ ганоидныя рыбы (эмалевочешуйчатыя), до того времени жившія исключительно въ морѣ, и замѣщаются костистыми рыбами, число которыхъ непрерывно возрастаетъ. Изъ 40 нынѣ живущихъ семействъ 16 были представлены уже въ мѣловомъ морѣ; большинство же другихъ семействъ выступаетъ въ эоценѣ со столь совершенно выраженными семейными признаками, что мы должны допустить существованіе ихъ предковъ и въ мѣловой періодъ.

Удивительныя преобразованія претерпѣваютъ и селахіи, и если предокъ извѣстной пилы-рыбы, Propristis Schweinfurthi, въ эоценѣ Египта имѣетъ пилу длиною уже въ 2 метра, то этотъ фактъ позволяетъ предположить, что это своеобразное удлиненіе рыла намѣтилось уже во время мѣлового періода.

Изъ крупныхъ позвоночныхъ животныхъ въ морѣ жили еще многочисленные морскіе драконы. Въ Европѣ, Остъ-Индіи и Австраліи найдены огромные ихтіозавры, тогда какъ родъ Cimoliosaurus въ Германіи, Швейцаріи, Англіи, Россіи, Сѣверной Америкѣ, Новой Зеландіи, Австраліи и Чили является послѣднимъ представителемъ плезіозавровъ. Крокодилы и черепахи переживали еще эпоху богатаго расцвѣта; въ Англіи жили большія ящерицы, вооруженныя своеобразными шипами; чудовищные питономорфы совершали смѣлые набѣги, а надъ поверхностью американскаго мѣлового моря носился исполинскій Pteranodon, послѣдній представитель летающихъ ящеровъ.

Условія, при которыхъ совершился захватъ материка сеноманскимъ моремъ, можно во многихъ случаяхъ изучить на превосходныхъ обнаженіяхъ. Въ Саксоніи[6] море покрыло сильно денудированную систему складчатыхъ горъ, въ основаніи которой залегали древніе сланцы, каменноугольные сіениты и пермскіе порфиры. Мы видимъ, какъ глубоко вырытыя водоворотами впадины и узкіе каналы заполнены округленными и окатанными валунами, а также богатымъ окаменѣлостями раковиннымъ пескомъ мѣлового моря. Выше залегаютъ песчаниковая горная система изъ Саксонской Швейцаріи, продолжающаяся на югъ въ богемскую квадровую горную систему. Мощныя, процессами вы-

вѣтриванія и денудаціи разложенныя на столь живописныя группы скалъ, песчаниковыя толщи раздѣляются известково-глинистыми прослоями (пленеры) на отдѣльные ярусы; окаменѣлости встрѣчаются рѣдко, и нетрудно понять, что болѣе или менѣе богатая животная жизнь могла развиться лишь въ немногихъ мѣстахъ песчаной дельты. Несмотря на это, на основаніи руководящихъ окаменѣлостей удалось показать, что квадровые песчаники проходятъ черезъ все время сеномана и турона. Въ графствѣ Глатцъ эта фауна доходитъ включительно до сенона.

Хотя въ южной Индіи мѣловое море совершило лишь относительно небольшой набѣгъ на материкъ и образовало здѣсь богатые кораллами известняки, все-же, у Тричинополи (Trichinopoli) мы находимъ тѣ же условія залеганія, что въ Саксоніи. И здѣсь море затопило собранные въ складки гнейсы и граниты. Море вымыло въ основаніи различной формы полости и углубленія, а разсѣянные въ ослѣпительно бѣломъ или испещренномъ красными пятнами латерита известнякѣ окатанные валуны покрыты еще аустеріями (устрицами) мѣловой эпохи. Изъ 109 видовъ аммонитовъ Утатуровой формаціи (сеноманъ) извѣстны въ Европѣ 27 видовъ, изъ которыхъ 9 являются руководящими окаменѣлостями гольта, а 3 вида—неокома. Въ слѣдующемъ отдѣлѣ среди 23 видовъ головоногихъ встрѣчается лишь 4 европейскихъ вида. Висячіе аріалурскіе слои, которые сравниваютъ съ сеноном, содержатъ два вида головоногихъ изъ европейскаго гольта и нѣкоторыя формы среднемѣловыхъ отложеній.

Такимъ образомъ, попытка расчленить эту фауну по отдѣльнымъ руководящимъ окаменѣлостямъ и втиснуть ее въ рамки европейской схемы наталкивается на многія препятствія; эта фауна довольно вразумительно показываетъ, что распредѣленіе фаунъ въ моряхъ геологическаго прошлаго, точно такъ же, какъ въ моряхъ настоящаго времени, происходило болѣе по біологическимъ группамъ, чѣмъ по незыблемымъ законамъ, которые, подъ вліяніемъ ученія Кювье о катастрофахъ, столь господствовали въ наукѣ.

Быть можетъ, самое поразительное явленіе[7] въ южно-индійской аріалурской фаунѣ составляетъ частое нахожденіе улитокъ, особенно плотоядныхъ переднежаберниковъ (Cypraea, Voluta и др.), которые у береговъ Европы появляются впервые въ эоценѣ лишь послѣ вымиранія аммонитовъ. Такимъ образомъ, къ намъ они иммигрируютъ изъ южнаго тропическаго моря лишь позднѣе и обнаруживаютъ у насъ столь хорошо выраженные признаки лишь потому, что они уже долгое время развивались и совершенствовались въ Индійскомъ морѣ.

Самая характерная для всего періода порода, б ѣ л ы й п и ш у щ і й м ѣ л ъ, отлагалась преимущественно въ продолженіе сенонской эпохи. Хотя мѣлоподобные известняки встрѣчаются кое-гдѣ и въ другихъ мѣстахъ, но отложенія мѣла въ собственномъ смыслѣ этого слова ограничиваются сѣверной Германіей, Даніей и Шоненомъ, сѣверной Франціей, южной Англіей и частью Ирландіи*). Раздробленныя линіями излома или собранныя въ складки, часто скрытыя подъ третичными и дилювіальными отложеніями, раздѣленныя дѣйствіемъ прибоя волнъ на отвѣсные утесы, бѣлыя мѣловыя скалы съ включенными въ нихъ

*) Мѣлъ встрѣчается также въ Центральной Россіи.—Г. К.

черными кремнями представляютъ чрезвычайно характерную картину ландшафта.

Отмучиваніемъ мягкой породы можно изъ тонкозернистой известковой пыли выдѣлить изящныя раковины фораминиферъ, которыя обыкновенно встрѣчаются здѣсь спорадически, но иногда выступаютъ въ массовыхъ количествахъ, такъ что пишущій мѣлъ нерѣдко характеризуютъ, какъ фораминиферовую породу. Хотя здѣсь среди фораминиферъ глобигерины встрѣчаются очень рѣдко, но зато большую роль играютъ живущія на днѣ роталіи, текстуляріи и т. д., все-же, часто дѣлались попытки сравнить пишущій мѣлъ съ глобигериновымъ иломъ современныхъ морей и характеризовать, какъ „глубоководное образованіе“. Между тѣмъ частое нахожденіе толстораковинныхъ аустерій (Gryphaea) съ неопровержимостью свидѣтельствуетъ о томъ, что эта гипотеза совершенно несостоятельна, не говоря уже о томъ, что такой гипотезѣ противорѣчитъ переходъ между пишущимъ мѣломъ и зеленымъ пескомъ, а также нахожденіе въ висячемъ боку мелководной фауны.

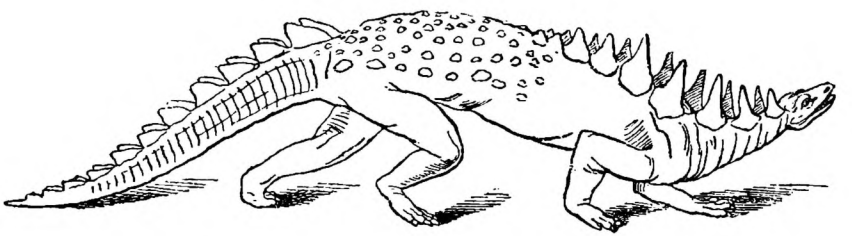


Рис. 254. Polacanthus Fassi. Ящеръ, вооруженный рядами шиповъ, изъ мѣловыхъ отложеній Уайта (3 метра длины).

Путемъ тщательнаго сравненія всѣхъ встрѣчающихся въ пишущемъ мѣлѣ формъ и сопоставленія ихъ жизненныхъ привычекъ съ привычками обитателей современныхъ морей можно было бы показать[8], что подавляющее большинство обитателей пишущаго мѣла принадлежитъ мелководнымъ частямъ моря; жили они, въ большинствѣ случаевъ, на глубинѣ отъ 200 до 300 метровъ; многіе изъ нихъ жили даже на значительно меньшей глубинѣ. Поэтому, мы и пишущій мѣлъ должны разсматривать, какъ мелководное образованіе, и остается только разобрать вопросъ, при какихъ условіяхъ образовалась тонкозернистая порошкообразная масса пишущаго мѣла.

Пока придерживались того мнѣнія, что пишущій мѣлъ, на подобіе, современныхъ глубоководныхъ отложеній, отлагался чрезвычайно медленно, до тѣхъ поръ приходилось допускать, что для его образованія потребовался чрезвычайно длинный промежутокъ времени, промежутокъ, вовсе недоступный нашему представленію. Но въ рѣшительномъ противорѣчіи, съ этой гипотезой тѣ совершенно ничтожныя измѣненія, которыя претерпѣла фауна за время отложенія мѣлового ила мощностью около 100 метровъ. По преобладанію тѣхъ или другихъ формъ белемнитовъ, сенонскій мѣлъ дѣлятъ на нижній отдѣлъ съ Actinocamax quadratus и верхній отдѣлъ съ Belemnitella mucronata. Но во Франціи[9] обѣ формы встрѣчаются совмѣстно и лишь послѣдовательно

переселяются въ Германію. Такимъ образомъ, мѣлъ отложился въ довольно короткій, съ геологической точки зрѣнія, промежутокъ времени, и поэтому мы должны искать иныхъ причинъ для того, чтобы объяснить образованіе мягкаго ила.

На основаніи обломковъ и полураспавшихся остатковъ фораминиферъ, мшанокъ, улитокъ, двустворчатыхъ, иглокожихъ, а также выдѣляющихъ известь растеній представляется вѣроятнымъ, что главная масса мѣла во время своего образованія едва ли отличалась отъ многочисленныхъ органогенныхъ известняковъ, отлагавшихся въ моряхъ всѣхъ геологическихъ періодовъ. Но распаденіе этихъ известковыхъ остатковъ, въ тонкую пыль, совершавшееся, вѣроятно, подъ вліяніемъ бактерій, представляло послѣднюю стадію послѣдующаго измѣненія этого осадочнаго образованія. Порода, распавшаяся въ аморфный известковый порошокъ, поднялась изъ моря, прежде, чѣмъ она успѣла снова сцементироваться, и, такимъ образомъ, пишущій мѣлъ мы разсматриваемъ, какъ переходную стадію, которая при образованіи другихъ известняковъ проходитъ быстро и позднѣйшими процессами дѣлается незамѣтной, въ данномъ же случаѣ стадія эта была зафиксирована.

Въ связи съ этимъ находится, должно полагать, образованіе стяженій кремня, представляющихъ столь характерные элементы бѣлаго мѣла.

Долгое время велась борьба вокругъ вопроса о томъ, представляютъ ли эти черные желваки превращенныя кремневыя губки или химическія выдѣленія. Но среди тысячъ кремней, встрѣчающихся на Рюгенѣ, при разбиваніи лишь изрѣдка находятъ структуру губокъ, и наряду съ многочисленными случаями, когда въ желвакѣ нельзя открыть никакого слѣда органическаго происхожденія, лишь незначительную роль играютъ тѣ куски, въ которыхъ удается обнаружить морского ежа, коралла, плеченогое или белемнита. Съ другой стороны, плиты и развѣтвленныя жилы кремня показываютъ, что, по всей вѣроятности, и круглые желваки представляютъ химически выдѣленную кремнекислоту. Независимо отъ того, произошла ли эта кремнекислота изъ растворенныхъ радіолярій, изъ иголъ губокъ или изъ діатомовыхъ растеній, первовачально она, повидимому, была разсѣяна въ сыпучемъ мѣловомъ порошкѣ и выдѣлилась лишь тогда, когда все отложеніе превратилось въ сухую массу.

Въ то время, какъ на Рюгенѣ самые верхніе слои смыты, на датскихъ островахъ и въ Вестфаліи профиль продолжается выше. На островѣ Мёэнѣ (Möen) мы находимъ известняки, богатые мшанками, роговыми кораллами, морскими ежами, аустеріями (устрицами) и другими морскими животными, такъ что приходится предположить, что эта область продолжительное время была покрыта моремъ. Въ Вестфаліи же богатые рыбами слои известняковъ Зендергорста[10] показываютъ, что море отступало обратно, и образовалось мелководное реликтовое озеро. При рѣдкомъ нахожденіи другихъ морскихъ животныхъ, особенно поражаетъ насъ обиліе найденныхъ здѣсь рыбъ. На одной плитѣ известняка площадью въ семь квадратныхъ футовъ расположено было 26 рыбъ и 2 рака Особенно часто встрѣчаются Sardinius и Sardinoides, рѣже циприноиды и щуки; иногда встрѣчаются акулы. Рыбы превосходно сохранились, и можно было бы предположить, что онѣ попали въ полуопрѣсненное озеро и быстро вымерли.

Фауна рыбъ обнаруживаетъ гораздо большее родство съ третичными, чѣмъ съ мѣловыми формами. Бухта Зеденгорста была окружена многочисленными растеніями: рядомъ съ араукаріями и дубами можно видѣть фикусы, олеандры и эвкалипты; подобныя флоры стали извѣстны и изъ нѣкоторыхъ другихъ мѣловыхъ породъ (рис. 255).

Поразительное сходство съ найденными здѣсь рыбами обнаруживаетъ фауна, открытая въ тонкослоистыхъ известнякахъ Ливана: описанные оттуда 114 видовъ рыбъ тоже обнаруживаютъ уже вполнѣ третичный характеръ.

Такимъ образомъ, къ концу мѣлового періода мы вездѣ наталкиваемся на фактъ, который представляется единственнымъ въ своемъ родѣ на всемъ протяженіи всей исторіи земли: многочисленные порядки, семейства, роды и виды вымираютъ, и появляется фауна, населяющая современныя моря. Такъ какъ около того времени въ Европѣ обширные участки мѣлового моря превратились въ сушу, и древнѣйшіе третичные слои обнаруживаютъ существенно иное распредѣленіе моря, то здѣсь контрастъ между мезозойскимъ и неозойскимъ животнымъ міромъ выступаетъ, въ большинствѣ случаевъ, довольно рѣзко и непосредственно. Но нѣкоторые профиля даютъ намъ возможность показать, что этотъ контрастъ значительно смягчается переходами.

Слѣдовательно, передъ нами отнюдь не катастрофа, постигшая весь земной шаръ и истребившая на немъ прежнюю жизнь, одновременно и повсюду подготовивши такимъ образомъ условія для расцвѣта новаго животнаго міра. Наоборотъ, великое вымираніе произошло въ одномъ мѣстѣ раньше, въ другомъ—позднѣе; многочисленныя реликтовыя фауны на короткое время спаслись въ новое время, но, не взирая на это, смерть никогда не получила столь обильной и страшной жатвы, какъ къ концу мѣлового періода.

Геологическій возрастъ вымершихъ тогда почти одновременно группъ весьма различенъ. Аммониты, появившіеся въ силурійскій періодъ, вначалѣ въ незначительномъ числѣ, а потомъ въ изумительномъ обиліи формъ, вымираютъ наравнѣ съ белемнитами, ведущими свою родословную лишь съ верхнетріасовой эпохи. Рудисты и иноцерамы получили свое руководящее значеніе лишь во-время мѣлового періода, и, несмотря на это, они тоже исчезаютъ изъ моря. Менѣе бросается въ глаза вымираніе у коралловъ, иглокожихъ, плеченогихъ, двустворчатыхъ и улитокъ; однако, для каждой изъ этихъ группъ можно привести характерные случаи зачахшихъ родовъ.

Поразительно то, что теперь погибаютъ и крупныя пресмыкающіяся, игравшія въ мѣловой періодъ еще столь важную роль. Ихтіозавры еще разъ выступаютъ съ исполинскими формами въ мѣловыхъ отложеніяхъ Индіи, Австраліи, Новой Зеландіи и Церама[12], чтобы затѣмъ окончательно вымереть; на смерть обречены даже чудовищно огромные питономорфы.

Послѣ сказаннаго великое вымираніе мѣловой фауны можно было бы принять за исключительно морское явленіе. Но на самомъ дѣлѣ одновременно и на сушѣ произошло полное измѣненіе органическаго міра. И на сушѣ мы наблюдаемъ, что смерть вступаетъ въ свои права въ одномъ мѣстѣ раньше, въ другомъ—позднѣе; въ соотвѣтствіи съ этимъ и новыя формы появляются въ различныхъ странахъ въ различные

моменты времени. Въ Сѣверной Америкѣ цикадовыя уступаютъ свое мѣсто цвѣтковымъ растеніямъ уже въ нижнемѣловую эпоху; въ Европѣ же измѣненіе флоры совершается лишь ко времени верхняго мѣла. Даже динозавры и зубастыя первобытныя птицы живутъ въ Сѣверной Америкѣ еще долгое время среди новыхъ растеній, развиваютъ чудовищно огромныя формы и предпринимаютъ большія путешествія. Съ концомъ мѣлового періода они повсюду вымираютъ, и даже живущая среди нихъ фауна небольшихъ, древнѣйшихъ млекопитающихъ (аллотеріи) переступаетъ черезъ границу мезозоя лишь двумя родами.

Рис. 255. Растительность на берегу озера мѣлового періода въ Бельгіи.

Когда задаешься вопросомъ о геологическихъ причинахъ этого столь глубокаго превращенія всего органическаго міра на землѣ, то вначалѣ хочется сдѣлать отвѣтственнымъ за все это одно какое-нибудь особенно серьезное измѣненіе. Но при этомъ всегда наталкиваешься на большія трудности.

Трансгрессія сеноманскаго моря при своихъ громадныхъ размѣрахъ и всемірномъ распространеніи была, несомнѣнно, однимъ изъ важнѣйшихъ событій въ исторіи океана. Вездѣ море выступило тогда изъ своихъ границъ, надвинулось на рыхлыя отложенія обширныхъ низменностей, а также на скалистую почву первобытныхъ материковъ, повсюду включило въ свои владѣнія новые участки, и за этимъ наступательнымъ движеніемъ моря быстро слѣдовала новая фауна. Но при этомъ новая область заселялась кайнозойской флорой. Хорошо извѣстные роды и виды мѣловой эпохи, находящіеся въ тѣсномъ родствѣ съ юрскими предками, поражаютъ насъ своимъ всемірнымъ распространеніемъ. Правда, между атлантической флорой сѣвера и южнымъ цикломъ формъ, встрѣчающимся намъ въ Остъ-Индіи, Новой Зеландіи и Патагоніи, существуетъ большой контрастъ, но руководящія окаменѣлости допускаютъ довольное точное опредѣленіе возраста въ этихъ весьма удаленныхъ другъ отъ друга мѣстонахожденіяхъ.

Намъ остается еще показать, что на рубежѣ мѣловой эпохи и въ продолженіе всего слѣдующаго третичнаго періода происходили

грандіозныя движенія земной коры, и рука объ руку съ этимъ почти на всемъ земномъ шарѣ происходили вулканическія изверженія. Въ верхнемѣловую эпоху материкъ Декана былъ залитъ базальтовыми потоками и засыпанъ дождями вулканическаго пепла; общая мощность базальтовыхъ покрововъ и вулканическаго пепла составляетъ 200 метровъ. Въ промежутки между вулканическими пароксизмами возникали значительныхъ размѣровъ прѣсноводныя озера. Затѣмъ многочисленныя вулканическія изверженія послѣдовали въ Европѣ и Сѣверной Африкѣ, въ Америкѣ и на многочисленныхъ архипелагахъ мірового моря. Но нигдѣ мы не находимъ признаковъ того, что эти широко распространенныя вулканическія изверженія съ сопровождавшими ихъ огромными покровами пепла отмѣчаютъ собою пограничный слой между мѣловой и третичной фаунами. Такимъ образомъ, и вулканизмъ съ его ядовитыми парами и сопровождавшими его сотрясеніями почвы мы не можемъ считать основной причиной смѣны faунъ.

Флора самыхъ нижнихъ слоевъ третичныхъ отложеній обнаруживаетъ сходство съ флорой мѣловой эпохи въ томъ отношеніи, что она лишь въ слабой степени обнаруживаетъ дѣленіе на климатическіе пояса. Въ Гренландіи и на Шпицбергенѣ господствовалъ теплый, влажный климатъ, въ Европѣ мы часто находимъ слѣды сухихъ степныхъ флоръ, а Африка представляла, повидимому, безжизненную пустынную страну, въ которой нѣсколько болѣе богатая флора могла существовать, такъ же, какъ въ настоящее время, лишь на берегахъ рѣкъ и у источниковъ въ оазисахъ. Но на межѣ между мѣловымъ и третичнымъ періодами не было ни одного холоднаго періода, ни одной ледниковой эпохи. Нигдѣ мы не находимъ явленій, которыя свидѣтельствовали бы о глубокихъ климатическихъ измѣненіяхъ.

Въ силу сказаннаго, мы должны отправиться въ область другихъ явленій. если желаемъ изслѣдовать причины тѣхъ крупныхъ измѣненій, которыя претерпѣлъ въ то время весь органическій міръ.

Господство въ моряхъ мезозойской эры аммонитовъ и белемнитовъ представляетъ фактъ неоспоримаго значенія. Ихъ раковины заполняютъ всѣ морскія отложенія въ столь громадномъ числѣ недѣлимыхъ, ихъ форма и размѣры указываютъ на столь различные способы приспособленія и жизненныя привычки, что въ нихъ безусловно приходится видѣть важнѣйшій фаунистическій элементъ. Достигши въ пермскій періодъ чрезвычайнаго расцвѣта, аммониты господствуютъ въ морѣ на протяженіи трехъ долгихъ періодовъ, и когда они стали приближаться къ смерти, всѣ циклы формъ начали. обнаруживать столь ясные симптомы ненормальнаго роста, столь очевидные признаки старческаго вырожденія, что ихъ вымираніе представляется, несомнѣнно, обусловленнымъ своего рода старческой дряблостью. А разъ изъ морской фауны, отдѣльные элементы которой связаны между собою столь тѣсными біономическими отношеніями, исчезалъ этотъ важнѣйшій элементъ, разъ вымирали могущественные враги, страшные конкуренты и хищные соперники, господствующія и подчиненныя формы, то и все остальное царство животныхъ должно было безостановочно приспособляться къ новымъ условіямъ. При вынимании изъ большой системы сводовъ замковыхъ кирпичей или при удаленіи изъ готическихъ хоровъ поддерживающихъ колоннъ повсюду возни-

кают трещины, цѣлыя сводовыя дуги рушатся, выпадают, и камни группируются въ новомъ порядкѣ до тѣхъ поръ, пока, наконецъ, не достигнута новая форма болѣе прочныхъ тектоническихъ отношеній. Точно такъ же весь живой міръ моря долженъ былъ непрерывно измѣняться по мѣрѣ того, какъ головоногія въ морѣ становились добычей смерти.

Въ пермскую эпоху почти одновременно съ расцвѣтомъ группы аммонитовъ возникли пресмыкающіяся, и если аммониты господствовали въ морѣ, то пресмыкающіяся были царями суши. Какъ ящерицы и черепахи, какъ змѣи и динозавры, они населяли всѣ области сухого материка и вторгались какъ въ море, такъ и въ воздухъ. Рядомъ съ летающими ящерами птицы играли лишь скромную роль; рядомъ съ исполинскими динозаврами стушевывались маленькія, боязливыя первобытныя млекопитающія. Классъ пресмыкающихся создалъ столь много типовъ, различныхъ по формѣ тѣла и образу жизни, что повсюду онъ неоспоримо задавалъ тонъ.

Промежутокъ времени, соотвѣтствующій тріасовому, юрскому и мѣловому періодамъ какъ бы отмѣчаетъ собою эпохи юношескаго расцвѣта и старческаго упадка для различныхъ цикловъ формъ; такъ, вмѣстѣ съ морскими аммонитами появляются, совершаютъ предначертанный имъ циклъ развитія и вымираютъ материковыя пресмыкающіяся вмѣстѣ со своими переселившимися въ море вѣтвями. Постепенное вымираніе дряхлѣющихъ пресмыкающихся должно было повлечь за собою біологическія послѣдствія на материкѣ, аналогичныя тѣмъ послѣдствіямъ, какія вызваны были въ жизни моря устраненіемъ аммонитовъ изъ морской фауны, съ той лишь разницей, что на материкѣ довольно важную роль должно было сыграть, какъ сопровождающая причина, распространеніе высшихъ растеній.

Такимъ образомъ, повсюду подготовлялось мѣсто для новаго міра организмовъ; старые материки увеличивались въ своихъ размѣрахъ, изъ океана поднимались новые континенты; и тѣ и другіе часто связывались между собою перешейками, повсюду открывались новыя области для переселенія,—новая флора и новая фауна начали свое побѣдоносное шествіе по землѣ.

27. Третичный періодъ.

Около середины восемнадцатаго столѣтія въ Венеціи жилъ тонкій наблюдатель и многоопытный естествоиспытатель Іоганнесъ Ардуино. Онъ велъ оживленную переписку[1] и постоянно обмѣнивался мыслями съ учеными того времени. Его домъ посѣщался всѣми пріѣзжавшими въ Италію для той или иной научной цѣли, и вскорѣ Ардуино пріобрѣлъ большое вліяніе на развитіе геологическихъ знаній. Это онъ первый открылъ, что въ строеніи слоевъ Верхней Италіи можно различать четыре группы породъ, которыя правильно залегаютъ одна на другой, а именно:

1) Montes primarii, позднѣе названныя первозданными (архейскими) горными породами; онѣ богаты минералами и рудами.

2) Montes secundarii, слоистые известняки, богатые органическими остатками.

3) Montes tertiarii, глины и известняки, богатые морскими органическими остатками и составляюшіе предгорья Альпъ и Апеннинъ.

4) Montes quartiarii, образовавшіяся изъ осадковъ рѣки По и ея притоковъ вмѣстѣ съ залегающими на этихъ осадкахъ вулканическими породами.

Это простое и чрезвычайно цѣлесообразное для Верхней Италіи раздѣленіе вскорѣ снискало себѣ всеобщее признаніе и друзьями Ардуино быстро распространено было по всей Европѣ. Вездѣ предприняты были попытки расчленить по названной схемѣ слои, слагающіе земную кору, и до нашихъ дней понятія Ардуино играютъ крупную роль частью въ геологіи, но особенно въ широкихъ кругахъ образованныхъ людей.

Около 1780 года Вернеръ пришелъ къ заключенію, что между первичными (Montes primarii) и вторичными (Montes secundarii) породами необходимо вставить такъ называемыя „переходныя породы", которыя позднѣе, главнымъ образомъ, подъ вліяніемъ Мурчисона расчленены были на формаціи: кембрійскую, силурійскую, девонскую и каменноугольную.

При взглядѣ на таблицу формацій, приведенную нами на страницѣ 179 мы видимъ, что третичный періодъ является для геологовъ лишь послѣднимъ отдѣломъ, который слѣдуетъ за девятью равноцѣнными, предшествующими ему періодами.

Правда, и мы, по примѣру Іоганнеса Ардуино, дѣлимъ исторію земли на четыре большихъ промежутка времени, на поворотѣ которыхъ наступало постепенное, глубокое измѣненіе морской фауны, но границы между ними мы проводимъ въ другихъ мѣстахъ. Кембрійскій періодъ представляется намъ смертнымъ часомъ до-кембрійской архейской эры; нижнимъ силуромъ водворяется палеозойскій міръ организмовъ; тріасомъ начинается третья эра,—эра мезозойскихъ фаунъ, живущихъ до конца мѣлового періода.

Зѣтѣмъ начинается великое вымираніе древнихъ формъ; такимъ образомъ, въ постоянной смѣнѣ морскихъ фаунъ медленно исчезаетъ одна группа организмовъ за другой, и ихъ мѣсто занимаютъ новые циклы формъ кайнозойской эры.

Связанная многочисленными переходами съ мезозойской фауной, но по существу своему рѣзко отличаясь отъ нея, кайнозойская эра, этотъ послѣдній изъ большихъ періодовъ, начинается третичнымъ періодомъ, и настоящее время, время алювія, представляется намъ лишь завершеніемъ тѣхъ измѣненій, которыя впервые наступаютъ въ нижне-третичную эпоху.

Съ помощью морскихъ раковинныхъ животныхъ легко прослѣдить развитіе современнаго міра организмовъ, и, такимъ образомъ, Ляйеллю вмѣстѣ съ Дешайесомъ (Deshayes) уже въ 1830 году удалось расчленить третичныя фауны въ порядкѣ хронологической послѣдовательности на три группы, къ которымъ впослѣдствіи прибавлено было еще двѣ группы:

Эоценъ	содержитъ,	по	Ляйелю,	5%	нынѣ	живущихъ	видовъ.
Олигоценъ							
Міоценъ	„	„	„	17%	„	„	„
Пліоценъ	„	„	„	35—95%	„	„	„
Плейстоценъ							

Впрочемъ, вскорѣ выяснилось, что приведенныя здѣсь процентныя отношенія отнюдь не могутъ быть перенесены даже съ Франціи на Англію. Но, несмотря на это, общій принципъ этого дѣленія третичныхъ отложеній оказался настолько пригоднымъ, что сохранилъ свое значеніе до нашихъ дней.

Подобно тому, какъ въ исторіи человѣчества изъ прошлыхъ періодовъ наибольшее число документовъ относится къ періодамъ, наиболѣе къ намъ близкимъ, точно такъ же и геологія третичнаго періода предоставляетъ въ наше распоряженіе почти необозримое богатство литологическихъ, стратиграфическихъ и палеонтологическихъ данныхъ, такъ что представляется весьма труднымъ изъ чрезвычайнаго изобилія документовъ выдѣлить самыя важныя событія третичнаго періода.

Сперва мы должны выяснить, что въ продолженіе мѣлового періода отъ экватора вплоть до самыхъ высокихъ полярныхъ широтъ господствовалъ равномѣрно теплый климатъ. Правда, уже во время каменноугольно-пермской эпохи обширныя площади земного шара были покрыты снѣжными полями и ледяными покровами, но впослѣдствіи покровы эти исчезли, и въ отложеніяхъ слѣдующей, мезозойской, эры до сихъ поръ ни разу не удалось открыть слѣдовъ большихъ или малыхъ оледенѣній. Существованіе обоихъ современныхъ холодныхъ полюсовъ земного шара можно доказать, лишь начиная съ середины третичнаго періода. Въ областяхъ, гдѣ еще въ олигоценѣ произрастали пальмы и хлѣбное дерево, нагромождались все растущія снѣговыя массы, и съ полюса по направленію къ болѣе низкимъ широтамъ медленно спускались два ледяныхъ пояса.

Вліяніе этого процесса на заселеніе материковъ мы опишемъ ниже, а теперь мы прежде всего разсмотримъ судьбы третичнаго моря, находившіяся въ столь большой зависимости отъ этого процесса.

Разсматривая какую-нибудь геологическую карту Европы, Сѣверной Америки, Южной Америки или Азіи и обращая вниманіе на распредѣленіе морскихъ отложеній, образовавшихся, начиная съ мѣлового періода, мы видимъ, что рядъ крупнѣйшихъ рѣкъ дренируетъ широкіе или узкіе бассейны; края этихъ бассейновъ состоятъ изъ концентрическихъ формацій. Въ этомъ отношеніи особенно знаменитый примѣръ представляетъ бассейнъ Сены (парижскій бассейнъ), края котораго образованы были въ продолженіе юрскаго и мѣлового періодовъ, тогда какъ отдѣльные члены третичной формаціи, покрывая все сокращающіяся пространства въ видѣ концентрически расположенныхъ корокъ, направляются къ берегамъ Сѣвернаго моря. Совершенно аналогично строеніе бассейна Темзы; Рона и Дунай текутъ по вытянутымъ вдоль третичнымъ русламъ, а въ Сѣверной Америкѣ мы видимъ, что нижняя долина Миссисипи и восточный берегъ Флориды до Каролины покрыты все болѣе молодыми лентами третичныхъ породъ.

Рѣка Амазонка тоже течетъ по обширному бассейну, устланному молодыми морскими осадочными породами третичными морскими породами покрыта вся Сѣверная Африка. Болѣе или менѣе крупныя рѣки Азіи дренируютъ прежнее морское дно, и едва ли можно найти болѣе или менѣе значительную береговую область современныхъ континентовъ, съ которой во время третичнаго періода море не отступало бы шагъ за шагомъ.

Если бы въ то же время море завоевывало столь же обширныя пространства плоскихъ прибрежныхъ странъ, то можно было бы предположить, что мы имѣемъ дѣло съ простымъ перемѣщеніемъ водной оболочки земного шара, гидросферы.

Но намъ извѣстны большія протяженія современнаго дна морского, которыя ко времени третичнаго періода связывали въ видѣ полосъ суши нынѣ раздѣленные материки: сѣверная Африка была связана со средней Европой посредствомъ полосы суши, простиравшейся по Средиземному морю, Малая Азія была соединена съ Египтомъ; Египетъ посредствомъ полосы суши, простиравшейся по Красному морю,—съ Аравіей. Острова Зондскаго архипелага были соединены между собою въ большіе материковые массивы, а Антильскіе острова представляли обширную Центральную Америку.

Здѣсь, какъ и въ многочисленныхъ другихъ мѣстахъ, изъ океана и теперь еще выдаются отдѣльные утесы и скалы потонувшихъ материковъ, но между ними расположено глубокое море. Часто вулканы прокладывали себѣ дорогу, и вездѣ мы находимъ признаки грандіозныхъ процессовъ опусканія, раздробившихъ замкнутые материковые массивы, похоронивши ихъ глубоко подъ уровнемъ моря.

На основаніи этихъ фактовъ мы приходимъ къ заключенію, что постепенное выныряніе современныхъ континентовъ, замѣтное повсюду отступаніе моря находятся въ связи съ тѣмъ, что глубоководные бассейны увеличивались въ емкости и глубинѣ воды, вслѣдствіе чего они оказывались въ состояніи вмѣщать все большія массы воды, и что рука объ руку съ этимъ море отступало отъ омывавшихся имъ краевъ континентовъ. Если это предположеніе основательно, то на протяженіи третичнаго періода мы должны наблюдать въ видѣ новыхъ движеній земной коры завершеніе процесса, который проявился впервые на закатѣ каменноугольнаго періода, когда заложены были глубоководные бассейны.

Подтвержденіе этому предположенію мы видимъ въ томъ, что и на современныхъ материкахъ земная кора въ продолженіе третичнаго періода почти повсемѣстно перемѣщалась и собиралась въ складки. Въ Европѣ возникли Альпы, Карпаты, Апеннины и многочисленные другіе, не столь крупныхъ размѣровъ, горные хребты. Въ Азіи выдвигались грандіозныя горныя системы, складки которыхъ, подобно волнамъ морскимъ, надвигались изъ Центральной Азіи по направленію къ Индійскому и Тихому океанамъ. Въ Сѣверной Америкѣ возникла цѣпь Скалистыхъ горъ, которыя на югѣ переходятъ въ Анды. Сѣверная Африка поднялась изъ моря, и отъ Марокко до Капскаго моря земная кора подвержена была горообразующему процессу.

Если, такимъ образомъ, большая часть современныхъ материковъ колебалась и сотрясалась, прорѣзывалась тектоническими линіями излома и складывалась въ цѣпи горъ, то не кажется удивительнымъ, а представляется почти очевиднымъ, что и области, расположенныя между современными континентами и нынѣ покрытыя моремъ,—что и эти области изгибались, опускались, изламывались и собирались въ складки.

Рука объ руку съ этими тектоническими движеніями земной коры шли вулканическія изверженія; они проявились впервые въ прибрежныхъ частяхъ моря, но затѣмъ проникли въ самое сердце

континента. Въ Арменіи[2], предгоріи Кавказа, трахитовыя брекчіи выступаютъ въ свитѣ слоевъ, которая начинается эоценовымъ нуммулитовымъ известнякомъ и заканчивается соленосными отложеніями міоцена.

Въ Венгріи и Трансильваніи изверженіемъ слюдяного трахита въ верхнемъ эоценѣ начинается длительный вулканическій періодъ[3]. У южной подошвы Альпъ въ Вицентинѣ широко распространены эоценовые базальты, въ области Апеннинъ образуются обширные туфовые покровы оливиновыхъ породъ; въ то же время въ Тосканѣ и Лигуріи образуются большіе плутоническіе штоки габбро, лерцолита и діабаза (позднѣе превращеннаго въ серпентинъ); изъ магмы выдѣляются имѣющія важное промышленное значеніе залежи мѣдной руды[4]. На Эльбѣ[5] же вмѣстѣ съ эоценовыми гранитами и штоками порфира образуются знаменитыя залежи желѣзной руды.

Плутоническія и вулканическія явленія происходятъ также въ области Пиренейскихъ горъ, но среди всѣхъ описанныхъ процессовъ выдѣляются своей грандіозностью вулканически-плутоническіе процессы на сѣверѣ Европы.

Прибрежная область растрескивается отъ Ирландіи[6] черезъ Шотландію до Гебридскихъ острововъ, Исландіи и Гренландіи; базальты, долериты, андезиты, кварцевые порфиры, трахиты и обсидіаны поднимаются вверхъ, заполняютъ цѣлыя скопленія небольшихъ трещинъ, а также жилы длиною въ 200 километровъ и шириною въ 210 метровъ. Нѣкоторыя изъ такихъ трещинъ удалось прослѣдить до глубины 5000 метровъ. Широко распространялись базальтовые покровы мощностью отъ 400 до 1100 метровъ, высокіе вулканическіе конуса и длинные лавовые потоки, круглые каналы, служившіе своего рода буферами дали начало многочисленнымъ маарамъ, и различной формы пустоты заполнились подземными штоками габбро. На одномъ мѣстѣ возникали высокія вулканическія горы, на другомъ ранѣе возникшія вулканическія горы успѣли уже къ этому времени денудироваться. Въ Шотландіи между лавовыми породами можно на протяженіи 50 километровъ прослѣдить щебневыя отложенія эоценовыхъ рѣкъ.

Изъ прибрежной области вулканическія изверженія вторгаются внутрь материка; въ олигоценовую эпоху[7] начинаютъ дымиться вулканы Эйфеля, Лаахскаго озера, Зибенгебирге и Вестервальда; а на рубежѣ между олигоценовой и міоценовой эпохами вулканическія изверженія происходятъ въ Богеміи, Рисѣ, Хегау, Фогельсгебирге, Рёнѣ и Шоненѣ, равно какъ на центральномъ плато Франціи. Какъ ранѣе описанныя периферическія области вулкановъ одновременно переживаютъ все новыя изверженія, такъ теперь большая часть Европы окаймляется и прорѣзывается рядами вулкановъ и вулканическими группами, которыя извергаютъ въ воздухъ чудовищныя массы пепла и паровъ изливаютъ на поверхность длинные лавовые потоки, обширные базальтовые покровы и повсемѣстно воздвигаютъ высокія вулканическія горы, которыя расчленяютъ страну, до того времени ровную, передвигаютъ водораздѣлы, образуютъ новыя и увеличиваютъ старыя озера, измѣняютъ системы рѣкъ и побуждаютъ какъ животный, такъ и растительный міръ къ частымъ переселеніямъ.

И другіе континенты вполнѣ аналогичнымъ образомъ были пробиты вулканическими взрывными каналами, изъ которыхъ извергались

чудовищныя массы лавы и пепла. Вулканическія изверженія происходятъ въ Аравіи и Абиссиніи, въ Восточной Африкѣ и Камерунѣ, въ Индіи и на Зондскомъ архипелагѣ, на длинномъ вулканическомъ поясѣ, который тянется отъ Филиппинскихъ острововъ черезъ Японію, Курильскіе острова, Камчатку къ Алеутскимъ островамъ и затѣмъ можетъ быть прослѣженъ вдоль западнаго берега Америки вплоть до Огненной Земли. Въ Сѣверной Америкѣ, гдѣ тоже удалось болѣе или менѣе точно изслѣдовать хронологическую послѣдовательность изверженій[8], древнѣйшія изверженія начинаются (горы Wasatch, Uinta, Henri, Yellowstone) въ верхнемѣловую эпоху и кульминаціонной точки своего развитія достигаютъ въ міоценовую эпоху. Третичные вулканы дымятся во всѣхъ океанахъ, и отъ полюса до экватора изъ пиросферы изливаются огненные потоки.

Повсюду въ море текутъ лавовые потоки, поднимаются вулканическіе архипелаги въ 4000—6000 метровъ высоты; въ морскіе бассейны попадаютъ неизмѣримыя количества пепла и сокращаютъ ихъ объемъ.

Такъ шагъ за шагомъ вырисовываются очертанія современныхъ океановъ, и въ то же время большіе участки дна морского опускаются настолько глубоко, что образуются современныя глубоководныя бассейны.

По извѣстнымъ физическимъ законамъ, на днѣ глубокихъ водныхъ бассейновъ собирается самая холодная вода, находящаяся въ области соотвѣтствующаго бассейна. Такъ какъ до среднетретичной эпохи включительно не существовало никакого полярнаго льда, то и вода самыхъ глубокихъ частей моря не могла быть холодной, а при большомъ значеніи температуры воды для животнаго царства моря оно, это царство, имѣло возможность переселяться изъ одной прибрежной области въ другую, не задерживаемое въ этомъ отношеніи никакими термическими перегородками. Одни и тѣ же животныя жили у береговъ Гренландіи и антарктическаго материка, а расположенные между ними океаническіе бассейны не были еще настолько глубоки, чтобы служить непреодолимымъ препятствіемъ для зоогеографическихъ переселеній.

Теперь, когда выдѣлились въ видѣ новаго климатическаго элемента полярныя холодныя области и одновременно опустились абиссальныя ванны, холодная полярная вода устремилась во вновь возникшія области глубокаго моря, и образовался обширный холодный нижній слой современныхъ морей. Рука объ руку съ этимъ движеніемъ полярной воды переселились въ глубокія части моря многочисленныя животныя формы, приспособившіяся къ ихъ температурѣ, и такимъ образомъ мы находимъ

Terebratula vitrea	на	глубинѣ	отъ	9	до	2924	метровъ,
Waldheimia	„	„	„	1	„	3953	„
Discina	„	„	„	91	„	4576	„
Dentalium	„	„	„	1	„	4800	„

Вмѣстѣ съ тѣмъ спускающіеся потоки воды приносили съ собою въ лишенныя свѣта пучины глубокаго моря огромныя количества кислорода и составныхъ частей пищи; это дало возможность поселиться тамъ тому богатому формами животному царству, которое открыто было экспедиціями въ глубоководной части океана послѣднихъ десяти-

лѣтій, къ великому изумленію біологовъ. Многія животныя группы, которыя еще въ болѣе древніе періоды составляли болѣе важный элементъ мелководнаго моря, но жизненная энергія которыхъ ослабѣвала, теперь имѣли возможность найти вѣрное убѣжище въ болѣе глубокихъ слояхъ воды, и такимъ образомъ въ темныя пучины переселились многочисленные одиночные кораллы, плеченогія и морскія лиліи.

Въ то время, какъ мелководные морскіе бассейны сливались между собою и превращались въ глубоководныя области, въ то время, какъ между ними все отчетливѣе выступалъ рѣзко очерченный цоколь континентовъ, расчлененныя островныя страны опускались, и обширная поверхность мірового моря становилась все болѣе однородной; при этомъ измѣнялись также біономическія отношенія открытаго моря. Началось чрезвычайное размноженіе планктонныхъ фораминиферъ, радіолярій и птероподъ (крылоногихъ), которыя въ настоящее время наполняютъ открытое море въ столь огромномъ числѣ индивидуумовъ, что ихъ раковины почти повсюду покрываютъ дно глубокаго моря.

Дно[9] современныхъ глубоководныхъ морей покрыто:

на протяженіи	170	мил.	квадр.	километровъ	глобигериновымъ	иломъ,
„	„	37	„	„	„	радіоляріевымъ	„
„	„	„	„	„	„	діатомовымъ	„

Эти чрезвычайныя массы мелкихъ и мельчайшихъ скелетныхъ образованій, отлагавшихся тамъ на протяженіи вѣковъ, свидѣтельствуютъ о томъ, что пассивно перемѣщавшіеся организмы пріобрѣтали все большее значеніе въ синихъ волнахъ открытаго моря.

Въ высокой степени вѣроятно, что въ связи съ этими геологическими измѣненіями находятся также періодическія переселенія стай рыбъ,—переселенія, составляющія столь загадочное явленіе въ жизни современной морской фауны.

Наконецъ, съ процессами опусканія мы должны связать и изумительное развитіе современныхъ коралловыхъ рифовъ. Въ самомъ дѣлѣ, вопреки всѣмъ возраженіямъ, которыя выставлялись противъ рифовой теоріи Дарвина-Дэна, это, однако, единственная теорія, которой можно объяснить, какимъ образомъ на обширныхъ пространствахъ Тихаго и Индійскаго океановъ разсѣяны въ столь чрезвычайномъ числѣ известковые рифы мощностью въ нѣсколько тысячъ метровъ.

