



# ГЕОЛОГИЯ В 2004 ГОДУ

## Геология в 2004 году (БУДУЩЕЕ ИСТОРИЧЕСКОЙ ГЕОЛОГИИ)

*Доктор биологических наук, профессор И. А. Ефремов*

Каждому ученому, каждому человеку хочется заглянуть в будущее своей науки, своей специальности. И в то же время нет ничего более трудного, чем предвидение дальнейших достижений и путей развития науки на сколько-нибудь значительный срок вперед. Самые смелые взлеты творческой фантазии ученого не могут отрываться от своей почвы — суммы известных на данный момент фактов и установившихся «средних» точек зрения, иначе такие фантазии не будут иметь ничего общего с наукой, хотя и могут случайно оказаться верными. А между тем самые новые, заманчивые и многообещающие пути и взгляды в науке, как правило, возникают в столкновении противоречащих друг другу фактов и явлений, вырастают на почве, удобренной обломками старых гипотез, разбившихся о преграды необъясненного в природе. Новые открытия рождаются очень часто в стороне от проторенных русел, по которым течет основная масса работы в данной науке, и еще чаще на стыке двух наук, когда методы и запас сведений из одной отрасли познания начинают служить для объяснения явлений, изучаемых другой наукой.

Пусть поэтому не удивятся читатели, если через каких-нибудь пять лет новое открытие в физике или химии объяснит нам такие геологические явления, которых мы в настоящее время даже не замечаем.

Геология с палеонтологией, охватывающие в совокупности историю Земли и жизни, — это две единственные, кроме астрономии, науки, занимающиеся временем — историческими процессами огромной длительности. Установить историческую

последовательность и длительность этих процессов — вот одна из основных задач геологии. Решая эти задачи, мы воссоздаем картину развития окружающего нас мира неживой и живой материи.

Самый простой палеонтологический способ условного определения геологического времени по остаткам ископаемых животных и растений (точнее, по месту, занимаемому организмами в великой лестнице развития жизни) неточен и скорее является методом определения последовательности событий, а не времени.

Применение новейших методов физики и химии в исторической геологии составляет главный стержень будущего этой науки.

Уже довольно давно известен способ исчисления абсолютного геологического времени по радиоактивному распаду урана или тория и превращению их в свинец и гелий. Этот способ дал возможность впервые вычислить возраст Земли и грубо определить длительность важнейших периодов геологической истории земной коры. Метод определения возраста слоев земли по радиоактивному распаду не раз описывался в наших популярных изданиях, и читателю должны быть известны его достоинства и слабые стороны. Последние в основном заключаются в узко ограниченных возможностях его применения и малой точности.

С дальнейшим развитием физики выяснилось, что почти каждый химический элемент имеет по нескольку изотопов, то-есть разновидностей с одинаковыми зарядами ядер, занимающих одно и то же место в периодической системе Менделеева, но различающихся по строению своих ядер атомным весом. Зачастую элемент, прежде считавшийся однородным, оказывался состоящим из смеси различных изотопов, как, например, калий, состоящий из трех изотопов с атомными весами 39, 40 и 41 при одинаковом заряде ядра, равном 19. Также и уран, с его получившими громкую известность изотопами 234, 235 и 238.

Многие изотопы радиоактивны и могут служить для измерения абсолютного времени по скорости своего распада.