Необходимо составить себѣ ясное представленіе о тѣхъ великихъ послѣдствіяхъ, которыми сопровождалось возникновеніе холодной полярной воды и большихъ глубоководныхъ бассейновъ, чтобы понять, почему во время третичнаго періода медленно измѣнялись также всѣ остальныя морскія животныя формы, почему эоценовая форма, хотя и связана нераздѣльно съ міоценовой фауной посредствомъ олигоценоваго міра формъ, все-же, можетъ быть рѣзко обособлена и расчленена въ виду многочисленныхъ фаунистическихъ контрастовъ.

Въ самомъ дѣлѣ, въ біономической смѣнѣ и игрѣ міра морскихъ организмовъ одна часть находится въ строгой зависимости отъ другой: когда распространяются коралловые рифы, въ силу необходимости измѣняется распредѣленіе раковинныхъ животныхъ, живущихъ въ рифахъ и на нихъ; такимъ образомъ, въ то время, какъ планктонъ открытаго моря питаетъ рифовые кораллы, послѣдніе даютъ без-

опасное убѣжище многочисленнымъ ползущимъ и прикрѣпленнымъ животнымъ. Развитіе планктонныхъ животныхъ открытаго моря оказываетъ извѣстное вліяніе на распространеніе стай рыбъ, дельфиновъ и китовъ, и такимъ образомъ флоры и фауны, біономическія области и области миграціи связаны между собою могущественными рядами причинъ.

Измѣненіе морской фауны совершалось во время третичнаго періода такъ медленно и постепенно, что собственно невозможно охарактеризовать ни одного горизонта, который представлялъ бы рѣзкую границу между болѣе древней и болѣе молодой фауной.

Но, несмотря на эти переходы и многочисленные симптомы постепеннаго превращенія, нѣкоторыя животныя группы обнаруживаютъ болѣе быстрое и болѣе интенсивное измѣненіе формъ, чѣмъ другія; можно ясно различать быстро варьирующіе и расцвѣтающіе циклы формъ отъ цикловъ, болѣе устойчивыхъ.

Столь низко организованныя ф о р а м и н и ф е р ы, тѣло которыхъ представляетъ простой комочекъ слизи, окруженный правильно построенной песчаной или известковой раковиной", переживали время расцвѣта въ собственномъ смыслѣ слова уже въ каменноугольную эпоху. Fusulina и Schwagerina заполняли тогда море безчисленными роями, и лишь въ пермскій періодъ ихъ изумительное развитіе нашло свое достойное удивленія завершеніе. Уже тогда среди нихъ жилъ древнѣйшій представитель нуммулитовъ (рис. 256), родъ Nummulina, котораго чечевицеобразная известковая раковина въ рѣдкихъ мелкихъ экземплярахъ встрѣчается въ каменноугольномъ известнякѣ Москвы. И въ послѣдующее время мы часто встрѣчаемъ этотъ родъ, но до конца мѣлового періода нигдѣ не находимъ его въ значительномъ числѣ. Въ верхнемѣловыхъ отложеніяхъ Белуджистана [1] онъ встрѣчается вмѣстѣ съ Crioceras и Baculites и тамъ же переходитъ въ болѣе молодые эоценовые слои. Уже здѣсь красная латеритовая окраска отложеній и включеніе гипса въ мергеляхъ висячаго бока показываютъ, что нуммулиты охотно селились въ мелкой водѣ тропическихъ береговъ. Отсюда они съ изумительной быстротой распространяются на востокъ и на западъ. Величина ихъ растетъ, и въ то время, какъ отдѣльные виды имѣютъ въ діаметрѣ всего 3 миллиметра, другіе достигаютъ величины въ 90 миллиметровъ. Раковина, прорѣзанная правильной системой каналовъ и раздѣленная на многочисленныя камеры, имѣетъ форму острокрайной чечевицы или нѣсколько изогнутой, толстой монеты съ закругленными краями. Обыкновенно чечевицеобразный видъ живетъ рядомъ съ видомъ дискообразнымъ по опредѣленному закону, и раковины ихъ часто слагаютъ цѣлыя системы слоевъ.

Обыкновенно мы находимъ ихъ въ близкихъ къ берегу водахъ, въ переслаиваніи съ богатыми окаменѣлостями морскими слоями, не содержащими окаменѣлостей песчаниками, вулканическими туфами или флецами каменнаго угля. Они встрѣчаются даже среди крупныхъ конгломератовъ. Такимъ образомъ, получается впечатлѣніе, что нуммулиты были настолько же неприхотливы, насколько легко они приспособлялись, и такъ какъ большія дискообразныя известковыя раковины отнюдь не всегда встрѣчаются въ горизонтальномъ положеніи, а часто онѣ погребены во всѣхъ возможныхъ наклонныхъ положеніяхъ,

то можно предположить, что первоначально легкія раковины занесены были въ тихія бухты.

Въ современной морской фаунѣ больше всего, конечно, напоминаютъ нуммулитовъ небольшіе, шириною до 10 миллиметровъ, известковые диски Orbitoides,—одного изъ нынѣ живущихъ родовъ фораминиферъ (корненожекъ). Ихъ тонкая, какъ папиросная бумага, известковая раковина, легко подвижная, благодаря присутствію многихъ камеръ, переносится морскими волнами, какъ игрушка, и на берега Синайскаго полуострова повсюду выбрасываются длинныя полосы небольшихъ круглыхъ известковыхъ дисковъ.

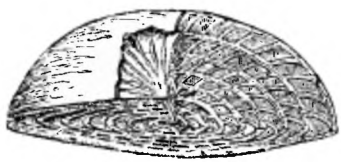


Рис. 256. Нуммулитъ. Раковина надрѣзана въ нѣсколькихъ мѣстахъ, чтобы видна была структура известковаго скелета.

Они расположены то среди водорослей, то среди окатанныхъ двустворчатыхъ раковинъ или коралловыхъ обломковъ, но часто ихъ находятъ также на соленомъ илѣ пустынь или на крупнозернистомъ гранитномъ пескѣ мелководной прибрежной области. Если до берега доходятъ высокія приливныя волны, то раковины фораминиферъ (корненожекъ) могутъ бы занесены на цѣлыя мили въ лагуны и дельты рѣкъ, и здѣсь, вдали отъ своей настоящей родины, океанической области, онѣ находятъ мѣсто своего успокоенія и отлагаются.

Эоценовыя отложенія дѣлятся на шесть ярусовъ; уже въ самомъ нижнемъ изъ нихъ нуммулиты встрѣчаются до самыхъ Пиренейскихъ горъ включительно. Затѣмъ въ прибрежныхъ странахъ современнаго Средиземнаго моря они становятся все многочисленнѣе, а въ четвертомъ (лютерскомъ) ярусѣ они пользуются почти космополитическимъ распространеніемъ. Они широко распространены въ Индіи, въ землѣ Сомали, на Мадагаскарѣ, въ Египтѣ, Тунисѣ и Марокко, въ придунайскихъ странахъ, въ Альпахъ, Италіи, Франціи и Испаніи, а на востокѣ они доходятъ до Суматры, Явы и Борнео. Они населяли узкій морской каналъ у сѣверной подошвы Альпъ, равно какъ воды открытаго моря, бушевавшаго надъ сѣверной Африкой и Италіей, но, кажется, въ своемъ распространеніи ограничены были теплымъ морскимъ поясомъ, такъ какъ самое сѣверное мѣстонахожденіе представляетъ область Темзы. Въ болѣе молодыхъ ярусахъ эоценовыхъ отложеній они становятся рѣже, затѣмъ они еще встрѣчаются въ олигоценовыхъ породахъ, у Калидона они встрѣчаются въ слояхъ съ Anthracotherium, а потомъ почти окончательно исчезаютъ изъ моря. Въ настоящее время живетъ еще одинъ только видъ; онъ встрѣчается на глубинѣ 20—40 метровъ у Суэца и острововъ Фиджи включительно.

Этотъ достойный удивленія расцвѣтъ нуммулитовъ въ географическомъ и біологическомъ отношеніяхъ можно было бы считать мѣстнымъ явленіемъ, еслибы въ Америкѣ, отъ области Миссиссипи до Экуадора включительно, не выступалъ тоже въ качествѣ породообразующаго элемента родъ Orbitoides во многихъ видахъ нуммулитоподобной формы. Въ парижскомъ бассейнѣ Miliola образуетъ цѣлыя отложенія известняковъ, а въ сѣверной Африкѣ вмѣстѣ съ нуммулитами мы находимъ въ качествѣ породообразователя родъ Alveolina. Къ этому нужно прибавить безпримѣрное развитіе въ водахъ открытаго моря планктонныхъ родовъ Globigerina, Orbulina, Pulvinulina. Если, такимъ

образомъ, во время третичнаго періода фораминиферы (корненожки) изъ самыхъ различныхъ группъ выступаютъ почти повсюду въ чрезвычайно громадномъ числѣ особей, то этотъ расцвѣтъ жизнеспособной группы долженъ быть обусловленъ общими геологическими, т. е. климатическими причинами.

Эоценовая фауна рыбъ въ Бельгіи содержитъ 36 родовъ, встрѣчающихся исключительно въ тропическихъ моряхъ, и лишь двѣ формы, живущія теперь въ болѣе холодныхъ моряхъ. Изъ многочисленныхъ рыбъ Monte Bolca у Вероны около половины видовъ представляютъ тропическія формы.

На сѣверномъ берегу Средиземнаго моря, у Castel Gomberto, росли рифовые кораллы, развитіе которыхъ возможно лишь тамъ, гдѣ температура воды не опускается ниже 20° С.

На склонахъ Альпійскаго острова, у Вероны (Monte Bolca) произрастали[13] толстолистныя фиговыя деревья, эвкалипты, мирты и сандальныя деревья. Колючія цезальпины, безлистныя лептомеріи росли рядомъ съ Zizyphus и Aralia, какъ подлѣсокъ, и съ дерева на дерево взвивались великолѣпныя вьющіяся растенія. Въ густомъ первобытномъ лѣсу жила исполинская змѣя длиною въ 3 метра.

Направляясь далѣе на западъ, мы у Э (недалеко отъ Ниццы) находимъ[14] на берегу мелководнаго озера, шириною въ 15 километровъ, широколиственныя, вѣерообразныя пальмы, бананы, драконовое дерево, камедное дерево, каучуковое дерево рядомъ съ многочисленными другими растеніями, которыя тоже свидѣтельствуютъ о тепломъ тропическомъ климатѣ. Двѣнадцать видовъ акацій и многочисленныя коніферовыя (хвойныя) деревья (Widdringtonia, Iuniperus, Pinus) росли, быть можетъ, на близкихъ горахъ. Кувшинки покрывали поверхность воды, рыбы населяли озеро, и въ воздухѣ жужжали многочисленныя насѣкомыя.

Далѣе на сѣверъ, у Сезанны, на берегу населеннаго рѣчными раками (Astacus) потока произрастали древовидные папоротники, лавровыя деревья, сассафрасъ, магноліи и липы; по стволамъ вились плющъ и многградная лоза, а влажный рѣчной берегъ покрытъ былъ кустами каршанцій. Подобную флору можно прослѣдить до Бельгіи (Гелиндена) включительно. На берегу бухты Сены и на противоположномъ морскомъ берегу Англіи произрастали панданъ и многочисленныя болотныя пальмы (Nipa). Быть можетъ, ихъ высокія перистыя лиственныя кроны представляли темнозеленую кайму между песчаножелтымъ берегомъ и голубымъ моремъ, ихъ крупные плоды носились по волнамъ до тѣхъ поръ, пока они не опускались на илистое дно. Но окружающая прибрежная страна представляла безжизненную степь, въ которой произрастали только мелколистное Nerium, Coruptonia, Dryandia и Myrica.

Нѣкоторыя изъ этихъ растеній встрѣчаются въ тѣхъ же самыхъ видахъ у сѣверной подошвы Альпъ.

Подвигаясь отсюда впередъ на востокъ, мы у Сотцки въ Штейермаркѣ, въ Крайнѣ и въ другихъ мѣстахъ встрѣчаемъ приблизительно одинакового возраста угленосныя породы. Уже фонъ-Эттингсгаузенъ[15] утверждалъ, что рядъ углолистныхъ растеній, Casnarina, эвкалипты, банксіи и миртовыя, напоминаетъ флору Австраліи. На берегу моря произрасталъ панданъ, выдѣляясь темнозеленой каймой, какъ въ настоящее время на берегахъ тропическихъ морей.

Совершенно иную флору мы находимъ 10 градусами сѣвернѣе въ янтарѣ Замланда; существенно отличная флора жила и въ Шотландіи[16]. Здѣсь между эоценовыми вулканами произрастали платанъ, тополь, кизилъ (Cornus), орѣшникъ (Corylus), лавръ, многочисленныя хвойныя (Coniferae), Гингко (Gingko), плодоножникъ (Podocarpus), тисъ (Taxus) и секвойа (Sequoia), а также отдѣльные папоротники и хвощи.

Хотя эти флоры не всѣ принадлежатъ къ однимъ и тѣмъ же горизонтамъ, тѣмъ не менѣе приведенные факты указываютъ на то, что Европа дѣлилась уже на флористическія области. На берегу южнаго моря росли панданы, бананы, пальмы и другія растенія дѣвственныхъ тропическихъ лѣсовъ; пышными прибрежными лѣсами съ великолѣпными пальмами покрыты были также материковыя рѣки. Съ другой стороны, обширныя пространства заростали мелколистными, скудными травянистыми растеніями, обнаруживающими большое сходство съ австралійской пустынной флорой. На сѣверѣ же произрастали растенія, свойственныя умѣренному климату; здѣсь высоты горной страны были покрыты большими хвойными лѣсами.

Къ вполнѣ сходнымъ результатамъ мы приходимъ, сравнивая образовавшіяся тогда отложенія. Въ Венгріи мы находимъ мощныя, не содержащія окаменѣлостей, въ большинствѣ случаевъ, красныя глины, мергеля, песчаники и конгломераты, обнаруживающіе большое сходство съ латеритовыми отложеніями. На сѣверномъ склонѣ Швейцарскихъ Альпъ образовались красные мергелистые песчаники мощностью въ 300 метровъ, въ Провансѣ—красные конгломераты, въ южной Африкѣ отложились красные мергеля. Но на болѣе высокихъ широтахъ распространены сѣрыя отложенія.

По мѣрѣ того, какъ третичное море опускалось въ глубину, въ сушу превращались все большія области современныхъ континентовъ, повсемѣстно господствовалъ теплый, влажный климатъ, и, такимъ образомъ, передъ вновь возникающими флорами и фаунами открывались для заселенія обширныя площади.

Изъ всѣхъ материковъ, судьбы которыхъ описаны были нами въ предшествующихъ главахъ, наибольшей непрерывностью своего развитія отличалась Сѣверная Америка. Хотя окраивы сѣвероамериканскаго материка неоднократно захватывались моремъ съ запада, юга и востока, ядро его, однако, все время оставалось сушей и въ обширной равнинѣ Миссисипи, а также въ ограничивающихъ ее съ востока и запада горныхъ цѣпяхъ предлагали наземнымъ растеніямъ и животнымъ благопріятныя для поселенія мѣста. Здѣсь развились въ удивительномъ изобиліи формъ и достигли чудовищныхъ размѣровъ динозавры; здѣсь заложены были корни тѣхъ материковыхъ цикловъ формъ, которые теперь, на рубежѣ между мѣловымъ и третичнымъ періодами, заселили вновь возникшія страны и со стремительной быстротой распространились по всей землѣ.

Для начала третичнаго періода характерно то, что въ это время **четыре цикла материковыхъ организмовъ** достигаютъ невѣроятнаго расцвѣта и энергичнымъ походомъ утверждаютъ свое господство на материкѣ; циклы, о которыхъ мы говоримъ,—слѣдующія: **цвѣтковыя растенія, насѣкомыя, птицы и млекопитающія.**

Въ одной чрезвычайно интересной работѣ[28] Натгорстъ показалъ,

что флора Европы и Азіи ведетъ свое происхожденіе отъ флоры сѣвера Америки, и если мы вспомнимъ, что сѣверо-американская флора мѣлового періода встрѣчается въ большомъ изобиліи формъ также среди базальтовыхъ покрововъ Гренландіи, то мы въ состояніи будемъ оцѣнить историко-геологическое значеніе Сѣверной Америки для Евразіи и легко поймемъ, что постепенно расширяющійся полярный ледъ, устремляясь на югъ, вытѣснялъ на югъ богатую флору, которая не въ состояніи была переносить холодный климатъ и длинную зимнюю ночь.

Извѣстно что большая часть растительныхъ сѣмянъ легко переносится съ одного мѣста на другое вѣтромъ либо морскими теченіями, рѣками, либо птицами, и что перенесенныя такимъ образомъ растенія быстро заселяютъ тѣ мѣста, условія которыхъ соотвѣтствуютъ жизненнымъ привычкамъ данныхъ представителей растительнаго царства. Поэтому, попытка строго опредѣлить пути странствованія каждой отдѣльной флоры наталкивается на неопредѣленныя препятствія; несмотря на это, уже теперь можно попытаться установить большіе главные пути подобныхъ странствованій.

Въ Сѣверной Америки материковая фація мѣловой формаціи расчленяется на слѣдующіе отдѣлы:

1) Кутанійская (на востокѣ потомакская) формація, богатые растительностью песчаники съ залежами каменнаго угля.

2) Дакотская формація, богатые растеніями песчаники съ залежами каменнаго угля.

3) Колорадская формація; въ самыхъ нижнихъ слояхъ—песчаники съ углями, выше—морскіе глины и известняки.

4) Монтанская формація, морскіе песчаники, глины и известняки.

5) Ларамійская формація, песчаники, мощностью до 2000 метровъ, конгломераты, глины съ отдѣльными бракическими прослоями, необыкновенно богатые залежами угля.

Въ самой нижней изъ перечисленныхъ свитъ слоевъ новая флора появляется впервые

Весьма характерно, что изъ 300 растительныхъ видовъ,

	140	видовъ	принадлежатъ къ	папоротникамъ,
	90	„	„ „	хвойнымъ,
	22	„	„ „	цикадовымъ,
и только	75	„	„ „	скрытосѣмяннымъ.

Но въ выше слѣдующихъ слояхъ это отношеніе быстро мѣняется. Отчетливо видно, что древняя папоротниковая флора все болѣе отѣсняется. Цикадовыя становятся рѣже, но зато въ большемъ изобиліи формъ развиваются травы, пальмы и цвѣтковыя растенія. По листьямъ и плодамъ можно распознать сассафрасъ (Sassafras), лиріодендронъ (Liriodendron), андромеду (Andromeda), мирсину (Myrsine), иву (Salix), эвкалиптъ (Eukalyptus) и другія семейства. Пальмовыя опахала въ 3 метра діаметромъ краснорѣчиво свидѣтельствуютъ о пышномъ ростѣ растительности. Наконецъ, въ болѣе высокихъ слояхъ мѣловыхъ отложеній встрѣчаются уже въ большомъ изобиліи тополь, дубъ, плантанъ, фикусъ, коричное дерево и лавровое дерево.

Чтобы вполнѣ ясно понять своеобразный характеръ этого раз-

витія флоръ, мы должны принять во вниманіе, что въ нижнемѣловыхъ отложеніяхъ Европы двусѣмянодольныя растенія отсутствовали, и что даже вельдскіе угли образованы были хвощами, папоротниками, цикадовыми и изолированно росшими хвойными. Лишь въ верхнемѣловую эпоху и въ Европѣ появился рядъ лиственныхъ формъ, которыя въ Сѣверной Америкѣ произрастали уже на протяженіи долгаго періода времени.

Новая флора мигрировала съ запада на востокъ, и вездѣ, гдѣ на только что оставленномъ моремъ днѣ поселялись прибрежныя болотистыя лѣса, тамъ создавались условія для нагроможденія залежей каменнаго угля.

Такъ, въ мѣловой періодъ въ Сѣверной Америкѣ и въ нижнетретичную эпоху въ Европѣ образовались мощныя нагроможденія богатыхъ древесиной бурыхъ углей, по сопровождающимъ слоямъ которыхъ мы имѣемъ возможность судить о переселеніяхъ и измѣненіяхъ растительнаго міра. Вмѣстѣ съ тѣмъ эти растенія представляютъ для насъ важное вспомогательное средство для сужденія о климатическихъ отношеніяхъ, господствовавшихъ въ третичный періодъ.

Нелегко, часто даже невозможно, по жилкамъ отпечатка листа въ глинѣ или песчаникѣ опредѣлить семейство или родъ, къ которому относится отпечатокъ. Но на основаніи формы листьевъ мы можемъ вывести важныя заключенія о климатическихъ условіяхъ, къ которымъ эти листья были приспособлены.

Широкіе, сильно развѣтвленные, дольчатые или снабженные тонкими остріями для стеканія капель воды листья изобилующаго дождями первобытнаго лѣса легко отличить отъ узкихъ, лентоподобныхъ листьевъ растеній, обитающихъ въ степяхъ и пустыняхъ. Если и эоценовая флора Европы опытными ботаниками часто характеризовалась, какъ „австралійская флора“, то подъ послѣдней флорой мы должны подразумѣвать не столько семейства растеній, нынѣ широко распространенныя въ Новой Голландіи, сколько флору сухой пустынной страны, которая произрастала въ большомъ изобиліи (фиг. 257) лишь тамъ, гдѣ берега богатыхъ водою озеръ и рѣкъ доставляли достаточно влаги на протяженіи всего года.

Одновременно съ распространеніемъ односѣмянодольныхъ и двусѣмянодольныхъ растеній, луга и покрытыя травою степи, кустарники и лѣса оживлялись пестрымъ и богатымъ міромъ насѣкомыхъ. Повсюду носились жалящіе и сосущіе, питающіеся древесиной, листьями и цвѣтами жуки, стрекозы, мухи, пчелы и бабочки, и мы не должны удивляться тому, что этотъ неисчерпаемый источникъ питанія вызвалъ къ жизни богатое развитіе птицъ, которыя стали теперь оглашать воздухъ своимъ пѣніемъ и украшать зеленую листву своими пестрыми перьями.

Нужны особенно благопріятныя условія, для того чтобы фауна насѣкомыхъ могла хорошо сохраниться въ слояхъ земной коры,—сохраниться такъ, чтобы возможно было обозрѣть ихъ богатство формъ. Тѣмъ большее значеніе имѣетъ для насъ тотъ фактъ, что въ Скалистыхъ горахъ Сѣверной Америки въ нижнетретичныхъ отложеніяхъ Флориссана, встрѣчается чрезвычайно богатая фауна насѣкомыхъ, въ которой представлены всѣ современные порядки, а въ ископаемомъ янтарѣ Европы сохранилось еще большее богатство формъ.

Съ низменной прибрежной области сѣвернаго материка большія богатыя иломъ рѣки текли[17] до Замланда включительно, чтобы здѣсь' изливать свои воды въ бушевавшее съ юга море. Принесенныя рѣками

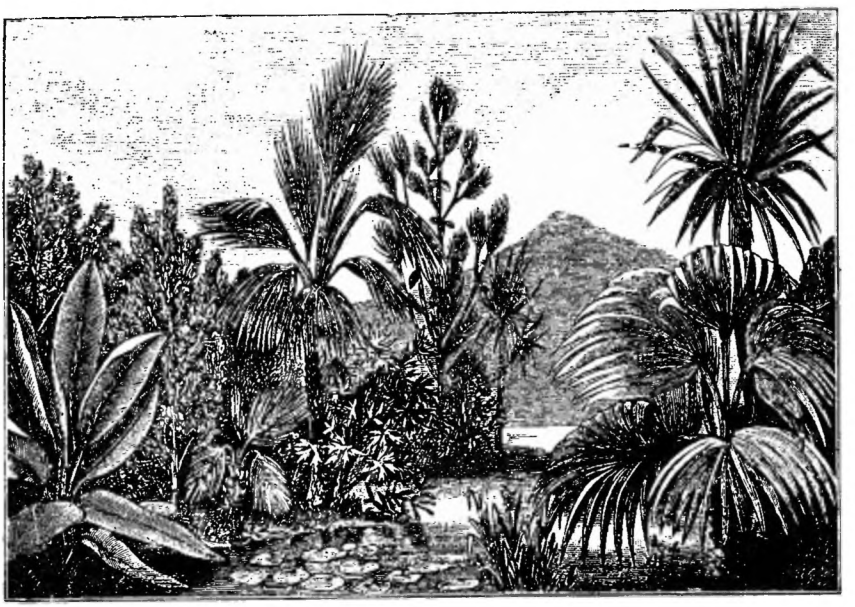


Рис. 257. Флора на берегу олигоценоваго Соляного озера у Э. Справа—пальма (Flabellaria), за нею — драцена (Dracaena); слѣва — банановое дерево (Муза), за нею — хвойныя (Widdringtonia, Juniperus) и лиственныя (Acacia, Aralia, Diospyros) деревья

гальки изъ кремнистаго сланца, силурійскаго известняка, глауконитоваго песчаника и кремня указываютъ на то, что на скандинавскомъ первозданномъ (архейскомъ) массивѣ тогда покоилась еще толща силурійскихъ и мѣловыхъ породъ. Самый важный осадокъ одной большой рѣки, которая стекала съ сѣверо-запада, представлялъ голубовато-сѣрый илистый песокъ, который вросъ въ мелководное море вмѣстѣ съ рѣчной дельтой и многочисленными песчаными банками. Болотистая прибрежная страна покрылась густымъ дѣвственнымъ лѣсомъ.

Самое распространенное растеніе[18] представляла Thuja Kleiniana; вмѣстѣ съ другими шестью видами она представляла, вѣроятно, главную составную часть лѣсовъ. Рядомъ съ ними встрѣчаются 22 вида сосенъ, 4 видрингтоніи, 3 хамеоципарисъ (Chamaecíparis) и 1 каллитрисъ (Callitris). Этому богатству хвойныхъ деревьевъ можно противопоставить 15 видовъ лиственныхъ деревьевъ (дубъ, каштанъ, букъ, кленъ), среди которыхъ важнѣйшими являлись дубъ и кленъ. Изъ кустарниковъ произрастали вересковыя (Ericaceae) съ Erica Andromeda, Pyrola и Dermatophyllites. Между этими растеніями, указывающими на болѣе прохладный климатъ, особенно замѣчательно появленіе цвѣтовъ и листьевъ камфорнаго дерева и четырехъ видовъ пальмъ.

И міръ насѣкомыхъ представляетъ смѣсь болѣе сѣверныхъ (Mochlonys, Glorna) и болѣе южныхъ родовъ (термиты, Poecocera, Halobates, Polyzosteria, Passandra, Ploia, Sylvius, Hersilva, Chauliodes, и др.), естественно,

можно предположить, что снесенные въ дельту растительные остатки происходятъ изъ различныхъ въ климатическомъ и географическомъ отношеніяхъ мѣстъ. Климатъ отличался смѣной временъ года, такъ какъ цвѣточныя и листовыя почки въ янтарѣ свидѣтельствуютъ о продолжительной веснѣ, насѣкомыя же указываютъ отчасти на лѣто и осень. На одномъ древесномъ стволѣ толщиною въ два фута можно насчитать сто годовыхъ колецъ.

Столь широко распространенныя въ лѣсахъ, доставляющихъ янтарь хвойныя деревья часто повреждались буреломомъ, а также грибами, насѣкомыми, дятлами и бѣлками и боролись съ этимъ путемъ выдѣленія золотисто-желтой смолы. Количество этой смолы, которая, затвердѣвши впослѣдствіи, попала въ рѣчной илъ въ видѣ янтаря, было поразительно велико; въ самомъ дѣлѣ синяя земля Замланда содержитъ около $^1/_{12}$% янтаря; такимъ образомъ, во всей массѣ отложеній количество янтаря составитъ кубъ съ ребромъ въ 175 метровъ.

Конечно, янтарь уже не вездѣ находится на мѣстѣ своего первоначальнаго отложенія. Потоки позднѣйшихъ періодовъ и особенно ледяные покровы дилювіальной эпохи перенесли его очень далеко на югъ и на востокъ, какъ видно по приложенной здѣсь картѣ (фиг. 258). Отдѣльныя находки янтаря въ хвойномъ деревѣ Девоншира[20] и Вож-

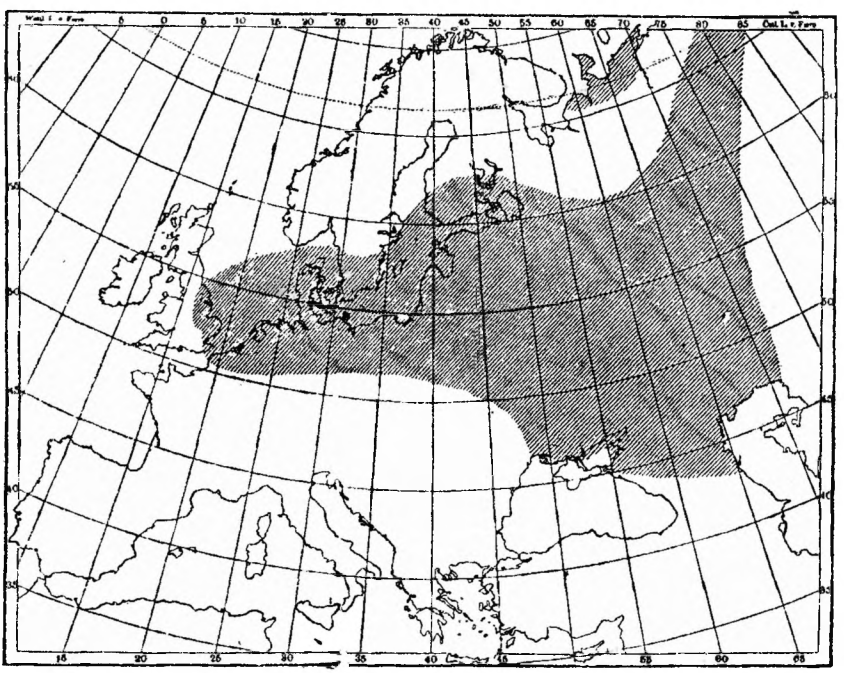


Рис. 258. Современное распространеніе янтаря въ Сѣверной Европѣ.

рара[21] подъ Парижемъ, а также подъ Кіевомъ[22] позволяютъ намъ составить себѣ приблизительное представленіе о томъ какъ далеко распространены были деревья, доставлявшія янтарь.

Происхожденіе сицилійскаго янтаря еще неизвѣстно. Предполо-

жительно, сосны, выдѣлявшія янтарь, произрастали въ гористой островной странѣ сѣвернѣе Этны.

Лѣсъ населенъ былъ чрезвычайно богатымъ міромъ насѣкомыхъ которыя при своихъ полетахъ прилипали къ покрытымъ тягучей смолой стволамъ.

Судя по коллекціямъ[23], до сихъ поръ составленнымъ, найдено:

20000 мухъ,	2500 пауковъ,
5000 сѣтчатокрылыхъ,	1000 мелкихъ бабочекъ,
4000 жуковъ,	1200 клоповъ,
2500 прямокрылыхъ,	150 тысяченожекъ,

наряду со многими другими, болѣе рѣдкими, животными (бѣлками, птицами, ящерицами, моллюсками и т. д.).

Вмѣстѣ съ рѣчнымъ пескомъ желваки янтаря сносились въ море, и здѣсь они смѣшивались съ остатками морскихъ животныхъ; позвонки и зубы акулы, а также устрицы говорятъ за то, что вода, приливая и отливая, то опрѣснялась, то снова становилась соленой.

Въ висячемъ боку янтареносной земли встрѣчается *залежь бураго угля*; она показываетъ, что болотистые прибрежные лѣса гнили, и ихъ растительное вещество превращалось въ мощные флецы угля. Хвойныя, деревья, вѣчнозеленые дубы, бамбуковыя растенія и пальмы образовали густыя заросли и быстро распространились по Средней Европѣ. Сперва въ Саксоніи и Гессенѣ, затѣмъ, во время міоценовой эпохи, во всей средней и сѣверной Германіи образовались наполненные гумусомъ мелкіе и крупные бассейны, иногда мощностью отъ 50 до 70 метровъ.

Въ то же время отъ Прованса вплоть до Швейцаріи, Тироля, Венгріи, Карпатъ и Богеміи образованы были обширныя залежи минеральныхъ углей, а того же возраста залежи углей въ Тунисѣ, Калифорніи и на Огненной Землѣ свидѣтельствуютъ о повсемѣстномъ распространеніи углеобразующихъ факторовъ. Въ слѣдующую, міоценовую, эпоху возникли еще залежи угля въ области Рейна (Зибенгебирге), Вестервальдѣ, Фогельсгебирге, Ренѣ, въ Мекленбургѣ и Помераніи, въ Штейермаркѣ, Богеміи, Персіи, Исландіи и Калифорніи.

Съ нѣкоторымъ правомъ растительный міръ этихъ болотъ, въ которыхъ образовались бурые угли, часто сравнивали съ заливаемыми моремъ болотными лѣсами (Dismal swamps) на берегахъ Каролины. Но въ то время, какъ низменная прибрежная область, равно какъ берега большихъ рѣкъ и склоны Альпъ, были покрыты густыми первобытными лѣсами, между ними простирались все еще бѣдныя растительностью области.

Объ этомъ можно судить особенно по залежамъ гипса и соли, образовавшимся въ Европѣ въ болѣе древнее время третичнаго періода. Въ эоценовыхъ отложеніяхъ (въ лутетскомъ ярусѣ парижскаго бассейна, а также въ юго-восточной Испаніи) включены залежи гипса, равно какъ морскіе и бракическіе слои. Въ слѣдующемъ, бартонскомъ ярусѣ мы находимъ залежи гипса у подошвы Пиренеевъ. Лудійскій ярусъ содержитъ близъ Парижа гипсовыя залежи Монмартра мощностью до 20 метровъ, славящіяся остатками млекопитающихъ, добывавшимися уже Кювье, а также меньшихъ размѣровъ гипсовыя линзы въ Пиренеяхъ, въ бассейнѣ Апта и въ Эльзасѣ.

Въ олигоценовую эпоху гипсъ отлагался въ Дардони, въ Провансѣ, у Ганджара (Ganjar), въ Лимани, Велей (Velay), въ Швейцаріи и даже въ Алжирѣ.

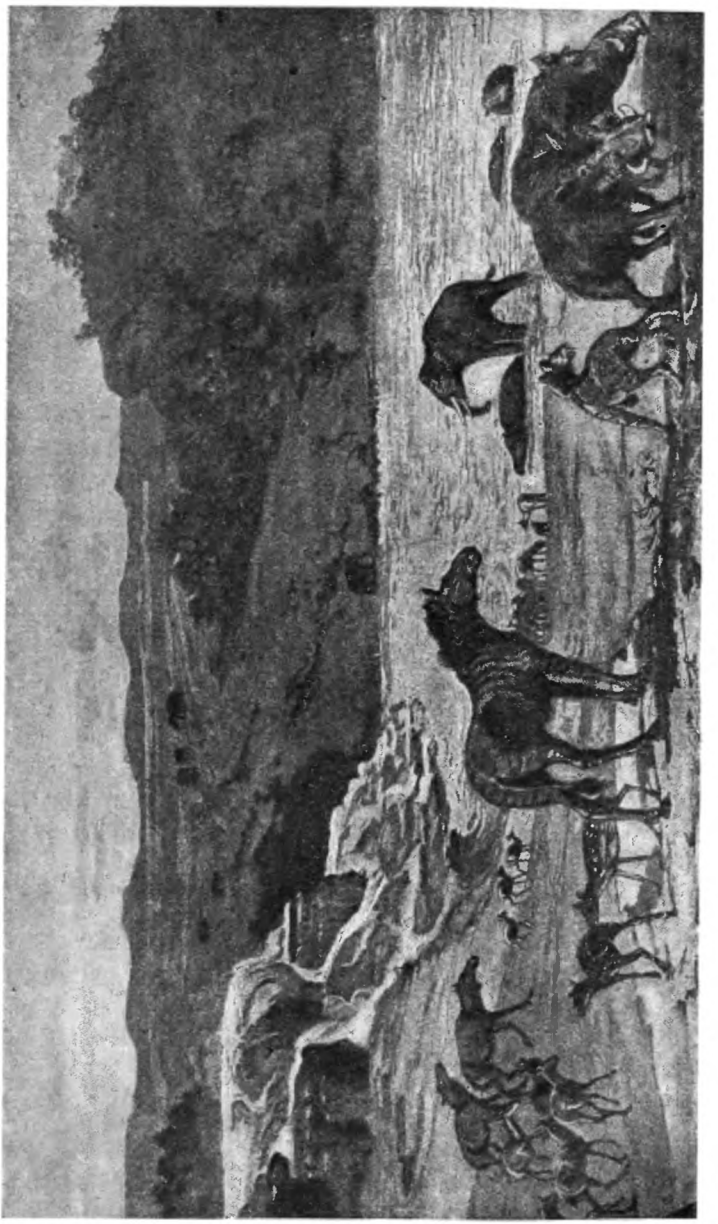


Рис. 259. Животная жизнь у горячаго источника Штейнгейма.

Въ міоценовую эпоху почти вся южная Европа превратилась въ лишенную стока область. Колоссальныя испаряющіяся соляныя озера покрывали южную Испанію, западную Италію и Сицилію, а одно внутреннее соляное озеро простиралось отъ Вѣны вплоть до Самарканда. При ду-

найскія низменности, Балтійское, Аральское и Каспійское моря представляютъ только позднѣе разобщенныя между собою части колоссальной солончаковой пустыни, которая исчезла лишь тогда, когда водворился изобилующій дождями климатъ пліоценовой эпохи. Это „внутреннее Сарматское море“[24] отличается фауной, бѣдной видами, но чрезвычайно богатой особями. Что эта фауна представляла излюбленную добычу для стадъ тюленей, дельфиновъ и китовъ, это вытекаетъ изъ тѣхъ многочисленныхъ скелетовъ, которые найдены отъ Вѣны до Малой Азіи. Въ Верхней Силезіи, на Карпатахъ, до Велички въ Галиціи, въ Венгріи и Трансильваніи отдѣльныя бухты громаднаго соляного озера выпаривались, образуя залежи соли и гипса.

Въ сарматскихъ отложеніяхъ наблюдаютъ фауну болѣе или менѣе крупныхъ наземныхъ животныхъ, часто отличающуюся поразительнымъ богатствомъ. Уже это обстоятельство наталкиваетъ насъ на мысль, что въ предѣлахъ бѣдной атмосферными осадками степной страны въ отдѣльныхъ оазисахъ или на берегахъ озеръ и рѣкъ процвѣтали пышныя поселенія растеній.

Въ южной Германіи нѣкоторые ихъ оазисовъ издавна славятся, благодаря своему богатству окаменѣлостями. Въ Рисѣ[25] у Нердлингена въ поросшемъ тростникомъ болотѣ находились мѣста вывода птенцовъ пеликановъ, аистовъ, цапель, гусей, утокъ и мелкихъ пѣвчихъ птицъ, кости которыхъ, яичная скорлупа и пухъ прекрасно сохранились. Особенный интересъ у геологовъ и біологовъ вызвалъ своими геологическими и палеонтологическими особенностями другой оазисъ: это бассейнъ Штейнгейма[26] въ Швабіи (фиг. 259). Здѣсь находилось мелководное озеро, въ которое впадалъ горячій источникъ (терма), образовавшій мощныя отложенія известковой накипи. Въ водѣ жили Barbus, щуки, лягушки, черепахи и выдры; въ густомъ тростникѣ гнѣздились ибисы, пеликаны и гуси. Сюда лѣтомъ издалека собирались на водопой обитатели окрестныхъ степей; а когда наступали холодные зимніе вѣтры, то теплая вода представляла для нихъ излюбленное мѣсто купанія. Сюда заходили стада изящныхъ карликовыхъ оленей (рис. 260), болѣе крупные безрогіе олени, трехкопытныя первобытныя лошади, жившія въ водѣ свиньи, носороги и мастодонты; въ густыхъ зарослях ихъ подстерегалъ медвѣдеподобный Amphycyon, а также тигроподобный Machairodus со своимъ длиннымъ, ужаснымъ саблевиднымъ зубомъ.

Наряду съ этими, болѣе или менѣе крупными, животными, сохранившимися въ столь превосходныхъ скелетахъ, бассейнъ Штейнгейма замѣчателенъ еще тѣмъ, что въ немъ погребены милліоны мелкихъ улиточныхъ раковинъ, подавшихъ поводъ къ оживленнымъ спорамъ.

Видъ, описанный подъ названіемъ Planorbis (Carinifex) multiformis (рис. 261), наполняетъ своими раковинами бѣлую известковую накипь, и притомъ лежачіе слои наполнены плоскими дискообразными разновидностями, висячіе башеннообразно завитыми раковинами; постепенные переходы между раковинами лежачихъ слоевъ съ одной стороны, и раковинами висячихъ слоевъ,—съ другой, во-очію показываютъ медленное и постепенное превращеніе вида.

Такимъ образомъ, Штейнгеймскій бассейнъ долгое время считался классическимъ примѣромъ превращенія одного вида въ другой;

это представлялось особенно замѣчательнымъ въ виду того, что не вездѣ можно было доказать наличность такихъ превращеній. Лишь въ послѣдніе годы выяснилось, что непостоянство вида Carinifex multiformis было, должно быть, обусловлено совершенно особенными мѣстными причинами, такъ какъ здѣсь Gillia ntriculosa и Limaens Socialis [24] тоже

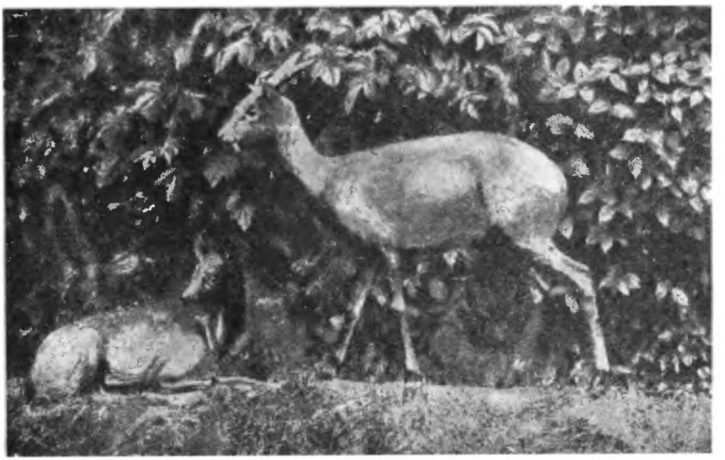


Рис. 260. Карликовые олени Штейнгейма.

варьируютъ, хотя въ другихъ мѣстонахожденіяхъ Швабіи эти виды обладаютъ устойчивыми видовыми признаками.

Изученіе горячихъ источниковъ Венгріи привело къ поразительному рѣшенію этого вопроса, послужившаго предметомъ столькихъ споровъ [28]. Въ самомъ дѣлѣ, у горячихъ источниковъ близъ Пюспёкфюрдё (Puspökfurdö) живетъ форма Melanopsis Parreyri, у которой обликъ раковины такъ сильно измѣняется, что форма эта описывалась подъ

Рис. 261. Carinifex multiformis. Рядъ разновидностей съ многочисленными переходными формами.

совершенно различными видовыми названіями, но между ними встрѣчаются тоже измѣняющіяся разновидности, которыя связываютъ одинъ видъ съ другимъ.

Другой примѣръ большого богатства мягкотѣлаго животнаго особями и разновидностями представляютъ толстораковинныя конгеріи (Congeriae) (рис. 262) внутренняго моря на востокѣ Европы, которое на перевалѣ между міоценомъ и пліоценомъ постепенно опрѣснялось, благодаря возрастанію атмосферныхъ осадковъ.

Для нашихъ дальнѣйшихъ разсужденій важное значеніе имѣетъ то обстоятельство, что флора пліоцена, поскольку позволяютъ судить, главнымъ образомъ, залежи минеральнаго угля у подошвы Альпъ, обнаруживаетъ полное сходство съ флорой настоящаго времени. Это

обстоятельство неизбѣжно приводитъ насъ къ предположенію, что развитіе современныхъ климатическихъ зонъ совершенно завершилось еще до наступленія ледниковаго періода. О лѣсахъ пліоценовой эпохи особенно отчетливо свидѣтельствуютъ многочисленные исполинскіе олени (рис. 263), которые обитали въ Европѣ, какъ на сѣверѣ, такъ и на югѣ. Вмѣстѣ съ тѣмъ, слѣдующій за пліоценовой эпохой ледниковый или снѣговой періодъ представляется отнюдь не слѣдствіемъ охлажденія полярныхъ областей, а самостоятельнымъ климатическимъ эпизодомъ, который не находился въ связи съ явленіемъ охлажденія, а обусловленъ былъ особенными причинами.

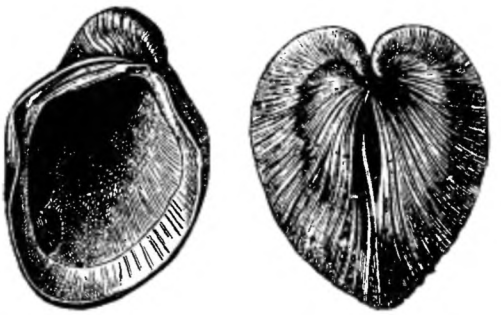


Рис. 262. Congeria Partschi. Это животное жило сообществами въ соляныхъ болотахъ сарматско-понтійскаго бассейна.