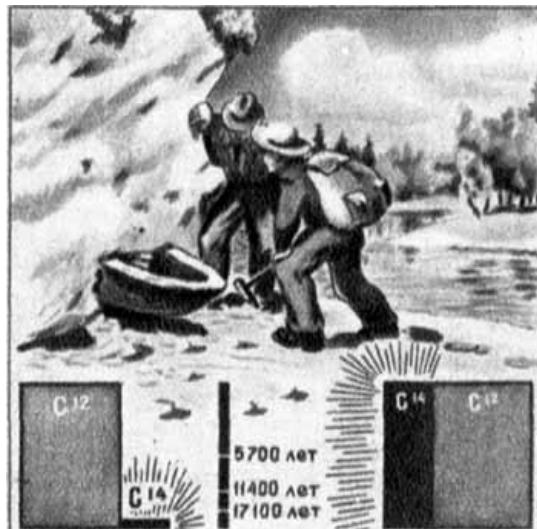
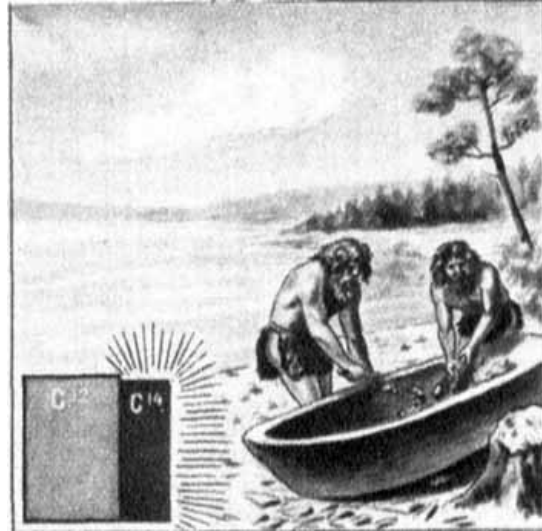
Различные радиоактивные вещества превращаются (распадаются) с различной скоростью. Поэтому, если время их возникновения, появления в данной горной породе, морском осадке, животных или растительных остатках было не настолько древним, чтобы эти вещества могли успеть нацело распасться, мы можем измерять с довольно большой точностью разные отрезки геологического времени.

Так, например, радиоактивный углерод, возникающий под воздействием космического излучения в верхних слоях атмосферы из обычного «азота 14», распадается наполовину или, как говорят физики, обладает периодом полураспада в 5,7 тысячи лет. Очевидно, что этим изотопом мы можем измерять время геологически недавнее, а исторически очень древнее. Так, с помощью анализов был установлен возраст костей мастодонтов, древесины в ископаемых торфяниках и анализированы предметы материальной культуры разных народов и времен: вещи из гробниц фараонов, ладья древних викингов, зерна пшеницы из Вавилона и т. д. Полученные цифры показали малое расхождение с историческими свидетельствами.

#### «УГЛЕРОДНЫЕ ЧАСЫ»

*Под действием нейтронов космических лучей из атмосферного азота непрерывно образуется радиоактивный изотоп углерода  $C^{14}$ . Он окисляется в углекислый газ  $CO_2$ . Отношение количества радиоактивного углерода  $C^{14}$  в атмосфере к стабильному  $C^{12}$  зависит только от интенсивности космических лучей. Это отношение можно считать постоянным.*

Растения быстро усваивают атмосферный углекислый газ, поэтому соотношение радиоактивного и стабильного углерода в них такое же, как в атмосфере. Если, срубив дерево, мы лишим его возможности усваивать углерод из атмосферы, то относительное количество радиоактивного углерода начнет уменьшаться вследствие его распада. Каждые 5 700 лет количество  $C^{14}$  уменьшается вдвое. Таким образом, остаток радиоактивного углерода  $C^{14}$  указывает, сколько времени прошло, например, с момента, когда срубили дерево.



1. Дерево поглощает углекислый газ из атмосферы, содержащей радиоактивный углерод.

2. Первобытные люди срубили дерево и сделали из него лодку. Теперь древесина уже не пополняется углекислым газом. Содержание радиоактивного углерода в древесине начинает уменьшаться. «Углеродные часы» пущены в ход.

3. Лодка затонула через 200 лет после постройки. На «часах» это еле заметно. Радиоактивного углерода еще много.

4. Через 20 тысяч лет современные археологи обнаружили лодку и определили процентное содержание в ней радиоактивного углерода сравнительно с древесиной только что срубленного дерева. Содержание радиоактивного углерода прямо указывает на возраст лодки.

Радиоактивный изотоп — ионий — обладает периодом полураспада в 300 тысяч лет и может послужить для измерения геологических отложений позднечетвертичного времени.

Как бы ни были еще несовершенны эти методы, очевидно, что за ними огромное будущее. С развитием физико-химических исследований мы сможем подобрать большое количество изотопов с самыми различными периодами полураспада, с помощью которых мы измерим геологическое время разных эпох Земли. Значение этого для познания истории Земли и жизни на ней не требует пояснения.

В измерениях прошедшего геологического времени с помощью радиоактивных изотопов главнейшая роль принадлежит физике. Однако и геохимия необходима для понимания закономерностей распределения и истории тех же изотопов. Успехи геохимии важны еще и для нахождения «вымерших» элементов и изотопов, почти полностью распавшихся в ранние времена формирования планеты. Эти элементы и изотопы могут рассказать нам о древних этапах прошлого Земли.