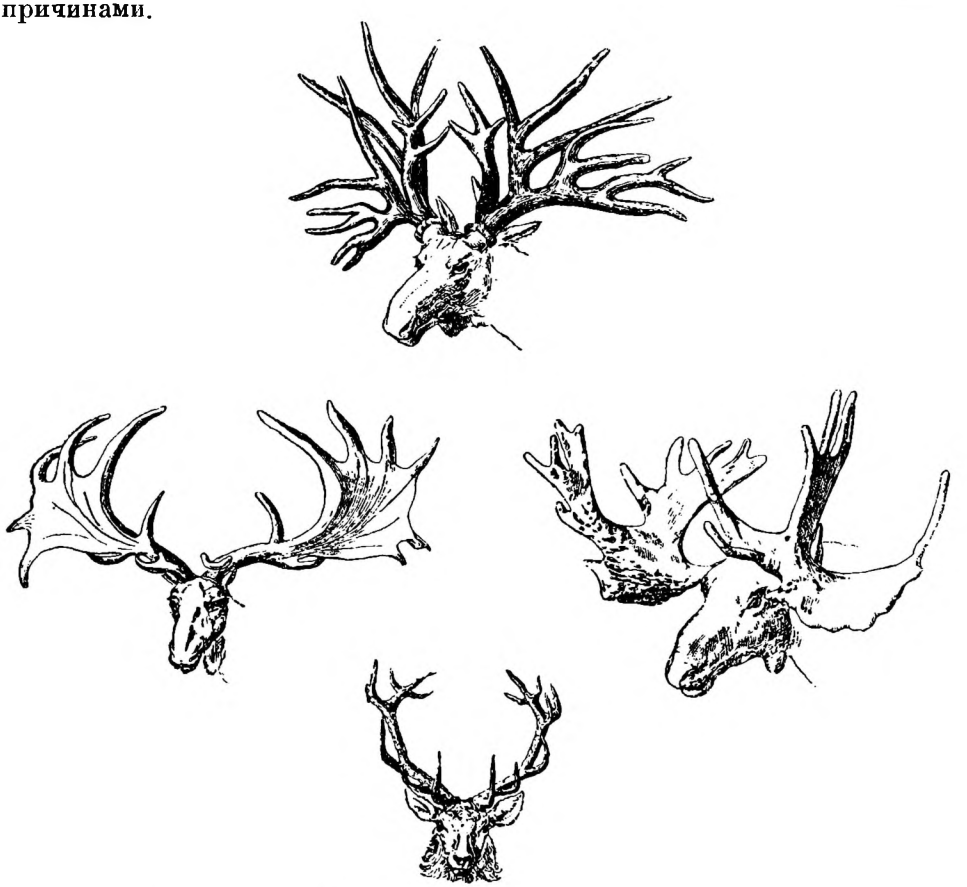


Рис. 263. Пліоценовые исполинскіе олени въ сравненіи съ нынѣ живущимъ благороднымъ оленемъ.

Вмѣстѣ съ цвѣтковыми растеніями и насѣкомыми стали распространяться птицы. Конечно, полыя, легкія кости, въ большинствѣ случаевъ, маленькихъ летающихъ птицъ, столь неблагопріятны для сохраненія, что въ этомъ отношеніи геологическіе документы изобилуютъ пробѣлами; несмотря на это, большіе этапы въ развитіи птицъ поддаются обзору. Мы должны вспомнить, что рептильные признаки верхне-юрской первобытной птицы (Archaeopteryx) совершенно исчезли уже у зубастыхъ птицъ мѣлового періода. О прежнемъ образѣ жизни напоминаетъ только своеобразный зубной аппаратъ найденной въ Англіи зубастой птицы Odontopteryx (рис. 264). Быстрыми шагами подвигается впередъ развитіе класса птицъ; классъ этотъ быстро пріобрѣтаетъ свои типическія особенности. Костистая передняя конечность превратилась въ крыло, а снабженная высокимъ килемъ грудная кость предоставила достаточно мѣста для сильно развитыхъ летательныхъ мышцъ. Вскорѣ всѣ пространства береговъ, равнинъ и горъ стали оживляться столь необыкновенно разнородными по величинѣ и перьямъ царствомъ морскихъ, водныхъ, болотныхъ, хищныхъ и пѣвчихъ птицъ.

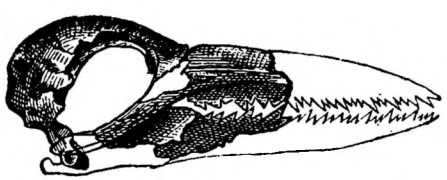


Рис. 264. Odontopteryx toliapicus изъ англійскаго эоцена. Черепъ птицы, у которой челюсти, правда, не усажены зубами, но зазубрены.

Въ мѣловыхъ отложеніяхъ Сѣверной Америки мы въ родѣ Hesperornis находимъ также вполнѣ законченный типъ нелетающихъ птицъ.

Затѣмъ въ нижне-третичныхъ отложеніяхъ мы встрѣчаемъ уже страусоподобныхъ бѣгающ. птицъ. Какъ настоящіе степные обитатели, Dasornis и Megalornis изъ эоценовыхъ отложеній Англіи представляютъ и климатологическій интересъ.

Семейство позвоночныхъ уже предприняло однажды сильный шагъ къ заселенію атмосферы, но развитіе летающихъ ящеровъ пришло къ раннему концу съ завершеніемъ мѣловой эпохи. Быть можетъ, эта неудача находится въ связи съ тѣмъ, что для натяженія летательной перепонки служилъ только единственный палецъ, рука же при этомъ совершенно не примѣнялась. Приложенный рисунокъ (рис. 265) показываетъ въ соотвѣтствующемъ уменьшеніи летательные аппараты Archaeopteryx, летающаго ящера и летучей мыши. Путемъ сравненія легко убѣдиться, насколько цѣлесообразнымъ является приспособленіе именно передней конечности птицы для прикрѣпленія перьевъ.

Но быть можетъ, самымъ важнымъ, событіемъ является идущее рука объ руку съ этимъ развитіе млекопитающихъ. Если мы примемъ во вниманіе, что древесина и листья хвощей, плауновъ, папоротниковъ, цикадовыхъ и хвойныхъ деревьевъ, вслѣдствіе своей сухости и жесткости, не съѣдобны для большинства млекопитающихъ животныхъ, и что большинство послѣднихъ питается сочными и мягкими покрытосѣмянными растеніями (травой, кустарникомъ и листвой)—если примемъ это во вниманіе, то, конечно, безъ труда поймемъ, почему развитіе млекопитающихъ подвигалось впередъ лишь по мѣрѣ того, какъ на земномъ шарѣ распространялись высшія растенія.

Млекопитающія точно такъ же, какъ птицы, имѣютъ тонкостѣнныя кости, пронизанныя полостями для мозга, кровеносными со-

судами и нервами. Эти кости, будучи разсѣяны по открытому полю, предоставленны дѣйствію вѣтра и непогоды, легко вывѣтриваются и распадаются на неузнаваемые обломки. Только нижняя челюсть и зубы отличаются большей способностью сопротивленія и легче сохраняются. А по формѣ зубовъ и порядку ихъ расположенія въ нижней челюсти можно приблизительно указать размѣры соотвѣтствующихъ животныхъ и ихъ образъ жизни даже въ томъ случаѣ, когда части другихъ костей совершенно отсутствуютъ.

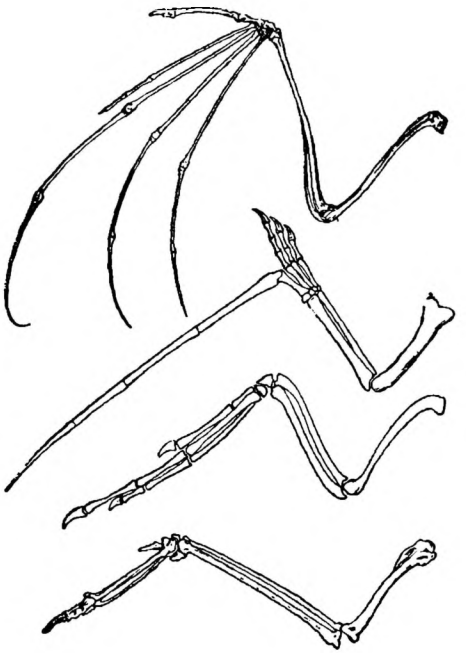


Рис. 265. Летательный аппаратъ летучей мыши, летающаго ящера, первобытной птицы и летающей птицы (вниву).

Отдѣльныя находки показываютъ, что млекопитающія жили уже въ тріасовый періодъ. Въ отложеніяхъ верхняго кейпера Швабіи, Англіи и Сѣверной Америки найденъ рядъ двухкорневыхъ зубовъ и нижнихъ челюстей; эти находки показываютъ, что въ то время широко распространена была фауна млекопитающихъ величиною приблизительно отъ крысы до ежа. Нѣкоторое представленіе объ образѣ жизни этихъ млекопитающихъ мы можемъ составить себѣ, изучая одно англійское мѣстонахожденіе ихъ въ Сомерсетѣ. Въ каменноугольныхъ известнякахъ длинныя, глубокія трещины [30] заполнены кейперовымъ мергелемъ; въ мергелѣ изъ милліона небольшихъ костяныхъ остатковъ удалось выбрать около 70.000 мелкихъ зубовъ акулъ, кости 9 пресмыкающихся и 29 мелкихъ зубовъ Microlestes Mauгii. Здѣсь, на берегу мелководнаго озера, погибла, должно быть, большая стая рыбъ, служившихъ пищею небольшимъ хищнымъ пресмыкающимся и первобытнымъ млекопитающимъ Во время юрской эпохи число ихъ формъ возросло Въ одномъ тонкомъ, богатомъ углемъ, слоѣ мергеля изъ англійскихъ верхнеюрскихъ отложеній удалось опредѣлить 13 родовъ и 24 вида млекопитающихъ, и въ Америкѣ найдена богатая аналогичная фауна среди огромныхъ костей атлантозавровъ (Atlantosaurus).

Почти всѣ челюсти указываютъ на то, что животныя были небольшихъ размѣровъ и питались насѣкомыми или червями. Только у Plagiaulax въ Англіи и у Ctenacodon въ Сѣверной Америкѣ острые изогнутые рѣзцы и узкіе, складчатые коренные зубы позволяютъ думать, что эти животныя были уже приспособлены къ образу жизни грызуновъ и къ растительной пищѣ. Но на основаніи этого не слѣдуетъ заключать, что эти роды принадлежали къ современной группѣ грызуновъ; въ Австраліи мы и нынѣ находимъ, вѣдь, сумчатыхъ грызуновъ.

Какъ извѣстно, въ Австраліи до настоящаго времени живутъ два млекопитающихъ животныхъ, кладущихъ яйца: утконосъ и муравьѣдъ, рѣзко различающіяся между собою по кожному покрову и внѣшнему виду, но сходныя по устройству скелета. Ихъ костяной остовъ обнаруживаетъ еще ясные признаки, сближающіе ихъ со стегоцефалами пермской эпохи, и такъ какъ эмбріональные молочные зубы утконоса напоминаютъ форму зубовъ тѣхъ мезозойскихъ первобытныхъ млекопитающихъ, то напрашивается предположеніе, что были и кладущія яйца животныя, которыя какъ въ устройствѣ своего скелета, такъ и въ образѣ жизни обнаруживали еще большое сходство съ пресмыкающимися. Носили ли они уже волосяной покровъ, или же ихъ тѣло, какъ у нынѣ живущаго муравьѣда, и у двухъ современныхъ весьма низко стоящихъ представителей насѣкомоядныхъ (ежа) и грызуновъ (дикобраза), защищено было роговыми шипами (иглами),—на этотъ вопросъ отвѣтить невозможно.

Такъ или иначе поражаетъ то обстоятельство, что въ продолженіе трехъ крупныхъ періодовъ: тріасоваго, юрскаго и мѣлового развитіе млекопитающихъ подвигалось впередъ столь медленными шагами. Всѣ формы—небольшихъ размѣровъ, ихъ зубной аппаратъ—примитивнаго устройства, ряды зубовъ мало дифференцированы. При небольшой величинѣ тѣла этихъ первобытныхъ млекопитающихъ становится понятнымъ, почему американскія, европейскія и южно-африканскія формы въ своемъ распространеніи такъ часто перемѣшиваются между собою. Онѣ могли легко переправляться съ одного материка на другой на деревьяхъ, гонимыхъ морскими теченіями, и, поэтому, для тѣхъ временъ представляется также невозможнымъ разграничить уже отдѣльныя фаунистическія области.

Но когда, съ расцвѣтомъ высшихъ растеній и царства насѣкомыхъ первобытныя млекопитающія стали находить повсюду обильную пищу, на увеличивающихся материкахъ, между горами и долинами, на берегахъ рѣкъ и морей, въ дѣвственныхъ лѣсахъ и покрытыхъ травой степяхъ, раздѣлились на обособленные порядки, различающіеся между собою по образу жизни и строенію тѣла; когда послѣ вымиранія динозавровъ имъ перестала угрожать опасность со стороны болѣе сильныхъ противниковъ, и вмѣстѣ съ тѣмъ появилась болѣе обильная пища, они выросли въ болѣе крупныя и менѣе подвижныя формы;—тогда только сложились болѣе или менѣе обширныя фаунистическія провинціи, какъ родины для разнородныхъ цикловъ формъ.

Въ продолженіе всей мезозойской эры въ распредѣленіи моря и суши неизмѣнное значеніе имѣлъ одинъ океанъ, который сѣвернѣе экватора широкимъ поясомъ опоясывалъ всю землю.

Въ тріасовый, юрскій и мѣловой періоды Южная Европа и Сѣверная Африка, Малая Азія и Аравія, Персія, Тибетъ и Задняя Индія, а также центральная Америка представляли дно морское. Пусть это „Средиземное опоясывающее море“ и прерывалось островами и островными странами; пусть оно на протяженіи исторіи земли то расширялось, то снова съужалось, но, такъ или иначе, на протяженіи долгихъ періодовъ оно раздѣляло сѣверный материковый массивъ „Арктогею“ отъ южной материковой области, отдѣльныя части которой (материкъ Гондвана, Австралія, Южная Америка) нѣкогда были,

вѣроятно, связаны между собою и представляли одну общую южнополярную область Этотъ материковый массивъ, называемый [31] Антарктикой," долгое время сохраняетъ свои біологическія особенности, и если вполнѣ естественно, что о судьбахъ Арктогеи мы лучше освѣдомлены, то, все-же, въ послѣднее время собрано много зоогеографическихъ фактовъ, на основаніи которыхъ можно составить себѣ приблизительно слѣдующую картину: Если происхожденіе полярныхъ снѣговыхъ и ледяныхъ покрововъ находится, какъ мы предполагаемъ, въ связи съ астрономическими причинами, то отсюда слѣдуетъ, что колоссальный ледяной поясъ, дѣлающій въ настоящее время южную полярную область столь недоступной, постепенно возникалъ и въ третичный періодъ, такъ что материковая флора и фауна какъ на южномъ полушаріи, точно такъ же и на сѣверномъ медленно оттѣснялись по направленію къ экватору. Эти фитогеографическія и зоогеографическія переселенія привели бы обитателей материковъ вполнѣ симметрично, какъ съ сѣвернаго, такъ и съ южнаго полушарія къ самымъ берегамъ, средиземнаго опоясывающаго моря, если бы послѣднее охватывало землю приблизительно около экватора. Но мы видѣли, что средиземное опоясывающее море расположено было главнымъ между 15 и 45 градусами сѣверной широты. Благодаря этому, въ судьбахъ сѣверныхъ и южныхъ странъ возникъ своеобразный контрастъ: между антарктическимъ ядромъ и южнымъ берегомъ Средиземнаго опоясывающаго моря расположена была жаркая, тропическая область, ограниченная двумя пустынями; эта тропическая область въ отношеніи заселенія и мигрированія растеній и животныхъ представляла непосредственно бо̀льшія трудности, чѣмъ относительно однородная климатическая область Арктогеи.

Вслѣдствіе этого, судьбы трехъ южныхъ материковъ совершенно различны.

Южная Америка прорѣзывалась длинной цѣпью; благодаря этому прохладному пріюту для облаковъ, она представляла благопріятныя условія для далекихъ переселеній на сѣверъ, и такъ какъ на Панамскомъ перешейкѣ [32] встрѣчаются минеральные угли нижнеэоценоваго происхожденія, то напрашивается предположеніе, что тогда Антильскій мостъ былъ доступенъ для прохода изъ Южной Америки въ Сѣверную и обратно. Въ среднетретичную эпоху этотъ перешеекъ снова затопленъ былъ моремъ, и лишь въ пліоценовую эпоху опять возстановлено было сухопутное сообщеніе между Сѣверной Америкой и Южной, и тогда же начался оживленный обмѣнъ между сѣвероамериканскими и южноамериканскими животными.

Въ наиболѣе неблагопріятныхъ условіяхъ въ отношеніи распространенія антарктическаго міра организмовъ находилась Африка. Поэтому, лишь немногія формы проникли до южной Африки, а современный богатый животный міръ этого большого континента проникъ туда своими большими стадами съ Арктогеи лишь тогда, когда открылся для сообщеній Сирійскій перешеекъ.

Остъ-Индія уже рано отдѣлилась отъ материка Гондвана и присоединилась къ азіатскому континенту.

Особенный интересъ представляютъ Австралія съ Новой Гвинеей и Новой Зеландіей, нѣкогда составлявшими съ нею одно цѣлое. Несмотря на то, что на Суматрѣ, Явѣ и Борнео распространены ка-

менные угли эоценоваго возраста, которые покрываются морскимъ нуммулитовымъ известнякомъ и свидѣтельствуютъ о томъ, что въ нижнетретичную эпоху здѣсь была суша,—несмотря на это, тогда, все-же, не могъ сложиться Зондскій перешеекъ, который въ настоящее время находится, повидимому, въ процессѣ формированія. Благодаря этому, животный міръ не могъ съ антарктической родины проникать далеко на сѣверъ и сохранился въ Австраліи въ почти чистокровномъ видѣ.

Такимъ образомъ, мы допускаемъ, что въ антарктической области изъ примитивныхъ, первобытныхъ млекопитающихъ возникли Marsupialia (сумчатыя животныя), Edentata (неполнозубыя, броненосцы и т. д.), затѣмъ вымирающія уже въ древнетретичныхъ отложеніяхъ Южной Америки Prototheria, Macrauchenia, Toxodontia и Typotheria. Лишь немногія формы мигрировали въ Арктогею, особенно дидельфиды (Didelphidae) (опоссумъ) до Сѣверной Америки и Европы, Orycteropus—въ Африку и Европу и немногіе неуклюжіе броненосцы (Megalonyx, Mylodon, Glyptodon)—въ Сѣверную Америку, Африку и Индію. Къ южному животному міру принадлежатъ также безкрылые ратиты въ собственномъ смыслѣ слова (страусъ, казуаръ и т. д.), равно какъ пингвины. То обстоятельство, что нѣкоторыя крупныя бѣгающія птицы найдены были и на сѣверномъ полушаріи, можетъ быть, объяснено совпаденіемъ въ ходѣ развитія двухъ животныхъ группъ.

Когда Антильскій перешеекъ связалъ обѣ Америки, а Сирійскій—Африку и Европу, началась великая иммиграція быстро развившихся въ Аректогеѣ высшихъ плацентарныхъ животныхъ, и въ настоящее время Южная Америка и Африка кажутся только провинціями великаго сѣвернаго фаунистическаго парства. Поэтому, легко понять, почему выдающіеся зоогеографы[33] считали сѣверный полюсъ центромъ творенія всѣхъ млекопитающихъ фаунъ, такъ какъ только Австралія представляетъ еще южный животный міръ въ его чистомъ видѣ; что же касается Африки и Южной Америки, то въ нихъ родной животный міръ былъ вытѣсненъ переселенцами съ сѣвера и, за небольшими исключеніями, уничтоженъ.

Къ сожалѣнію, въ южныхъ странахъ геологическіе документы страдаютъ столь крупными пробѣлами, что въ настоящее время еще не возможно ясно представить себѣ направленіе и темпъ развитія. Что современная австралійская фауна сумчатыхъ животныхъ представляетъ только остатокъ гораздо болѣе богатаго ряда предковъ, объ этомъ можно судить по исполинскимъ дипродонтамъ (Diprodonta), кости которыхъ попадаются въ верхнихъ отложеніяхъ третичнаго періода. Ихъ черепъ, снабженный громадными рѣзцами, имѣлъ въ длину 1 метръ; это неуклюжее травоядное животное было величиною съ носорога. Опаснымъ хищникомъ былъ Thylacoleo. Его клыки удлинены на подобіе кинжаловъ а ноги вооружены длинными, сильно искривленными когтями.

Древній остатокъ южной фауны представляютъ исполинскія бѣгающія птицы, которыя найдены были въ верхнетретичныхъ отложеніяхъ Новой Зеландіи.

До сихъ поръ опредѣлено восемнадцать видовъ страусоподобныхъ птицъ (рис. 266), высотою до $3^1/_2$ метровъ, и въ высокой степени вѣроятно[34], что послѣдніе остатки этого пернатаго міра истреблены

были уже человѣкомъ, первобытными обитателями Новой Зеландіи. Въ самомъ дѣлѣ, открыты даже перья, остатки кожи и яйца (рис. 267) съ включенными въ нихъ эмбріонами (зародышами), и рядомъ съ исполинскими птичьими костями неоднократно находили каменныя орудія и древесный уголь.

Нѣсколько лучше мы освѣдомлены о доисторической эпохѣ Южной Америки. Въ третичный періодъ начинается [35] поднятіе Андъ и вмѣстѣ со тѣмъ раздѣленіе Тихаго и Атлантическаго океановъ въ Аргентинѣ. Изъ моря поднимается материкъ, и вновь образовавшіяся равнины покрываются мощными изверженіями трахита и базальта. Большія рѣки сносятъ въ низменности продукты вывѣтриванія; мелководныя озера медленно заполняются обломочнымъ матеріаломъ. Эта земноводная страна у подошвы горъ была населена своеобразной фауной. Среди описанныхъ изъ Патагоніи 200 приблизительно видовъ и 100 слишкомъ родовъ поражаетъ полное отсутствіе всѣхъ характерныхъ для сѣвернаго полушарія копытныхъ животныхъ, насѣкомоядныхъ, хищныхъ и первобытныхъ обезьянъ. Зато изъ большого числа поддающихся болѣе или менѣе точному опредѣленію скелетовъ выдѣляются настоящія сумчатыя животныя, неполнозубыя (Edentata) и обѣ вымершія группы тифотерій и токсодонтовъ. Обѣ послѣднія группы представляли малыхъ, среднихъ и крупныхъ размѣровъ травоядныхъ, у которыхъ строеніе ногъ напоминаетъ копытныхъ животныхъ, а ряды зубовъ—грызуновъ. Черепъ токсодонта имѣлъ въ длину до 70 сантиметровъ. Его неуклюжія, похожія на слоновыя, ноги хорошо приспособлены были для хожденія по илу.

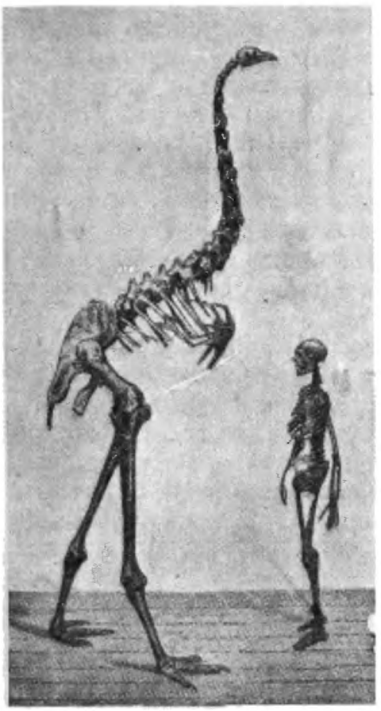


Рис. 267. Dinornis maximus съ острова Чатамъ. Рядомъ—скелетъ человѣка.

Но самый удивительный элементъ южно-американской фауны представляли неполнозубыя (Edentata), которыя въ настоящее время представлены еще только нѣкоторыми небольшими лѣнивцами и броненосцами, въ прошломъ же достигали колоссальныхъ размѣровъ. Еще въ 1789 году въ Европу доставленъ былъ полный скелетъ исполинскаго лѣнивца Megatherium (рис. 268), длиною въ 4 метра. Низкій черепъ съ его маленькой мозговой коробкой представляетъ поразительную противоположность громадной величинѣ неуклюжаго туловища. По формѣ подъязычной кости[36] можно заключить, что животное было въ состояніи далеко высовывать языкъ. Давленіемъ своего огромнаго тѣла оно, навѣрное, въ состояніи было опрокидывать деревья, а неуклюжія, вооруженныя когтями, ноги были хорошо приспособлены къ тому, чтобы вырывать корни. Рядомъ съ мегатеріемъ мы находимъ своеобразныхъ глиптодонтовъ, туловище которыхъ защищено было

боченковиднымъ костянымъ панцыремъ діаметромъ въ 1 метръ и длиною въ $1^1/_2$ метра. Мозаикообразно[37] соединенныя панцырныя пластины имѣли въ толщину $4^1/_2$ сантиметра, а вооруженныя когтями ноги и безкорневые жевательные зубы свидѣтельствуютъ о вегетаріанскомъ образѣ жизни.

Родъ Panochtus по внѣшнему виду и панцырю вполнѣ сходенъ былъ съ глиптодонтами; родъ Doedicurus достигалъ въ длину почти 4 метровъ

Несмотря на неуклюжее тѣло, нѣкоторыя формы предпринимали далекія путешествія. Mylodon встрѣчается[38] на высотѣ 2980 метровъ въ дилювіальныхъ туфахъ на плоскогорьи Экуадора, а Glyptotherium проникъ до Техаса и Флориды.

Совершенно иная фаунистическая картина выступаетъ передъ нами, когда мы разсматриваемъ млекопитающихъ сѣвернаго полушарія. Правда, Сибирь еще недостаточно изучена; въ восточной Азіи нѣсколько освѣщены только пліоценовыя отложенія, гдѣ погре-

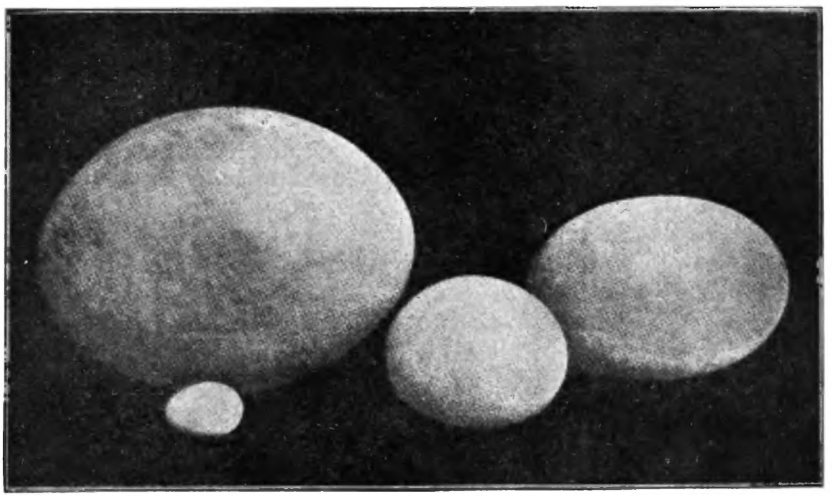


Рис. 267. Яйца новозеландскихъ исполинскихъ птицъ рядомъ съ куринымъ яйцомъ.

бены тѣ огромныя количества остатковъ, которыя высоко цѣнятся въ китайскихъ аптекахъ, какъ цѣлебныя средства („драконовы кости“ и „драконовы зубы“) и вывозятся въ столь массовыхъ количествахъ, что[39] въ годъ ихъ поступаетъ въ продажу около 20.000 килограммовъ. Но зато Европа и Сѣверная Америка изслѣдованы основательнымъ образомъ; богатыя фауны доставили сѣверная Индія, Персія и Малая Азія, а въ послѣднее время представляется уже возможнымъ судить нѣкоторымъ образомъ и объ отношеніи сѣверной Африки къ прочимъ фаунистическимъ областямъ.

Нужно думать, что Средиземное опоясывающее море ограничивало съ юга сѣверный материковый массивъ въ области сѣвернаго тропика, и что Африка, а также Остъ-Индія присоединились къ сѣверному материку лишь впослѣдствіи. Такимъ образомъ, по серединѣ

Азіи простирался широкій морской проливъ, соединявшій южное море съ сѣвернымъ Ледовитымъ океаномъ и отдѣлявшій нынѣшнюю Европейскую Россію отъ Сибири. Съ другой стороны, между Европой и Сѣверной Америкой существуютъ весьма тѣсныя фаунистическія отношенія, и приходится допустить, что въ древнетретичную эпоху между Европой и Сѣверной Америкой существовало сухопутное сообщеніе посредствомъ перешейка, который, правда, могъ быть и трудно проходимымъ. Мы назовемъ его Гренландскимъ перешейкомъ, такъ какъ многіе факты неизбѣжно приводятъ къ предположенію, что сѣверную Антлантику можно было переходить черезъ Гренландію. Когда же позднѣе Европа соединилась съ Азіей послѣдняя по мелководному Беринговому морю вступила, повидимому, въ оживленный фаунистическій обмѣнъ съ Сѣверной Америкой; поэтому, мы въ соотвѣтствующемъ мѣстѣ будемъ говорить и объ этомъ Беринговомъ перешейкѣ.

Въ области древней Атлантиды (обнимавшей Европу и Сѣверную Америку) мы легко могли прослѣдить развитіе млекопитающихъ въ продолженіе мезозойской эры. При переходѣ же изъ мѣлового періода въ третичный здѣсь послѣдовалъ тотъ мощный расцвѣтъ высшихъ млекопитающихъ, который является безпримѣрнымъ въ исторіи развитія земли. Представляется почти невозможнымъ найти основательное объясненіе этимъ фактамъ. Въ самомъ дѣлѣ, ни вымираніе динозавровъ, ни широкое распространеніе цвѣтковыхъ растеній, ни повсемѣстно начинающійся процессъ горообразованія, ни отступаніе моря,—ни одно изъ этихъ явленій, взятое въ отдѣльности, не представляется достаточнымъ для того, чтобы сдѣлать понятнымъ этотъ по-истинѣ всемірно историческій фактъ.

Мы думаемъ, что мощное развитіе плацентарныхъ животныхъ, характеризуемое многими изслѣдователями, какъ „взрывоподобное“, можетъ быть объяснено только одновременнымъ совокупнымъ дѣйствіемъ всѣхъ перечисленныхъ событій.

Въ 1878 году въ Серпэ (Cernay) у Реймса открыта была[40] богатая фауна этого древнѣйшаго, уже высоко дифференцированнаго, животнаго міра. Вскорѣ послѣ этого въ слояхъ Пуэрко, въ Новой Мексикѣ найдена была вполнѣ сходная фауна. Позднѣйшія находки въ Трансильваніи, Швабіи, Швейцаріи, Англіи, Упрахѣ и Вайомингѣ (Wyoming) показали, что фауна эта была широко распространена. Десять родовъ общи Европѣ и Америкѣ, остальные же роды показываютъ, что уже тогда между обѣими частями Атлантиды существовали фаунистическіе контрасты. Подобное отношеніе сохраняется и въ послѣдующую эпоху: извѣстныя формы являются эндемическими какъ на западѣ, такъ и на востокѣ, переселяются въ Азію или въ Южную Америку, но, все-же, онѣ сохраняютъ единство атлантической фауны вплоть до порога настоящаго времени.

Можно было бы думать, въ духѣ ученія Кювье о катастрофахъ, что эоценовая фауна млекопитающихъ отдѣлена отъ мѣловой эпохи какъ бы пропастью, значительнымъ промежуткомъ времени, о которомъ у насъ нѣтъ никакихъ свѣдѣній, такъ какъ въ эоценовыхъ отложеніяхъ можно ясно различать копытныхъ животныхъ, грызуновъ, насѣкомоядныхъ, летучихъ мышей, хищныхъ и обезьянъ; кромѣ того, къ нимъ присоединяются вымершія группы гигантскихъ амблиподовъ

(Amblipoda), среди которыхъ Coryphodon достигалъ величины тапира и быка, а вооруженные страшнымъ зубнымъ аппаратомъ Dinoceras и Uintatherium—размѣровъ слона.

Въ виду сказаннаго большое значеніе имѣетъ то обстоятельство, что среди кайнозойскаго міра организмовъ встрѣчается рядъ Allotheria, а именно: Neoplagiaulax, Liothomus, и десять родовъ, какъ послѣдніе остатки мезозойскихъ первобытныхъ млекопитающихъ. При наличности этого факта не можетъ подлежать ни малѣйшему сомнѣнію, что эоценовыя млекопитающія Атлантиды постепенно, шагъ за шагомъ, возникли изъ первобытныхъ млекопитающихъ мѣловой эпохи, но только въ томъ смыслѣ, что послѣ долгаго времени медленныхъ и едва замѣтныхъ превращеній въ концѣ мѣлового періода наступилъ значительно болѣе оживленный темпъ развитія. Это совершалось не годами и не на протяженіи жизни отдѣльныхъ поколѣній, но все-же, въ такой промежутокъ времени, который взору геолога, привыкшему къ эонамъ, представляется не болѣе, какъ краткимъ моментомъ.

Рис. 268. Megatherium. Дилювіальныя отложенія Аргентины.

Въ эпохи, когда всѣ внѣшнія обстоятельства подвержены быстрой и основательной смѣнѣ, когда появляются многочисленныя, совершенно новыя условія жизни: обширныя, незаселенныя материковыя пространства, богатая растительная и животная ниша, заросшія травою, изобилующія насѣкомыми степи и тѣнистые, вѣчно зеленые дѣвственные лѣса когда обширныя, часто затопляемыя низменности рѣкъ и узкія, окруженныя скалами долины манятъ къ себѣ населеніе,—въ такія эпохи пластическая способность органическаго міра къ приспособленію выражается совершенно инымъ образомъ, чѣмъ въ тѣ времена, когда на протяженіи долгихъ періодовъ наступаютъ лишь медленныя измѣненія. Каждая разновидность легко находитъ подходящія для себя условія жизни; повсюду возникаютъ новые циклы формъ; мѣстныя фауны вступаютъ въ оплодотворяющія отношенія, скрещиваясь между собою; естественный отборъ оперируетъ съ несравненно болѣе богатымъ матеріаломъ; борьба за существованіе принимаетъ болѣе энергичныя формы, и тотъ или иной циклъ формъ, въ зависимости только отъ своей жизнеспособности и внутренней энергіи, при такихъ обстоятельствахъ погибаетъ или же достигаетъ чрезвычайнаго расцвѣта.

Млекопитающія эоценовой эпохи представляютъ различную картину, въ зависимости отъ того, разсматриваемъ-ли мы ихъ подъ угломъ

зрѣнія настоящаго времени, разлагая на отдѣльныя группы предковъ въ соотвѣтствіи съ нынѣ хорошо различимыми, продолжительнымъ естественнымъ отборомъ рѣзко разграниченными, нынѣ живущими порядками, или же охватываемъ ихъ, какъ одно біологическое цѣлое.

Учениковъ одного класса можно, пожалуй, дѣлить по ихъ послѣдующей судьбѣ на будущихъ офицеровъ, ученыхъ или ремесленниковъ, но мы лучше уловимъ ихъ историческую сущность, если будемъ разсматривать ихъ, какъ совмѣстно живущую группу индивидуумовъ, по своимъ существеннымъ особенностямъ еще сходныхъ между собою.

Изслѣдуя эту древнѣйшую фауну подъ такимъ угломъ зрѣнія, мы видимъ передъ собою довольно однородный пучокъ параллельныхъ корневыхъ побѣговъ, и намъ становится понятнымъ, почему нѣкоторые роды разсматривались то какъ первобытныя формы грызуновъ, то какъ предшественники свиней, то какъ предки лошадей, то какъ первобытныя обезьяны.

Большинство этихъ животныхъ — малы или среднихъ размѣровъ, ихъ ряды зубовъ отличаются полнотою и мало дифференцированы, передняя и заднія конечности снабжены пятью пальцами.

Но уже во время эоценовой эпохи изъ этихъ недифференцированныхъ первобытныхъ формъ развивается все болѣе богато расчлененная фауна, и въ верхнеэоценовую эпоху имѣются на-лицо въ вполнѣ сформировавшемся и готовомъ видѣ не только всѣ нынѣ живущіе порядки и подпорядки высшихъ млекопитающихъ съ ихъ существенными особенностями, но и многочисленныя группы, которыя съ тѣхъ поръ успѣли уже вымереть.

Въ этомъ отношеніи эоценовую эпоху мы можемъ сравнить только съ эпохой нижнесилурійской.

Въ самомъ дѣлѣ, въ нижнесилурійскую эпоху появились не только всѣ живущіе съ тѣхъ поръ порядки морскихъ животныхъ, но вмѣстѣ съ ними и многочисленныя группы, которыя успѣли уже вымереть, такъ какъ вся послѣдующая исторія земли могла только развивать и преобразовывать заложенныя тогда руководящія направленія родословнаго дерева, укрѣплять и развѣтвлять ихъ. Точно такъ же корни міра млекопитающихъ заложены въ эоценѣ, и настоящее время представляется намъ лишь слабымъ отголоскомъ господствовавшей тогда творческой силы.

На основаніи замѣчательной смѣны организмовъ въ морской третичной фаунѣ южной Европы М. Гернесъ (M. Hörnes) раздѣлилъ третичную эпоху два большихъ періода:

$$\text{Неогенъ} = \begin{cases} \text{Пліоценъ} \\ \text{Міоценъ} \end{cases}$$

$$\text{Палеогенъ} = \begin{cases} \text{Олигоценъ} \\ \text{Эоценъ.} \end{cases}$$

Замѣчательно то, что и міръ млекопитающихъ претерпѣваетъ между олигоценомъ и міоценомъ существенное превращеніе. Въ отложеніяхъ палеогена мы находимъ цѣлый рядъ примитивныхъ родоначальныхъ группъ, особенно Condylarthra, изъ которыхъ можно легко вывести многообразныя формы копытныхъ животныхъ; затѣмъ Creodonta, которыя разсматриваются, вообще, какъ родоначальныя формы раз-

личныхъ хищныхъ животныхъ и древнѣйшихъ обезьянъ, которыя недифференцированными формами коренятся уже въ эоценѣ.

Рядомъ съ ними мы въ палеогеновой фаунѣ находимъ группу грызуновъ и насѣкомоядныхъ, представленную характерными формами. Особенно поразительно то, что уже въ эоценовую эпоху мы находимъ въ совершенно развитомъ видѣ также летучихъ мышей съ ихъ превращенной въ летательный органъ передней конечностью, древнѣйшихъ кашалотовъ, столь превосходно приспособленныхъ къ жизни въ морѣ и одиноко живущихъ сиренъ (морскихъ коровъ). Далѣе, въ Сѣверной Америкѣ мы встрѣчаемъ крупныхъ и часто даже исполинскихъ представителей той древней фауны въ видѣ неуклюжихъ Amblypoda, громадныхъ Titanotheria и своеобразныхъ Tillodontia.

На рубежѣ неогеновой эпохи, въ верхнихъ отложеніяхъ олигоцена или въ нижнихъ отложеніяхъ міоцена, фаунистическая картина совершенно измѣняется. Amblypoda, Tillodontia, Anthracotheria и Titanotheria вымираютъ; примитивныя первобытныя копытныя и первобытные хищники спеціализируются, и материкъ Атлантиды оживляется настоящими лошадьми, тапирами, носорогами, свиньями, верблюдами, оленями, жираффами, антилопами, газелями, быками, волками, медвѣдями, гіенами, кошками и слонами.

Какъ ни соблазнительно прослѣживать каждую изъ этихъ вѣтвей отъ ея корней до высшаго расцвѣта, мы, тѣмъ не менѣе, можемъ разсмотрѣть только особенно точно изученныя группы.

Хотя лошадь, какъ спутникъ человѣка, въ настоящее время распространена еще по всей землѣ, тѣмъ не менѣе, она принадлежитъ къ медленно вымирающей вѣтви родословнаго дерева млекопитающихъ, такъ какъ небольшія стада дикихъ лошадей, обитающихъ на неуютныхъ плоскогорьяхъ Центральной Азіи вмѣстѣ съ дикими ослами и зебровыми породами, представляютъ лишь слабый остатокъ той группы, которая прежде населяла всѣ континенты въ чрезвычайномъ многообразіи формъ. Поразительно, что первыя страницы родословной лошади[41] лучше всего сохранились въ Сѣверной Америкѣ, въ той странѣ, въ которой, во время открытія ея Колумбомъ, не было ни одной лошади. Эоценовые предки лошади были пятипалыми копытными животными (Condylarthra), которыя жили въ обширныхъ лѣсахъ Англіи и Сѣверной Америки. Уже въ отложеніяхъ верхняго эоцена обособляется родъ Eohippus. Это животное имѣло въ вышину около 30 сантиметровъ; на передней ногѣ было $4^1/_2$ пальца, а задняя обнаруживаетъ еще бо́льшее сокращеніе ихъ числа ($3^1/_2$). Бо ѣе молодой родъ Orohippus (рис. 269) Вайоминга (Wyoming) имѣлъ въ высоту 40 сантиметровъ, на передней ногѣ было 3 пальца, на задней—4, стройная форма животнаго свидѣтельствуетъ о его способности къ быстрымъ движеніямъ.

Въ высокой степени интереснымъ представляется тотъ фактъ, что въ эоценовую эпоху вѣчно зеленые лѣса Сѣверной Америки постепенно становятся все менѣе густыми и шагъ за шагомъ превращаются въ обширныя покрытыя травою степи. Нѣтъ ничего удивительнаго въ томъ, что рука объ руку съ преобразованіемъ флоры неуклюжія, инертныя лѣсныя животныя превращаются въ быстроногихъ животныхъ прерій. Въ олигоценовую эпоху мы въ отдѣльныхъ случаяхъ находимъ еще первобытные лѣса, между ними сухія, преріи, прорѣзанныя болотистыми рѣчными равнинами.

Эти три формаціи вызвали къ жизни дальнѣйшее развитіе нѣкоторыхъ параллельныхъ вѣтвей изъ которыхъ, возникли путемъ интенсивнаго естественнаго отбора настоящія лошади (рис. 270). Начало міоценовой эпохи въ Сѣверной Америкѣ отмѣчаетъ собою кульминаціонный пунктъ распространенія сухихъ покрытыхъ травою степей. Многія лѣсныя и болотныя животныя, какъ Titanotherix, вымираютъ, но живущая въ лѣсу первобытная лошадь Hyracohippus быстро приспособляется къ новымъ условіямъ жизни. Первый и пятый пальцы каждой ноги исчезаютъ, второй и четвертый превращаются въ узкія побочныя косточки („грифельныя косточки") средняго пальца; такимъ образомъ, вся тяжесть тѣла поддерживается среднимъ пальцемъ, представляющимъ эластичный и прочный аппаратъ для опоры и передвиженія. Слѣдующій родъ Merychippus представляетъ всѣ переходы между трехпалыми предками, съ одной стороны и однопалыми настоящими лошадьми, съ другой, однопалыя настоящія лошади появляются въ пліоценовую эпоху и населяютъ Сѣверную Америку родомъ Pliohippus, а также Старый Свѣтъ родомъ гиппаріона (Hipparion). Еще нынѣ живущій родъ Equus появляется впервые въ верхнепліоценовыхъ отложеніяхъ Евразіи и Сѣверной Америки, быстро распростаняется вплоть до Африки, но до Южной Америки и Австраліи онъ не доходитъ. Иногда и теперь еще наблюдаютъ въ видѣ регрессивнаго (атавистическаго

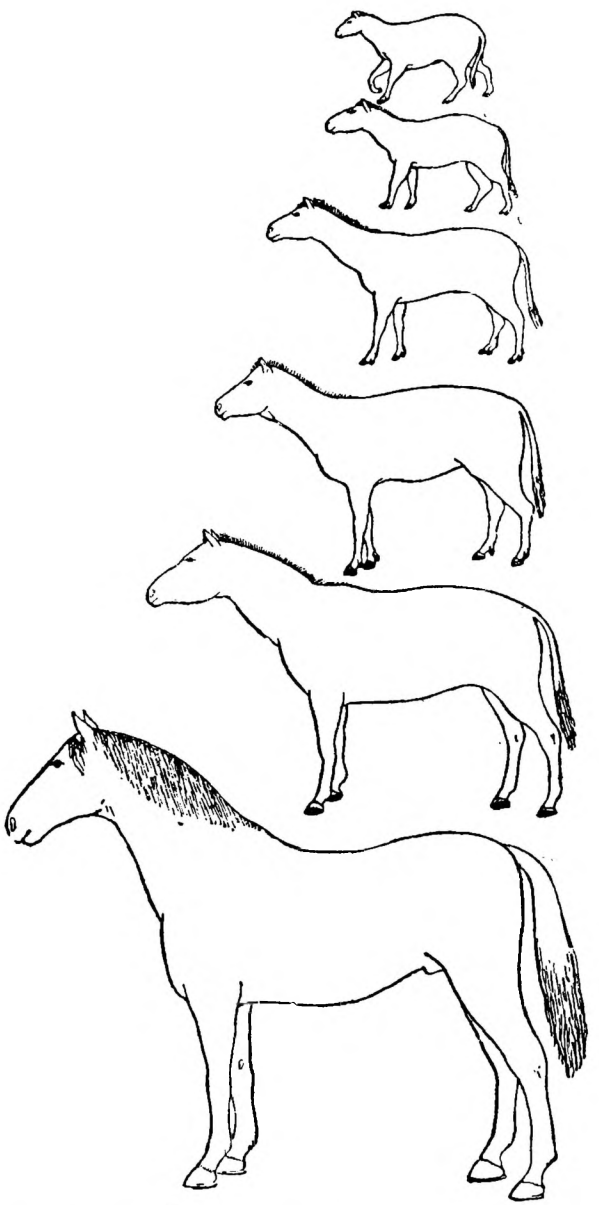


Рис. 269. Развитіе лошади въ Сѣверной Америкѣ: 1. Protohippus (нижній эоценъ). 2. Orohippus (верхній эоценъ). 3. Mesohippus (олигоценъ). 4. Merychippus (міоценъ). 5. Pliohippus (пліоценъ). 6. Equus (нынѣшнее время).

дегенеративнаго) явленія многопалую стадію (рис. 271), превзойденную всей группой еще въ міоценовую эпоху.

Страннымъ образомъ во время дилювіальной (ледниковой) эпохи лошади въ Сѣверной Америкѣ совершенно вымерли.

Въ Евразіи лошади продолжаютъ жить, и во время дилювіальной эпохи являются излюбленнымъ предметомъ охоты. Въ одномъ только мѣстонахожденіи каменнаго вѣка найдены остатки приблизительно 80.000 лошадей.

Какъ остатокъ давнопрошедшихъ временъ, группа хоботныхъ животныхъ переходитъ въ настоящее время видами африканскаго и индійскаго слоновъ, столь существенно различающимися между

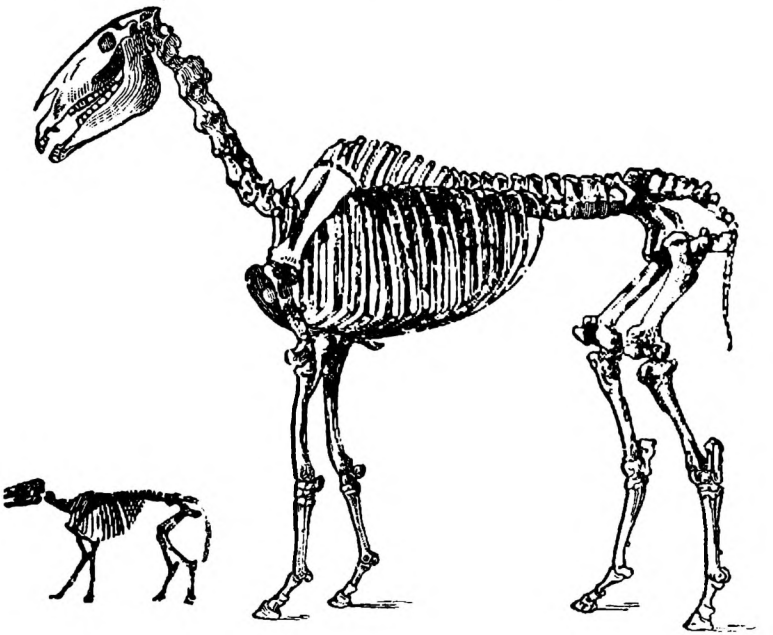


Рис. 270. Скелетъ protohippus'a въ сравненіи со скелетомъ лошади.

собою какъ по внѣшнему облику, такъ и по формѣ зубовъ. Въ густомъ, непроходимомъ дѣвственномъ лѣсу живутъ послѣднія остатки той группы животныхъ, которая въ доисторическое время стадами населяла какъ знойныя степныя мѣстности, такъ и ледяныя тундры группы, которая, начиная съ міоценовой эпохи, акклиматировалась въ Азіи, Европѣ и Сѣверной Америкѣ, мигрировала вдоль Андъ вплоть до Южной Америки, населила Африку и не отваживалась дойти только до Австраліи. Наряду съ исполинскимъ Elephantus antiquus мы находимъ карликовыя породы Elephantus melitensis, и рядомъ съ настоящимъ слономъ, вооруженнымъ двумя бивнями въ верхней челюсти, мы находимъ мастодонта (рис. 272), у котораго и нижняя челюсть вооружена была двумя бивнями, а также динотерія (Dinotherium) (рис. 273), у котораго нижняя челюсть снабжена была двумя направленными внизъ зубами, приспособленными къ тому, чтобы выкапывать раковины изъ ила озеръ и морскихъ бухтъ.

Первобытная исторія всей этой группы была покрыта непроницаемымъ мракомъ неизвѣстности до тѣхъ поръ, пока новѣйшія изслѣдованія[42] и раскопки въ Египтѣ не доставили поразительныхъ свѣдѣній о томъ, что корни группы хоботныхъ нужно искать въ Африкѣ.

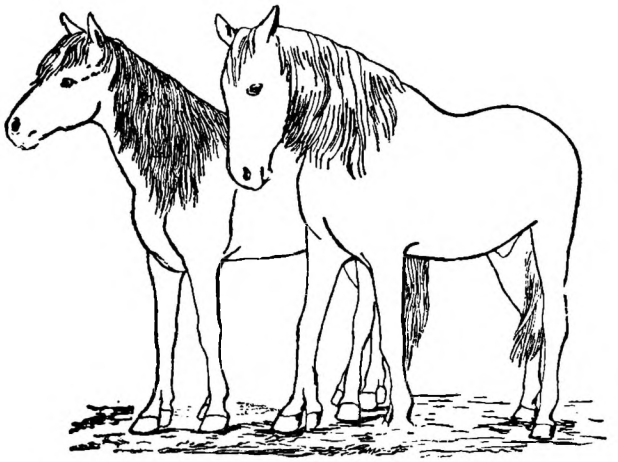


Рис. 271. Лошади съ ненормальными копытами.

Обширныя площади Сѣверной Африки были покрыты богатымъ нуммулитами мелководнымъ моремъ, а южнѣе ихъ находился берегъ первоначальнаго африканскаго континента. На перевалѣ между эоценовой и олигоценовой эпохами прибрежная область была уже почти осушена, и надъ отложеніями соленаго моря сталъ отлагаться илъ рѣчныхъ дельтъ.

Здѣсь мы встрѣчаемъ древнѣйшіе слѣды дамановъ (Hirax), а также и нынѣ живущую въ Африкѣ двоякодышащую рыбу Protopterus и, что представляетъ особенный интересъ, древнѣйшаго предка слоновъ. Среднеэоценовый меритерій (Moeritherium) былъ приблизительно такихъ размѣровъ, какъ тапиръ; длинный черепъ снабженъ былъ небольшимъ хоботомъ, короткими бивнями и большими глазами. Мозгъ былъ уже высоко развитъ. Нѣсколько моложе Palaeomastodon, который извѣстенъ въ нѣсколькихъ видахъ; величина этихъ видовъ колеблется между величиною тапира и величиною слона среднихъ размѣровъ. Длинныя челюсти вооружены были загнутыми внизъ бивнями, за которыми находился рядъ

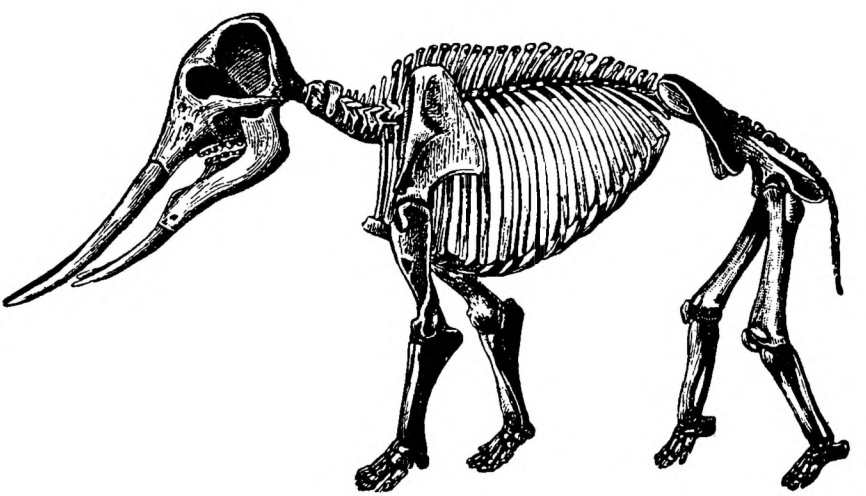


Рис. 272. Mastodon angustidens. Предокъ слона съ двумя парами бивней (въ верхней и нижней челюстяхъ).

бугорчатыхъ коренныхъ зубовъ, которые легко приводятъ къ ближайшей болѣе молодой линіи.

Затѣмъ мастодонты изъ Африки мигрировали въ Европу и Азію, перешли черезъ Беринговъ перешеекъ, дошли до Сѣверной Америки и, идя далѣе вдоль Кордильеръ черезъ Антильскій перешеекъ, достигли Аргентины. Еще въ дилювіальную эпоху мастодонтъ населялъ всю Сѣверную Америку отъ Нью-Іорка до Калифорніи, а также Южную Америку отъ Новой Гренады до Бразиліи и Уругвая.

Въ Европѣ же и въ Азіи мастодонтъ медленно вытѣснялся слономъ, въ болѣе короткихъ челюстяхъ находилось только по одному громадному коренному зубу, а бивни нижней челюсти атрофировались, но зато бивни верхней челюсти выросли въ длину до 3 метровъ. Исполинскій Elephantus antiquus былъ обитателемъ болѣе или менѣе теплыхъ степей центральной Европы, тогда какъ собственно мамонтъ, Elephantus primigenius (рис. 275), превосходно защищенный густымъ шерстянымъ покровомъ, населялъ границы дилювіальнаго внутренняго льда (ледниковъ) и при колебаніяхъ этой границы проникалъ далеко на югъ, но затѣмъ снова отступалъ въ болѣе холодныя области полярнаго круга. На покрытой льдомъ почвѣ сибирскихъ тундръ жили послѣднія стада мамонтовъ; эти тяжеловѣсныя, неуклюжія животныя иногда попадали въ ущелья, гдѣ они одиноко погибали, но, благодаря холоду, такъ превосходно сохранились, что ихъ находятъ въ мѣстахъ ихъ погребенія съ кожей и волосами, съ мясомъ и внутренностями; удалось даже изслѣдовать содержимое ихъ желудка.

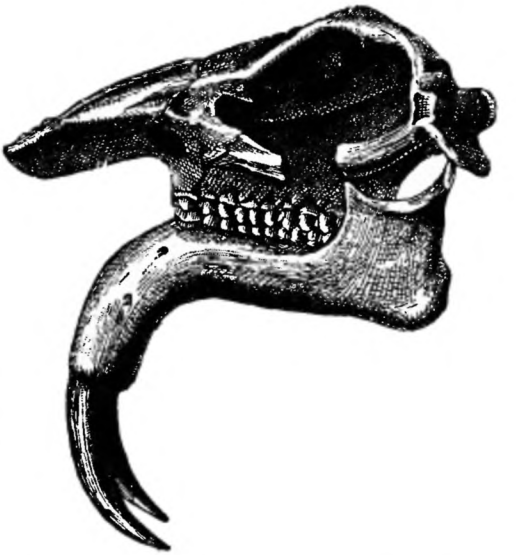


Рис. 373. Dinotherium giganteum ($^1/_{100}$). Нижняя челюсть вооружена клыкомъ, растущимъ внизъ.

Смѣна климата, сопровождавшая и, вѣроятно, даже обусловившая эти измѣненія фауны въ Европѣ совершалась при совершенно иныхъ геологическихъ условіяхъ, чѣмъ на западной сторонѣ материка Атлантиды. Въ Сѣверной Америкѣ во время третичнаго періода надъ плоскими равнинами медленно воздвигалась, поднимаясь все выше и выше, цѣпь Скалистыхъ горъ, и въ связи съ этимъ повсюду стала проявляться дѣятельность вулкановъ. Весь западъ Монтаны, Вайоминга (Wyoming), Колорадо, Новой Мексики и Техаса сплошь до береговъ Тихаго океана затопленъ былъ колоссальными покровами лавы и въ это время представлялъ, должно быть, картину страшнаго огненнаго моря. Но это обстоятельство никоимъ образомъ не повліяло на судьбы всей области Миссиссиппи вплоть до берега Атлантическаго океана. Нигдѣ мы не находимъ слѣдовъ вулканическихъ изверженій, нигдѣ мы не видимъ признаковъ возобновленныхъ горообразующихъ процессовъ, и въ то время, какъ западная треть Со-

единенныхъ Штатовъ находилась во власти неслыханныхъ тектоническихъ и вулканическихъ катастрофъ, восточная область представляла картину обширныхъ прорѣзанныхъ невысокими горными хребтами равнинъ, отъ которыхъ море медленно отступало. Правда, водораздѣлы передвигались отъ Канады вплоть до Флориды, но нигдѣ не возникало препятствій на пути спокойнаго развитія новой флоры, распространенія насѣкомыхъ и птицъ, медленнаго превращенія млекопитающихъ.

Совершенно иначе обстоитъ дѣло въ Европѣ, гдѣ возникали горныя цѣпи, которыя, слѣдуя преимущественно по направленію широтныхъ градусовъ (меридіональному направленію), образовали не только водораздѣлы, но и климатическія перегородки и, такимъ образомъ, обособляли флоры и фауны.

Медленно поднималась Альпійская система и вмѣстѣ съ ней воздвигался рядъ складчатыхъ горныхъ цѣпей, которыя прорѣзали материковую Европу и Азію, а также Средиземное опоясывающее море, расположившись вѣерообразно или въ видѣ параллельныхъ группъ.

Близъ Ниццы берутъ начало цѣпи Пиренейскихъ, Альпійскихъ и Апеннинскихъ горъ. Восточныя Альпы раздваиваются на сѣверный хребетъ, окружающій придунайскія страны, и на южную цѣпь, которая черезъ Далмацію и Албанію простирается вплоть до Греціи и Іонійскаго моря. Въ Калабріи Апеннины загибаютъ на западъ, чтобы черезъ Сицилію и Тунисъ перейти въ Атласскія горы, а цѣпь Кавказскихъ горъ сопровождается параллельными складчатыми хребтами, которые прорѣзываютъ Арменію и могутъ быть прослѣжены на востокъ въ направленіи къ Азіи. Здѣсь поднимается грандіозная складчатая горная система Центральной Азіи; въ Гималайскихъ горахъ мы видимъ изогнутые въ складки морскіе нуммулитовые слои на высотѣ 4000 метровъ надъ уровнемъ моря; вмѣстѣ съ ними складкообразованію подверглись также міоценовые и пліоценовые слои въ сѣверной Индіи. Это неизбѣжно наводитъ на мысль, что страшныя землетрясенія, опустошившія въ послѣдніе годы Ассамъ, явл ютъ собою лишь признакъ того, что здѣсь процессъ горообразованія продолжается до настоящаго времени.

Процессомъ горообразованія приведена была въ движеніе и сѣверная Европа, и въ продолженіе третичнаго періода на до тѣхъ поръ мало расчлененной низменности отчетливо выдѣлялись сѣверногерманскіе и среднегерманскіе горные хребты.

Грандіозная складчатая система Альпъ и Карпатъ, на подобіе высокой стѣны, поднялась навстрѣчу надвигавшимся съ сѣвера климатическимъ поясамъ и переселявшимся вмѣстѣ съ послѣдними фаунамъ. Придунайскія страны и южнорусскія рѣчныя низменности вплоть до Туркестана покрыты были большимъ морскимъ заливомъ, позднѣе расчленившимся на отдѣльные бассейны, изъ которыхъ Черное море опрѣснилось, Каспійское и Аральское моря вошли въ составъ лишенной стока области, а расположенныя между ними водныя поверхности испарились, отложивши соляныя и гипсовыя залежи Восточной Европы. Около того же времени исчезъ и морской заливъ, отдѣлявшій Россію отъ Сибири. Остъ-Индскій полуостровъ соединился съ азіатскимъ материкомъ, Сирійскій перешеекъ велъ въ Африку, а Беринговъ перешеекъ представлялъ сухопутное сообщеніе съ Сѣверной Америкой.

Рука объ руку съ движеніями земной коры часто разражались

изверженіями вулканы: сперва вулканическая дѣятельность проявилась на южной подошвѣ Альпъ и въ Венгріи, а затѣмъ въ широкомъ поясѣ сѣвернѣе горныхъ цѣпей, отъ Богеміи черезъ Рёнъ (Rhön) и Вестервальдъ до Эйфеля и Оверни. Вулканическими изверженіями опустошена была Шотландія, а въ области Средиземного моря вулканы дымились отъ Испаніи черезъ Италію вплоть до Малой Азіи и Арменіи.

Передъ міромъ млекопитающихъ сѣвернаго полушарія лежало теперь необозримое пространство новаго материка, который ждалъ своего заселенія и соблазнялъ къ смѣлымъ зоогеографическимъ переселеніямъ. Для направленія этихъ переселеній особенно важное значеніе имѣло, быть можетъ, то обстоятельство, что богато расчлененная Европа представляла проходной цунктъ при передвиженіяхъ съ востока и съ запада, сѣвера и юга. Здѣсь, на узкихъ перешейкахъ, сходились и приходили въ тѣсное между собою соприкосновеніе стада азіатскихъ степныхъ животныхъ, здѣсь пришельцы съ сѣвера наталкивались на громадную стѣну Альпійской системы, указывавшей имъ пути на востокъ и на западъ, здѣсь поперемѣнно возникавшія и вновь исчезавшія полосы суши связывали фауны отдѣленныхъ другъ отъ друга біологическихъ провинцій.

Подобно тому, какъ въ средніе вѣка центромъ торговли всего міра были области Средиземнаго моря, и здѣсь производился обмѣнъ китайскаго шелка на мексиканское золото, сѣвернаго янтаря на индійскіе рубины, точно такъ же Европа міоценовой эпохи представляла пеструю картину зоогеографическихъ отношеній, и именно во время среднетретичной эпохи всѣ эти геологическія измѣненія достигаютъ своего кульминаціоннаго пункта,

Такимъ образомъ, намъ нисколько не представляется удивительнымъ, что въ эту эпоху обиліе новыхъ біономическихъ условій дѣйствовали, какъ факторы видоизмѣненія органической жизни, содѣйствуя отбору, и что подъ вліяніемъ Европы столь существенное преобразованіе претерпѣла и фауна всѣхъ остальныхъ странъ, за единственнымъ исключеніемъ Австраліи.

Дилювіальный ледниковый періодъ.

Среднегерманская низменность покрыта мощнымъ покровомъ песковъ и глинъ, которые, нося то слоистый характеръ, то характеръ неслоистый, содержатъ чрезвычайное количество большихъ и малыхъ валуновъ.

Во многихъ случаяхъ эти осадки отчетливо показываютъ, что они переносились бурными потоками воды, округлялись и отклонялись. Такимъ образомъ, къ этимъ наноснымъ образованіямъ, которыя наивному наблюдателю представляются столь очевидно связанными съ потопоподобными перемѣщеніями водныхъ массъ, издревле примѣнялось наименованіе дилювія *)

Во многихъ мѣстахъ изъ-подъ дилювіальныхъ отложеній высту-

*) Diluvium (латинское слово)—потопъ. Примѣч. перев.

паютъ утесы и скалы первозданныхъ породъ, и, сравнивая гранитные купола Лаузитца, порфировыя скалы Саксоніи, раковиный известнякъ Рюдерсдорфа и разнообразныя, содержащія бурый уголь, породы третичнаго происхожденія съ дилювіальными валунами, на ряду съ валунами мѣстнаго происхожденія открыли множество породъ, которыя либо вовсе не встрѣчаются въ Германіи, но широко распространены въ Скандинавіи, либо наподобіе глыбъ кремня въ мѣловыхъ отложеніяхъ, коренные выходы которыхъ встрѣчаются только въ Рюгенѣ и другихъ прибрежныхъ областяхъ западной части Балтійскаго моря.

Когда, такимъ образомъ, доказано было сѣверное происхожденіе многихъ дилювіальныхъ валуновъ и песковъ, самъ собою всталъ вопросъ о томъ, какая сила переносила отъ Швеціи до сѣверной подошвы Исполинскихъ горъ, Рудныхъ горъ и Тюрингенскаго лѣса эти глыбы, объемомъ часто въ нѣсколько кубическихъ метровъ.

Первоначально думали, что происхожденіе этихъ валуновъ нужно приписывать „Кимврійскому валунному потопу“, но присутствіе аналогичныхъ скопленій валуновъ доказано и у подошвы Альпійской системы, а Венецъ (Venez), Шарпантье и другіе изслѣдователи показали, что эти гигантскіе валуны вынесены были большими глетчерами изъ современныхъ альпійскихъ долинъ. Послѣ этого пришли къ мысли, что и причину переноса сѣверогерманскихъ дилювіальныхъ отложеній слѣдуетъ искать въ скандинавскомъ ледяномъ потокѣ.

Предположеніе о существованіи сплошного ледяного покрова отъ Норвегіи до Рудныхъ горъ представлялось старымъ геологамъ чудовищнымъ; въ то же время часто столь рѣзко выраженная слоистость вызывала представленіе объ обширныхъ водныхъ поверхностяхъ, и на основаніи этого предполагали, что между скандинавскимъ ледянымъ покровомъ и южной границей сѣверныхъ валуновъ должно было простираться большое море, по которому эрратическіе валуны могли быть перенесены пловучими ледяными горами. Шеффель въ извѣстномъ юмористическомъ стихотвореніи поэтически увѣковѣчилъ считавшуюся въ то время общепринятой „теорію пловучихъ льдинъ“.

Долгое время оставляли безъ вниманія тотъ фактъ, что во всей германской дилювіальной области не найдено было никакой доледниковой морской фауны Балтійскаго моря, и только докладъ, прочитанный въ 1875 году шведскимъ геологомъ Тореллемъ въ германскомъ геологическомъ обществѣ въ Берлинѣ, доставилъ окончательную побѣду теоріи внутренняго льда (Inlandeistheorie).

Въ самомъ дѣлѣ, нужно было объяснить не только широкое распространеніе сѣверныхъ песковъ и валуновъ, но также изумительныя складки (расковку), которыя претерпѣла въ ледниковую эпоху, доледниковая подпочва; важно было объяснить, какимъ образомъ глыбы древнѣйшихъ породъ съ домъ величиною, оторванныя отъ своей почвы, заключенныя въ суглинокъ, уносились далеко на югъ; почему каменноугольные песчаники у Магдебурга, раковинный известнякъ у Рюдерсдорфа, гранитъ и порфиръ въ Силезіи и Саксоніи являются оструганными, отшлифованными, полированными и покрыты рѣзкими шрамами, которые представляются столь характерными для глыбъ, перенесенныхъ въ текучемъ льдѣ.

Съ тѣхъ поръ тщательныя изслѣдованія привели къ тому вѣрному убѣжденію, что во время дилювіальной эпохи со Скандинавіи

надвигался на востокъ, югъ и западъ сплошной ледяной покровъ. Край этого покрова расчлененъ былъ на отдѣльные выступы (фиг. 274), такъ что южная граница мѣстонахожденія валуновъ сильно извилиста. Она пересѣкаетъ Уралъ подъ 62 градусомъ широты, въ своемъ юго-западномъ продолженіи достигаетъ при 58° сѣверной широты береговой области рѣки Камы, затѣмъ по ту сторону Волги большой ледяной выступъ проникаетъ до 50 градусовъ у Дона, а слѣдующій выступъ, у Днѣпра, доходитъ до 40 градусовъ сѣверной широты. Затѣмъ граница льда дѣлаетъ поворотъ, проходитъ, прерываемая лишь небольшими извилинами, поперекъ всей Германіи и Голландіи и въ дальнѣйшемъ своемъ продолженіи пересѣкаетъ Англію и Ирландію такимъ образомъ, что свободными отъ ледниковъ остаются только самыя южныя провинціи этихъ обѣихъ странъ.

Мощность отложившагося на этомъ обширномъ пространствѣ валуннаго мергеля обнаруживаетъ весьма замѣчательное непостоянство. Въ Скандинавіи надъ впадинами, покрытыми лишь незначительной толщей обломочнаго матеріала, возвышается безчисленное множество горныхъ хребтовъ, округленныхъ и отшлифованныхъ льдомъ. Въ Шоненѣ мощность валуннаго мергеля составляетъ 23 метра, у Грейфсвальда она составляетъ 42 метра, у Гамбурга валунный мергель достигаетъ 192 метровъ, у Деммина—103 метровъ, у Рюдельсдорфа—178 метровъ; отъ Рюдельсдорфа по направленію, на югъ мощность валуннаго мергеля все болѣе убываетъ. Замкнутый покровъ дилювіальныхъ отложеній разлагается на отдѣльные острова, и, наконецъ, отъ размытаго валуннаго суглинка остаются лишь отдѣльные валуны, между которыми случайно уцѣлѣвшій на защищенныхъ мѣстахъ профиль еще свидѣтельствуетъ о томъ, что и тѣ эрратическія глыбы перенесены были не на плавучихъ льдинахъ, а въ поддонной моренѣ ледянаго потока.

Поразительнымъ образомъ то же самое явленіе повторяется въ Сѣверной Америкѣ. Здѣсь ледяной покровъ доходилъ до Нью-Іорка, затѣмъ онъ заворачивалъ нѣсколько назадъ на сѣверъ, тянулся вдоль Огіо и при Сенъ-Луи доходилъ до 38 градусовъ сѣверной широты. Затѣмъ онъ вдоль Миссури заворачивалъ на сѣверовостокъ и при островѣ Ванкуверѣ доходилъ до Тихаго океана. Вдоль Скалистыхъ Горъ ледяныя поля могутъ быть прослѣжены до 36 градусовъ широты, столь же далеко ихъ возможно прослѣдить на калифорнійской Сіерра-Невадѣ.

Когда убѣдились въ томъ, что обширные покровы материковаго льда, нынѣ имѣющіеся только внутри полярнаго круга, во время дилювіальной эпохи простирались далѣе въ южномъ направленіи на 15 широтныхъ градусовъ въ Европѣ и на 24 градуса въ Сѣверной Америкѣ, то казалось весьма близкимъ къ истинѣ предположеніе, что это распространеніе ледъ образующаго климата составляетъ сопутствующее явленіе третичнаго охлажденія полюсовъ обоихъ полушарій. Правда, шелъ споръ о томъ, послѣдовали ли ледниковыя эпохи обѣихъ гемисферъ одновременно или поочередно, но предположеніе, что причиною распространенія льда въ эти эпохи было измѣненіе климата на всей землѣ,—это предположеніе привлекало къ себѣ все больше сторонниковъ. Въ доказательство всемірнаго распространенія дилювіальной ледниковой эпохи приводились явленія, находящіяся лишь въ сомни-

тельной связи съ полярными ледяными покровами, какъ, напримѣръ, богатство водою большихъ внутреннихъ морей, форма опредѣленныхъ долинъ и даже обломочныя массы африканскихъ пустынь, а послѣ того, какъ почти вся земля была такимъ образомъ покрыта истинными и мнимыми слѣдами ледниковой эпохи, началось настоящее состязаніе въ изобрѣтеніи смѣлыхъ и остроумныхъ гипотезъ, долженствовавшихъ служить для объясненія этихъ „универсальныхъ“ явленій.

Періоды солнечныхъ пятенъ, измѣненія положенія земной оси, погруженіе обширныхъ материковыхъ массъ, поднятіе континентовъ и горъ, измѣненіе направленія морскихъ теченій, вулканическія изверженія и сопровождающія ихъ тучи пепла, вызванное этимъ увеличеніе атмосферной углекислоты, образованіе маленькихъ планетъ,— всѣ эти явленія привлекались для объясненія феномена ледниковой эпохи.

Рядомъ съ этими общими гипотезами, отдѣльные періоды наступанія и отступанія льда часто вызывали новыя попытки объясненія ихъ причинъ и выясненія ихъ числа; такимъ образомъ, въ отношеніи дилювіальной проблемы геологическая наука представляетъ въ настоящее время картину бурно бушующей рѣки, водовороты и пѣнистые гребни которой мѣняются съ каждымъ мгновеніемъ, такъ что при наблюденіи ея поверхности едва ли можно уловить постоянную точку, найти спокойную линію.

Если уже спеціалистъ-геологъ съ трудомъ оріентируется въ этомъ лабиринтѣ противорѣчивыхъ мнѣній, то неспеціалисту еще труднѣе вездѣ провести рѣзкую границу между доказаннымъ и предполагаемымъ.

Поэтому, мы сдѣлаемъ здѣсь попытку, предпринятую уже и другимъ авторомъ[1], по возможности критически и строго отдѣлить вполнѣ точно установленные факты отъ предположеній, составленныхъ лишь на основаніи различныхъ комбинацій.

Размѣры глетчера или внутренняго (материковаго) льда опредѣляются двумя строго разграниченными во времени и въ пространствѣ причинами.

Въ области происхожденія льда нагромождаются высокія снѣговыя массы; подъ давленіемъ вышележащихъ толщъ снѣга онѣ превращаются въ голубой ледъ, который, подобно тѣсту или узкому иловому потоку, скользитъ внизъ въ долины. Нынѣ выпадающія массы снѣга на Алечскомъ глетчерѣ, при средней годовой скорости движенія льда въ 100 метровъ, доходятъ до границы глетчера, лишь спустя 230 лѣтъ, а разстояніе въ 1000 километровъ отъ Джемтлэнда включительно до Тюрингена, если даже допустить весьма энергичное движеніе льда, могло быть пройдено во всякомъ случаѣ лишь въ продолженіе многихъ столѣтій.

Далѣе, граница материковаго льда или глетчера съ передней стороны въ направленіи движенія обусловливается не только количествомъ притекающаго льда, но, главнымъ образомъ, интенсивностью таянія.

Если въ теченіе года глетчерный ледъ подвигается впередъ на 100 метровъ, и въ тотъ же промежутокъ времени онъ растаиваетъ ровно настолько же, то граница льда можетъ оставаться постоянной. Но точно равновѣсіе между этими обоими, противодѣйствующими другъ другу, явленіями можетъ установиться лишь на время.

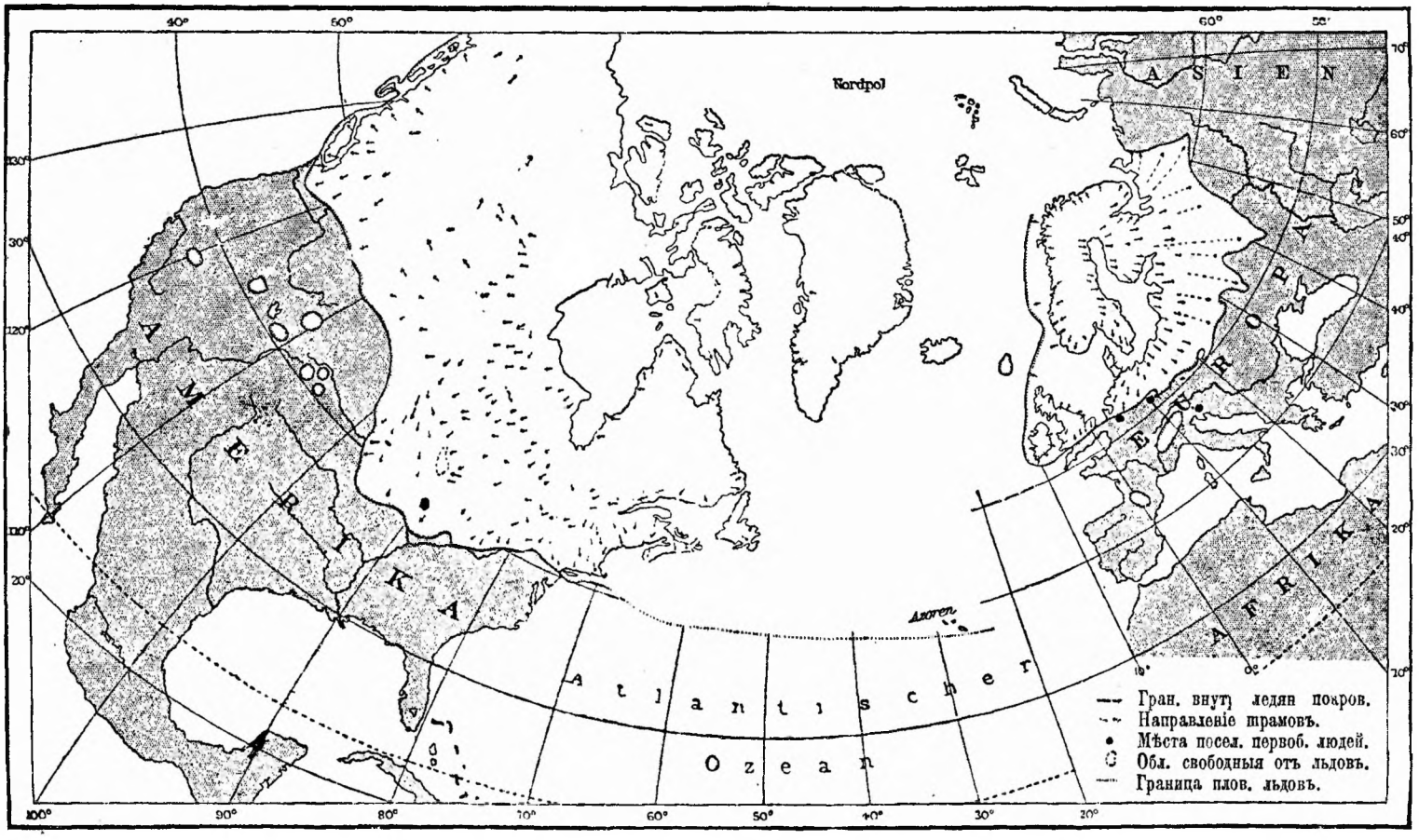


Рис. 274. Распространеніе дилювіальныхъ ледяныхъ покрововъ въ прибрежной области сѣверной части Атлантическаго океана.

Количество выпавшаго столѣтія назадъ снѣга, перемѣнная скорость льда, постоянно измѣняющаго свое ложе, то выпахивающаго, то полирующаго, и интенсивность таянія, зависящая отъ климата еще не обледенѣвшей окраинной области—лишь изрѣдка достигаютъ одного и того же значенія. Поэтому, во всѣхъ глетчерныхъ областяхъ мы наблюдаемъ своеобразное измѣненіе глетчерной границы; она то подвигается впередъ, то отступаетъ назадъ.

Въ Альпійскихъ горахъ, гдѣ эти явленія въ продолженіе многихъ лѣтъ подвергались точному изслѣдованію, даже находящіяся по сосѣдству глетчерныя области измѣняются въ противоположномъ направленіи, и если все снова и снова предпринимаются попытки полученныя мѣстныя отклоненія насильственно подвести подъ одинъ общій законъ, то каждый разъ мы, все-же, убѣждаемся въ томъ, что въ глетчерѣ измѣнчивость является общимъ правиломъ.

Вездѣ, гдѣ мы находимъ скалистую подпочву сглаженной и покрытой шрамами, а надъ нею—неслоистое песчанисто-глинистое отложеніе, въ которомъ разсѣяны посторонніе обломки, точно такъ же сглаженные и покрытые штрихами, тамъ нѣкогда долженъ былъ находиться текучій ледъ. Направленіе шрамовъ, точно такъ же, какъ родина эрратическихъ глыбъ, даютъ недвусмысленное указаніе на происхожденіе ледяныхъ потоковъ; что граница льда лишь временами оставалась неподвижной, а большей частью, либо отступала назадъ, либо подвигалась впередъ, это съ неизбѣжностью вытекаетъ изъ сущности образованія глетчеровъ.

Но рядомъ съ этими, такъ сказать, полноцѣнными слѣдами глетчеровъ,— слѣдами, признаваемыми всѣми геологами, существуютъ многочисленныя другія явленія, которыя одними геологами разсматриваются, какъ вполнѣ основательныя доказательства существовавшаго оледенѣненія, другими же геологами толкуются совершенно иначе.

Вотъ главныя изъ этихъ явленій:

Котловинныя долины („кары“) Альпъ.

Воронкообразныя углубленія (исполинскіе котлы) въ скалистой почвѣ.

Фіорды сѣверныхъ береговъ.

Округленныя формы горъ и долинъ.

Крючкообразная загнутость крутопадающихъ слоевъ.

Расположеніе небольшихъ озеръ на краяхъ горныхъ цѣпей.

Террасовидное расположеніе крупныхъ валуновъ безъ шрамовъ и царапинъ.

Явленія отступанія небольшихъ и изолированныхъ глетчеровъ, еще существующихъ въ болѣе или менѣе теплыхъ широтахъ.

Масса обломочнаго матеріала въ сухихъ долинахъ пустыни.

Перемѣнный уровень воды въ лишенныхъ стока озерахъ, нахожденіе въ нѣкоторыхъ мѣстахъ единичныхъ растеній и животныхъ, свойственныхъ болѣе холодному климату.

Общая форма рельефа волнистой мѣстности.

Если всѣ эти и нѣкоторые не перечисленные здѣсь факты разсматривать, какъ доказательство прежняго существованія глетчерныхъ

массъ, то, конечно, придешь къ предположенію, что нѣкогда обледенѣнію подверглась вся земля, что льдомъ были покрыты какъ сухія пустыни, такъ и жаркая тропическая область, и что даже на поверхности теплыхъ океановъ повсюду плавали въ различныхъ направленіяхъ ледяныя горы.

Такъ какъ эти разнородныя явленія выражены въ однихъ мѣстахъ сильнѣе, въ другихъ слабѣе, и такъ какъ они часто смѣняются одни другими, то отсюда можно заключить, что существовала не одна ледниковая эпоха, а цѣлый рядъ такихъ періодовъ, раздѣленныхъ между собою межледниковыми эпохами, и въ то время, какъ одинъ изслѣдователь удовлетворяется тремя ледниковыми эпохами, другой предполагаетъ шесть или десять такихъ эпохъ.

Если, далѣе, пытаться координировать другія явленія, какъ, напримѣръ, выступленіе опредѣленныхъ фаунъ или первобытнаго человѣка, то неувѣренность возрастаетъ, проблема становится все болѣе сложной, и къ изобрѣтательности наблюдателя предъявляются большія требованія. Становится весьма заманчивымъ с єединить прежними связями балки, установленныя на колеблющемся основаніи и пробѣлы наблюденія восполнить остроумными построеніями.

Такъ какъ мы считаемъ вполнѣ доказательной только вышеупомянутую эрратическую (переносную), поддонную морену на покрытой шрамами подпочвѣ, а другія „доказательства“ распространенія дилювіальныхъ ледяныхъ толщъ разсматриваемъ, какъ весьма гипотетическія и крайне сомнительныя, то попытаемся теперь вывести наши заключенія только на основаніи вполнѣ точныхъ, дѣйствительныхъ ледниковыхъ явленій.

Мы видѣли уже выше, что Европа и восточная часть Сѣверной Америки одновременно покрыты были ледниковыми толщами; первая—до 50 градуса сѣверной широты, вторая—до 40 градуса и даже нѣсколько южнѣе.

Но корни этихъ ледяныхъ покрововъ исходили не изъ сѣверно-полярной области: ледяные потоки текли отъ снѣговыхъ толщъ въ Канадѣ и Норвегіи, какъ на сѣверъ, такъ и на югъ.

Глетчерный ледъ, въ отличіе отъ обыкновеннаго, представляетъ не замерзшую воду, а спрессованный снѣгъ. Л. Агассисъ, котораго часто называютъ основателемъ теоріи ледниковой эпохи, первоначально, правда, думалъ о своего рода образованіи гладкаго льда, который предварительно покрывалъ Альпы высокими ледяными массами и затѣмъ лишь скользилъ въ долины. Вліянію Шарпантье мы обязаны тѣмъ, что воззрѣніе о ростѣ снѣговыхъ полей и глетчеровъ все болѣе пріобрѣтало право гражданства въ геологической наукѣ. Распространеніе тѣхъ огромныхъ ледяныхъ полей, которыя въ Европѣ захватили площадь, превышающую площадь Гренландіи въ 3 раза[2], а въ Сѣверной Германіи заняли площадь, превосходящую площадь Гренландіи въ 9 разъ, при мощности превышающей 1000 метровъ,—столь огромное развитіе ледяныхъ покрововъ могло быть вызвано не столько пониженіемъ температуры, сколько увеличеніемъ количества атмосферныхъ осадковъ.

Превосходное доказательство этого воззрѣнія представляетъ Средиземное море. Какъ извѣстно, на днѣ глубокаго, замкнутаго воднаго бассейна собирается самая холодная и самая тяжелая вода; слѣдова-

тельно, по температурѣ воды на днѣ, какъ по минимальному термометру, мы непосредственно можемъ заключить, какая самая низкая зимняя температура существовала въ соотвѣтствующемъ бассейнѣ съ того времени, какъ онъ былъ топографически заложенъ.

Порогъ Гибралтарскаго пролива препятствуетъ проникапію холодной сѣвернополярной воды, покрывающей дно Атлантическаго океана, и, такимъ образомъ, Средиземное море обнаруживаетъ, начиная съ глубины 550 метровъ и до самаго дна глубиною до 4000 метровъ неизмѣнную температуру въ 13°.

Такимъ образомъ, съ тѣхъ поръ, какъ Средиземное море существуетъ (а его современныя границы заложены были въ доледниковую эпоху), самая низкая зимняя температура всей области между Альпами и Египтомъ ни разу не могла надолго опуститься ниже 13°.

Съ установленіемъ этого факта отпадаютъ всѣ гипотезы, согласно которымъ въ дилювіальную эпоху на землѣ господствовалъ „болѣе холодный климатъ“. Поэтому, мы предпочитаемъ называть „дилювіальный періодъ“ снѣговой эпохой, дабы уже само названіе заключало въ себѣ указаніе на причину ея возникновенія.

При такомъ положеніи вещей величайшее значеніе имѣетъ тотъ фактъ, что въ Сибири и Восточной Азіи нельзя обнаружить присутствіе какихъ бы то ни было слѣдовъ подобнаго всеобщаго снѣжнаго и ледяного покрова. Несмотря на всѣ старанія, направленныя на то, чтобы, отыскать слѣды глетчеровъ въ среднемъ Уралѣ и на обширныхъ сибирскихъ равнинахъ, остается въ силѣ фактъ, доказанный русскими геологами, а именно, что южная граница эрратическихъ валуновъ заканчивается въ сѣверномъ Уралѣ при 62 градусахъ сѣверной широты, а отсюда она заворачиваетъ отнюдь не на востокъ, а на сѣверо-востокъ, и что болѣе или менѣе значительное дѣйствіе прежнихъ ледяныхъ покрововъ можно видѣть лишь на сѣверовосточныхъ берегахъ Сибири и именно въ предѣлахъ современной полярной границы. Если мы примемъ во вниманіе, что большія материковыя площади, вообще, представляютъ особенно благопріятныя условія для образованія покрововъ внутренняго льда, то мы неизбѣжно придемъ къ заключенію, что азіатскій континентъ не былъ покрытъ соотвѣтствующимъ ледянымъ покровомъ.

Это положеніе нисколько не измѣняется отъ того, что[8] въ Алтайской и Байкальской областяхъ, а также въ горной области Витима существовали, какъ установлено наблюденіемъ, мѣстныя ледниковыя области; область ихъ распространенія была ограничена только отдѣльными ядрами горныхъ цѣпей, и на верхнемъ Хоанъ-Хо, даже на Саргъ Данджеро нельзя было найти никакихъ слѣдовъ глетчеровъ.

Въ западной Европѣ кайма ледяныхъ острововъ, на подобіе форпостовъ, ограничивала южную границу сѣвернаго ледяного поля.

Признаки прежняго оледенѣнія обнаружены на Кавказѣ и Араратѣ, въ Трансильваніи и на Балканахъ, въ Татрѣ, въ средней части Апеннинскихъ горъ, на Корсикѣ и въ Пиренеяхъ, даже въ Сіерра-Невадѣ южной Испаніи. О наростаніи альпійскихъ глетчеровъ мы будемъ говорить еще особо, и ничего удивительнаго нѣтъ также въ томъ, что вершины Вогезъ и Шварцвальда покрыты были небольшими

глетчерами. Всѣ эти европейскія мѣстонахожденія глетчерныхъ слѣдовъ доходятъ приблизительно до 37 градусовъ сѣверной широты; на

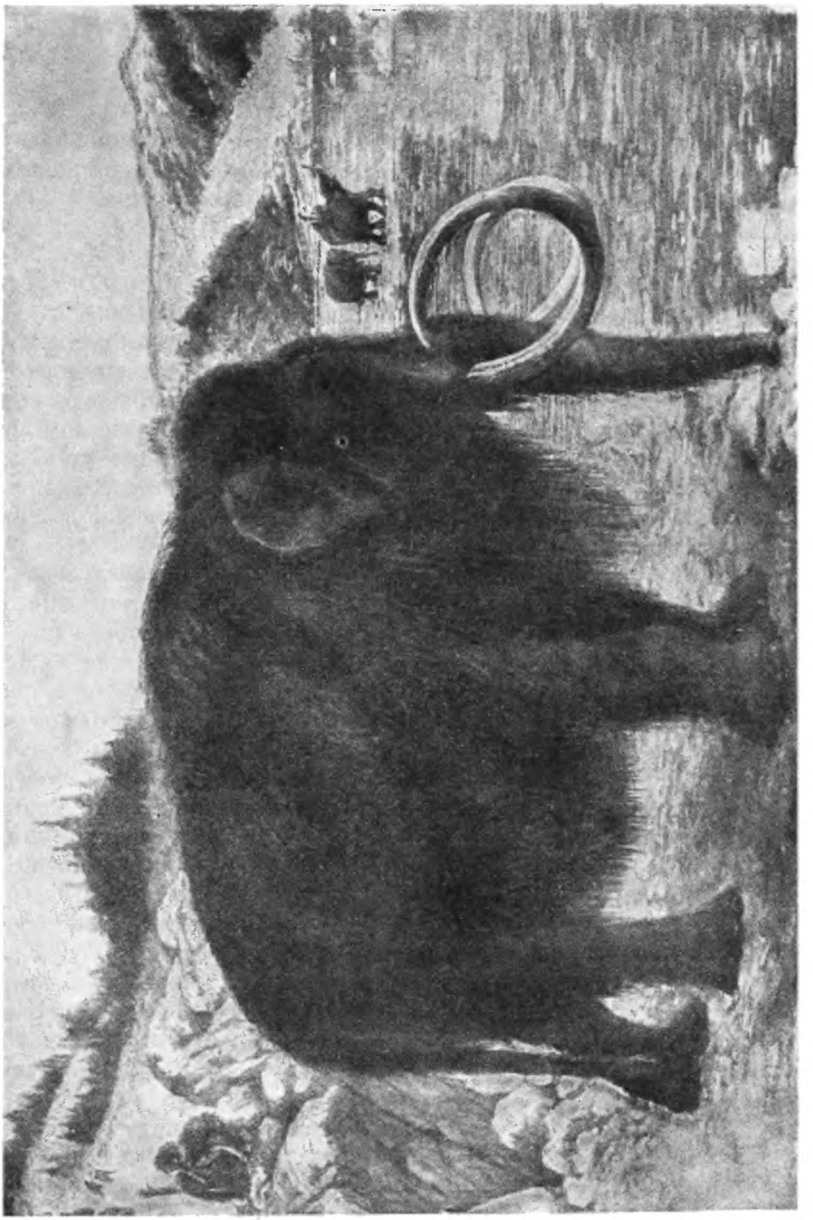


Рис. 275. Мамонтъ въ диловіальномъ застойномъ озерѣ

этой широтѣ и въ Сѣверной Америкѣ, какъ мы видѣли выше, ледниками покрыты были южные отроги Скалистыхъ горъ и Сіерра-Невады.