Из этих элементов особенно интересно семейство нептуния, ныне известное по искусственно созданным сверхтяжелым «заурановым» элементам — нептунью, плутонию, кюрию и т. п. По всем данным, элементы нептуниевого ряда играли большую роль в тепловом балансе Земли в древнейшие геологические эпохи. Нахождение еще не распавшихся элементов этого типа — ключ к точному измерению времени отдаленнейших периодов существования Земли.

Не только время может быть измерено при помощи радиоактивных изотопов. Изотопический состав какого-либо элемента, иными словами, процентное соотношение разных его изотопов в каком-либо минеральном образовании — руде, горной породе и т. п., может многое сказать нам об условиях, в которых образовывался минерал.

Можно, например, по содержанию изотопа кислорода в ископаемых раковинах моллюсков, некогда обитавших в древнем море, установить его температуру. Нет сомнения, что физические методы определения времени и физических условий прошлого — температуры, освещенности, давления и т. д., будут сильно усовершенствованы. Тогда отложения горных пород и окаменелые палеонтологические остатки заговорят для нас совершенно иным языком — не косвенных сопоставлений и удачных догадок, а прямыми указаниями на период времени и общие физические условия, при которых они формировались.

Такова роль физики радиоактивных веществ и вообще физико-химии изотопов в будущем для геологии. Но не только этот раздел физики приобретает важное значение для познания нашей планеты.

Кроме еще малоизученных радиоволн и космического излучения, свет является единственной возможностью изучения нашей солнечной системы и исполинских просторов звездной вселенной. Великолепная догадливость человеческого ума и соединенные усилия ученых многих поколений привели к тому, что только с помощью света мы узнали очень многое о строении вселенной, измерили температуру отдаленных светил, взвесили их, определили состав, узнали возраст и историю туманностей, звезд и целых галактик.

В изучении глубин Земли подобную роль могут сыграть волновые колебания иного рода, например сейсмические волны, когда мы в мельчайших деталях поймем их волновую механику — законы распространения, преломления и интерференции в разных физических средах. Для поверхностных слоев земной коры все большее значение приобретает ультразвуковое и радиозондирование, часто заменяющее исследовательское бурение. Но для познания внутреннего строения Земли необходимо изучение преломления и отражения поперечных сейсмических волн. Эти колебания земной массы возникают в результате землетрясений и, пронизывая всю толщу Земли,

ведут себя по-разному на разных глубинах. По характеру прохождения волн можно судить о физическом состоянии и строении вещества, залегающего в недоступных недрах планеты, на глубинах в тысячи километров. Можно производить искусственные сильные сотрясения, получать поперечные сейсмические волны путем взрывов.

Менее глубокие зоны земной коры изучаются другими способами. Наблюдения над качанием очень чувствительных маятников, тщательно изолированных от всех внешних воздействий, позволяют установить изменения силы тяжести, вернее ускорения силы тяжести в различных участках земной коры. Поэтому мы можем судить о различной плотности и других свойствах пород, слагающих земную кору на глубинах до 150 километров. Такие же и еще большие глубины достижимы для электрических зондирований земной коры постоянным током. Методы электрического и маятникового исследования еще несовершенны.

К физическим исследованиям Земли как планеты, небесного тела, примыкает астрофизика. Изучение развития разновозрастных планет, звезд, метеоритов дает нам возможность в известной мере восстановить ту часть истории Земли, которая не записана в геологической летописи — слоях земной коры, и относится к эпохе начального образования ее.

Понимая все глубже строение Солнца и работу его энергетической машины — ядерных реакций и превращений, мы подходим к представлению о том, что работа этой атомно-энергетической машины далеко не всегда была одинаковой, а следовательно, изменялись сила и характер солнечного излучения. В отдаленные эпохи сила солнечного излучения могла быть временами настолько большой, что оплавляла поверхность нашей планеты. Были периоды и падения силы солнечного излучения, которые могли очень серьезно отразиться на истории Земли и особенно ее живого населения. В последующие периоды разогрева Солнца на поверхности Земли происходили похолодания. Возникали ледниковые эпохи. Физика атмосферы — метеорология объясняет нам, что от усиления нагрева возрастает количество водяных паров и вообще состав атмосферы изменяется таким образом, что усиливается ее отражающая способность. На поверхность Земли попадает значительно меньше тепла, и общий климат Земли становится более холодным, несмотря на сильный нагрев самых верхних слоев атмосферы.