Обширная азіатская материковая масса представляетъ въ этомъ отношеніи поразительное исключеніе; въ самомъ дѣлѣ, въ горныхъ цѣпяхъ Монголіи, Куэнь-Луня и Тибета со средней высотою въ 6.000 ме-

тровъ, отсутствуютъ обширныя древнія морены, которыя мы должны были бы найти здѣсь, еслибы дилювіальные ледяные покровы расходились отъ современнаго круга одинаково далеко во всѣ стороны. Мы отчетливо видимъ, что арктическіе ледяные покровы настолько же выдвинулись на югъ въ прибрежной области сѣверной части Атлантическаго океана, насколько они отодвинулись назадъ въ сѣверной части Азіи.

Если бы ледниковый періодъ вызванъ былъ теллурическими причинами, то южная полярная область должна бы была подвергнуться оледенѣнію въ полномъ соотвѣтствіи съ сѣверной полярной областью. Если Сѣверная Америка была покрыта ледянымъ покровомъ до Сенъ-Луи, то въ Южной Америкѣ ледяные покровы должны были бы доходить, по меньшей мѣрѣ, до Bahia blanca, и такъ какъ богатая атмосферными осадками и прохладная цѣпь Андъ должна была бы развить особенно большіе глетчеры, то нужно было бы допустить, что вся Аргентина, Парагвай и Боливія до Matto grosso были погребены подъ колоссальными ледяными покровами. И весьма замѣчательно, что, согласно новѣйшимъ изслѣдованіямъ[4], здѣсь слѣды ледниковъ заканчиваются внутри южнаго тропика на высотѣ 4000 метровъ. Примѣнительно къ Европѣ это означало бы, что во время ледниковой эпохи ледниками покрыта была только вершина Монъ-Блана, долина же Роны была свободна отъ льда!

Если принять во вниманіе, насколько Кордильеры Аргентины денудировались и понизились со времени дилювіальной эпохи, то, конечно, станетъ понятно, почему тамъ глетчерами прорѣзаны столь многія высокія долины, высотою надъ уровнемъ моря въ 5.000 метровъ на западѣ и въ 3.000 метровъ на востокѣ.

На плоскогорьи Экуадора, высотою до 3.000 метровъ, расположенъ рядъ вулкановъ, которые, какъ, напримѣръ, Чимборассо, поднимаются до 6.300 метровъ высоты надъ уровнемъ моря и посылаютъ въ долины многочисленные глетчеры. Эти, и теперь еще существующіе, ледяные потоки раньше были на 500 съ лишнимъ метровъ длиннѣе[5], и на основаніи этого пришли къ заключенію, будто здѣсь были дилювіальные ледяные покровы. Но, на нашъ взглядъ, здѣсь мы снова встрѣчаемся только съ явленіемъ колебанія длины глетчеровъ,—явленіемъ, характернымъ для всѣхъ ледниковыхъ областей. Нѣтъ ни одного геологическаго или палеонтологическаго факта, который категорически навязывалъ бы намъ предположеніе, что это явленіе отступанія относится къ дилювіальному періоду, съ другой стороны, многіе факты говорятъ за то, что высокіе вулканическіе конуса возникли лишь въ новѣйшія времена исторіи земли, что, вмѣстѣ съ тѣмъ, и ледники ихъ образовали только аллювіальный періодъ. Къ тому же, лучшій знатокъ[6] южноамериканскихъ вулкановъ указалъ на то, что на вулканическомъ конусѣ глетчеры собственной денудирующей дѣятельностью должны весьма скоро понижать его вершину. А при этомъ уменьшается распространеніе снѣжныхъ и фирновыхъ полей, и глетчеры, естественно, должны уменьшаться въ длинѣ.

Пока на различныхъ тропическихъ вулканахъ не доказано существованіе повторныхъ стратиграфически одновременныхъ, значительныхъ колебаній подобныхъ глетчеровъ, пока не доказанъ додилювіальный возрастъ вулканической вершины и

дилювіальный возрастъ колебаній, до тѣхъ поръ и эти факты приходится относить къ области лишь предполагаемыхъ, но отнюдь не доказанныхъ „дилювіальныхъ ледниковыхъ слѣдовъ".

Въ южной Африкѣ отсутствуютъ признаки дилювіальныхъ ледяныхъ покрововъ. Въ каменноугольный періодъ вся южная Африка была оледенена, въ дилювіальную же эпоху ледяныя массы, повидимому, здѣсь не оказали вліянія, хотя и теперь еще холодное южнополярное теченіе доходитъ до устья Конго, а граница пловучихъ льдинъ въ Атлантическомъ океанѣ—до 40 градусовъ широты.

Близъ экватора возвышаются вулканическія горы Килиманджаро и Кенія, высотою въ 6.000 метровъ, на которыхъ теперь еще находятся глетчеры длиною въ 3.000 метровъ. Весьма интересенъ тотъ фактъ, что длина и этихъ ледниковъ колебалась на протяженіи времени, что отчетливыя морены найдены[7] на склонахъ этихъ горъ на 600 метровъ далѣе современной границы ледниковъ. Но что значитъ эта величина разстоянія, составляющая одну пятую часть длины глетчера, если глетчеръ Роны, длиною въ 10 километровъ, въ продолженіе только послѣднихъ 30 лѣтъ отступилъ на 1 километръ, несмотря на то, что здѣсь нельзя обнаружить никакихъ климатическихъ измѣненій? Нагроможденныя на Килиманджаро морены представляютъ только незначительную часть тѣхъ вулканическихъ породъ, которыя снесены были съ его вершины на протяженіи тысячелѣтій, и если раньше этотъ вулканъ отличался большей высотой, то по его склонамъ должны были, несомнѣнно, спускаться и нѣсколько большихъ размѣровъ ледяные потоки.

Въ Южной Австраліи, Тасманіи и Новой Зеландіи обнаружены древнія ложа глетчеровъ, а такъ какъ Новая Зеландія до сихъ еще покрыта вѣчными снѣгами до 39 градусовъ и глетчерами—до 41 градуса, то въ виду выше сказаннаго въ этомъ нѣтъ ничего удивительнаго.

Такимъ образомъ, обозрѣвая подъ этимъ угломъ зрѣнія Южную Америку, Африку и Австралію, мы видимъ, что нынѣ существующіе глетчеры прежде были, правда, нѣсколько больше, но длина растаявшихъ окраинъ настолько незначительна, что это обстоятельство отнюдь не можетъ служить доказательствомъ универсальнаго распространенія по всей землѣ ледникообразующихъ факторовъ; вмѣстѣ съ тѣмъ, у насъ нѣтъ никакого основанія считать эти явленія отступанія ледниковъ совпадающими во времени съ сѣверными.

Теперь мы обратимся къ разсмотрѣнію ледниковыхъ слѣдовъ въ Альпахъ, которыя были основательно изслѣдованы и доставили замѣчательные результаты.

Альпійская система простирается, главнымъ образомъ, въ востоко-западномъ (долготномъ) направленіи и возвышается между сѣвернымъ материкомъ и южнымъ теплымъ моремъ, которое ко времени пліоцена наполняло еще равнину рѣки По. Подобно тому, какъ цѣпь Альпъ еще въ настоящее время образуетъ климатическій раздѣлъ, точно такъ же уже въ дилювіальную эпоху эта длинная стѣна горъ должна была оказывать на климатическія отношенія, на направленіе перемѣщеній барометрическихъ депрессій и на количество осадковъ особенно важное значеніе.

А въ концѣ третичнаго періода Альпы подняты были горообразующимъ процессомъ не только до современной ихъ высоты, но, при на-

ступленіи дилювіальнаго періода, онѣ достигали еще большей высоты, чѣмъ въ настоящее время. Въ самомъ дѣлѣ, въ устьяхъ большинства альпійскихъ долинъ, а также въ обломочныхъ конусахъ, весьма постепенно спускающихся къ низменностямъ По, Дуная и Роны нагромождены обломочныя массы альпійскихъ валуновъ, достигающихъ 400 метровъ высоты; къ этому матеріалу нужно прибавить песчанистый илъ, снесенный въ море этими рѣками въ продолженіе дилювіальной эпохи и послѣ нея вплоть до настоящаго времени. И еслибы всѣ эти массы продуктовъ разрушенія снова перенесены были на мѣсто ихъ первоначальнаго нахожденія, то альпійскія долины сдѣлались бы уже, гребни горъ—шире, а вершины ихъ—выше.

Когда же скандинавскіе ледяные покровы надвинулись на среднюю Германію и своими холодными, влажными облаками измѣнили климатъ Центральной Европы, то атмосферные осадки должны были съ особенной силой выпадать на высокой стѣнѣ Альпійскихъ горъ, съ южной стороны граничившихъ съ болѣе мягкимъ климатомъ. Всѣ долины и плоскогорья наполнились снѣгомъ, и повсюду на равнины надвигались длинные глетчеры. Ледяные потоки, попадавшіе на югъ, на теплую равнину рѣки По, таяли очень интенсивно и нагромождали свои моренные валы на высоту нѣсколькихъ сотъ метровъ. На сѣверѣ же ледники подъ защитой сѣрыхъ туманныхъ облаковъ проникали далеко въ предгорье, и такъ какъ къ каждому главному глетчеру изъ боковыхъ долинъ притекали многочисленные второстепенные глетчеры, то масса льда была, должно быть, подвержена постояннымъ колебаніямъ. Ледяные потоки то надвигались далеко на низменность, то снова отступали назадъ.

Колебанія этихъ глетчеровъ изслѣдованы[8] съ величайшей точностью, при чемъ удалось рельефно показать, что здѣсь было четыре большихъ періода наступанія ледниковъ съ межледниковыми періодами таянія, а также значительное число второстепенныхъ колебаній.

Но попытки обнаружить и въ сѣверномъ дилювіи тѣ же ледниковые періоды наталкиваются на принципіальныя и практическія трудности. Альпійскіе глетчеры покрывали приблизительно одну тридцатую часть всей поверхности, занятой сѣвернымъ материковымъ льдомъ. Это были горные глетчеры, образовавшіеся на климатическомъ раздѣлѣ, и, поэтому, будетъ, пожалуй, правильно разсматривать ихъ, какъ вторичное климатическое явленіе, которымъ разрѣшилась борьба сѣвернаго оледенѣнія съ климатомъ Средиземнаго моря. Намъ кажется смѣлой попытка отыскать отношенія, обусловленныя здѣсь мѣстными климатическими причинами, въ носящемъ совершенно иной характеръ материковомъ льдѣ, корни котораго на 1.500 километровъ сѣвернѣе. На самомъ дѣлѣ въ сѣверогерманскихъ дилювіальныхъ отложеніяхъ мы все снова наталкиваемся на такія явленія, которыя лишь съ большой натяжкой можно уложить въ безупречную и ясную схему альпійской ледниковой эпохи съ ея многочисленными ясно выраженными періодами наступанія и отступанія.

Изложивъ нашу принципіальную точку зрѣнія, мы попытаемся теперь описать наступленіе сѣвернаго оледенѣнія, протеканіе этого процесса и его конецъ.

Въ Европѣ распространена цѣлая сѣть пліоценовыхъ, богатыхъ ископаемыми, мѣстонахожденій, на основаніи которыхъ можно съ до-

статочной увѣренностью судить о фаунѣ и флорѣ того времени, а, слѣдовательно, и о климатѣ. На окраинахъ Conca d'oro близъ Палермо имѣются пещеры, изобилующія костями крупныхъ млекопитающихъ; правда, эти кости въ большинствѣ случаевъ, изломаны и сцементированы въ прочную брекчію, но, тѣмъ не менѣе, онѣ содержатъ четыре вида слоновъ, гіенъ, первобытныхъ быковъ, оленей и ланей. свиней и дикихъ лошадей. Носорогъ отсутствуетъ; но зато у Сенъ-Циро встрѣчаются столь невѣроятныя количества костей, что ихъ объемъ можно принять равнымъ 2.000 кубическихъ метровъ. Среди слоновъ особенно замѣчательны исполинскій Elephantus antiquus (предокъ африканскаго слона) и карликовая раса, остатки которой находятъ также на Мальтѣ, въ Сардиніи, Греціи и Гибралтарѣ.

Въ то время, какъ гиппопотамы указываютъ на древнюю, обширную страну, прорѣзанную изобилующими водою рѣками, карликовые слоны на островахъ Средиземнаго моря являютъ собою примѣръ дегенераціи, которая должна была наступить въ то время, когда болѣе или менѣе обширная мѣстность, расчленившись на отдѣльные участки, погрузилась въ море.

Ближайшее болѣе или менѣе богатое мѣстонахожденіе мы встрѣчаемъ въ долинѣ Арно и на прилегающихъ склонахъ Апеннинскихъ горъ. Скалистымъ ущельемъ при Эмполи Арно соединяетъ въ настоящее время двѣ долины, которыя прежде раздѣлены были длинной цѣпью горъ. Низменность Арно между Пизой и Флоренціей въ значительной части своей еще покрыта была моремъ. Дубы, буки, лавры пиніи, тиссы и секвои составляли густые лѣса, въ которыхъ жилъ большими стадами мастодонтъ, предокъ слона. Слоны встрѣчаются здѣсь рѣдко. Гиппопотамы, свиньи и носороги бродили по болотистой низменности; на скалистомъ предгорьи ютилась собакоголовая обезьяна, родственная еще нынѣ живущей на Гибралтарѣ формѣ. На берегу моря скелеты мастодонтовъ смѣшивались съ исполинскими костями пригнанныхъ теченіемъ китовъ, а бивни мастодонта обростали морскими устрицами.

Въ области верхняго теченія Арно въ илистыхъ болотахъ отлагались бурые угли, здѣсь мы находимъ въ большомъ количествѣ кости слоновъ и гиппопотамовъ. Залежи бураго угля, длиною около 15 километровъ и мощностью до 40 метровъ, свидѣтельствуютъ о большомъ болотѣ, въ которомъ охотно жили гиппопотамы, тапиры, свиньи, бобры и носороги; а на берега этого болота собирались на водопой дикія лошади, быки и олени, вооруженные громадными рогами; здѣсь ихъ выслѣживалъ хищный махайродъ (Machairodus), вооруженный кинжаловидными клыками, и дѣлилъ свою добычу съ волками и гіенами. Медвѣдь и дикобразъ дополняли картину фауны.

На склонахъ Апенninъ близъ Болоньи мы снова находимъ остатки слоновъ, носороговъ, и изъ различныхъ видовъ, которые удалось опредѣлить, самыми характерными для Верхней Италіи являются—Elephas meridionals u Rhinoceros etruscus.

Во Франціи особенно много пліоценовыхъ находокъ доставила низменность Роны. [10] Растенія принадлежатъ частью къ видамъ, которые теперь еще живутъ въ Южной Франціи и Испаніи. Мелкій бамбукъ снова акклиматизировался во Франціи, а дубъ, вязъ, тополь, ель и сосна сходны съ нынѣ живущими формами. То же впечатлѣніе мы

выносимъ изъ изученія двустворчатыхъ раковинъ, погребенныхъ на сложенномъ пліоценовыми породами берегу Средиземнаго моря. Эти раковины вполнѣ сходны съ современной фауной Средиземнаго моря

Hippopotamus и Elephas meridionalis распространены по всей Франціи; ихъ сопровождаютъ тапиры и дикія лошади, носороги и первобытные быки. Флора сходна съ итальянской. И въ южной Англіи такъ называемый крагъ, содержитъ морскую фауну, которая въ большей части своей живетъ еще въ настоящее время; только отдѣльные виды свидѣтельствуютъ о болѣе теплой водѣ; флора страны соотвѣтствуетъ современному царству растеній.

Въ южной Англіи найдена богатая фауна мелкихъ и крупныхъ наземныхъ животныхъ: Elephas meridionalis, Elephas antiquus, Rhinoceros etruscus, Hippopotamus major, Machairodus latidens, Equus Stenonis, медвѣдь, волкъ, бобръ, исполинскій олень и др.

И въ средней Германіи найдены были Elephas meridionalis, а также отдѣльные экземпляры въ филогенетическомъ отношеніи болѣе древняго Mastodon Borsoni и Mastodon arvernensis.

Особенный интересъ возбуждаетъ флора, найденная въ различныхъ мѣстонахожденіяхъ у подошвы Альпъ. Такъ называемые сланцеватые угли Дюритена, Ветцикона и Мершвейля содержатъ сосны, пихты, лиственицы, нѣмецкій кленъ, березы, дубы, горный кленъ и орѣшникъ. Тростниковыя и водяныя растенія, малина и брусника тоже сходны съ современными альпійскими видами, и лишь сѣмена одной водяной розы въ деталяхъ уклоняются отъ современнаго вида.

Слоны (Elephas antiquus) и носороги (Rhinoceros Mercki), крупные быки (Bos primigenius), олени и медвѣди жили на берегахъ болотъ, въ которыхъ отлагались минеральные угли.

Такимъ образомъ, изъ многочисленныхъ фактовъ вырисовывается картина пліоценовой эпохи, показывающая намъ, насколько близко додилювіальная Европа, въ отношеніи флоры и климата сходна съ Европой настоящаго времени. И морская фауна того времени обнаруживаетъ лишь незначительныя отклоненія отъ морской фауны настоящаго времени. Правда, жилъ еще рядъ крупныхъ наземныхъ млекопитающихъ, которыя за это время вымерли.

Мы безъ труда въ состояніи отличить живущихъ въ болотистой водѣ озеръ и рѣкъ бегемотовъ, носороговъ, бобровъ и тапировъ отъ населяющихъ степи слоновъ, дикихъ лошадей, быковъ и любящихъ лѣсъ оленей; всѣ эти животныя собирались вмѣстѣ на водопой и здѣсь погребены были, такъ что въ древнихъ болотахъ, гдѣ отлагались угли, мы часто находимъ странную смѣсь фаунъ. Тяжелыя туловища гиппопотамовъ нуждались въ крѣпкихъ перемычкахъ суши отъ ихъ современнаго африканскаго мѣстожительства вплоть до Англіи, а различные виды слоновъ, которые жили еще, быть можетъ, одновременно съ мастодонтами, налагаютъ на фауну того времени весьма характерный отпечатокъ. Особенно важное значеніе имѣетъ появленіе Elephas antiquus, величайшаго изъ всѣхъ хоботныхъ.

Благодаря наступленію дилювіальной ледниковой эпохи, эта богатая флора и фауна претерпѣла весьма глубокія измѣненія. Въ прибрежной области сѣверной части Атлантическаго океана выпали невѣроятныя массы снѣга; равнымъ образомъ, начали увеличиваться снѣжныя поля Альпій-

ской цѣпи. Въ Норвегіи и Швеціи глетчеры повсюду устремились въ долины, нагромождаясь, достигали все большей высоты и вскорѣ сплавлялись между собою въ большіе ледяные покровы. Граница ледниковъ лежала близъ западнаго берега Скандинавіи; она, естественно, представляла не рѣзко выраженную линію, а широкій поясъ, отъ котораго на западѣ и на сѣверѣ ледъ вскорѣ дошелъ до моря, на востокѣ же и на югѣ онъ перемѣстился черезъ большую скалистую страну, которая во время третичнаго періода, подъ вліяніемъ влажнаго, мягкаго климата подверглась глубокому вывѣтриванію и была покрыта мощными массами обломочнаго матеріала. Кембрійскія и силурійскія, равно какъ покрывающіе ихъ слои юрскаго и мѣлового происхожденія, къ тому времени не отличались лишь незначительной твердостью, и, такимъ образомъ, въ южной части Скандинавіи распространены были невѣроятными массами мягкія породы, а также породы, размягченныя процессомъ вывѣтриванія, а южная Скандинавія имѣла сухопутное сообщеніе съ Сѣверной Германіей, такъ какъ тогда отсутствовало раздѣляющее ихъ Балтійское море. Только съ запада нѣкоторыя бухты Сѣвернаго моря проникали до Гольштейна и Даніи.

Сѣверная Германія представляла весьма неровную область. Движенія, связанныя съ горообразованіемъ, происходившимъ отъ мѣлового періода до пліоценовой эпохи,—эти движенія разбили складчатый архейскій массивъ, а также болѣе молодыя породы висячаго бока на многочисленные участки, которые, смотря по тектоническому положенію, воздвигали горные хребты съ вершинами изъ девонскихъ или каменноугольныхъ сланцевъ, пермскихъ песчаниковъ и порфировъ, тріасовыхъ известняковъ, юрскихъ известняковъ и песчаниковъ, пишущаго мѣла и третичныхъ породъ. Эта горная мѣстность прорѣзывалась многочисленными системами долинъ. Правда, теченія германскихъ рѣкъ доледниковой эпохи не поддаются полному и совершенному обозрѣнію, и невозможно съ достаточной точностью установить взаимоотношенія между ними, но въ общихъ чертахъ крупныя современныя рѣки западной Германіи были уже заложены: Рейнъ и Эльба дренировали сѣверную Германію, Дунай и Рона – южныя области. Широко распространены были густые лѣса изъ дуба, краснаго бука, граба, клена, липы и сосны, въ тѣни которыхъ произрастали полевой кленъ и черника, а рѣчные берега заростали ольхой, ивой и бирючиной. Большія озера населены были карпами, щуками и окунями, а діатомеи отлагали въ Люнебургской степи залежи кизельгура (треппела). Когда сосны расцвѣтали, вѣтеръ уносилъ въ озера цѣлыя облака пыльцы, и, такимъ образомъ, на днѣ озеръ осаждались тонкіе слои изъ пыльцы.

Неудержимо надвигался теперь съ сѣвера скандинавскій, съ юга альпійскій снѣговой и ледяной покровъ, и ни одна весна не прерывала зимней ледниковой эпохи. При такихъ условіяхъ почки не могли развиваться, лѣсъ исчезъ, вмѣстѣ съ нимъ исчезъ и обитавшій въ немъ животный міръ. Близъ Бернбурга разрыхленіе раковиннаго известняка, произведенное дѣйствіемъ почвеннаго льда, достигало приблизительно 2 метровъ глубины.

Передъ приближающимся льдомъ образовалась обширная, лишенная деревьевъ и кустовъ мшистая тундра,[12] которая покрывалась илистыми потоками отъ таянія льда. Нахожденіе только что начинающихъ распускаться почекъ Nymphaea turgens у Эйзенгаузена показываетъ, что

засыпаніе мшистаго болота произошло здѣсь въ болѣе теплое время года. Холодная вода заполняла озера и рѣки и уничтожала жившихъ въ нихъ раковинныхъ животныхъ и рыбъ, которыя лишь позднѣе снова иммигрировали въ Германію съ востока (широко распространенные тогда карпы снова ввезены были въ Германію впервые римлянами).

Ледъ, стекавшій отъ скандинавской ледниковой границы на западъ и на сѣверъ, вскорѣ дошелъ до прибрежной области, продвинулся черезъ окруженныя стѣнами долины и при этомъ закруглилъ берега современныхъ фіордовъ. Затѣмъ ледъ, подвигаясь далѣе, попалъ въ море, и одна цѣпь ледяныхъ горъ за другой отдѣлилась отъ ледяного покрова, чтобы, нагруженныя валунами, уплыть далеко по Атлантическому океану. Неоднократно такіе валуны извлекали глубоководными сѣтями со дна океана. По характеру флоры на Азорскихъ островахъ Чарльзъ Дарвинъ пришелъ къ предположенію, что ледяныя горы должны были быть выброшены тамъ на берегъ, и, разъ это такъ, то среди поднятыхъ лавовыхъ покрововъ должны находиться и эрратическіе валуны. Когда, вслѣдъ затѣмъ, Азорскіе острова были изслѣдованы, то найдены были крупныя, частью полированныя, глыбы песчаника, кварца и слюдяного сланца на высотѣ до 15 м. надъ ур. моря.

Совершенно иная судьба постигла тотъ ледъ, который проникъ въ сѣверную Германію черезъ материковую область нынѣшняго Балтійскаго моря. Здѣсь онъ повсюду встрѣтилъ на своемъ пути большія массы обломочнаго матеріала и, окружая его со всѣхъ сторонъ, заключилъ въ свою поддонную морену; нигдѣ онъ не встрѣтилъ болѣе или менѣе значительнѣй уровень воды, а такъ какъ при существовавшихъ тамъ климатическихъ условіяхъ не только выпадали невѣроятныя количества снѣга и льда, но вмѣстѣ съ тѣмъ таяніе снѣга и льда было совсѣмъ незначительно, то ледяной покровъ, нагруженный пескомъ и камнями, подвигался, все далѣе на югъ. Эта ледяная толща кольцомъ окружала со всѣхъ сторонъ горныя вершины, сглаживала низкіе утесы; такимъ образомъ, ледяной покровъ, распространяясь все дальше и дальше, дошелъ до Силезіи, Саксоніи, Тюрингіи и Вестфаліи. На нижнемъ Гарцѣ граница эрратическихъ валуновъ доходитъ до высоты 450 метровъ; отсюда можно заключить, что здѣсь ледяной покровъ имѣлъ въ толщину еще, по меньшей мѣрѣ, 300 метровъ.

Но это, повидимому, однородное наступаніе сѣвернаго материковаго льда было результатомъ двухъ, постоянно противодѣйствовавшихъ другъ другу, процессовъ. 1) паденія снѣга въ Норвегіи и 2) таянія его, происходившаго на 1500 километровъ южнѣе, въ Германіи. Изъ сказаннаго выше ясно, что граница ледяного поля или глетчера лишь относительно короткое время можетъ оставаться въ покоѣ, что она, наоборотъ, постоянно измѣняется и колеблется. Такія измѣненія ледниковой границы при грандіозномъ распространеніи ледяного покрова и его расчлененіи на отдѣльные ледяные потоки, скользившіе по неровной подпочвѣ, постоянно смѣняли другъ друга не только въ пространствѣ, но и во времени. По различному направленію глетчерныхъ шрамовъ на одной и той же скалѣ или въ сосѣднихъ скалистыхъ областяхъ, а также по часто весьма своеобразному распредѣленію характерныхъ видовъ валуновъ неоднократно выводили заключенію, что слѣдовавшія одна за другой „ледниковыя эпохи“ отличались различнымъ направленіемъ ледяного

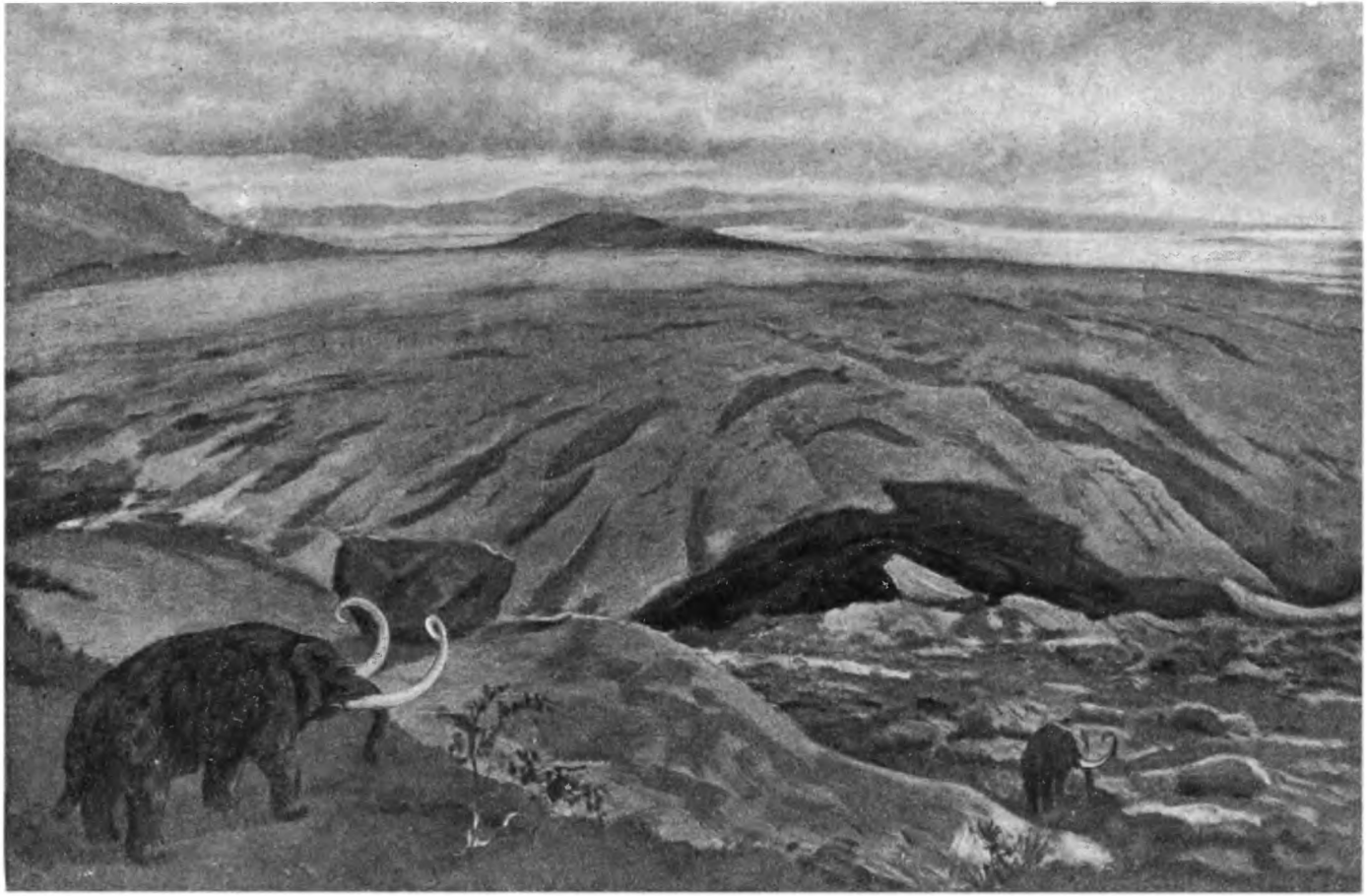


Рис. IV. Ландшафтъ ледниковой эпохи. (По картинѣ В. Кранца).

потока; но скорѣе можно допустить, что въ громадномъ покровѣ материковаго льда возникаютъ такія же вихревыя движенія, и имѣютъ мѣсто такія же аномаліи въ движеніяхъ, какія мы видимъ въ бѣшеной пляскѣ гонимаго вѣтромъ снѣгового облака.

При надвиганіи льда на границѣ ледниковъ разражалась ожесточенная борьба. Въ самомъ дѣлѣ, здѣсь жила старая, сроднившаяся съ мѣстными условіями жизни, фауна и флора, которая, по возможности, долго оказывала сопротивленіе надвигающемуся льду и часто пыталась удержаться на небольшихъ островахъ лѣса, со всѣхъ сторонъ окруженныхъ льдомъ. Многочисленные профиля показываютъ намъ, что небольшіе и большіе періоды таянія вызывали быстрое отступаніе ледниковой границы, такъ что между двумя ледниковыми моренами встрѣчаются включенными отложенія и растительные остатки тундры, а при Гамбургѣ мы находимъ также морскія межледниковыя окаменѣлости.

Весьма характерно, что въ предѣлахъ Скандинавіи можно наблюдать только одну[13], непрерывную ледниковую эпоху, и что на не очень большомъ разстояніи отъ родины льда межледниковыя явленія становятся столь многочисленными, что можно различать три или четыре наступанія ледяного покрова съ такимъ же числомъ межледниковыхъ эпохъ. Но чѣмъ болѣе мы удаляемся отъ Скандинавіи, тѣмъ рельефнѣе передъ нами выступаетъ единство ледниковаго феномена, такъ какъ при наибольшемъ своемъ распространеніи ледъ лишь однажды достигъ выше описанной южной границы.

Точно такія же явленія показываетъ намъ оледенѣніе Альпъ, гдѣ внутри большихъ долинъ мы видимъ продолжительное оледенѣніе горной цѣпи, по серединѣ и въ устьяхъ ихъ—колебаніе границы льда, а въ предгорной части во множествѣ отдѣльныхъ профилей мы снова находимъ лишь большое, энергичное наступаніе льда.

Въ то время, какъ въ сѣверной Америкѣ обширныя низменности принимали къ себѣ оттиснутыя льдомъ на югъ флору и фауну и предоставляли имъ вѣрное убѣжище, изъ котораго онѣ при отступаніи льда могли безпрепятственно проникать снова на сѣверъ, стѣна Альпійскихъ горъ сообщила ледниковой эпохѣ въ Европѣ особый отпечатокъ. Въ самомъ дѣлѣ, здѣсь свободной отъ льда оставалась лишь полоса между Дунаемъ и среднегерманскими горными хребтами шириною въ 300 километровъ, и даже эта полоса, вслѣдствіе опаснаго сосѣдства большихъ ледяныхъ полей, представляла для постоянной флоры и фауны чрезвычайно неблагопріятныя условія.

На востокѣ черезъ Венгрію и южную Россію по направленію къ Азіи, а на западѣ въ направленіи къ Франціи открывались обширныя, свободныя отъ снѣга страны. Туда то и оттиснута была переселявшаяся фауна, оттуда она могла снова заселить оледенѣвшую область послѣ большихъ періодовъ таянія.

Изслѣдованія флоры въ Альпахъ и зоогеографическія изслѣдованія въ сѣверныхъ областяхъ ясно показываютъ, что наступавшія ледяныя поля оттѣснили не только среднеевропейскую флору и фауну: передъ надвигающейся границей ледниковъ отступали въ Среднюю Германію также обитатели высокаго сѣвера и Альпійскихъ высотъ. Но сѣверныя животныя въ собственномъ смыслѣ слова, повидимому,

появляются въ средней Германіи въ болѣе или менѣе значительномъ числѣ впервые лишь въ то время, когда ледъ надвинулся въ послѣдній разъ послѣ большой межледниковой эпохи. Къ этому періоду мы теперь и обратимся.

Можно спорить относительно числа и области распространенія наступаній льда и періодовъ таянія, но, при всей разнорѣчивости существующихъ на этотъ счетъ мнѣній, всѣ они сходятся на томъ, что существовала *большая межледниковая эпоха, послѣдовавшая за наибольшемъ наступаніемъ льда* (*главной ледниковой эпохой*). Даже тотъ, кто небольшія межледниковыя эпохи считаетъ мѣстными и подчиненными явленіями, не можетъ, все-таки, отрицать геологическаго значенія этихъ эпизодовъ.

Здѣсь передъ нами въ Средней Европѣ выступаютъ два своеобразныхъ факта. Во-первыхъ[14], широкое распространеніе неслоистаго желтаго суглинка (лёсса), который распространенъ на самыхъ разнообразныхъ породахъ или на валунномъ суглинкѣ большого оледенѣнія, особенно въ тѣхъ безвѣтренныхъ бухтахъ большихъ долинъ, на различной высотѣ надъ уровнемъ моря; этотъ суглинокъ по своимъ петрографическимъ свойствамъ и характеру залеганія обнаруживаетъ столь тонкое сходство съ нагроможденіями эоловой пыли въ азіатскихъ пустыняхъ[15], что для тѣхъ и другихъ отложеній необходимо допустить одинъ и тотъ же способъ образованія.

Азіатскій лёссъ отличается столь равномѣрнымъ мелкозернистымъ строеніемъ по той причинѣ, что онъ поднятъ былъ съ вывѣтрившихся породъ дефляціей, силою движущихся воздушныхъ массъ и вѣтромъ перенесенъ былъ на далекое разстояніе. Когда эти облака приближаются къ сосѣднимъ областямъ, нѣсколько болѣе богатымъ растеніями и атмосферными осадками, то, хотя часть пыли при тихой, безвѣтренной погодѣ осѣдаетъ непосредственно на землю, но наиболѣе значительныя количества ея выпадаютъ вмѣстѣ съ дождемъ[16] (кровавымъ дождемъ) и снѣгомъ. И если дожди продолжаются недолго, если сухой климатъ препятствуетъ образованію постоянныхъ сточныхъ канавъ, то слои тонкой пыли, задерживаемые богатымъ корнями травянымъ покровомъ, нагромождаются даже на крутыхъ откосахъ въ высокія неслоистыя лессовыя отложенія. Такія именно нагроможденія переносимой вѣтромъ пыли образовались во время большой межледниковой эпохи въ быстро оттаивавшей области средней Германіи.

Поддонная морена[17] обнажалась на большомъ пространствѣ, ея неровности распредѣляли полученную отъ таянія льда воду по небольшимъ бассейнамъ, которые вскорѣ высыхали подъ вліяніемъ ледниковаго фёна. Скудная ледниковая флора не могла удержаться на долгое время, и, такимъ образомъ, возникла все расширявшаяся зона песчанистыхъ и глинистыхъ равнинъ безъ сколько-нибудь замѣтнаго растительнаго покрова. Въ этой „зонѣ дефляціи“ происходили всѣ явленія настоящей пустыни: нагромождались дюны, ураганы вздымали высоко въ воздухъ болѣе или менѣе мелкій матеріалъ. Въ обширныхъ окрестностяхъ произрастали степныя растенія, которыя ослабляли силу вѣтра, а дождь и снѣгъ повсюду способствовали тому, чтобы переносимая вѣтромъ пыль осѣдала на землю въ этой *зонѣ инфляціи* и нагромождалась въ видѣ мощныхъ отложеній лёсса повсемѣстно тамъ, гдѣ окажетея спокойный, защищенный отъ вѣтровъ уголокъ

Не менѣе характернымъ для того времени является широкое распространеніе животнаго міра, который частью возникъ эндемически въ средней Европѣ, частью иммигрировалъ изъ южной Россіи и Азіи.

Elephas antiquus, какъ мы видѣли, былъ распространенъ въ Европѣ внѣ предѣловъ области оледенѣнія; точно также и Rhinoceros Mercki былъ обитателемъ Европы еще до образованія лессовыхъ отложеній. Теперь эти представители животнаго царства устремились изъ своихъ убѣжищъ въ освободившуюся отъ ледянаго покрова степь, которая, судя по корневымъ трубочкамъ, находимымъ въ отложеніяхъ лесса, покрыта была богатымъ травянымъ покровомъ. И наземныя улитки, часто встрѣчающіяся въ невѣроятно большомъ числѣ, свидѣтельствуютъ о томъ, что покрытые лессомъ склоны одѣты были богатой растительностью. Въ массѣ лесса объемомъ въ два кубическихъ фута, найдены были[18] 15.000 улиточекъ. Изъ 212.000 улитокъ

98000	принадлежатъ	къ	Succinea oblonga,
75000	„	„	Helix hispida,
24000	„	„	Pupa muscorum,
5000	„	„	Helix arbustorum.

Между ними лишь въ весьма рѣдкихъ случаяхъ встрѣчаются нѣкоторыя нѣжныя молодыя раковины Limnaeus, которыя свидѣтельствуютъ о томъ, что иногда послѣ болѣе или менѣе сильныхъ дождей возникали временныя неглубокія болота.

Эта степная флора служила пищею не только слонамъ и носорогамъ, иногда она привлекала къ себѣ цѣлыя стада настоящихъ степныхъ обитателей, которые еще въ настоящее время населяютъ сухія, покрытыя травою, равнины южнорусскихъ и туркменскихъ степей. Антилопа-сайгакъ, которая была распространена далеко до сѣверной Сибири, черезъ западную Пруссію и Венгрію переселилась въ Богемію, Германію, Бельгію, Францію и достигла даже южной Англіи, которая въ то время имѣла сухопутное сообщеніе съ Европой. Сюда вторглись дикія лошади, гіены, львы и многочисленные грызуны. Въ заполненныхъ лессомъ пустотахъ цехштейна иногда удается собрать столь большое количество мелкихъ челюстей степныхъ животныхъ, что здѣсь, должно думать, жило семействами безчисленное множество поколѣній.

Лессовыя отложенія и степныя животныя представляютъ столь несомнѣнныя, взаимно дополняющія другъ друга, доказательства существованія межледниковаго, степного климата, что въ этомъ отношеніи неумѣстно никакое сомнѣніе. Впрочемъ, природу Германіи того времени не слѣдуетъ сравнивать съ покрытыми мхомъ „тундрами“ Сибири и Лапландіи; ее можно сравнивать съ песчаными и глинистыми пустынями Закавказской области, которыя весною покрываются пестрымъ ковромъ цвѣтовъ, оживляются многочисленными насѣкомыми и птицами, лѣтомъ пересыхаютъ, а зимою покрываются снѣжнымъ покровомъ толщиною до одного метра.

Благодаря обилію летучихъ песковъ, лессъ часто превращался въ песчаныя отложенія. Повсюду разбросанныя здѣсь гальки перерабатывались вѣтромъ, несущимъ песокъ, въ типичные трехгранники; порфировые куполы у Вурцены и Кольмена гладко отполированы

пескомъ; у Мерзебурга и Іены встрѣчаются большія глыбы кварцита олигоценоваго возраста, плоскости которыхъ сглажены и покрыты листьевидными неровностями, какъ твердыя скалы пустыни. И характерный желтый или бурый, похожій на лакъ, налетъ, столь часто наблюдаемый на разбросанныхъ глыбахъ того же кварцита, мы должны принять за образованіе, аналогичное бурой защитной коркѣ (пустынному загару), которая и въ настоящее время образуется во всѣхъ пустыняхъ и полупустыняхъ.

Хищныя животныя, которыя во время дилювіальной эпохи повсюду находили богатую добычу, днемъ и въ продолженіе холодной зимы прятались въ многочисленныхъ п е щ е р а х ъ, имѣвшихся въ Сѣверной Германіи въ каменноугольныхъ и девонскихъ известнякахъ, въ южной Германіи—особенно въ известнякахъ юрскаго возраста. Въ эти пещеры водою очень легко заносилась желтая глина, повсюду носившаяся вѣтромъ въ воздухѣ. Въ пещерахъ находили убѣжище также больныя и умирающія животныя. Въ самомъ дѣлѣ, и теперь еще по многочисленнымъ артритическимъ наростамъ на костяхъ мы узнаемъ, что многія изъ тѣхъ животныхъ одержимы были подагрическими болѣзнями. Такъ какъ пещеры на протяженіи вѣковъ и тысячелѣтій при всѣхъ смѣнахъ дилювіальнаго климата служили убѣжищами для разныхъ животныхъ[19], то въ нихъ нагромождались невѣроятныя количества костей. Въ одной пещерѣ близъ Штрэмберга собрано было 9.000 половинокъ нижнихъ челюстей Arvicola (степной крысы). Въ Голенштейнской пещерѣ близъ Ульма найдены были остатки костей 400 пещерныхъ медвѣдей; медвѣди охотились на слоновъ, лошадей, быковъ, лосей и оленей; свою добычу они увлекали въ пещеру. Въ борьбѣ лошади наносили медвѣдямъ удары копытами, о чемъ свидѣтельствуютъ многочисленные зажившіе переломы костей. Пещера Ерцъ-Мановичи изслѣдована лишь въ одной третьей своей части. По найденнымъ тамъ приблизительно 4.000 клыковъ можно было вычислить, что тамъ разновременно околѣло, по-меньшей мѣрѣ, 1.000 пещерныхъ медвѣдей. Сохранились даже нижнія челюсти питавшихся материнской грудью дѣтенышей. Во французскихъ и англійскихъ пещерахъ медвѣди встрѣчаются рѣдко, но зато тамъ мы находимъ очень много гіенъ. При Kirby Moorside въ одной пещерѣ найдено было 300 череповъ гіенъ. На Кавказѣ, вмѣсто широко распространеннаго въ Европѣ крупнаго пещернаго медвѣдя, находимы были меньшихъ размѣровъ породы медвѣдей.

Неоднократно выражали удивленіе по поводу того, что образованіе корокъ изъ накипи и н а т е ч н ы х ъ и з в е с т н я к о в ъ въ современныхъ пещерахъ совершается съ чрезвычайной медленностью, и на основаніи этого выводили заключеніе, что для образованія сталактитовъ и другихъ натечныхъ формъ, украшающихъ столь многія пещеры, потребовалось безчисленное множество тысячелѣтій. Если судить объ отложеніяхъ известковой накипи, столь часто возникающихъ въ источникахъ въ долинахъ раковиннаго извѣстняка и юры, по процессамъ настоящаго времени, то для ихъ образованія пришлось бы иногда допустить совершенно невѣроятно долгіе промежутки времени.

Но мы должны имѣть въ виду, что интенсивность образованія накипи находится не въ прямомъ отношеніи къ количеству атмосферныхъ осадковъ, какъ часто думаютъ, а въ отношеніи обратномъ. При климатѣ, богатомъ дождями, земная кора гораздо сильнѣе промывается и выще-

лачивается, такъ что большая часть массъ извести, растворенныхъ въ капил ярныхъ трещинахъ влагой, заключенной въ горныхъ породахъ, скоро выносится на поверхность земли и изобилующими водою ручьями и рѣками сносится въ море. Чѣмъ меньше количество выпадающихъ атмосферныхъ осадковъ и чѣмъ больше испареніе, тѣмъ богаче содержаніемъ извести вода, просачивающаяся изъ трещинъ горныхъ породъ. тѣмъ быстрѣе образуются сталактиты и сталагмиты, корки известковой накипи и террасы прѣсноводнаго известняка. Поэтому, и межледниковый степной климатъ былъ особенно благопріятенъ для возникновенія подобныхъ известковыхъ образованій.

Кромѣ многоразвѣтвленныхъ корневыхъ трубочекъ, прорѣзывающихъ лессовыя отложенія, намъ извѣстны лишь спорадическія свидѣтельства о межледниковой флорѣ. Послѣ изложеннаго выше понятно, конечно, почему на предоставленной дѣйствію бурь степной почвѣ и между передвигающимися холмами летучихъ песковъ сохранились еще иногда превратившіеся въ торфъ растительные остатки; при Клингѣ и Лауэнбургѣ наблюдали подобныя отложенія.

Отправляясь далѣе на югъ, мы находимъ знаменитое и богатое растительными остатками мѣстонахожденіе въ Геттингенскомъ Альмѣ близъ Инсбрука. Здѣсь на высотѣ 1.100 метровъ между двумя моренами залегаетъ мягкій мергель[20] съ безчисленнымъ множествомъ отпечатковъ листьевъ, среди которыхъ Rhododendron ponticum и Buxus sempervirens, наряду со многими, еще нынѣ живущими въ Альпахъ растеніями, должны считаться представителями нѣсколько болѣе теплой флоры.

Тѣхъ же самыхъ представителей болѣе мягкаго климата мы находимъ[21] въ межледниковыхъ отложеніяхъ Селлере и Піанико на озерѣ Изео.

Не менѣе важны тѣ своеобразныя явленія вывѣтриванія, которыя мы наблюдаемъ у южной подошвы Альпъ на поверхности болѣе древнихъ моренъ. Морены эти покрыты сверху покровомъ краснобурыхъ продуктовъ вывѣтриванія (Ferretto), которые обнаруживаютъ столь большое сходство съ латеритовыми образованіями влажной тропической области, что изслѣдователь, долгое время путешествовавшій по тропическимъ странамъ, не можетъ сомнѣваться въ тождественности обоихъ явленій. Но тѣ же самые красные суглинки распространены также на западномъ склонѣ французскихъ Альпъ въ направленіи къ бассейну Роны; преобладаніемъ карминовокрасныхъ цвѣтовъ отличаются также дилювіальныя отложенія въ Испаніи[22], равно какъ въ Румыніи[23]. Соотвѣтствующія явленія мы находимъ даже въ Сѣверной Америкѣ у Балтиморы.

Такимъ образомъ, сопоставляя и объединяя въ одно цѣлое межледниковыя явленія отъ области Балтійскаго моря вплоть до Средиземнаго, мы получаемъ такую картину, которая оставляетъ мѣсто для предположенія, что послѣ большого наступанія дилювіальнаго ледяного покрова съ юга климатическія зоны степной области и богатой грозами области тропической отодвинуты были далеко на сѣверъ.

Но какъ бы для того, чтобы наполнить мѣру климатическихъ аномалій, за степнымъ періодомъ послѣдовало новое большое наступаніе сѣвернаго ледниковатаго покрова и альпійскихъ глетчеровъ.

Поэтому, можно особенно хорошо прослѣдить распространеніе и біологическія послѣдствія этой послѣдней „ледниковой эпохи“, такъ

какъ ея отложенія неоднократно разрушали предшествующія ей образованія, сами же впослѣдствіи претерпѣли лишь незначительныя измѣненія.

Такимъ образомъ, мы снова находимъ широкое распространеніе эрратическихъ валуновъ и замкнутыхъ отложеній валуннаго суглинка, и вмѣстѣ съ ними въ многочисленныхъ мѣстонахожденіяхъ встрѣчаемъ полярную флору и фауну, которыя отступали на югъ, гонимыя передвигающейся границей ледниковъ. Между обитателями степной области съ одной стороны, и полярными животными, вторгшимися съ сѣвера, съ другой, снова возникаетъ ожесточенная борьба, такъ что иногда обѣ фауны встрѣчаются совмѣстно. Но, тѣмъ не менѣе, тотъ міръ живыхъ организмовъ, который сопровождалъ наступаніе ледниковъ населялъ Германію еще долгое время спустя послѣ того, какъ ледники въ послѣдній разъ отступили назадъ,—этотъ міръ отличался рѣзко выраженными своеобразными особенностями. Вмѣсто степныхъ травъ мы находимъ растенія тундры съ искривленной карликовой березой. У Шуссенрида[24] произрастали мхи крайняго сѣвера и образовали отложенія мощностью до 2 метровъ На этихъ покрытыхъ мхомъ мѣстахъ паслись олени, которыхъ найдено тамъ 200 экземпляровъ. Часто находили тамъ остатки бѣлыхъ медвѣдей и песцовъ. Надъ покрытой мхомъ мѣстностью леталъ лебедь-кликунъ, который въ настоящее время водится въ Лапландіи и на Шпицбергенѣ, а бѣлая сова питалась многочисленными пеструшками, которыя распространены были по всей Германіи и Польшѣ. Мускусный быкъ, въ настоящее время живущій лишь на крайнемъ сѣверѣ, находился тогда въ Англіи, Саксоніи, Тюрингіи и въ другихъ мѣстахъ вплоть до юго-западной Франціи. Важное значеніе имѣетъ то обстоятельство, что въ то время, о которомъ идетъ рѣчь, повсемѣстно въ Германіи, вмѣсто Elephas antiquus живетъ настоящій мамонтъ (Elephas primigenius), а вмѣсто Rhinoceros Merckі—Rhinoceros tichorhinus. Оба эти представителя животнаго царства густымъ шерстянымъ покровомъ защищены были отъ холода и послѣ ледниковой эпохи возвратились въ сѣверную Сибирь, гдѣ и теперь еще иногда находятъ въ мерзлой почвѣ огромные трупы тѣхъ изъ нихъ, которые при переходѣ черезъ замерзшія рѣки и обледенѣлую почву попали въ трещины и здѣсь погибли въ одиночествѣ.

Серна и каменный баранъ населяли среднегерманскія горныя цѣпи, а сѣверный моржъ распространенъ былъ до Гамбурга. И съ Альпъ глетчеры спускались въ долины и оттѣсняли альпійскій міръ организмовъ. Благодаря этому[25], весьма недалеко отъ Граца сохранилось образованіе съ четырьмя скелетами сурковъ. Даже въ южныхъ Карпатахъ находили сѣверныя растенія, какъ карликовыя березы, Salix lapponum, Rhododendron ferrugineum, а также сѣверныхъ жуковъ.

Въ то время, какъ въ Европѣ послѣдствія дилювіальныхъ наступаній ледяныхъ покрововъ оставили особенный отпечатокъ, благодаря тому, что навстрѣчу ледниковому покрову, надвигавшемуся съ сѣвера, двигались альпійскія глетчеры, въ Сѣверной Америкѣ зоогеографическія переселенія совершались существенно инымъ образомъ. Меридіонально тянущіяся горныя цѣпи вели, правда, кочующіе караваны животныхъ по опредѣленнымъ путямъ, но нигдѣ онѣ не становились на пути животныхъ въ видѣ преградъ. Беринговъ перешеекъ представлялъ сухопутное сообщеніе и не былъ загроможденъ ледяными

покровами. Такимъ образомъ, къ мастодонтамъ, которые еще до того времени переселились изъ Азіи по Антильскому перешейку дошли даже до Перу, Боливіи и Аргентины, во время ледниковой эпохи присоединился и полярный мамонтъ. Оба рода вымерли тамъ лишь въ концѣ дилювіальной эпохи.

Медленно сѣвероамериканскіе глетчеры, вслѣдствіе таянія, отступали назадъ и на окраинѣ размягченнаго льда скоплялись воды отъ его таянія, которыя нерѣдко запруживались рядами передовыхъ моренъ. Такимъ образомъ, на сѣверѣ Соединенныхъ Штатовъ возникли большія озера; сначала[26] передъ отступающей ледниковой границей мы находимъ три небольшихъ запрудныхъ бассейна, которые независимо другъ отъ друга стекали въ Миссисипи, затѣмъ озеро Чикаго соединяется съ озеромъ Мауми (Maumee); медленно образуются четыре верхнихъ озера, тогда какъ морская бухта доходитъ еще до Буффало.

Прежде чѣмъ приступить къ описанію географическихъ измѣненій, ареной которыхъ была Европа въ концѣ ледниковой эпохи, нужно обратить вниманіе на то, что дѣйствіе холодной воды отъ таянія ледниковъ, стекавшей во всѣ рѣки, а также ледяныхъ горъ, плававшихъ повсюду въ сѣверной и средней частяхъ Атлантическаго океана, должно было выразиться въ весьма сильномъ охлажденіи моря; позволительно даже предположить, что температура въ 5°, повсемѣстно распространенная въ глубоководныхъ частяхъ современныхъ морей, даже подъ теплой водой тропическаго пояса, — что эта температура является термическимъ наслѣдіемъ большой ледниковой эпохи. Даже въ фаунѣ Средиземнаго моря появляются нѣкоторые интересные сѣверные гости. Въ южной Испаніи и въ Сициліи встрѣчаются отложенія древнепліоценоваго возраста, еще свободныя отъ сѣверныхъ формъ, но затѣмъ мы находимъ Fusus contrarius, Lucina borealis, Cardium norvegicum, Cyprina islandica, Terebratella septata,—все такихъ моллюсковъ, которые въ настоящее время живутъ у береговъ Исландіи и Шпицбергена.

Когда въ сѣверной Европѣ ледъ сталъ таять, и ледниковая граница постепенно отступала, образовавшіяся отъ таянія воды собирались въ обширную неглубокую систему потоковъ, которая у Оппельна сохранилась до настоящаго времени въ обширной рѣчной долинѣ, затѣмъ черезъ Бреславль, Глогау, Берлинъ и Виттембергъ впадала въ современную долину Эльбы и черезъ Гамбургъ достигала Сѣвернаго моря. Въ этотъ первобытный потокъ текли не только воды отъ таянія ледниковъ: въ него въ то же время собирались воды изъ многочисленныхъ среднегерманскихъ рѣкъ.

Ледники отступали все дальше, и у ихъ краевъ образовались озера Шлезвига, Мекленбурга и Помераніи. Въ то же время подъ большими сѣверными ледниковыми покровами образовалась неглубокая впадина современнаго Балтійскаго моря. Когда тающій ледъ отступилъ оттуда, и на берегахъ современнаго Балтійскаго моря образовалась большая цѣпь запрудныхъ озеръ, которыя постепенно соединялись между собою и, наконецъ, также съ Бѣлымъ моремъ и заселились переселившимся оттуда животнымъ міромъ (особенно Yoldia arctica и Cyprina islandica),—когда это совершилось, въ „Іолдіево море“, омывавшее Скандинавскій островъ, начали стекать также большіе сѣверогерманскіе водоемы. Такимъ образомъ, первоначальная система

потоковъ, направлявшаяся отъ Бреславля къ Гамбургу, раздѣлилась на три части: Эльба сохранила старую область дренажа, но теперь въ нее стекали только воды Тюрингіи и Богеміи, тогда какъ страны, расположенныя на востокѣ, дренировались на сѣверъ вновь возникшими сточными каналами Одера, Вислы и Двины.

Лишь впослѣдствіи Скандинавія соединилась съ Россіей, благодаря образованію финскаго перешейка. Вліяніе Бѣлаго моря прекратилось. На время произошло также соединеніе Даніи съ Шоненомъ, и Балтійское море представляло большое опрѣсненное внутреннее море, которое получило названіе Анциловаго по имени рода Ancylus. Лишь незадолго до наступленія современной эпохи (алювія) вода изъ „Анциловаго моря“ пробила себѣ открытый путь черезъ Датскій проливъ къ Сѣверному морю, и съ тѣхъ поръ животный міръ послѣдняго вмѣстѣ съ соленой водой проникаетъ въ Балтійское море. Рука объ руку съ этимъ происходило повышеніе температуры воды въ Балтійскомъ морѣ, и такимъ образомъ у береговъ Швеціи мы находимъ недавно поднявшіяся раковинныя банки съ пліоценовыми формами англійскаго побережья.

Благодаря таянію льда, снова сталъ теплѣе и скандинавскій материкъ, температура котораго на протяженіи тысячелѣтій была ниже нуля; быть можетъ, этого нагрѣванія земной коры было достаточно для того, чтобы шведскій берегъ поднимался на $1^1/_2$ метра въ столѣтіе. Арктическая флора [27] въ Швеціи вытѣснена была березами, тополями, ивами, вязами, ясенями и, наконецъ, буками; съ востока же переселились сосны, вступившія въ побѣдоносную борьбу съ другими лѣсными деревьями.

Что же касается Сѣверной Германіи, то здѣсь полярныя растенія, смѣнились осинами и березами, затѣмъ появились сосны, дубы и пихты, между которыми жили олени, лани, лоси и зубры.

Сдѣлано было не мало попытокъ вычислить въ тысячелѣтіяхъ продолжительность дилювіальной ледниковой эпохи, какъ періода, непосредственно предшествующаго современной эпохѣ. Но полученныя при этомъ числа столь различествуютъ между собою и построены на столь шаткихъ предпосылкахъ, что одно вычисленіе даетъ результатъ въ 100.000 лѣтъ, а другое приводитъ къ вдвое большему результату. Нѣсколько болѣе точные результаты получаются при опредѣленіи конца ледниковаго періода. На основаніи скорости, съ какой послѣледниковыя рѣки въ Сѣверной Америкѣ и у подошвы Альпъ прорыли себѣ глубокія ущелья, получены результаты, колеблющіеся между 8.000 и 25.000 лѣтъ.

Біологическія измѣненія, которыя произошли съ того времени въ формѣ и распредѣленіи растеній, и животныхъ, крайне ничтожны и обусловлены, главнымъ образомъ, дѣятельностью человѣка, его участіемъ въ отборѣ и разселеніи фауны и флоры.

Если мы въ заключеніе поставимъ себѣ вопросъ о причинахъ великой ледниковой эпохи, то, имѣя въ виду распространеніе и измѣненіе ледяныхъ покрововъ и глетчеровъ, а также міръ организмовъ додилювіальнаго времени, мы должны притти къ заключенію, что, такъ называемая, ледниковая эпоха не находится въ связи съ третичнымъ охлажденіемъ полярныхъ странъ, а представляетъ **самостоятельный климатическій эпизодъ.**

Перемѣщеніе сѣвернаго полюса приблизительно на 10° до Шпицбергена могло бы служить достаточной причиной распространенія европейскихъ и сѣвероамериканскихъ ледяныхъ покрововъ; вмѣстѣ съ тѣмъ оно давало бы удовлетворительное объясненіе тому обстоятельству, что процессъ оледенѣнія не захватилъ Азіи. При такихъ условіяхъ южный полюсъ перемѣстился въ сторону Новой Зеландіи, которая вмѣстѣ съ Тасманіей и южной Австраліей тоже покрыта была большими ледниками. А въ Новой Зеландіи на древнихъ моренахъ тоже залегаетъ настоящій лессъ и свидѣтельствуетъ о томъ, что здѣсь, какъ въ Европѣ и Сѣверной Америкѣ господствовалъ одно время соотвѣтствующій межледниковый климатъ. Это служило бы доказательствомъ того, что на время земная ось перемѣстилась въ противоположную сторону, такъ что у южной подошвы Альпъ могло преобладать вывѣтриваніе, а въ Германіи господствовать сухой степной климатъ.

Но мы весьма далеки отъ мысли, что дилювіальный снѣговой періодъ можетъ быть всесторонне объясненъ одной этой причиной. Мы, наоборотъ, убѣждены въ томъ, что усиленное нагроможденіе снѣга въ прибрежныхъ странахъ сѣверной Атлантики обусловлено было случайнымъ совпаденіемъ крупныхъ перемѣщеній земной коры и связанныхъ съ ними глубокихъ измѣненій въ распредѣленіи воды и суши, морскихъ теченій, а также направленія перемѣщенія барометрическихъ высотъ, съ перемѣщеніемъ полюсовъ земного шара. Въ настоящее время, какъ намъ извѣстно, благодаря смѣлому путешествію Нансена, большая часть сѣверополярной области представляетъ дно глубокаго моря, но многочисленныя раковины[29] Ioldia arctica, Cardium groenlandicum, Cardium ciliatum, Astarte borealis, Astarte compressa, Macoma calcaria, Saxicava arctica, Cyrtodaria siliqua и многочисленныя слуховыя косточки мелководныхъ рыбъ, найденныя на глубинѣ 1000—2500 метровъ между Янъ-Майеномъ (Jan Mayen) и Исландіей, свидѣтельствуютъ о томъ, что эта часть сѣверополярнаго моря опустилась на 2000 метровъ въ новѣйшее время. Если здѣсь литосфера претерпѣла столь глубокія измѣненія, то мы близки къ мысли, что рука объ руку съ этимъ должно было наступить существенно иное распредѣленіе массъ, которое не могло не оказать вліянія на положеніе полюса вращенія.

Такимъ образомъ, дилювіальная ледниковая эпоха съ ея грандіозными ледяными покровами была, на нашъ взглядъ, событіемъ, обусловленнымъ общими теллурически-космическими причинами, причемъ мѣстами оно было усилено соотвѣтствующими географическими условіями. Только благодаря совпаденію различныхъ причинъ въ Европѣ и Сѣверной Америкѣ, получились столь грандіозные результаты.

Поэтому, заблужденіе- считать настоящее время „межледниковой эпохой“, за которой снова должны послѣдовать большія вторженія сѣверныхъ и альпійскихъ ледяныхъ массъ.

Наоборотъ, дилювіальный снѣговой эпизодъ нужно считать законченнымъ, и подобно тому, какъ въ тѣхъ областяхъ материка Гондвана, которыя въ каменноугольный періодъ покрыты были ледниками, теперь растутъ пальмовыя рощи и дѣвственные лѣса, точно такъ же климатъ Европы можетъ въ болѣе или менѣе далекомъ будущемъ снова получить тепло-влажный, тропическій характеръ. какимъ онъ отличался до наступленія ледниковаго эпизода.

29. Доисторическій человѣкъ.

Въ 1735 году Карлъ Линней выпустилъ въ свѣтъ свой трудъ, озаглавленный „Система природы“. Онъ начинаетъ перечисленіе формъ, принадлежащихъ къ животному царству, слѣдующимъ образомъ:

Классъ I . . . . . Четвероногія.
Порядокъ I . . . . Человѣкоподобныя.

1. Человѣкъ. Познай самого себя!
2. Обезьяны.

Такъ самый великій и самый неуязвимый изъ всѣхъ систематиковъ еще 175 лѣтъ назадъ указалъ на тѣсное родство между человѣкомъ и обезьяной и замѣчательной фразой: „Человѣкъ. Познай себя самого“! уже тогда, повидимому, хотѣлъ выразить протестъ противъ попытокъ отграничить человѣка отъ его родства съ животными.

Отдавая должное душевнымъ и умственнымъ качествамъ человѣка, мы, все-же, по устройству его тѣла и другимъ тѣлеснымъ его особенностямъ должны разсматривать его, какъ одну изъ вѣтвей родословнаго дерева животныхъ.

Послѣ того, какъ рухнули всѣ попытки доказать наличность анатомической противоположности между человѣкомъ и животнымъ, послѣ того, какъ Гете открылъ межчелюстную кость, а мозговая железа, считавшаяся древними философами мѣстомъ нахожденія человѣческой души, оказалась видоизмѣненнымъ глазомъ, унаслѣдованнымъ нами отъ пермскихъ стегоцефаловъ, послѣ того, какъ сравнительная анатомія доказала, что и всѣ остальные признаки человѣка унаслѣдованы имъ отъ животныхъ,—послѣ этого, уже не можетъ казаться чудовищной мысль, что человѣкъ медленно развился изъ животныхъ предковъ.

По легко понятнымъ причинамъ долгое время оказывали ожесточенное сопротивленіе тому предположенію, что человѣкъ находится въ родствѣ съ обезьяной и, какъ послѣдняя, ведетъ свое происхожденіе отъ обезьяноподобныхъ предковъ. Противъ этого предположенія выставлялось возраженіе, что съ такимъ-же правомъ предковъ человѣка можно искать среди жвачныхъ или хищныхъ животныхъ. Но даже этотъ выходъ устраненъ новѣйшими изслѣдованіями. Въ самомъ дѣлѣ, въ настоящее время намъ извѣстно, что человѣкъ находится въ кровномъ родствѣ именно съ человѣкоподобными обезьянами (гориллой, орангомъ, шимпанзе). Въ то время, какъ кровь человѣка въ химическомъ отношеніи столь сходна съ кровью человѣкоподобныхъ обезьянъ, что кровь человѣка можно безъ всякаго вреда ввести въ организмъ человѣкоподобной обезьяны и обратно, кровь человѣка (или человѣкоподобной обезьяны), будучи введена въ организмъ низшихъ обезьянъ и обратно, дѣйствуетъ, какъ постороннее вещество, и должна быть разрушена, либо выдѣлена.

При такомъ положеніи вещей не можетъ быть уже даже вопроса. произошелъ-ли человѣкъ отъ обезьяноподобныхъ предковъ; остается лишь вопросъ о томъ, когда и гдѣ человѣкъ развился изъ этихъ своихъ предковъ.

Различными путями пытались подойти близко къ этой величайшей и интереснѣйшей изъ всѣхъ геологическихъ проблемъ. Антропологическое изслѣдованіе исходило отъ историческаго человѣка и, отыскивая слѣды, проникало во все болѣе древнія времена доисторической эпохи. Геологическое-же изслѣдованіе, привыкшее оперировать съ несравненно большими промежутками времени, видитъ въ послѣднихъ тысячелѣтіяхъ лишь современный эпизодъ и прослѣживаетъ стратиграфическое и географическое распространеніе остатковъ человѣкоподобныхъ на протяженіи цѣлыхъ отдѣловъ третичнаго періода.

Хотя центръ тяжести нашихъ разсужденій долженъ, естественно, лежать въ области геологіи, тѣмъ не менѣе, при разсмотрѣніи этнографическихъ фактовъ по принципамъ онтологическаго метода, мы приходимъ къ опредѣленнымъ точкамъ зрѣнія, которыя мы, конечно, должны имѣть въ виду при изученіи первобытной исторіи человѣка.

Документальная исторія[1] человѣческаго рода показываетъ намъ, что древнѣйшая культура Микенъ процвѣтала приблизительно за 1600—1000 лѣтъ до Рождества Христова. Въ Египтѣ, какъ показываютъ мелкія фигуры изъ слоновой кости, приблизительно за 4300 лѣтъ до Рождества Христова существовала уже высокоразвитая культура. Лишь гораздо позднѣе, приблизительно за 2800 — 2500 лѣтъ до Рождества Христова, фараоны стали воздвигать свои пирамиды, а древне-ханаанская культура Таанака въ Палестинѣ восходитъ къ 2000 году до Рождества Христова, когда здѣсь уже были въ употребленіи въ качествѣ амулетовъ египетскія скарабеи. Если принять во вниманіе, что на знаменитой египетской статуѣ писца, сидящаго въ согнутомъ положеніи, глазъ жизненно изваянной головы составленъ изъ кварца, бронзы и горнаго хрусталя, то нетрудно будетъ составить себѣ представленіе о высокомъ расцвѣтѣ той древней культуры.

Но новѣйшія раскопки въ Вавилоніи[2] познакомили насъ съ еще гораздо болѣе древней, столь-же высоко развитой, культурой. Около 3750 года до Рождества Христова тамъ царствовалъ Нарамъ-синъ, сынъ Саргона; онъ жилъ въ колоссальномъ дворцѣ, библіотека котораго позволяетъ намъ заглянуть въ многогранную и богато развитую цивилизацію этого государства. Но этотъ царскій дворецъ Саргона (рис. 211), въ свою очередь, былъ воздвигнутъ на развалинахъ болѣе древняго царскаго дворца, и, такимъ образомъ, медленно изучаются обломки досаргонской культуры, зародившейся около 8000 года до Рождества Христова вмѣстѣ съ переселеніемъ сумерійцевъ. Изъ необоженныхъ глиняныхъ кирпичей, скрѣпленныхъ между собою асфальтомъ, воздвигались прочныя стѣны, а для облицовки цистернъ примѣнялись обожженные кирпичи, для водопровода и канализаціи — обожженныя глиняныя трубы. Двѣ отлитыя изъ мѣди козьи головы (рис 276) свидѣтельствуютъ объ умѣніи обрабатывать металлы. По обломкамъ мраморныхъ статуэтокъ можно видѣть, что глазное яблоко составлялось изъ разноцвѣтныхъ камней, а волосы воспроизводились тонкой серебряной проволокой. При наличности этихъ древнѣйшихъ историческихъ документовъ намъ представляется чрезвычайно страннымъ, что по іудейскому лѣтосчисленію (по рабби Гиллелю), данныя котораго мы и теперь еще находимъ въ любомъ календарѣ, міръ сотворенъ былъ 7 октября 3761 года до Р. Х., т. е., около того времени, когда умеръ царь Саргонъ, и на вавилонскій престолъ вступилъ Нарамъ-синъ.

Если мы примемъ во вниманіе, что египетскій календарь уже около 4250 года до Р. Х. долженъ былъ впервые подвергнуться переработкѣ, такъ какъ его данныя уже не согласовывались съ наступленіемъ астрономическихъ явленій, то получимъ ясное представленіе о степени надежности вышеприведенныхъ историческихъ данныхъ.

Въ Египтѣ намъ представляется возможность еще глубже заглянуть въ древнѣйшую исторію человѣческаго рода. Въ дельтѣ Нила[3] у Бессузе въ одномъ шахтномъ колодцѣ на глубинѣ 18 метровъ, а въ каналѣ Махмудіе на глубинѣ 27 метровъ подъ современнымъ уровнемъ найдены были обожженные глиняные черепки, и на основаніи этого вычислено, что Нижній Египетъ уже за 30.000—45.000 лѣтъ до Рождества Христова долженъ былъ быть населенъ человѣческимъ племенемъ, которое знакомо было съ искусствомъ добыванія огня и обладало извѣстной культурой.

Рис. 276. Бронзовая голова козы, съ агатовыми глазами найденная при раскопкахъ въ Фарѣ.

Новѣйшія открытія ведутъ насъ гораздо дальше въ области прошлаго.

Прежде чѣмъ Нилъ отодвинулъ свои истоки до плоскогорія Абессиніи и Уганды, прежде чѣмъ онъ началъ денудировать тѣ неисчерпаемые источники чернозема, его воды несли въ Нижній Египетъ известковые, мергелистые, землистые и тонкопесчаные осадки, и тамъ гдѣ вода застаивалась, эти вещества осѣдали на дно. Здѣсь процвѣтали многочисленныя колоніи Unio Schweinfurthi и представляли излюбленную пищу для первобытныхъ обитателей. На лѣвомъ берегу Нила у Генамиха расположены цѣлыя кучи этихъ раковинъ вмѣстѣ съ каменными орудіями. Отсутствіе глиняныхъ черепковъ говоритъ за то, что здѣсь мы заглядываемъ въ первобытную эпоху, древность которой должна превышать 30.000 лѣтъ. Форма каменныхъ орудій (тонкіе, острые ножи) говоритъ о томъ, что при ихъ изготовленіи проявлялась уже большая ловкость и развитая техника.

Если съ этими документами первобытной египетской культуры сопоставить числа, полученныя въ сѣверной Европѣ, то каменный вѣкъ нужно будетъ отнести къ 4000—2500 годамъ до Рождества Христова. Затѣмъ лишь начинается употребленіе металловъ. Такимъ образомъ, въ то самое время, когда Германія, Франція и Данія населены были еще неразвитыми первобытными народами, въ низменностяхъ Евфрата и Нила процвѣтала болѣе высокая культура.

Возможность этого явленія—одновременнаго существованія высокоразвитыхъ и примитивныхъ народовъ—подтверждается изученіемъ современнаго человѣчества. Не только на различныхъ широтахъ одного и того же континента живутъ высокоразвитые цивилизованные народы и дикія естественныя племена, но даже среди осѣдлаго и высокообразованнаго населенія мы находимъ орды дичащихся горныхъ и лѣсныхъ народовъ (ведда, акка), которыя едва освободились отъ оковъ первобытнаго состоянія. Если это возможно въ наше время желѣзныхъ дорогъ и телеграфа, то мы не можемъ не согласиться съ тѣмъ, что и въ первобытную эпоху одновременно жили расы, стоявшія на различныхъ ступеняхъ культурнаго развитія

Теперь мы оставимъ область антропологическаго изслѣдованія и, опираясь на геологическіе, рѣзко разграниченные горизонты, попытаемся описать развитіе ряда предковъ человѣка. И здѣсь документы становятся тѣмъ обильнѣе, чѣмъ ближе мы подходимъ къ настоящему времени. Вначалѣ мы находимъ только изолированные остатки костей, затѣмъ мы вмѣстѣ съ ними встрѣчаемъ инструменты, остатки пищи, слѣды огня, украшенія и домашнюю утварь.

Въ концѣ мѣловой эпохи, когда группа млекопитающихъ достигла неслыханнаго расцвѣта, когда изъ кладущихъ яйца, похожихъ на пресмыкающихся, первобытныхъ млекопитающихъ заложены были всѣ вѣтви родословнаго дерева млекопитающихъ,—въ это время мы находимъ и древнѣйшихъ, эоценовыхъ предковъ приматовъ. Весьма важное значеніе имѣетъ тотъ фактъ, что въ Европѣ и Сѣверной Америкѣ погребены многочисленные роды этихъ первобытныхъ обезьянъ, тогда какъ въ Азіи, Африкѣ, Австраліи и Южной Америкѣ, поскольку можно судить по тому, что намъ извѣстно до настоящаго времени, эти обезьяны отсутствуютъ. Такимъ образомъ, Атлантида представляется намъ первоначальной родиной всей группы. Здѣсь она развивается во все болѣе характерныя формы, и лишь въ пліоценовую эпоху она заселяетъ Азію, въ плейстоценовую — Африку и Южную Америку. Чтобы не подавать повода къ недоразумѣніямъ, мы здѣсь же замѣтимъ, что живущія въ Центральной и Южной Америкѣ широконосыя обезьяны появились здѣсь еще въ древнетретичную эпоху, здѣсь же онѣ развивались въ видѣ самостоятельной побочной вѣтви вплоть до настоящаго времени.

Древнетретичныхъ предковъ приматовъ объединяютъ въ два семейства, которыя обнаруживаютъ уже значительную дифференціацію въ костяхъ, строеніи черепа и въ рядахъ зубовъ. Отъ 18 приблизительно родовъ, большей частью, извѣстны только челюстныя кости съ зубами, отъ Adapis, Anaptomorphus и Nekrolemur сохранились полные черепа. По этимъ черепамъ, а также по обломкамъ прочихъ скелетовъ мы знаемъ, что это были малыхъ и среднихъ размѣровъ животныя, строеніе зубовъ которыхъ свидѣтельствуетъ о смѣшанной пищѣ. Лицевая часть черепа еще очень велика; только у Anaptomorphus намъ бросаются въ глаза большая мозговая коробка и укороченная лицевая часть. Строеніе конечностей обнаруживаетъ еще полное сходство со строеніемъ конечностей у первобытныхъ копытныхъ животныхъ. Такимъ образомъ мы приходимъ къ предположенію, что эоценовые предки приматовъ были четвероногими, живущими на землѣ небольшими животными, которыхъ, судя по формѣ тѣла и ихъ образу жизни, нельзя считать „царями“ животнаго царства того времени.

Мы видѣли, что во время олигоценовой эпохи климатъ Европы сдѣлался влажнѣе, что низменности покрылись громадными болотистыми лѣсами, и что эти низменности еще въ эоценовую эпоху носили характеръ бѣдныхъ рѣками степей. Слѣдуетъ ли приписывать простой случайности то, что настоящія, живущія на деревьяхъ, обезьяны появились сперва въ среднемъ міоценѣ Европы, и что въ это время особенно сильно распространились по Европѣ и Азіи человѣкоподобныя обезьяны?

До сихъ поръ извѣстно[4] шесть вымершихъ родовъ человѣкоподобныхъ обезьянъ; они встрѣчаются только въ Европѣ и—

удивительное дѣло — отсутствуютъ въ Сѣверной Америкѣ. Ихъ нижняя челюсть была еще относительно длинна и узка, такъ что для языка, играющаго столь важную роль въ развитіи способности рѣчи, оставалось мало мѣста. Но конечности были болѣе похожи на конечности человѣка, чѣмъ конечности нынѣ живущихъ чедовѣкоподобныхъ обезьянъ. Для сужденія объ ихъ образѣ жизни особенный интересъ представляетъ Griphopithecus, который жилъ у Найндорфа въ Венгріи, на берегу глубокой бухты восточно-европейскаго внутренняго моря. Большія черепахи и сирены населяли плоскіе острова, а въ расположенномъ неподалеку болотистомъ лѣсу паслись цѣлыя стада карликовыхъ оленей, обыкновенныхъ оленей, носороговъ и мастодонтовъ.

Къ концу міоценовой эпохи въ Европу переселился[5], вѣроятно, изъ Азіи, близкій къ лошади гиппаріонъ (Hipparion). Въ Персіи, на Самосѣ, въ Аттикѣ (близъ Пикерми) и во Франціи отъ этой эпохи остались богатыя фауны. Особенно славится своимъ богатствомъ формъ фауна Пикерми[6] близъ Марабона. Въ заросшемъ олеандромъ ложѣ небольшой долины находятъ кости, погребенныя въ красноватомъ суглинкѣ, и одна только французская экспедиція нашла здѣсь 1900 экземпляровъ гиппаріона и 700 экземпляровъ носорога. Антилопы, жирафы населяли покрытую травою степь, тогда какъ динотерій (Dinotherium), мастодонтъ и свиньи жили въ болотистомъ лѣсу. Черепъ и конечности, а также длинный хвостъ Mesopithecus'a вполнѣ обезьяно-подобны и весьма существенно отличаютъ его отъ человѣкоподобныхъ обезьянъ міоценовой эпохи. Такимъ образомъ, уже здѣсь произошло то раздѣленіе, которое отграничило обезьянъ въ собственномъ смыслѣ слова отъ вѣтви приматовъ, которая въ своемъ дальнѣйшемъ развитіи приводитъ къ человѣку.

Рѣшающее значеніе для распространенія еще нынѣ живущихъ человѣкоподобныхъ обезьянъ въ послѣдующую эпоху имѣла Остъ-Индія. Здѣсь у подошвы Гималаевъ извѣстна цѣпь высокихъ предгорій, которая сложена была обломочнымъ матеріаломъ, нагромоздившимся при образованіи грандіозной Гималайской цѣпи, и при дальнѣйшемъ горообразующемъ процессѣ, въ свою очередь, подверглась процессу образованія складокъ. Такимъ образомъ, въ этихъ Сиваликскихъ горахъ фауны позвоночныхъ міоценовой и пліоценовой эпохъ встрѣчаются вмѣстѣ въ своеобразномъ смѣшеніи. Такъ какъ мѣстонахожденія этихъ фаунъ расположены въ лихорадочныхъ, недоступныхъ мѣстностяхъ, то до сихъ поръ еще ихъ не удалось болѣе или менѣе строго разграничить въ стратиграфическомъ отношеніи. Поразительно богатство этой, такъ называемой, Сиваликской формаціи простыми и человѣкоподобными обезьянами, и напрашивается предположеніе, что именно оттуда переселились человѣкоподобныя обезьяны Сѣверной Индіи, въ настоящее время распространенныя въ прибрежныхъ странахъ Индійскаго океана. Орангъ[7] съ короткимъ черепомъ проникъ на Суматру и Борнео, а роды горилла и шимпанзе—въ Африку, и поразительно то, что въ Африкѣ живутъ и длинноголовыя человѣческія расы, тогда какъ въ восточной Азіи преобладаютъ короткоголовыя расы.

Послѣ того, какъ удалось доказать, что родиной человѣкоподобныхъ обезьянъ является сѣверная Евразія, передъ нами въ совершенно

новомъ свѣтѣ предстаетъ и пресловутая находка питекантропуса (Pithecanthropus) на Явѣ[8]. Въ самомъ дѣлѣ, этотъ родъ встрѣчается совмѣстно съ богатой фауной индійскихъ дилювіальныхъ животныхъ, съ которыми онъ, по всей видимости, мигрировалъ изъ Индіи до Явы, чтобы здѣсь вымереть.

Самый важный прогрессъ группы приматовъ состоялъ во всякомъ случаѣ, въ томъ, что первоначально жившія на землѣ четвероногія стали подниматься на заднія конечности и начали не только лазать по вѣтвямъ деревьевъ, но также держать въ отвѣсномъ положеніи верхнюю часть туловища и голову при ходьбѣ. Чтобы понять біологическія послѣдствія хожденія на двухъ ногахъ, стоитъ только вспомнить, сколь высокаго расцвѣта динозавры достигли съ тріасоваго періода, а птицы—съ юрскаго, когда ихъ переднія конечности поднялись съ земли

Такимъ образомъ, родъ приматовъ долженъ былъ достигнуть быстраго и блестящаго расцвѣта, лишь только онъ изъ четвероногой стадіи перешелъ въ стадію двуногую. Хватательная способность руки сильно увеличилась, осязательная сцособность концовъ пальцевъ могла свободнѣе развиваться. Открылась также возможность быстраго развитія ловкости рукъ; быстрѣе стали развиваться дыханіе и голосъ. Увѣдомленіе объ общей опасности и переживаніяхъ расширяло представленіе о настоящемъ, вызывая въ сознаніи представленіе о будущемъ и прошломъ; благодаря этому, представленіе о мірѣ становилось богаче, интеллектуальная дѣятельность становилась разнообразнѣе.

Въ міоценовую и пліоценовую эпохи человѣкоподобныя обезьяны распространены были по всей Европѣ и Азіи. Въ Китаѣ[9], въ Сивалкскихъ горахъ, въ Штейермаркѣ и Швабіи, во Франціи и Верхней Италіи найдены были зубы и болѣе или менѣе крупные остатки костей, такъ что мы имѣемъ, пожалуй, право сказать, что палеонтологическіе документы о доисторическомъ человѣкѣ обнаруживаютъ непрерывный рядъ предковъ отъ эоцена до пліоцена, и что это развитіе совершалось въ Евразіи.

Но, сравнивая этихъ обезьяно-подобныхъ предковъ съ низшими и высшими человѣческими расами, мы видимъ, что недостаетъ еще одного признака, который является характернымъ и рѣшающимъ для превращенія человѣкоподобной обезьяны въ человѣка Это—проявленія высшаго интеллекта и культуры, которыя однѣ и сдѣлали человѣкоподобную обезьяну человѣкомъ.

Въ длинномъ и непрерывномъ ряду, который отъ эоценовыхъ, маленькихъ, похожихъ на копытныхъ, первобытныхъ обезьянъ черезъ человѣкоподобныхъ ведетъ къ человѣку, важно найти опредѣленные признаки, по которымъ мы могли бы различить, имѣемъ ли мы еще дѣло съ человѣкоподобной обезьяной, или же передъ нами—уже человѣкъ. Мы увидимъ, что форма черепа и коронка коренныхъ зубовъ самыхъ древнихъ извѣстныхъ людей обнаруживаютъ полное сходство съ соотвѣтствующими признаками обезьяноподобныхъ предковъ. Такіе животные признаки, это наслѣдіе отъ обезьяноподобныхъ предковъ, даже въ настоящее время еще не совсѣмъ исчезли и встрѣчаются, какъ признаки атавизма, у отдѣльныхъ индивидуумовъ, а у негроидныхъ,—какъ племенная особенность.

Такимъ образомъ, различеніе человѣкоподобной обезьяны отъ человѣка мы можемъ базировать не только на основѣ анатомическихъ признаковъ; въ замкнутомъ ряду предковъ нашего рода легче по геологически легко распознаваемымъ и недвусмысленнымъ признакамъ отыскать высшій интеллектъ и соціальныя привычки древнѣйшихъ людей.

По нашему мнѣнію, въ этомъ отношеніи руководящей нитью для насъ можетъ служить употребленіе огня. Въ то время, какъ ни одно животное, включая сюда и человѣкоподобную обезьяну, не въ состояніи ни добывать огня, ни поддерживать его, всѣ человѣческія расы владѣютъ этимъ искусствомъ. Немногіе случаи, когда на коралловыхъ островахъ тропическихъ странъ наблюдали небольшія племена, не добывавшія огня, легко объясняются, вѣроятно, тѣмъ, что добываніе огня не необходимо для ихъ существованія, а потому они и забыли это искусство. Только вооруженный огнемъ, человѣкъ отважился заселить всѣ области земного шара вплоть до оледенѣлаго полюса. Въ древне-арійскомъ сказаніи о Прометеѣ ясно подчеркнуты святость огня и его всемірноисторическое значеніе.

Огонь должно охранять, у огня собирается семья, съ помощью огня можно переносить суровую зиму и при его свѣтѣ жить въ темныхъ укромныхъ мѣстахъ и глубокихъ пещерахъ. Съ помощью огня трудно переваримая пища становится съѣдобной, съ его помощью можно сохранять легко портящіяся питательныя вещества. Грѣющее и свѣтящее пламя излучаетъ на насъ удивленіе и восхищеніе, страхъ и радость, тихое удовольствіе и здоровье.

Слѣды костра легко установить геологически. Обожженные камни очага и кости убитыхъ животныхъ, пепелъ и древесный уголь являются неизгладимыми признаками, что нѣкогда въ данномъ мѣстѣ горѣлъ огонь, и тамъ, гдѣ мы находимъ эти вещественныя доказательства, они очутились не потому, что принесены были сюда водою, а свидѣтельствуютъ о томъ, что здѣсь былъ очагъ. Итакъ, мы ставимъ себѣ задачу отыскать время и мѣсто, когда и гдѣ передъ нами впервые выступаетъ человѣкъ, пользующійся огнемъ.

Горная мѣстность Оверни состоитъ изъ двухъ группъ вулкановъ, которые отъ міоценовой эпохи до ближайшаго геологическаго прошлаго были ареной сильныхъ изверженій. Южный горный массивъ Канталя, въ точно изслѣдованныхъ обнаженіяхъ при Орильякѣ[10], обнаруживаетъ рѣчные пески, покрытые лавами и содержащіе флору и фауну верхнеміоценовой эпохи. Хвойныя и лиственныя деревья составляли густые лѣса, въ которыхъ жилъ мастодонтъ и носорогъ; въ болотистыхъ озерахъ жилъ громадный динотерій (Dinotherium), а изъ окрестныхъ степей приходили сюда на водопой цѣлыя стада трехпалыхъ лошадей—гиппаріоновъ (Hipparion), а также оленей и газелей.

Олигоценовые слои лежачаго бока содержатъ таблицевидныя выдѣленія кремня, безчисленные обломки котораго разсѣяны въ слояхъ съ гиппаріономъ. Можно установить съ увѣренностью, не оставляющей никакого сомнѣнія, что большинство этихъ черепковъ обладаетъ опредѣленной формой, а на ихъ краяхъ видны многочисленныя насѣчки, на подобіе тѣхъ, какія получаются при скобленіи, царапаніи и отбиваніи (рис. 277). При болѣе точномъ изученіи получается впечатлѣніе, что эти камни были брошены послѣ употребленія, а позднѣе снова

употреблены были въ дѣло, такъ какъ старыя насѣчки обнаруживаютъ слѣды вывѣтриванія и покрыты новыми поверхностями излома. Особенно бросается въ глаза рядъ большихъ, похожихъ на крюки, кусковъ. Многіе изъ этихъ, такъ называемыхъ, эолитовъ очень удобно приспособлены къ тому, чтобы держать ихъ въ рукѣ, причемъ внѣ руки остается рѣзецъ или остріе, такъ что нельзя не притти къ предположенію существованія въ то время умственно развитого существа, которое, въ образѣ человѣка, пользовалось здѣсь этими камнями. Правда до сихъ поръ не удалось открыть никакого слѣда человѣка. Мы не находимъ ни остатковъ костей, ни очаговъ, которые свидѣтельствовали бы о древнихъ обитателяхъ Канталя, но, тѣмъ не менѣе, можно думать, что въ данномъ случаѣ передъ нами—слѣды первобытнаго человѣка.

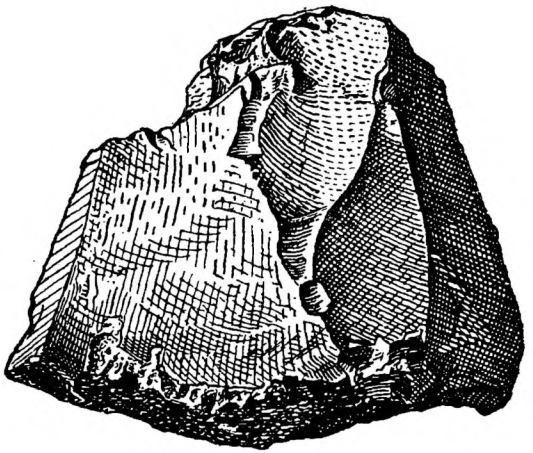


Рис. 277. Обработанный кремневый скребокъ (эолитъ) изъ міоценовыхъ отложеній Орильяка.

И почва Верхняго Египта оставила намъ древнѣйшіе слѣды человѣческой дѣятельности. При Курна (Qurna) (къ сѣверу отъ Ѳивъ) въ долину Нила впадаетъ нѣсколько сухихъ пустынныхъ ущелій; по этимъ ущельямъ во время случайныхъ грозовыхъ ливней въ долину Нила выносились изъ неподалеку расположенной скалистой пустыни галька и щебень, которые, будучи сцементированы известковой водой въ конгломератъ, представляли удобный матеріалъ для закладки египетскихъ могилъ глубиною въ 5 метровъ. Здѣсь, въ этомъ крѣпкомъ конгломератѣ, найдены многочисленныя включенія большихъ и мелкихъ каменныхъ инструментовъ. Особенно легко различить слѣдующіе типы.

1) Кулачные ударники,
2) круглые и овальные диски,
3) ручныя кремневыя острія,
4) лезвія,
5) круглые скребки,
6) скребки съ рукояткой,
7) дуговые и полые скребки.

Особеннаго вниманія заслуживаютъ инструменты съ пробуравленнымъ круглымъ отверстіемъ (кольцевые скребки, рис. 278), которые даже скептика должны убѣдить въ томъ, что эти эолиты не образовались случайно, а созданы были сознательнымъ существомъ съ опредѣленной цѣлью.

На краяхъ большей части этихъ камней видны искусственные рубцы отъ ударнаго оттачиванія, наряду съ отдѣльными отсѣчками, возникшими при употребленіи.

На близъ расположенномъ известковомъ плато находились мастерскія для изготовленія этихъ первобытныхъ орудій и домашней утвари. Плоскогорье на сѣверо-западѣ сплошь усѣяно кремневыми осколками,

несовершенными и неудавшимися издѣліями, а также остававшимися при фабрикаціи отбросами.

На многихъ изъ этихъ каменныхъ орудій мы замѣчаемъ характерные знаки отъ ударовъ, отщепленія и слѣды отъ употребленія, и такъ какъ сухой пустынный климатъ, который тогда господствовалъ тамъ точно такъ же, какъ въ настоящее время, покрывалъ кремни бурымъ пустыннымъ загаромъ, то по цвѣту того налета легко отличить болѣе старые слѣды употребленія отъ болѣе молодыхъ слѣдовъ.

Недавно и въ Европѣ во многихъ мѣстахъ найдены эолиты, а возраженія, которыя выставлены противъ утвержденія, что они представляютъ древнія орудія производства, опровергнуты весьма убѣдительными доводами. Но нельзя отрицать того, что часто трудно установить рѣзкое различіе между эолитами и любыми естественными камнями. Не слѣдуетъ также на основаніи распространенія камней, только бывшихъ въ употребленіи, но не изготовленныхъ спеціально для этой цѣли, вывести заключеніе, что существовалъ „эолитическій періодъ“ въ смыслѣ первобытноисторической эпохи, которая, подобно геологическому горизонту, могла бы характеризовать древнѣйшіе періоды, когда совершался процессъ нарожденія человѣка.

Въ самомъ дѣлѣ, путешественники неоднократно наблюдали, какъ обезьяны бросаютъ камнями въ своихъ враговъ или разбиваютъ ими орѣхи. Именно тотъ фактъ, что эолиты, смотря по надобности, подбирались и снова бросались по минованіи въ нихъ надобности, отмѣчаетъ существенную разницу между ними, съ одной стороны, и инструментомъ, съ другой: изготовленіе инструмента требовало труда и вниманія; благодаря этому, онъ пріобрѣталъ цѣнность въ глазахъ обладателя; инструментъ по смерти владѣльца клали вмѣстѣ съ послѣднимъ въ гробъ; инструментъ лишь случайно теряли или бросали только тогда, когда онъ становился негоднымъ къ употребленію.

Рис. 278. Кольцевой скребокъ изъ конгломератовъ Онивъ.

Такимъ образомъ, какъ бы цѣнны ни были для сужденія объ образѣ жизни человѣкоподобныхъ обезьянъ, изъ которыхъ развился человѣкъ, тѣ грубыя орудія, которыя мы называемъ эолитами, они, однако, не могутъ служить для освѣщенія этого всемірно историческаго явленія. Они доводятъ насъ до самаго порога дилювіальнаго періода, во многихъ случаяхъ они, пожалуй, употреблялись еще и во время дилювіальнаго періода менѣе культурными племенами или отдѣльными, мало развитыми, индивидуумами, но характернымъ отличительнымъ признакомъ рода „человѣкъ“ считать мы ихъ не можемъ.

Нами уже описаны распространеніе и движенія дилювіальныхъ ледяныхъ покрововъ, которые простирались отъ Скандинавіи сплошь до Голландіи, Вестфаліи, Тюрингіи, Силезіи, отъ Альпъ вплоть до Дунайской равнины и притоковъ рѣки По и покрывали также Англію,

за исключеніемъ узкой полосы на югѣ. На основаніи распредѣленія крупныхъ млекопитающихъ во время верхняго пліоцена и дилювія намъ удалось также показать, что Ламаншскій проливъ въ то время еще не существовалъ, и Англія, вѣроятно, между Дувромъ и Калэ была соединена съ Франціей широкимъ перешейкомъ. Теперь мы должны упомянуть о тѣхъ климатическихъ и зоогеографическихъ послѣдствіяхъ, которыя должно было повлечь за собою образованіе большихъ снѣговыхъ и ледяныхъ покрововъ.

Большая половина Европы сдѣлалась совершенно необитаемой для животныхъ и растеній. Появившіяся въ большомъ изобиліи во время теплой третичной эпохи и широкое распространенныя еще даже въ пліоценовую эпоху стада быковъ, оленей, слоновъ, тапировъ, носороговъ, свиней и бегемотовъ, равно какъ богатая фауна менѣе крупныхъ млекопитающихъ и птицъ теперь, при неудержимомъ ростѣ скандинавскихъ, британскихъ и альпійскихъ ледяныхъ покрововъ, вытѣснены были изъ своихъ старыхъ мѣстъ жительства. Лиственныя деревья, кусты и травы, доставлявшіе имъ пищу и кровъ, замерзли и исчезли, и, такимъ образомъ, масса голодающихъ и мерзнущихъ, больныхъ и истощенныхъ животныхъ устремилась впередъ, гонимая надвигающимися ледяными покровами. Обитатели британскихъ острововъ, оттѣсненные къ южнымъ провинціямъ нашли еще открытымъ для прохода перешеекъ, ведшій близъ бельгійской границы во Францію, и въ то время, какъ тяжеловѣсные бегемоты погибли въ замерзающихъ болотахъ, болѣе подвижныя животныя въ безостановочномъ бѣгствѣ устремились во Францію и Бельгію.

Норвежскіе ледяные покровы, надвигавшіеся черезъ Швецію и низменную область Балтійскаго моря въ сѣверную Германію, на своемъ пути очистили эти страны отъ всего, что жило здѣсь на протяженіи долгихъ періодовъ.

Всѣ эти животныя, вытѣсненныя со своей сѣверной родины, охотно продолжали-бы свое бѣгство въ направленіи къ странамъ Средиземнаго моря, чтобы здѣсь, по примѣру своихъ сѣвероамериканскихъ товарищей по несчастью, найти болѣе мягкую въ климатическомъ отношеніи, изобилующую растительностью страну. Но въ то же время на сѣверъ надвигались ледяные покровы съ Альпійскихъ горъ и препятствовали дальнѣйшему движенію на югъ. Такимъ образомъ, свободнымъ отъ льда оставалось только узкое пространство, обнимавшее сѣверную Францію, Бельгію, Прирейнскую область, Среднюю Германію, Верхнюю Австрію и Венгрію. Понтійское внутреннее море замыкало на югѣ Россіи перегородку, протянутую стѣной ледниковъ Альпъ и Кавказа противъ Сѣверной Европы. На этой полосѣ земли, подверженной дѣйствію сильныхъ ураганов и погруженной въ мрачную, холодную зимнюю ночь, очутились истощенныя стада животныхъ, искавшихъ спасенія въ бѣгствѣ, и *здѣсь-то мы находимъ древнѣйшіе слѣды человѣка, обладающаго огнемъ* (рис. 277). По времени эти слѣды относятся къ большой межледниковой степной эпохѣ, слѣдовавшей за грандіознымъ распространеніемъ глетчеровъ.

Въ Неандерталѣ у Дюссельдорфа въ 1856 году открыты впервые части скелета древнѣйшаго человѣка, и на основаніи этого вся раса названа была *неандертальской*. Затѣмъ подобныя находки оказались у Спи въ Бельгіи, у Таубаха недалеко отъ Веймара, близъ

Шпица на Дунаѣ и въ Крапинѣ, недалеко отъ Аграма[12]. Вездѣ мы встрѣчаемъ одинъ и тотъ-же типъ, особенно по формѣ черепа. Черепная крышка (рис. 279) низка и представляетъ мѣсто лишь для неразвитаго мозга; толстыя надбровныя дуги и большія, выступающія челюсти придаютъ лицу почти животное выраженіе. Коронка коренныхъ зубовъ обнаруживаетъ такую же поверхность, какую мы находимъ у человѣкоподобной обезьяны. Руки—относительно коротки, а ключица—изящна. Лучевая кость предплечья согнута, какъ у обезьянъ, плечевыя кости очень крѣпкія. Кости голени очень неуклюжи и напоминаютъ соотвѣтствующія кости у медвѣдя. Тазъ—узкій и высокій. На основаніи формы

Рис. 379. Черепная крышка неандертальскаго человѣка ($^4/_5$).

суставовъ на костяхъ ногъ пришли къ заключенію, что при ходьбѣ тѣло занимало не вполнѣ вертикальное положеніе. Геологическія условія, при которыхъ найдены были названные остатки, развертываютъ передъ нами картину стоящей на весьма низкомъ уровнѣ культуры. Грубыя каменныя орудія въ многихъ случаяхъ еще напоминаютъ эолиты. Среди этихъ орудій нетрудно распознать ножи и наконечники стрѣлъ, наколки и скребки, а въ болѣе или менѣе полно изученныхъ мѣстонахожденіяхъ мы вездѣ встрѣчаемъ отчетливые с л ѣ д ы о ч а г а. Бѣлый песокъ изъ Таубаха сплошь испещренъ мелкими кусочками древеснаго угля; на камняхъ и слоновыхъ костяхъ, которыми обставлялись очаги, сохранились слѣды дѣйствія высокой температуры.

Строеніе известковой накипи Таубаха, покрывающей содержащій кости песокъ, обнаруживаетъ столь сильное сходство съ травертино, отлагающимся въ горячихъ источникахъ Aquae albulae близъ Тиволи, что приходится предположить, что и таубахская известковая накипь образована была горячими источниками. Если это, дѣйствительно, такъ, то становится понятнымъ, почему именно здѣсь оказалось столь невѣроятное число мелкихъ и крупныхъ животныхъ, служившихъ пищею первобытному человѣку. Вѣроятно, животныя, угрожаемыя льдомъ и холодомъ, собирались къ горячимъ источникамъ, которые никогда не замерзали и на склонахъ долины Ильма образовали небольшое открытое

озеро. Въ водѣ, населенной многочисленными улитками, росли тростникъ и Chara. На берегу росли хвойныя деревья, изъ которыхъ семья бобровъ выстроила себѣ помѣщеніе. Здѣсь найдено свыше 100 экземпляровъ Rhinoceros Mercki и болѣе 40 экземпляровъ Elephas antiquus.

Наряду съ дѣтенышами слоновъ и небольшими животными, которыя, какъ намъ кажется, особенно часто служили предметомъ добычи, намъ попадаются и нѣкоторые исполинскіе скелеты вышиною въ 4 метра и съ клыками длиною болѣе 3 метровъ. Такъ какъ у крупныхъ животныхъ, кости которыхъ разбросаны у таубахскаго водопоя, можно найти относительно мало реберъ, то позволительно предположить, что неандертальскій человѣкъ засушивалъ на огнѣ покрытые мясомъ куски реберъ, чтобы имѣть возможность брать ихъ съ собою въ походы. Исполинскій медвѣдь служилъ излюбленнымъ предметомъ охоты, вѣроятно, еще и потому, что его нижняя челюсть, снабженная большими клыками, представляла превосходный топоръ, съ помощью котораго можно было раскалывать трубчатыя кости первобытнаго быка и оленя, чтобы добывать изъ нихъ мозгъ. Еще въ настоящее время медвѣжьи клыки хорошо подходятъ къ отчетливымъ рубцамъ отъ ударовъ.

При Крапинѣ[13] найдены были многочисленные, большей частью, раздробленные и обожженные огнемъ человѣческіе остатки. Форма скелета обнаруживаетъ довольно близкое сходство съ формой скелета современнаго человѣка, съ тою разницей, что ноги были значительно прочнѣе, а руки, наоборотъ, нѣжнѣе. Особенно бросается въ глаза массивная челюстная кость. Предметомъ охоты и добычи были, наряду съ человѣкомъ, носорогъ и медвѣдь. Трубчатыя кости всегда расколоты. Вѣроятно, здѣсь жило дикое племя, оставившее намъ остатки своихъ каннибальскихъ трапезъ.

Если мы захотимъ связать описанные факты причинной связью, то намъ будетъ ясно, что находка древнѣйшаго неандертальскаго человѣка, по строенію и особенностямъ своего тѣла еще чрезвычайно похожаго на обезьяну, но, въ виду очаговъ, каменныхъ орудій и изготовленія пищи, стоявшаго на болѣе высокой, специфически человѣческой, ступени культурнаго развитія, — что эта находка во времени и въ пространствѣ связана съ дилювіальнымъ соединеніемъ Европы, и что древнѣйшія остатки человѣка мы находимъ на свободной отъ льда полосѣ земли, куда вынужденъ былъ собраться животный міръ, спасаясь отъ надвигающихся ледниковъ.

Предоставленная невзгодамъ холоднаго климата, фауна средней и сѣверной Европы тогда медленно погибала, такъ какъ она не могла находить пищу въ лишенныхъ растительности тундрахъ, и вмѣстѣ съ этой фауной, вѣроятно, погибли также нѣкоторыя орды, нѣкоторыя расы и виды обезьяноподобныхъ предковъ человѣческаго рода.

Но отдѣльнымъ племенамъ удалось приспособиться къ новымъ условіямъ жизни, и ихъ важнѣйшимъ орудіемъ въ борьбѣ за существованіе былъ не столько хорошо устроенный каменный топоръ, сколько самостоятельно, безъ участія человѣка, возникшій огонь. Не представляется невѣроятнымъ, что и въ предшествующую эпоху тотъ или другой видъ приматовъ умѣлъ пользоваться огнемъ лѣсныхъ пожаровъ, быть можетъ, даже сохранять его нѣкоторое время. Но при болѣе мягкомъ климатѣ огонь не игралъ роли необходимой жизненной потребности, и, такимъ образомъ, пламени, на которое

на которое смотрѣли скорѣе, какъ на чудо или какъ на игрушку въ концѣ концовъ дали потухнуть.

Во время же большого оледенѣнія огонь пріобрѣталъ все бо́льшее значеніе для отдѣльныхъ кочевниковъ, которые до того времени безпокойно и безцѣльно блуждали по лѣсамъ. Теперь у огня стали тѣсниться робкія, ранѣе жившія въ одиночку существа, только при его грѣющемъ свѣтѣ могли выростать безпомощныя дѣти, и, такимъ образомъ, здѣсь заложены были основы семейства и общежитія. Только съ огнемъ въ рукахъ первобытные люди могли отваживаться ближе подойти къ туманной, холодной и богатой снѣжными мятелями границѣ ледниковъ, гдѣ они, правда, не находили никакой растительной пищи, но зато наткнулись на неисчерпаемый чудесный источникъ животной пищи.

Этотъ источникъ далъ человѣку возможность переносить невзгоды климата; онъ побуждалъ его къ смѣлымъ и отважнымъ предпріятіямъ, и, такимъ образомъ, подъ вліяніемъ льда и огня изъ бандъ животныхъ предковъ развился хищный и сильный родъ. Общія мѣста для охоты служили причиной ожесточенной борьбы между различными ордами, которыя, не зная иного источника пропитанія, должны были либо побѣдить, либо умереть въ борьбѣ. Такъ развились хитрость и умъ, и отдѣльный индивидуумъ легко погибалъ, если онъ не примыкалъ къ ордѣ.

Мы зашли бы слишкомъ далеко, если-бы захотѣли еще дальше прослѣдить лишь намѣченныя здѣсь взаимоотношенія, если-бы вздумали описать, какимъ образомъ животныя, доставлявшія пищу, помогали также производить первую одежду, самую древнюю одежду, первыя украшенія и первыя предметы рукодѣлія, какимъ образомъ первобытный человѣкъ научился коптить, жарить и варить пищу, и какимъ образомъ въ связи съ этимъ возникали новыя искусства и новыя понятія.

Вопросъ о томъ, примѣнялось-ли искусство добыванія огня первоначально лишь отдѣльными ордами первобытныхъ людей и лишь медленно изучено было остальными ордами, этотъ вопросъ еще нуждается въ болѣе обстоятельномъ изслѣдованіи. Быть можетъ, для рѣшенія этой проблемы нѣкоторое значеніе имѣетъ слѣдующее. Со времени Линнея и Леопольда фонъ-Буха извѣстно, что на берегахъ Швеціи, высоко надъ уровнемъ современнаго моря, встрѣчаются раковинныя банки, свидѣтельствующія о существенномъ перемѣщеніи береговой линіи. Съ тѣхъ поръ Броньяръ, Ляйэль, Торелль и Гвинъ Джеффрисъ (Gwyn Jeffreys) изслѣдовали эти раковинныя банки, особенно въ окрестностяхъ Уддеваллы, и, наконецъ, Брёггеръ[14] описалъ ихъ фауну въ связи съ движеніями льда и суши. Пользовавшіяся въ прежнее время столь большой славой мѣстонахожденія въ Каппельбакенѣ близъ Уддеваллы обнажены въ настоящее время лишь на небольшомъ протяженіи, но зато огромныя массы раковинъ мы находимъ близъ Брекке (Bräkke), приблизительно на 2 километра къ сѣверовостоку. Здѣсь подъ раковиннымъ холмомъ высотою болѣе 15 метровъ и шириною свыше 500 метровъ погребены большія гнейсовыя скалы, отшлифованныя и округленныя льдомъ и покрытыя великолѣпными шрамами.

Бѣлыя раковины нагромождены здѣсь въ столь массовыхъ количествахъ, что въ 1902 году отсюда вывезено было 80.000 вагоновъ, наполненныхъ бѣлыми раковинами, для постройки желѣзнодорожной насыпи на протяженіи 20 километровъ.

Главная масса раковиннаго холма сложена толстыми раковинами Saxicava, а также Balanus длиною съ палецъ; между ними улитки и другія раковины встрѣчаются рѣдко, хотя между 50 видами удалось опредѣлить 36 экземпляровъ арктическаго полярнаго моря. Вся эта фауна относится по времени своей жизни къ концу ледниковой эпохи, когда берега Швеціи омывались холоднымъ Іолдіевымъ моремъ на 60 метровъ выше современнаго уровня моря.

Далѣе, вниманія заслуживаетъ то обстоятельство, что эти невѣроятныя массы раковинъ не погребены въ илѣ, какъ можно было бы ожидать, а нагромождены въ видѣ рыхлаго отложенія, причемъ промежутки между раковинами ничѣмъ не заполнены. Къ тому-же, въ великолѣпныхъ обнаженіяхъ нигдѣ не видно горизонтальнаго наслоенія: передъ нами совершенно неправильно насыпанныя кучи съ быстро измѣняющимся угломъ откоса. Насколько можно было установить по обнаженіямъ 1907 года, на гнейсовыхъ скалахъ совершенно отсутствуютъ ножныя пластинки, посредствомъ которыхъ Balanus прикрѣпленъ былъ къ скалѣ; на основаніи этого мы должны притти къ заключенію, что милліоны баланидъ не были прикрѣплены къ той скалѣ, на которой теперь находятся. Всѣ эти факты съ неизбѣжностью приводятъ насъ къ заключенію, что раковины Брекке не лежатъ на мѣстѣ своего первоначальнаго нахожденія.

При наличности изложенныхъ фактовъ можно было бы предположить, что раковины выброшены были на берегъ морскими волнами и нагромождены въ высокую раковинную гору, но противъ этого предположенія говоритъ тотъ фактъ, что раковины Balanus'a всегда встрѣчаются здѣсь остроребернымъ и никогда не бываютъ окатанными.

Такимъ образомъ, мы приходимъ къ заключенію, что близъ Брекке орда поздне-ледниковой эпохи на протяженіи долгаго времени питалась, главнымъ образомъ, морскими раковинными животными, и что нагроможденія арктическихъ раковинъ соотвѣтствуютъ огромнымъ „кучкамъ кухонныхъ отбросовъ".

Далѣе, въ громадныхъ обнаженіяхъ нѣтъ ни одного окрашеннаго углемъ прослоя, который указывалъ бы на то, что здѣсь былъ въ употребленіи огонь, и, слѣдовательно, позволительно предположить, что первобытные люди, ютившіеся здѣсь еще въ концѣ ледниковой эпохи, огня не знали.

Во время ледниковой эпохи вновь возникшій человѣческій родъ, въ погонѣ за животными, странствовалъ по всей землѣ. Здѣсь мы снова наталкиваемся на слѣдующее, уже неоднократно упоминавшееся нами явленіе: вновь возникшій циклъ формъ, достигши подъ преобразующимъ и отбирающимъ вліяніемъ геологическихъ и климатическихъ принудительныхъ фактовъ извѣстной высоты развитія, становится чрезвычайно плодовитымъ и распространяется на обширныя пространства.

Мы не въ состояніи прослѣдить въ деталяхъ тѣ пути, по которымъ возникшій въ Европѣ человѣческій родъ попалъ въ Африку и Азію, въ Сѣверную и Южную Америки и даже въ Австралію. Въ Индіи древнѣйшіе слѣды[15] найдены были въ рѣчныхъ отложеніяхъ Нарбады, гдѣ вмѣстѣ съ нынѣ вымершими Elephas insignis открыты были также Hippopotamus numadicus, Hippopotamus palaeindicus, Bos nomadicus и нѣкоторыя издѣлія изъ камня. Болѣе многочисленныя находки оказались къ сѣверозападу отъ Мадраса; онѣ включены въ твердомъ латеритѣ, ко-

торый примѣнялся на устройство большихъ каменныхъ оградъ. Такимъ образомъ, возрастъ тѣхъ каменныхъ орудій долженъ быть несравненно больше, чѣмъ возрастъ мегалитическихъ памятниковъ.

Въ Австраліи[16] нашли человѣческій зубъ вмѣстѣ съ костями Diprotodon, Thylacoleo и Nototherium. Такъ какъ въ Австраліи не встрѣчаются никакія ископаемыя обезьяны или люди, то эти первобытные обитатели не могли тамъ зародиться, а должны были иммигрировать туда съ сѣвера. И въ Новой Зеландіи во время ледниковой эпохи жилъ уже человѣкъ, который употреблялъ здѣсь каменные инструменты[17], охотился на крупныхъ, нынѣ вымершихъ исполинскихъ птицъ (Dinornis) и даже имѣлъ прирученную собаку.

Въ Японіи человѣкъ появляется довольно рано. Особенный интересъ представляетъ[18] деформированная луэсомъ (сифилисомъ) голенная кость, относящаяся къ каменному вѣку.

Несмотря на то, что Сѣверная Америка такъ точно изслѣдована, на востокѣ отсутствуютъ всякіе слѣды ископаемыхъ человѣкоподобныхъ обезьянъ и издѣлій, на основаніи которыхъ можно было бы считать вѣроятнымъ заселеніе страны въ додилювіальную эпоху. Но въ золотоносныхъ пескахъ Калифорніи[19] найдены остатки одной весьма древней человѣческой расы, которая жила, должно быть, до образованія огромныхъ лавовыхъ покрововъ въ Сіерра-Невадѣ. Какъ за знаменитый черепомъ Неандерталя, и за черепомъ изъ Калавераса отрицали доказательную силу. Лица духовнаго званія, романтики-писатели и критически настроенные ученые пытались доказать, что въ данномъ случаѣ мы имѣемъ дѣло съ заблужденіемъ или даже съ обманомъ. Но мы, вмѣстѣ съ Уитнеемъ (Whitney), Дж. Дэна (Dana) и Е. Шмидтомъ, придерживаемся того мнѣнія, что отличающійся сильно развитыми надбровными дугами, высокой скуловой костью и широкой переносицей, черепъ, дѣйствительно, принадлежитъ первобытнымъ обитателямъ Сѣверной Америки, которые вмѣстѣ съ мастодонтомъ и слономъ иммигрировали сюда черезъ Восточную Азію и Беринговъ перешеекъ. Многочисленныя, бывшія въ частомъ употребленіи каменныя ступки указываютъ на то, что онѣ питались растительной пищей, а отшлифованные каменные инструменты свидѣтельствуютъ о большой ловкости въ изготовленіи предметовъ домашняго обихода.

Въ дилювіальную эпоху орды кочевниковъ проникали и въ Южную Америку. Если мастодонтъ подвигался вдоль Андъ, то Антильскій перешеекъ былъ проходимъ и для человѣка. Онъ дошелъ до Патагоніи включительно, гдѣ жилъ еще съ послѣдними вымирающими животными пампасовой формаціи и, какъ кажется, пользовался спиннымъ панцыремъ глиптодонта (Glyptodon) какъ хижиной.

Теперь мы должны снова обратиться къ Европѣ, гдѣ дальнѣйшія стадіи великой ледниковой эпохи открываютъ намъ еще нѣкоторые интересные факты, относящіяся къ доисторическому человѣку.

Во время продолжительнаго снѣгового и ледниковаго періода, на протяженіи котораго страны поперемѣнно то покрывались снѣговымъ и ледянымъ покровомъ, то освобождались отъ него, здѣсь, приспособляясь къ полярному климату, постепенно развилась фауна, самыя характерныя формы которой—слѣдующія: мамонтъ (Elephas primigenius), снабженный наружу завитыми бивнями и покрытый густой буро-красной шерстью, затѣмъ Rhinoceros tichorhinus, точно такъ же защи-

щенный отъ холода густымъ волосянымъ покровомъ, мускусный быкъ, бѣлый медвѣдь, песецъ и сѣверный олень. Правда, эти формы иногда выступали совмѣстно съ болѣе древней фауной межледниковыхъ животныхъ, но тамъ, гдѣ онѣ, встрѣчаются однѣ, не сопровождаемыя этой фауной,—тамъ онѣ въ большинствѣ случаевъ, соотвѣтствуютъ болѣе молодымъ отдѣламъ большой снѣговой эпохи. Во время послѣдняго наступанія ледниковъ эти формы проникли особенно далеко, и вмѣстѣ съ ними появляется новая человѣческая раса.

Неандертальскій первобытный человѣкъ обнаруживаетъ еще многочисленные слѣды, напоминающіе о рядѣ животныхъ предковъ человѣческаго рода, и, хотя онъ уже владѣлъ искусствомъ добывать огонь и, вмѣстѣ съ тѣмъ, вступилъ на путь къ болѣе высокой культурѣ, тѣмъ не менѣе, его жизненныя привычки обнаруживаютъ слѣды животной грубости. Что же касается охотниковъ эпохи сѣвернаго оленя,[20] то они были уже вполнѣ сложившимися людьми, которыхъ, по внѣшнему виду и образу жизни, можно сравнить съ современными эскимосами. Ихъ черепъ по объему соотвѣтствовалъ черепу современнаго человѣка.

Сильно развитыя надбровныя дуги исчезли, лицевая часть укоротилась; они оставили намъ доказательства высокаго умственнаго развитія и большой ловкости въ изготовленіи предметовъ домашняго обихода и украшеній. Ихъ поселенія и очаги можно найти въ Швейцересбильдѣ близъ Шаффгаузена,[21] близъ Шуссенрида въ Верхней Швабіи и во многихъ мѣстонахожденіяхъ во Франціи. Они охотились прежде всего на сѣвернаго оленя, затѣмъ на дикую лошадь; рядомъ съ ними найдены остатки мамонта, иосорога, пеструшки, бѣлой куропатки, снѣжной полевки и другихъ сѣверныхъ животныхъ. Пещеры въ Дордони представляютъ особенно большой интересъ въ томъ отношеніи, что рѣзьба изъ простой и слоновой кости (рис. 280) и громадные рисунки на стѣнахъ пещеръ (рис. 281) во-очію показываютъ намъ высокоразвитое художественное дарованіе охотниковъ эпохи сѣвернаго оленя. Мамонтъ, сѣверный олень, дикая лошадь и зубръ по формѣ и положенію схвачены столь характерно и изображены столь совершенно, что приходится удивляться вѣрному глазу и вѣрной рукѣ этихъ художниковъ. Они жили въ пещерахъ или въ низкихъ, покрытыхъ шкурами палаткахъ и изготовляли изъ кремня или другихъ камней острые, какъ бритва, ножи, наконечники стрѣлъ, скребки, топоры и многіе мелкіе предметы домашней утвари (рис. 282 и 283) изъ костей и роговъ: гарпуны съ крючками, шила и вѣшалки для платья, иглы для шитья и игрушки. Зубы убитыхъ животныхъ пробуравливали по опредѣленному правилу и нанизывали въ видѣ шейнаго ожерелья; найдены даже небольшія дудочки.

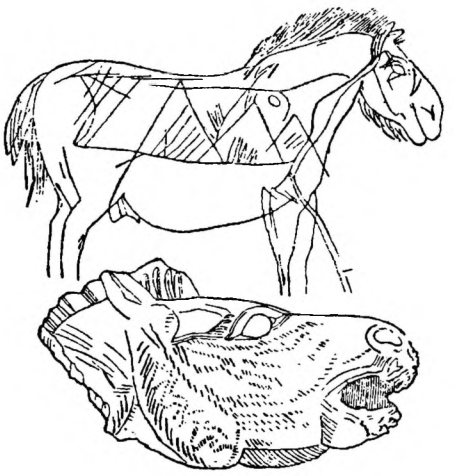


Рис. 280. Изображеніе дикой лошади изъ пещеры Combarelles и вырѣзанная лошадиная голова изъ пещеры Mar d'Azil.

Такимъ образомъ, по формѣ тѣла и культурному развитію между древнедилювіальнымъ и новодилювіальнымъ человѣкомъ существуетъ глубокая пропасть. Но между ними существовали переходныя стадіи; объ этомъ свидѣтельствуютъ находки [22] въ Брюксѣ и Галлей-Гиллѣ, гдѣ найдены остатки человѣка, который по строенію черепа представляетъ переходный типъ между неандертальскимъ человѣкомъ и охотникомъ эпохи сѣвернаго оленя. Вѣдь, прошло всего нѣсколько лѣтъ съ тѣхъ поръ, какъ научились такія находки строго разграничивать въ пространствѣ и во времени и съ самой строгой научной критикой включать въ длинную цѣпь ступеней развитія, которыя пройдены были животнымъ, пока оно не сдѣлалось человѣкомъ.

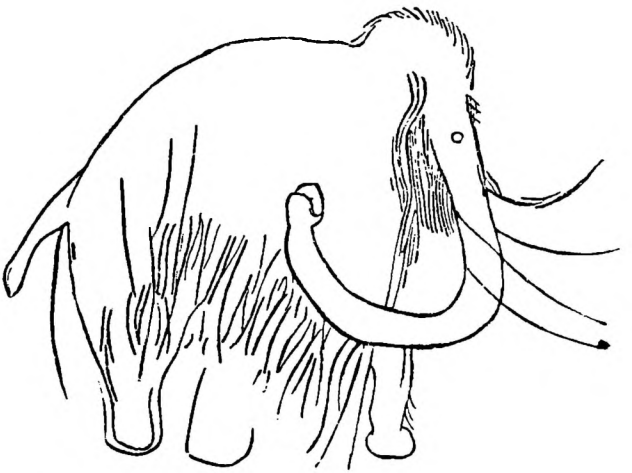


Рис. 281. Изображеніе мамонта изъ пещеры Combarelles.

Послѣ того, какъ человѣкъ въ своемъ развитіи достигъ своего современнаго облика, едва ли представлялось бы возможнымъ расчленить его дальнѣйшее развитіе на отдѣльныя эпохи, если бы онъ не продолжалъ дѣлать крупныхъ успѣховъ въ изготовленіи орудій производства и оружія, при помощи которыхъ является возможнымъ различать дальнѣйшіе періоды постепеннаго развитія человѣка.

Въ сѣверной Европѣ, гдѣ впервые обращено было вниманіе на эти вещи, и гдѣ изслѣдованы многочисленныя мѣстонахожденія, по

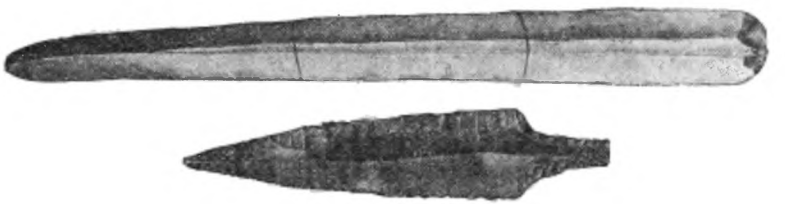


Рис. 282. Кремневые ножъ ($^1/_2$) и наконечникъ стрѣлы древняго каменнаго вѣка.

матеріалу, который примѣняется человѣкомъ для изготовленія оружія, можно различать такъ называемый каменный вѣкъ и вѣкъ металлическій. Ихъ расчленяютъ слѣдующимъ образомъ:

I. Каменный вѣкъ:

1) эолитическій вѣкъ, примѣняются, смотря по надобности, камни, имѣющіе естественную подходящую форму;

2) палеолитическій вѣкъ, кремни и другіе камни обрабатываются искуственно, и имъ придается соотвѣтствующая форма, дѣлающая ихъ удобными къ употребленію въ качествѣ орудій;

3) неолитическій вѣкъ, оружіе и инструменты изготовляются, отбиваются и отшлифовываются. по опредѣленнымъ образцамъ.

II. Вѣкъ металловъ:
1) мѣдный вѣкъ,
2) бронзовый вѣкъ,
3) желѣзный вѣкъ.

Какъ ни просто и ясно это расчлененіе, все же, примѣнить его къ отдѣльнымъ случаямъ представляется затруднительнымъ; на большія трудности наталкивается также попытка разсматривать одну и ту же технику, какъ доказательство хронологическаго единства. Подобно тому, какъ въ самое недавнее историческое время существовали еще многочисленныя человѣческія племена, не владѣвшія искусствомъ обрабатывать металлы и получавшія свою домашнюю металлическую утварь лишь путемъ обмана, такъ и по техникѣ каменнаго оружія мы отнюдь не имѣемъ права различать палеолитическій и неолитическій вѣкъ въ смыслѣ двухъ слѣдовавшихъ другъ за другомъ періодовъ. Какой-нибудь искусный и умственно развитой первобытный человѣкъ пришелъ къ мысли шлифовать свое каменное оружіе, и, когда онъ убѣдился въ его красотѣ и полезности, эта техника могла еще на протяженіи долгихъ періодовъ оставаться бережно охраняемой тайной племени, съ помощью которой оно побѣждало и грабило менѣе искусныя сосѣднія племена.

Рис. 283. Шило изъ кости предплечья оленя. отдѣланное въ форму, удобную для держанія въ рукѣ.

И если позволительно по явленіямъ нашей современной культуры, по господствующимъ праву оружія и обычаямъ вооруженія сдѣлать заключеніе о правахъ той первобытной эпохи, то можно было бы предположить, что только побѣдителю дозволялось пользоваться шлифованными оружіемъ и инструментами, тогда какъ подчиненные, порабощенные народы уже по политическимъ соображеніямъ имѣли право носить лишь грубо оббитое, палеолитическое оружіе.

Совпаденіе во времени различныхъ техникъ становится для насъ особенно яснымъ, когда мы на основаніи историческихъ находокъ сравниваемъ появленіе опредѣленнаго металла у различныхъ народовъ.

Въ Греціи и Египтѣ приблизительно между годами 3000 и 2500 была въ употребленіи только мѣдь. Въ Греціи потомъ приблизительно до 1000 года до Рожества Христова примѣнялась мѣдь, затѣмъ желѣзо, тогда какъ въ Египтѣ желѣзо стало употребляться приблизительно уже за 1500 лѣтъ до Рождества Христова, Сѣверная Америка, вообще, не знала бронзоваго вѣка, ея первобытные обитатели употребляли только мѣдь, которую они находили въ самородномъ состояніи въ богатыхъ мѣсторожденіяхъ мѣди у канадскихъ озеръ; въ то время, какъ въ Европѣ и Сѣверной Америкѣ уже давно существовала высоко развитая техника желѣза, японцы еще около 1700 года послѣ Рождества Христова примѣняли для своихъ техническихъ цѣлей, главнымъ образомъ, мѣдь.

Такимъ образомъ, переходъ отъ одной техники къ другой не совершается одновременно и однородно, и новый видъ домашней утвари во многихъ случаяхъ являлся предметомъ ввоза, благодаря кропотливому товарообмѣну, или же послѣ военныхъ походовъ.

Намъ кажется, что примѣненіе древнѣйшаго металла, мѣди, въ Сѣверной Америкѣ, въ Тосканѣ въ Малой Азіи, на Уралѣ и въ Остъ-Индіи не отмѣчаетъ собою существеннаго культурнаго прогресса по сравненію съ каменнымъ вѣкомъ, такъ какъ во всѣхъ этихъ странахъ мѣдные „камни“ широко распространены. Металлъ этотъ часто находятъ въ самородномъ видѣ, и обработкой молотомъ ему можетъ быть придана любая форма. Когда исчерпаны были находки самороднаго металла, тоже не былъ, быть можетъ, большимъ шагомъ впередъ переходъ къ полученію драгоцѣннаго металла путемъ расплавленія малахита или аналогичныхъ, нетрудно распознаваемыхъ и легко плавящихся мѣдныхъ рудъ.

Относительно несложной техники требуетъ также полученіе желѣза изъ выдѣленій бураго желѣзняка, столь широко распространенныхъ въ латеритѣ. Желѣзо довольно рано появляется въ Африкѣ, и, быть можетъ, египтянами было распространено въ странахъ Средиземного моря.

Что же касается бронзы, то для ея изготовленія требуется наличность ряда условій, которыя, навѣрное, не часто могли быть выполнены. Бронза составляется изъ двухъ металловъ, мѣди и олова, которые должны быть сплавлены въ опредѣленномъ отношеніи, для того, чтобы получить сплавъ, съ низкой температурой плавленія и притомъ весьма твердый. Мѣсторожденія[23] олова и мѣди имѣлись въ близкомъ сосѣдствѣ этрусковъ, этихъ знаменитыхъ и искусныхъ спеціалистовъ по обработкѣ бронзы. Уже древніе обитатели Популоніи знали на Monte Valeria оловянныя руды Cento Camerelle, и недалеко оттуда находились превосходныя мѣдныя руды съ самородной мѣдью.

И въ Корнвалисѣ встрѣчаются рудныя залежи, содержащія мѣдный колчеданъ и оловянныя руды. Въ Малой Азіи такія мѣсторожденія неизвѣстны, но недавно они обнаружены на Кавказѣ. Во всякомъ случаѣ искусное племя могло изготовить первую бронзу лишь тамъ, гдѣ мѣдь и олово встрѣчались совмѣстно; впервые оба эти металла сплавлены были въ правильномъ отношеніи 90 къ 10 случайно, а впослѣдствіи уже сознательно выбиралось это отношеніе.

Въ концѣ ледниковой эпохи, когда большіе ледяные покровы успѣли уже исчезнуть, и климатъ сталъ медленно приближаться къ современнымъ климатическимъ условіямъ, въ Европѣ находились еще многочисленныя животныя дилювіальнаго періода. Мамонтъ, сѣверный олень и сѣверный левъ жили[24] на Гарцѣ и въ холмистой мѣстности Ганновера; носорогъ вымеръ въ Богеміи лишь передъ наступленіемъ послѣдняго лѣсного періода, и весьма вѣроятно, что мамонтъ дилювіальной эпохи, еще долгое время спустя, жилъ въ сѣверной Сибири, какъ лось и зубръ въ Германіи или исполинскій олень въ Ирландіи. Въ самомъ дѣлѣ, еще въ послѣднія десятилѣтія медвѣди, волки и рыси служили въ Германіи предметомъ охоты и такимъ образомъ были истреблены, равно какъ большія стада буйволовъ всего лишь нѣсколько десятилѣтій назадъ исчезли изъ Сѣверной Америки.

Но въ то время, какъ фауна, о бокъ съ которой появился первобытный человѣкъ и сталъ быстро подниматься по ступенямъ болѣе высокой культуры, медленно исчезала, человѣкъ, согрѣваемый и освѣщаемый пламенемъ огня, постепенно захватывалъ все большія пространства земли. Пусть объ этихъ грандіозныхъ проходахъ черезъ

материки и моря въ древнихъ сказаніяхъ, въ корняхъ словъ и въ религіозныхъ обрядахъ сохранились лишь скудныя свѣдѣнія. все-же, достовѣрнымъ остается древнѣйшее воззрѣніе, что Homo Sapiens шагъ за шагомъ завоевалъ весь земной шаръ, и что его безпокойный, изобрѣтательный умъ исчерпывалъ и еще нынѣ пытается исчерпать всѣ возможности, которыя обезпечили бы ему неоспоримое господство на ледяномъ полюсѣ и въ безжизненной пустынѣ, на необъятной поверхности океана и въ царствѣ воздушной стихіи.

Судьбы человѣческаго рода слагаются изъ исторіи отдѣльныхъ ордъ, племенъ и расъ. И эти коллективы безпокойно и безостановочно странствуютъ съ одного мѣста на другое, и, такъ называемое, переселеніе народовъ, походы магометанъ и колонизаторскія переселенія европейцевъ представляютъ только слабый отзвукъ тѣхъ великихъ походовъ, которые предпринимались народами первобытныхъ временъ. Изслѣдованіе причинъ этихъ походовъ, ихъ характера и послѣдствій составляетъ задачу, выходящую за рамки геологической науки.

30. Ходъ исторіи земли.

Геологія, какъ историческая наука, представляется довольно молодой. Въ то время, когда въ областяхъ философіи, астрономіи и біологіи смѣлыхъ умовъ уже коснулось вѣяніе идей новаго времени, ни у кого еще не хватило смѣлости усвоить и высказать ту мысль, что наша земля имѣетъ длинную исторію, и что крупныя черты ея облика вырабатывались лишь на протяженіи эоновъ. Еще и теперь слово „дилювій“ [1]) напоминаетъ о томъ времени, когда признавали только одинъ болѣе или менѣе глубокій геологическій переворотъ, когда въ потопѣ, истребившемъ грѣховное человѣчество, видѣли общую причину всего разнообразія геологическихъ явленій.

Замѣчательными успѣхами въ исторіи геологіи отмѣчены 1695 годъ, когда Вудвардъ впервые сталъ различать „додилювіальное“ время, какъ особую эпоху, и 1745 годъ, когда геніальный Бюффонъ по продолжительности остыванія раскаленныхъ желѣзныхъ шаровъ вычислилъ, что землѣ, какъ звѣздѣ, понадобилось 74.800 лѣтъ, чтобы на ея поверхности образовалась твердая каменная кора, а затѣмъ еще 93.000 лѣтъ, пока эта кора не охладилась до нулевой температуры; но дальнѣйшее проведеніе этой новой мысли встрѣтило сопротивленіе со стороны тѣхъ, кто вѣрилъ, что наша земля создана была 7 октября 3761 года до Рождества Христова.

Начали собирать и классифицировать окаменѣлости, описывать и срисовывать ихъ, какъ документы о сотвореніи міра или остатки отъ всемірнаго потопа. Появившіяся въ 1768 году таблицы іенскаго профессора Балька явили собою первый замѣчательный трудъ, положившій начало безчисленному множеству статей и монографій, на страницахъ которыхъ изучался съ того времени животный міръ доисторической эпохи.

---

[1]) Diluvium по латыни означаетъ «потопъ». Перев.

Между тѣмъ стали расчленять также слои земной коры, и въ 1761 году Фюксель опубликовалъ одну изъ фундаментальныхъ работъ съ первой геологической картой.

Около 1810 года извѣстно было уже такъ много окаменѣлостей, что Шлотгеймъ въ Германіи, Броньяръ во Франціи и Смитъ въ Англіи одновременно[1] показали, какъ съ помощью окаменѣлостей можно опредѣлить относительный возрастъ слоевъ. Въ 1822 г. Карлъ фонъ-Гоффъ опубликовалъ свою исторію естественныхъ измѣненій земной поверхности („Geschichte der natürlichen Veränderungen der Erdoberfläche"), въ которой на многочисленныхъ примѣрахъ доказывалось медленное и постепенное дѣйствіе силъ природы.

Когда такимъ образомъ повсюду путемъ старательныхъ наблюденій собрано было и изучено множество фактовъ, въ лицѣ Кювье, глубокомысленнаго основателя сравнительной анатоміи, геніально обработавшаго ископаемый животный міръ, появился путеводитель по сложному лабиринту детальныхъ фактическихъ данныхъ. На основѣ обширнаго матеріала наблюденій онъ смѣло построилъ вызвавшую изумленіе теорію развитія земли и пришелъ къ выводу, что наша планета неоднократно подвергалась опустошенію рядомъ грандіозныхъ революціонныхъ переворотовъ (катастрофъ), и что каждый разъ послѣ такой катастрофы она заселялась новымъ міромъ организмовъ, благодаря новому акту творенія

Въ наше время часто несправедливы къ основателю теоріи катастрофъ, такъ какъ его гипотеза отнюдь не представляла по-просту фантастическое построеніе, а была результатомъ точныхъ, всеобъемлющихъ изслѣдованій: орошаемая Сеной сѣверо-французская низменность (бассейнъ Сены) въ великолѣпныхъ обнаженіяхъ и точно изслѣдованныхъ профиляхъ ясно показываетъ, что еще въ средне-мѣловую эпоху Франція была совершенно покрыта моремъ. Но къ концу этого періода море стало отступать, и Франція медленно выступала изъ-подъ водъ морскихъ. Къ верхне-мѣловой эпохѣ это исчезающее море образовало на сѣверо-востокѣ Франціи обширную мелководную бухту, населенную богатой морской фауной и окаймленную первобытнымъ лѣсомъ.

Благодаря обилію дождевыхъ водъ, со всѣхъ сторонъ стекавшихъ въ морской бассейнъ Сены, послѣдній въ нижне-третичную эпоху превратился въ бракическое болото: на прежнемъ морскомъ днѣ стали отлагаться прѣсноводныя двустворчатыя раковины, улитки бракическихъ водъ, небольшія залежи минеральныхъ углей и богатыя растеніями глины, а среди этихъ отложеній совершенно неожиданно появилась высокоразвитая фауна млекопитающихъ. Особенно въ Сернэ (Cernay) близъ Реймса, гдѣ найдены были Neoplagiaulax, Phenacodus, Adapisorex, Arctocyon, Plesiadapis. Въ этой древнѣйшей фаунѣ мы узнаемъ предковъ грызуновъ, хищныхъ животныхъ, даже обезьянъ.

Но скоро море снова вторглось въ Сенскую бухту; наземныя растенія и млекопитающія исчезли; вмѣстѣ съ многочисленными тропическими двустворчатыми выступили въ качествѣ породообразователей нуммулиты. Образовалась совершенно морская свита слоевъ мощностью около 50 метровъ.

Въ покрывающихъ породахъ морскія животныя постепенно исчезаютъ; снова появляются наземныя растенія и угли, и въ мелководныхъ бухтахъ морская вода испаряется, оставляя залежи гипса.

Большія гипсовыя ломки на Монмартрѣ содержатъ множество чудесно сохранившихся наземныхъ млекопитающихъ: здѣсь, должно быть, большими стадами жили Palaeotherium, Anoplotherium, Xiphodon. Но это совершенно новый міръ организмовъ, котораго никакими переходными формами невозможно было связать съ прежней фауной.

Еще разъ море вторглось сюда съ сѣвера и изгнало млекопитающихъ; стали процвѣтать банки устрицъ, но бракическія двустворчатыя въ высшихъ слояхъ воды указываютъ на то, что море было побѣждено въ борьбѣ съ изобилующими водою рѣками. Теперь болотистая прибрежная область въ третій разъ заселялась млекопитающими. Anthracotherium, Chalcotherium и многочисленныя другія группы процвѣтали въ большомъ числѣ видовъ.

Въ то время, когда Парижъ потреблялъ громадныя количества строительнаго камня для своихъ дворцовъ и крѣпостныхъ стѣнъ по иниціативѣ Кювье, изслѣдованы были всѣ обнаженія и собрана содержавшаяся въ нихъ фауна. Онъ отчетливо распознадъ великія фазы въ исторіи развитія низменности Сены: трижды море вытѣсняло материкъ, трижды на прежнемъ морскомъ днѣ поселялась богатая фауна крупныхъ наземныхъ животныхъ.

Всѣ эти факты Кювье собралъ и изложилъ въ 1830 году въ своей знаменитой книгѣ: „Discours sur les Révolutions de la surface du globe“ („Бесѣды о переворотахъ, совершавшихся на поверхности земного шара“). Нужно самому читать это блестяще написанное произведеніе чтобы понять, сколь глубокое вліяніе оно произвело. Ошибка Кювье заключалась въ томъ, что онъ о б о б щ и л ъ факты мѣстнаго характера, факты, почерпнутые изъ Парижскаго бассейна. Но разрѣзы и фауны этого бассейна, бывшіе въ распоряженіи Кювье, давали ему, пожалуй, извѣстное право думать о „катастрофахъ“ и „новыхъ актахъ творенія“, такъ какъ шесть фаунъ, при состояніи науки въ то время, не были связаны между собою никакими переходами.

Между тѣмъ, стало распространяться новое направленіе, возникшее въ Англіи, съ именами Ляйелля и Дарвина во главѣ, направленіе, до настоящаго времени господствующее въ области біологическаго мышленія. Основной принципъ теоріи развитія, гласящій, что съ древнѣйшихъ временъ до настоящаго времени органическая жизнь на землѣ никогда не прерывалась, представлялся интуитивному взору великихъ британцевъ аксіомой, теперь же этотъ принципъ, благодаря полувѣковой работѣ геологовъ, долженъ считаться окончательно доказаннымъ.

Хотя Ляйелль нигдѣ не ссылается на своего предшественника Карла фонъ-Гоффа, тѣмъ не менѣе, трудъ его представляетъ лишь продолженіе того направленія, которое проложено было Карломъ фонъ-Гоффомъ, впервые собравшимъ въ своемъ капитальномъ сочиненіи всѣ факты касательно новѣйшихъ измѣненій земли.

Оба великихъ геологическихъ процесса: денудацію и отложеніе, образованіе долинъ и горъ, которые до того времени объясняли кратковременными, выходящими за предѣлы всѣхъ обычныхъ проявленій силъ катастрофами, онъ свелъ къ нагроможденію небольшихъ, незамѣтныхъ измѣненій на протяженіи долгихъ промежутковъ времени. Капля, постоянно падая, буравитъ камень, и многія отдѣльныя песчинки нагромождаются въ песчаную гору—таковы были тѣ простые и столь

легко понятные принципы, съ помощью которыхъ можно было объяснить даже грандіознѣйшія явленія природы, допуская при этомъ только достаточно продолжительные промежутки времени.

Сопротивленіе, которое такіе мыслители, какъ Гёте, оказывали искусственнымъ (насильственнымъ) гипотезамъ вулканистовъ, теперь выступило въ новой, научно о основанной формѣ, и вскорѣ ученіе о медленномъ превращеніи земного шара снискало себѣ всеобщее признаніе.

Но отсюда въ силу необходимости вытекало, что то обиліе геологическихъ измѣненій, которое мы наблюдаемъ въ каждомъ профилѣ, могло быть объяснено лишь невѣроятно длинными періодами исторіи земли. Каждая свита слоевъ, которая подвергаясь съ того времени болѣе или менѣе точному изслѣдованію, каждый выдѣленный горизонтъ, каждый профиль, мощность котораго удалось опредѣлить, безпрестанно увеличивали продолжительность геологическихъ періодовъ, и такъ какъ большинство наблюдателей склонны были принимать во вниманіе максимальную мощность изслѣдованной свиты слоевъ, то и геологическіе періоды должны были все разростаться, и въ исторіи земли нагромождались неисчислимые милліоны лѣтъ, превосходящіе мѣру всякаго представленія.

Но это именно и нужно было Дарвину. Исходя изъ небольшихъ измѣненій, которыми сознательно пользуется человѣкъ при подборѣ животныхъ и растеній для размноженія новыхъ разновидностей и породъ, Дарвинъ пришелъ къ теоріи естественнаго отбора, при которомъ не сознательная, предвидящая воля, а принудительная сила внѣшнихъ условій создаетъ новыя, едва различимыя разновидности, благопріятствуетъ имъ въ борьбѣ съ менѣе счастливыми конкурентами и способствуетъ все бо́льшему ихъ распространенію. Смѣлое положеніе: „Допустите наличность простого, первобытнаго, типическаго существа, какъ, напримѣръ, иловыя рыбы или Lepidosirae, съ пятью чувствами и зародышемъ интеллекта, и я думаю, что естественнымъ отборомъ можно объяснить происхожденіе всѣхъ позвоночныхъ животныхъ“,—это положеніе показываетъ намъ великаго біолога въ его смѣломъ, ни передъ чѣмъ не останавливающемся полетѣ мысли.

Замѣчательно, что Ляйелль даже послѣ появленія „Происхожденія видовъ“,—книги, написанной вполнѣ въ духѣ его научныхъ убѣжденій, продолжалъ, однако, придерживаться того мнѣнія, что ископаемыя фауны, распредѣленныя въ слояхъ земной коры, возникли не благодаря постепеннымъ превращеніямъ, какъ включающія ихъ породы, а благодаря повторнымъ актамъ творенія; онъ отступилъ передъ біологическими послѣдствіями своего собственнаго ученія.

Послѣ ожесточенной борьбы теорія развитія завоевала себѣ всеобщее признаніе въ кругахъ естествоиспытателей, и передъ геологіей встала задача—выводы, добытые теоретическимъ путемъ, подкрѣпить документами изъ исторіи земли.

Стали искать переходныхъ формъ и, къ великому удовольствію, убѣждались въ томъ, что пробѣлы, имѣвшіеся въ родословномъ деревѣ нынѣ живущей фауны, заполняются многочисленными вымершими животными. Эти находки давали право ожидать, что памятники человѣческой древности будутъ все пополняться дальнѣйшими находками.

Тамъ же, гдѣ подобныя находки отсутствуютъ, указаніе на неполноту палеонтологическихъ лѣтописей, казалось, разсѣиваетъ всякія сомнѣнія.

Между тѣмъ возникъ новый видъ геологическаго изслѣдованія. Кювье и его послѣдователи изслѣдовали и систематизировали выдѣленныя изъ камня и препарированныя ископаемыя, пользуясь методомъ сравнительной анатоміи; въ послѣдующій же періодъ, благодаря геологическимъ съемкамъ и составленію геологическихъ картъ, добытъ былъ чрезвычайно богатый матеріалъ литологическихъ и тектоническихъ фактовъ; при этомъ выработаны были превосходные методы микроскопическаго, физическаго и химическаго изслѣдованія, а съемки профилей и составленіе геологическихъ картъ при полевой работѣ геолога, естественно, привели его къ изученію напластованныхъ породъ и условій ихъ залеганія.

Пока породы описывали только по ихъ внѣшнимъ или микроскопическимъ признакамъ и пытались расположить въ петрографическую систему, до тѣхъ поръ огромный матеріалъ петрографическихъ документовъ, естественно, нельзя было использовать въ цѣляхъ изученія исторіи земли. Но затѣмъ возникла сравнительная литологія, позволяющая судить объ отложеніяхъ давнопрошедшихъ временъ по соотвѣтствующимъ образованіямъ настоящаго времени; Ф. фонъ-Рихтгофенъ изслѣдовалъ регіональное (по областямъ) распространеніе характерныхъ процессовъ вывѣтриванія, Джонъ Мёррей изучилъ отложенія глубоководныхъ частей моря, А. Пенкъ—образованіе глетчеровъ, и многочисленные другіе изслѣдователи изучили разнообразныя проблемы касательно литогенезиса (образованія породъ) настоящаго времени. Лишь съ этихъ поръ открылась возможность уяснить себѣ въ общихъ чертахъ климатъ доисторической эпохи и географическія условія отдѣльныхъ геологическихъ періодовъ.

Все болѣе убѣждались въ томъ, что великіе геологическіе процессы той или иной давно прошедшей эпохи предопредѣлялись тѣми же условіями, отличались тѣми же послѣдствіями, какими отмѣчены соотвѣтствующія явленія настоящаго времени. Кембрійскій морской илъ отлагался слой за слоемъ по тѣмъ же законамъ, по какимъ наслаиваются современныя отложенія Неаполитанскаго залива; кембрійскіе известковые рифы образуютъ въ Сѣверной Америкѣ и Сардиніи высокіе скалистые острова, испарявшіяся бухты превращались въ соляныя залежи, и въ соляной глинѣ Остъ-Индіи содержатся еще даже богатыя каліемъ отбросныя соли. Лавовые покровы кембрійскаго періода обнаруживаютъ почти тотъ же самый петрографическій составъ, какимъ отличаются наши базальты новѣйшаго происхожденія, а мощныя песчаныя массы насыпались съ такимъ же угломъ откоса, какой мы имѣемъ возможность наблюдать въ песчаныхъ дюнахъ современныхъ пустынь. Болѣе того, микроскопическія особенности краснаго кембрійскаго песчаника согласуются даже въ мельчайшихъ деталяхъ съ новѣйшими красными дюнными песчаниками южной Индіи.

Обозрѣвая длинный рядъ породъ, образовавшихся съ той первобытной эпохи, мы во-очію убѣждаемся въ томъ, что многіе виды породъ постоянно повторяются. Конгломераты и песчаники, глины и известняки, залежи угля и соли, порфиры и граниты возникали во всѣ времена; измѣнялось только положеніе на земномъ шарѣ области ихъ образованія. Гдѣ сегодня отлагались песчаныя

массы безжизненной пустыни, тамъ вскорѣ затѣмъ возникло морское дно, оживлявшееся пестрой жизнью коралловъ, и гдѣ однажды на почвѣ осаждались поддонныя морены мощныхъ ледниковыхъ потоковъ, тамъ, короткое время спустя, бушевали бури высушенной степи.

Отсюда вытекаетъ почти очевидное заключеніе, что климатическія измѣненія (физическія и химическія) въ широкомъ смыслѣ слова съ незапамятныхъ временъ совершались на поверхности нашей планеты по однимъ и тѣмъ же неизмѣннымъ законамъ. Правда, каждый разъ наступали событія, обусловливавшія новое распредѣленіе климатическихъ зонъ, иное расположеніе морей, иную группировку континентовъ; но, несмотря на это, всѣ эти древнѣйшіе процессы безъ принципіальныхъ затрудненій соизмѣримы съ явленіями настоящаго времени по основнымъ законамъ онтологическаго метода.

Но если какъ физическія, такъ и химическія условія образованія породъ всегда были одни и тѣ же, то, все-же, одно постоянно измѣнялось и принимало все новыя формы, а именно живая субстанція растеній и животныхъ. И, такимъ образомъ, въ сходныхъ между собою породахъ, образовавшихся въ порядкѣ послѣдовательности, погребены, въ видѣ окаменѣлостей, совершенно различной формы остатки прежнихъ организмовъ. Эти окаменѣлости, какъ нумерація страницъ въ книгѣ, позволяютъ намъ безошибочно опредѣлить, какая порода геологически старше и какая моложе.

Такъ на всѣхъ континентахъ точно изслѣдована и опредѣлена во всѣхъ деталяхъ послѣдовательность породъ и окаменѣлостей въ земной корѣ.

Установивъ нормальную послѣдовательность напластованныхъ породъ, продолживъ разрѣзы по висячему и лежачему бокамъ и сопоставивъ мощность отдѣльныхъ разрѣзовъ, пришли къ поразительному результату, что въ земной корѣ имѣется свита слоевъ мощностью, по меньшей мѣрѣ, въ 10000 метровъ, а, можетъ быть, отъ 25000 до 50000 метровъ, что каждый изъ этихъ слоевъ имѣетъ опредѣленное закономѣрное залеганіе и можетъ быть рѣзко разграниченъ отъ всякаго другого сходнаго съ нимъ слоя.

Многія изъ этихъ породъ содержатъ обиліе окаменѣлостей, другія бѣдны окаменѣлостями или же лишились ихъ вслѣдствіе послѣдующей метаморфизаціи, но почти въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ геологъ въ состояніи опредѣлить, къ какому геологическому періоду относится образованіе той или иной породы. Часто представляется возможнымъ опредѣлить съ большой точностью также условія образованія соотвѣтствующей породы. По мощности отдѣльныхъ пластовъ можно опредѣлить продолжительность процесса отложенія, по тектоническимъ соотношеніямъ можно заключить о малѣйшихъ перемѣщеніяхъ земной коры или морского уровня. Во многихъ случаяхъ мы можемъ съ увѣренностью установить, бушевало ли море въ данное время и въ данномъ пунктѣ земной коры, было ли море мелководно или глубоководно, было ли дно его богато животными или же безжизненно, было ли оно покрыто вулканическимъ пепломъ или же засыпано дельтой большой рѣки. Мы въ состояніи рѣшить, отличался ли данный материкъ характеромъ враждебныхъ жизни пустынь или же покрытъ былъ густымъ первобытнымъ лѣсомъ, была ли на немъ вся жизнь истре-

блена ледянымъ полярнымъ климатомъ, или же въ болотистыхъ джунгляхъ жила богатая фауна.

Часто палеонтологическія лѣтописи называли отрывочными, полными пробѣловъ, и вообще, говорили о неполностѣ геологическихъ памятниковъ—но литологическія лѣтописи исторіи земли столь совершенны, каждый перерывъ въ томъ или другомъ профилѣ такъ хорошо пополняется свитою слоевъ многочисленныхъ другихъ профилей, что въ нашемъ распоряженіи имѣется необыкновенно богатый матеріалъ геологическихъ памятниковъ.

Гербертъ Спенсеръ сдѣлалъ геологіи упрекъ въ томъ, что она впадаетъ въ нелогическій кругъ: съ одной стороны, она доказываетъ наступленіе того или иного событія съ помощью окаменѣлостей, съ другой стороны, она выводитъ совпаденіе во времени окаменѣлостей на основаніи одновременности событій.

Этотъ упрекъ имѣлъ, пожалуй, основаніе до тѣхъ поръ, пока геологія оперировала лишь съ однимъ рядомъ геологическихъ документовъ. Но съ тѣхъ поръ какъ въ основу выводовъ стали наряду съ ископаемыми класть и литологическія особенности породъ, относительная равновозрастность палеонтологически-стратиграфическихъ датъ превращается въ абсолютную одновременность геологическихъ событій.

Опираясь на такія сравнительныя изслѣдованія, мы разсмотрѣли отдѣльныя эпохи образованія земли, а въ заключеніе мы установимъ еще нѣкоторыя событія, которыя для геолога являются собственно очевидными, но для неспеціалиста представляютъ извѣстный интересъ.

Прослѣживая толщу слоевъ точно изслѣдованныхъ породъ мощностью отъ 10.000 до 50.000 метровъ, мы прежде всего приходимъ къ заключенію, что для образованія столь мощныхъ отложеній потребовались чрезвычайно продолжительные періоды времени. Въ самомъ дѣлѣ, обыкновенно одно отложеніе отдѣлено отъ другого совершенно плоскимъ швомъ; лишь рѣдко мы встрѣчаемъ признаки быстрыхъ, насильственныхъ разрушеній. Каждая отдѣльная свита слоевъ связана со слѣдующей формаціей постепенными переходами; покой, ненарушаемыя условія осажденія должны были господствовать на протяженіи чрезвычайно большихъ площадей. Тысячи метровъ тонкозернистыхъ песчаниковъ отлагались въ безжизненныхъ пустыняхъ, сотни метровъ сѣраго ила осаждались на днѣ моря, маленькія коралловыя животныя воздвигали свои известковые рифы высотою въ сотни метровъ, истлѣвшія растительныя вещества образовали залежи каменнаго угля мощностью до 80 метровъ. При наличности такого постоянно повторявшагося образованія, требовавшаго продолжительнаго времени, не остается никакого мѣста для предположенія катастрофически совершавшихся событій.

Равнымъ образомъ, процессъ образованія складокъ и тектоническіе разрывы земной коры никогда не совершались конвульсивнымъ путемъ, какъ многіе склонны были бы предположить.

Тотъ фактъ, что свиты слоевъ мощностью болѣе 5000 метровъ собраны были въ складки почти безъ разрывовъ сплошности и изогнуты, какъ металлическія пластины,—именно этотъ фактъ съ несомнѣнностью показываетъ, что процессъ горообразованія каждый разъ наступалъ совершенно медленно, постепенно нарасталъ и разражался

незамѣтно. Точно такъ же никогда одновременно не подвергалась нарушенію вся земная кора или же значительная часть ея: между собранными въ складки полосами всегда оставались широкія, спокойныя долины, и боковому движенію подвергались все новыя области, гдѣ горизонтальные слои либо перекрывали другъ друга, либо собирались въ складки.

Постоянныя трансгрессіи мірового моря, правда, непрерывно измѣняли соединеніе материка и океана, но и онѣ совершались постепенными переходами. Если для древнѣйшаго времени, когда луна находилась еще очень близко къ землѣ, можно было бы предполагать грандіозные приливы, то, все же, ни одинъ разрѣзъ, начиная съ алгонкскаго періода, нигдѣ не обнаружилъ грандіозныхъ морскихъ массъ валуновъ, которыя могли бы соотвѣтствовать такимъ катастрофамъ.

Медленно, почти незамѣтно соленая волна подкрадывалась къ материку черезъ устья рѣкъ и низменности, медленно оттѣснялись обитатели прѣсныхъ водъ, и медленно къ нимъ присоединялись формы бракическихъ водъ. Часто первыя морскія животныя выступали лишь по образованіи 50 метровъ породъ, шагъ за шагомъ они увеличивались въ числѣ, пока, наконецъ, въ висячемъ боку профиля не появляется чисто океаническая, богатая видами фауна.

Далѣе, даже вулканическія изверженія, которыя кажутся особенно яркимъ символомъ катастрофически дѣйствующихъ силъ, даже они въ своемъ стратиграфическомъ распредѣленіи выступаютъ передъ нами, какъ относительно жалкіе эпизоды. Пусть, Деканъ или сѣверо-западная часть Соединенныхъ Штатовъ на протяженіи сотенъ квадратныхъ миль покрыты лавовыми покровами и толщами вулканическаго пепла, достигающими мощности въ 2.000 метровъ; все же, эти показатели слѣдовавшихъ одно за другимъ изверженій, въ большинствѣ случаевъ, расположены совершенно горизонтально; въ нихъ включены илъ крупныхъ внутреннихъ морей, конгломераты мощныхъ потоковъ щебня, а сопоставленіе фауны, которую мы находимъ въ лежачемъ боку вулканическихъ покрововъ, съ животнымъ міромъ ихъ лежачаго бока во-очію показываетъ, что періоды вулканическихъ парокси змовъ никогда не влекли за собою глубокихъ измѣненій въ органической жизни.

Такимъ образомъ, обозрѣвая продолжительную и полную хронику послѣдовательности породъ, мы приходимъ къ тому единственному заключенію, что даже величайшіе геологическіе перевороты были лишь мѣстными событіями, что они разыгрывались на протяженіи многихъ тысячелѣтій и, дѣйствительно, никогда не обнаруживаютъ признаковъ того могущественнаго воздѣйствія на міръ организмовъ, которое въ старой теоріи катаклизмовъ выдвигалось на первый планъ да и теперь еще оказываетъ извѣстное вліяніе на міровоззрѣніе многихъ даже образованныхъ людей.

Но тѣ геологическія силы, которыя и нынѣ еще дѣйствуютъ, не проявлялись-ли онѣ раньше гораздо могущественнѣе, и, проносясь надъ обширными областями, не измѣняли ли онѣ ихъ катастрофически? На этотъ вопросъ часто давали утвердительный отвѣтъ, и когда мы узнаемъ, что вначалѣ продолжительность сутокъ составляла всего че-

тыре часа, что луна обращалась вокругъ своей матери-земли на совсѣмъ незначительномъ разстояніи, то мы склонны притти къ заключенію, что тогда землю обмывали страшные штормовые приливы. Равнымъ образомъ, представляется почти очевиднымъ, что пока земная кора была существенно больше, вулканическія изверженія развивали гораздо большую силу.

Но въ разрѣзахъ изъ древнѣйшихъ формацій,—разрѣзахъ, поддающихся болѣе или менѣе точному изслѣдованію, отсутствуютъ всякія указанія на подобна города катастрофы болѣе или менѣе общаго характера, и даже въ послѣдующіе періоды можно, правда, явственно различать эпохи болѣе или менѣе интенсивной денудаціи и болѣе или менѣе энергичнаго образованія вулкановъ, но при этомъ мы всегда имѣемъ дѣло съ явленіями, тѣсно ограниченными какъ во времени, такъ и въ пространствѣ, вездѣ мы видимъ грандіозныя послѣдствія слабыхъ, но долго совершавшихся измѣненій.

Такъ разростаются періоды, и если намъ неизвѣстно средство для измѣренія этихъ періодовъ въ тысячелѣтіяхъ, то, все-же, всякое научное объясненіе исторіи земли должно допустить, что они длились многими эонами лѣтъ.

Если, такимъ образомъ, мы должны допустить безусловно продолжительные періоды, то на протяженіи послѣднихъ десятилѣтій геологическому квіетизму придавали уже слишкомъ большое значеніе. Капля непрерывнымъ паденіемъ буравитъ камень, мелкія песчинки нагромождаются въ горы дюнъ, тонкій пепелъ—въ вулканическій конусъ, едва видимые простымъ глазомъ кораллы воздвигаютъ высокіе известковые рифы, а нѣжное растительное вещество, истлѣвая, образуетъ мощныя залежи каменнаго угля. Все это—вѣрно, и все-же, обозрѣвая въ порядкѣ послѣдовательности литологическіе документы, мы признаемъ, что темпъ преобразованія земли не протекалъ съ равномѣрностью часового механизма.

Долгіе періоды незначительныхъ, едва замѣтныхъ измѣненій прерывались быстрымъ слѣдованіемъ глубокихъ превращеній. Часто мы не видимъ никакой возможности обособить обиліе смѣняющихся явленій и никакого средства выявить тѣ причины, которыя почти безъ всякой подготовки измѣняютъ все, что на протяженіи долгихъ періодовъ отличалось устойчивостью.

Такія героическія времена превращеній земной поверхности приносятъ съ собою иное распредѣленіе воды и суши. Равнины превращаются въ горныя цѣпи, пустыни—въ тропическіе лѣса; повсюду разрывается земная кора и дымящіеся вулканы поднимаютъ свои пепельные конуса, съ горъ низвергаются въ долины огромныя массы щебня, и море смѣло вступаетъ въ материковыя области.

Очевидно, такіе перевороты, совершающіеся на рубежѣ геологическихъ эпохъ, вызываются не одной силой, усиленное дѣйствіе производится не безконечнымъ возрастаніемъ одной какой-нибудь причины, а случайнымъ совпаденіемъ различныхъ причинныхъ рядовъ, которые взаимно усиливаются и суммируются.

Эти факты признаны уже давно, и ихъ признаніе сказалось въ томъ, что исторія земли расчленена на отдѣльные періоды и эпохи.

Но продолжительность этихъ періодовъ невозможно опредѣлить никакимъ способомъ даже приблизительно. Можно такъ или иначе опредѣлять продолжительность геологическихъ событій, можно находить относительныя числа и послѣднія класть въ основу дальнѣйшихъ разсужденій, но въ каждомъ числѣ заключено столько источниковъ ошибокъ, что оно никакъ не можетъ претендовать на научную точность. Вѣрно лишь то, что каждый изъ геологическихъ періодовъ измѣряется милліонами лѣтъ, что одно геологическое событіе отдѣлено отъ другого чрезвычайными промежутками времени.

Выраженіе „геологическіе періоды“ многократно давало поводъ къ предположенію, что здѣсь рѣчь идетъ о событіяхъ, повторяющихся „періодически“; но, обозрѣвая перечисленныя геологическія событія и многочисленныя другія группы фактовъ, мы убѣждаемся въ томъ, что, правда, всѣ измѣненія нашей планеты совершались при періодически возвращающихся условіяхъ; что приливъ и отливъ, день и ночь, даже прецессія точекъ равноденствія вторгались въ судьбы земли съ закономѣрной повторяемостью, но что даже эти событія протекали совершенно непериодически.

Правда, нѣкоторые геологи полагали, что о періодической ритмичности свидѣтельствуютъ характеръ морскихъ отложеній, наступленіе землетрясеній и вулканическихъ изверженій или ледниковыхъ эпохъ, трансгрессіи океана или образованіе залежей каменнаго угля. Но имѣющіеся въ нашемъ распоряженіи геологическіе документы показываютъ, что рядъ геологическихъ событій разыгрывался не по періодически возвращающейся волнистой линіи. Пытаться втиснуть эти событія въ циклъ значитъ производить насиліе надъ фактами.

Подобно тому какъ жизнь отдѣльнаго человѣка, несмотря на періодически возвращающіяся событія, переходитъ къ все новымъ формамъ, къ новымъ жизненнымъ условіямъ и къ неожиданнымъ рѣшеніямъ, точно такъ же и въ исторіи развитія земли одинъ періодъ вытекалъ изъ другого, одно событіе подготовляло слѣдующее за нимъ событіе, но большинство постоянно проявлявшихся причинныхъ рядовъ не приводило къ точному повторенію однихъ и тѣхъ состояній.

Но въ рамкахъ этихъ литологическихъ документовъ, которые позволяютъ прослѣдить безъ пробѣловъ весь рядъ геологическихъ періодовъ, и послѣдовательность въ появленіи окаменѣлостей пріобрѣтаетъ весьма поучительный смыслъ, который раньше часто трактовался совершенно неправильно,

Правда, палеонтологическія лѣтописи умалчиваютъ объ исторіи амебъ, инфузорій, ктенофоръ, сифонофоръ, сальпъ, пирозомъ и другихъ безскелетныхъ животныхъ. Но есть другія животныя группы, выступленіе которыхъ въ слѣдующихъ другъ за другомъ слояхъ земной коры доказано столь многочисленными окаменѣлостями, что въ настоящее время, когда наши музеи наполнены ихъ остатками, нельзя уже слишкомъ подчеркивать недостаточность и неполноту палеонтологическихъ данныхъ. Въ самомъ дѣлѣ, геологическія свѣдѣнія о кораллахъ, иглокожихъ, моллюскахъ, ракахъ, позвоночныхъ, несравненно богаче, чѣмъ матеріалъ наблюденій у зоологовъ. Граптолиты, напримѣръ, встрѣчающіеся лишь въ ископаемомъ состояніи, имѣютъ столь же важное морфологическое значеніе, какъ переходящіе гидроидные

полипы настоящаго времени. Такимъ образомъ, въ геологической родословной не больше пробѣловъ, чѣмъ въ доступныхъ геологу циклахъ формъ.

На протяженіи исторіи земли можно сполна прослѣдить геологическую послѣдовательность и смѣну формъ у фораминиферъ, радіолярій, губокъ, коралловъ, иглокожихъ, брахіоподъ, двустворчатыхъ, улитокъ, цефалоподъ, рыбъ, амфибій, рептилій, млекопитающихъ, и даже о медузахъ, аннелидахъ, насѣкомыхъ или птицахъ палеонтологическія лѣтописи сообщаютъ намъ столь интересныя свѣдѣнія, что геологъ имѣетъ, несомнѣнно, право на основаніи своего фактическаго матеріала дѣлать заключенія объ исторіи развитія жизни на землѣ.

Мы видимъ, что остатки древнѣйшихъ морскихъ фаунъ или материковыхъ флоръ, распредѣленные въ точно установленной свитѣ многихъ тысячъ метровъ породъ, закономѣрно расположены во времени и въ пространствѣ. Болѣе древніе предки безъ труда отличимы отъ болѣе молодыхъ потомковъ, а мощность окружающихъ породъ служитъ намъ критеріемъ для того, чтобы, по меньшей мѣрѣ, приблизительно опредѣлить, произошли ли тѣ или другія измѣненія климата внѣшнихъ условій жизни, а также смѣна органическихъ формъ быстро или медленно.

Такимъ образомъ, геологу часто представляется случай совершенно точно установить моментъ, когда возникла побочная вѣтвь, и хронологически рѣзко разграничить періоды оживленнаго расцвѣта отъ эпохъ незначительнаго измѣненія формъ.

Если, съ одной стороны, мы видимъ, что всѣ виды, всѣ роды, всѣ порядки были измѣнчивы, то, съ другой стороны, мы столь же ясно убѣждаемся въ томъ, что способность къ варіированію различныхъ группъ измѣнялась во времени.

Во время длинныхъ періодовъ, продолжительность которыхъ мы по мощности слоевъ выразить въ числахъ, правда, не въ состояніи, но, все же, можемъ сравнительно оцѣнить—въ продолженіе этихъ періодовъ живая субстанція принимала все новыя формы. Но подобно тому, какъ въ настоящее время, наряду съ варіирующими видами, существуютъ и рѣзко очерченные циклы формъ, такъ и въ геологическомъ прошломъ мы не видимъ, чтобы во всѣ времена всѣ виды варіировали: мы ясно наблюдаемъ, что въ извѣстныя эпохи варіируетъ одна группа формъ, затѣмъ другая группа пріобрѣтаетъ много новыхъ признаковъ, обнаруживаетъ разнообразныя явленія приспособленія и неустойчива въ своихъ формахъ, какъ быстро растущій зародышъ или интенсивно превращающаяся личинковая форма.

За такими эпохами быстраго измѣненія формъ, въ большинствѣ случаевъ, наступаетъ эпоха относительной устойчивости формъ. Тогда мы видимъ вездѣ отбирающее дѣйствіе внѣшнихъ условій, но ничего новаго собственно не происходитъ, а въ до того укрѣпившихся типахъ измѣняются только второстепенные признаки.

Эти фазы оживленнаго измѣненія формъ касаются либо только одной или другой группы, либо онѣ наступаютъ одновременно для нѣсколькихъ цикловъ формъ; равнымъ образомъ, продолжительность предшествующаго или слѣдующаго за ними періода покоя бываетъ совершенно различна для различныхъ формъ. Къ сожалѣнію, мы не въ состояніи выразить въ числахъ—въ столѣтіяхъ или тысячелѣтіяхъ—

продолжительность такихъ періодовъ интенсивнаго измѣненія формъ. Но по мощности образовавшихся за это время морскихъ осадковъ, по обилію геологическихъ измѣненій, по складчатости высокихъ горныхъ хребтовъ, по денудаціи мощныхъ цѣпей горъ можно, по меньшей мѣрѣ, сказать одно: что фазы оживленной или медленной смѣны видовъ разыгрывались не годами или столѣтіями, а въ существенно болѣе продолжительные періоды времени, и что каждое такое событіе должно быть разсматриваемо „Sub Specie aeternitatis“ [1]).

Иногда для характеристики нѣкоторыхъ фазъ особенно быстраго развитія формъ геологи говорили о развитіи „скачками“ или „взрывами“, но съ этимъ они связывали представленіе о томъ, что рѣчь идетъ объ исключеніи, прервавшемъ естественный ходъ геологическихъ событій.

И Кювье извѣстенъ былъ отрывокъ подобныхъ фактовъ, и для ихъ объясненія онъ прибѣгнулъ къ предположенію повторявшихся катастрофъ. Но онъ центръ тяжести видѣлъ въ уничтоженіи существующей жизни; мы же, съ точки зрѣнія теоріи развитія, видимъ сущность явленія въ болѣе быстромъ превращеніи живущихъ формъ и достиженіи ими *новаго расцвѣта*.

Мы пытались показать, что быстрый расцвѣтъ, который захватывалъ то лишь одинъ родъ, то цѣлое семейство, происходилъ во всѣхъ растительныхъ и животныхъ группахъ и во всѣ періоды исторіи земли и, такимъ образомъ, являетъ собою закономѣрную фазу въ органическомъ развитіи. Поэтому, это явленіе мы обозначимъ особымъ терминомъ „*анастрофа*“.

Вникнемъ ли мы въ исторію аммонитовъ или насѣкомыхъ, прослѣдимъ ли развитіе летающихъ ящеровъ или рудистъ, появленіе нуммулитовъ или приматовъ, мы вездѣ сталкиваемся съ тѣмъ своеобразнымъ явленіемъ, что эти классы, порядки или семейства долгое время живутъ въ видѣ индифферентныхъ, мало характерныхъ первобытныхъ формъ, обнаруживаютъ ничтожныя превращенія и не выдаются ни числомъ видовъ, ни числомъ особей.

Но затѣмъ группа вступаетъ въ *анастрофическую* фазу. Какъ бы разрывается связь, которая внѣшнимъ образомъ еще скрѣпляла болѣе или менѣе значительное число внутренно уже обособившихся рядовъ развитія, какъ-бы однородные корневые побѣги отдѣляются другъ отъ друга, и съ этого времени каждый изъ нихъ начинаетъ вести самостоятельную жизнь и самостоятельными путями итти впередъ и взбираться на болѣе высокую ступень развитія. Быстро отступаютъ на задній планъ унаслѣдованные отъ предковъ признаки; новое приспособленіе, богатое расчлененіе, интенсивная дифференціація накладываютъ на раздѣлившихся братьевъ особый отпечатокъ, сообщаютъ каждому изъ нихъ новую физіономію, и въ скоромъ времени объ общемъ родствѣ напоминаютъ еще лишь скрытые, едва уловимые признаки. Вмѣстѣ съ растущимъ разнообразіемъ формъ растетъ способность жить и преуспѣвать при разнородныхъ внѣшнихъ условіяхъ. Многочисленные новые виды и роды населяютъ то мѣсто, гдѣ они возникли, отсюда они въ своемъ завоевательномъ стремленіи вторга-

[1]) Подъ угломъ зрѣнія вѣчности.

ются въ новыя области, далеко за предѣлы своей родины, и, такимъ образомъ, заселяютъ обширныя пространства земной поверхности.

Такимъ образомъ, въ филогенезисѣ мы находимъ поразительный параллелизмъ съ онтогенетическими стадіями развитія. Долгіе мѣсяцы гусеница растетъ, не измѣняя существенно своей формы и окраски. Затѣмъ она замыкается въ прочной оболочкѣ, изъ которой, спустя болѣе или менѣе продолжительное время покоя, освобождается пестрая бабочка. Такъ двухсторонне-симметричная личинковая форма иглокожихъ, путемъ удивительной метаморфозы, превращается въ лучистаго строенія морскую звѣзду или морского ежа. Не измѣняется ли и здѣсь темпъ и направленіе развитія зародыша? Если такого рода фазы болѣе медленнаго или болѣе быстраго измѣненія формы смѣняются еще въ настоящее время, на нашихъ глазахъ, если новыя разновидности или мутаціи появляются непосредственно, то намъ не можетъ уже болѣе представляться загадочнымъ тотъ фактъ, что и на протяженіи исторіи земли виды и роды слѣдовали одни за другими то медленнѣе, то быстрѣе, и что, такимъ образомъ, нѣкоторыя быстро протекающія метаморфозы зародышеваго развитія должны быть разсматриваемы, на основаніи главнаго біогенетическаго принципа, какъ повтореніе древнѣйшихъ превращеній, происходившихъ на протяженіи развитія органической жизни.

Кювье считалъ катастрофы универсальными событіями; по его представленію, онѣ одновременно уничтожали богатый живой міръ и освобождали землю для новаго внезапнаго акта творенія. Словомъ „анастрофа“ мы ничего не хотимъ объяснить; этимъ терминомъ мы лишь формулируемъ фактъ, хорошо извѣстный геологамъ. Катастрофа представляла геологическое событіе, которое должно было имѣть весьма роковыя біологическія послѣдствія. Анастрофа это—біологическое явленіе, изслѣдовать причины котораго въ будущемъ составитъ задачу историка развитія земли.

На протяженіи геологическаго описанія намъ неоднократно представлялся случай показать такія анастрофы на отдѣльныхъ группахъ животныхъ и растеній, и здѣсь мы должны сослаться на приведенные тамъ примѣры.

Вообще, каждая группа, прежде чѣмъ вступить въ анастрофическую фазу развитія, повидимому, переживаетъ болѣе или менѣе продолжительное состояніе покоя, когда она претерпѣваетъ лишь ничтожныя измѣненія; въ это время незначительнаго измѣненія формы какъ бы накопляется большое количество энергіи и жизненной силы, и требуется лишь относительно незначительный толчокъ для того, чтобы накопленная энергія богато развернулась и проявилась во-внѣ. Еслибъ мы могли показать, что двѣ родственныя, совмѣстно живущія группы становятся анастрофическими въ различное время, а въ одно и то же время онѣ достигаютъ различныхъ ступеней развитія,—если бы могли это показать, то мы были бы въ правѣ предположить, что одна изъ этихъ группъ накопила больше силъ, и тотъ самый импульсъ, который затронулъ эту группу до самыхъ основаній, измѣнивъ самыя существенныя ея особенности, и вызвалъ новыя неожиданныя группировки первоначальныхъ признаковъ,—этотъ самый импульсъ едва затронулъ вторую группу и, повидимому, прошелъ для нея безслѣдно.

Ретроспективно обозрѣвая теперь ходъ геологическихъ событій, мы видимъ, что легко различать три направленія анастрофическаго измѣненія формъ:

Одно направленіе, хотя и измѣняетъ роды и семейства, но происходитъ это такимъ образомъ, что гармонія между формой и жизненными условіями все снова и быстро возстановляется. Особенно поразительнымъ представляется при этомъ то обстоятельство, что именно извѣстные примитивныя родоначальныя формы живутъ чрезвычайно долго и на протяженіи долгихъ періодовъ времени не претерпѣваютъ существенныхъ измѣненій, хотя многочисленныя происшедшія отъ нихъ побочныя формы послѣ короткаго времени расцвѣта быстро умираютъ.

Второе направленіе быстро расцвѣтающаго развитія приводитъ, если позволительно такъ выразиться, къ тупику. Новыя формы, вполнѣ односторонне приспособленныя къ опредѣленнымъ условіямъ существованія, при водвореніи новыхъ климатическихъ или топографическихъ условій уже не въ состояніи измѣняться и быстро погибаютъ.

Наконецъ, третье направленіе вновь проложенныхъ путей развитія ведетъ къ все болѣе богато и болѣе высоко развертывающимся формамъ.

Мы не считаемъ невозможнымъ, что и возникновеніе органической жизни на землѣ началось великой анастрофой, благодаря которой изъ индифферентныхъ начальныхъ формъ быстро развились родоначальники различныхъ группъ организмовъ.

Когда передъ нашими глазами проходитъ изобиліе видовъ и родовъ, слѣдовавшихъ другъ за другомъ на протяженіи геологической исторіи земли, мы убѣждаемся въ томъ, что число вновь возникавшихъ видовъ и родовъ было почти одинаково во всѣ періоды, что, слѣдовательно, морфологическая способность организмовъ къ измѣненію колебалась лишь въ небольшихъ предѣлахъ. Однако, появленіе новыхъ семействъ и порядковъ стояло, повидимому, въ тѣсной связи съ большими или меньшими измѣненіями географическихъ условій на земномъ шарѣ. Часто совпаденіе неорганическихъ и органическихъ измѣненій такъ бросается въ глаза, что мы имѣемъ право допускать причинныя взаимоотношенія между тѣми и другими.

Палеонтологическая послѣдовательность фаунъ обнаруживаетъ не только постоянное превращеніе видовыхъ признаковъ, но что представляетъ особенный интересъ, и смѣну біономическаго значенія отдѣльныхъ группъ. Граптолиты, трилобиты, брахіоподы и наутилоидеи столь же характерны для палеозойской эры, какъ двустворчатыя, аммониты и белемниты—для мезозойской эры жизни земли. Каждый періодъ обнаруживаетъ иную группировку цикловъ формъ, иныя соотношенія силъ, иныя зависимости. Объ ожесточенной борьбѣ за господство въ морѣ или на сушѣ свидѣтельствуютъ громадныя поля, усѣянныя трупами, расцвѣтъ и упадокъ цѣлыхъ группъ изъ царства организмовъ.

Все снова и снова пытались установить въ послѣдовательности ископаемыхъ, въ послѣдовательно жившихъ фаунахъ опредѣленно направленный прогрессъ, тенденцію къ совершенствованію. Но этимъ попыткамъ можно противопоставить то обстоятельство, что

на ряду съ восходящими рядами развитія легко установить также регрессъ и вырожденіе.

Если сопоставимъ современный живой міръ съ его ископаемыми предками, то увидимъ, что въ настоящее время находятся въ упадкѣ нѣкоторыя такія формы, предки которыхъ нѣкогда переживали эпохи высокаго расцвѣта. Многія нѣкогда удивительно развитыя вѣтви органическаго родословнаго дерева вырождаются и увядаютъ и довлачили свое существованіе до настоящаго времени лишь жалкими остатками.

Но, на-ряду съ этимъ, мы видимъ, какъ цѣлыя фауны и флоры, которыя нѣкогда вели скромное существованіе, благодаря внутренней силѣ и благопріятнымъ внѣшнимъ условіямъ, быстро поднимаются вверхъ, въ оживленномъ развитіи развертываются все пышнѣе и пышнѣе и пріобрѣтаютъ все большее значеніе.

Наиболѣе отчетливо это стремящееся впередъ направленіе въ группѣ млекопитающихъ, которая, начиная съ міоцена и дилювія отъ древнѣйшихъ, мало дифференцированныхъ приматовъ приводитъ къ человѣческому роду. Съ пылающимъ факеломъ въ рукахъ высокостоящій антропоидъ сдѣлалъ первые шаги на пути къ превращенію въ человѣка и быстро освободился отъ оковъ грубаго первобытнаго состоянія. Хорошо вооруженный для борьбы съ одушевленной и неодушевленной природой, сынъ Прометея превратилъ опасную стихію въ удобное орудіе; съ огнемъ онъ проникаетъ глубоко въ твердыню литосферы, съ огнемъ онъ сокращаетъ пространства земного шара, съ огнемъ онъ подымается высоко въ воздухъ. Такъ сѣющее свѣтъ и силу пламя становится символомъ его становленія и его будущности.