Восстановление истории солнечной радиации имеет первостепенное значение для истории Земли и жизни.

В распоряжении будущей науки появится еще одна возможность непосредственного изучения ближайших небесных тел. Это радиолокация. Совсем недавно коснулись радиолучом поверхности Луны, — в будущем несравненно более мощные локаторы позволят ощупывать и другие планеты. Тщательное изучение условий отражения радиолучей от разных веществ даст возможность определять строение и состав поверхностей небесных тел, что особенно важно для планет с густой, непроницаемой для света атмосферой, таких, как, например, Венера. Составление топографической карты Венеры с помощью радиолокации окажет огромную услугу исторической геологии.

Такова в общих чертах перспектива развития геологических знаний методами физических наук. Я взял лишь некоторые, кажущиеся сейчас главными, направления из всего обилия намечающихся в последнее время. Нет никакого сомнения, что существуют и многие другие пути исследования, которые, возможно, окажутся гораздо более перспективными. Но и в изучении непосредственного материала исторической геологии — геологической летописи, как совокупности слоев земной коры, скрыто неисчерпаемое разнообразие.

Химический состав пород, размеры и формы зерен, содержание различных минералов, окраска их, характер залегания и форма напластования отдельных слоев —

все это требует подробнейшего изучения, так как дает ответ на очень серьезные вопросы истории Земли.

Приведу пример. Кропотливые, требующие большой настойчивости и терпения исследования были проведены на Урале известным советским геологом профессором А. Хабаковым. Вдоль западного склона Урала на сотни километров тянутся выходы огромной толщи (в 4—5 км мощности) древних конгломератов нижнепермской эпохи. Конгломератом называется порода, по существу представляющая окаменевший галечник — смесь гальки и песка, превратившегося в крепкий песчаник. В песчанике сохранились следы очень тонких прослоек, располагающихся в породе вкривь и вкось, в разных направлениях, называемых косой слоистостью. Профессор Хабаков произвел тысячи измерений этих маленьких прослоек и определил общее направление тех давно исчезнувших потоков, которые стекали с Уральского хребта двести двадцать миллионов лет тому назад, отлагая конгломераты.

Затем Хабаков со своими помощниками измерил расположение многих тысяч галек и валунов, произвел статистические подсчеты изменения формы галек, установил, в каком направлении гальки становятся мельче, как изменяется в найденном направлении величина галек разной крепости — из быстро истирающихся известняков и твердых, стойких кварцитов. Все эти измерения позволили А. В. Хабакову рассчитать, что вековая средняя скорость рек и потоков была около 2—3 метров в секунду при довольно крутом уклоне русла. Предельная длина рек определилась в 90 километров, средняя — в 70 километров. Это дало возможность, умножив среднюю длину рек на величину уклона русла, рассчитать среднюю высоту Уральского хребта двести двадцать миллионов лет тому назад. Полученная высота гор оказалась равной 2 900 метрам. Следовательно, в эту отдаленную эпоху земной истории Уральский хребет был высоким горным кряжем!

Ученые определили по плитам песчаника, образовавшегося из прибрежных песков в нижнепермскую эпоху (двести тридцать миллионов лет назад), распределение тогдашних ветров. Составленная схема распределения ветров была передана метеорологам, и те вычислили, где в то время находились горы, где равнина, установили приблизительные размеры и определили расстояние до моря.

Так, по ничтожным, казалось бы, знакам на горных породах были восстановлены ветры, дувшие на берегу давно исчезнувшего моря, с гор, рассыпавшихся в песок двести миллионов лет тому назад!

Почти на каждом шагу в осадочных горных породах встречаются остатки древней жизни, изучение которой составляет задачу палеонтологии. Однако еще до палеонтологического изучения остатки животных и растений, если изучить их расположение внутри пород и сохранность, могут дать очень много для понимания условий образования древних отложений. Они также являются для геолога знаками, письменами давно прошедших событий. В очень древних сланцах, известняках и песчаниках, образовавшихся в море нижнесилурийского времени (около четырехсот миллионов лет назад), находится множество остатков странных животных — граптолитов. По образу жизни граптолиты были подобны современным сифонофорам и медузам и передвигались на далекие расстояния по воле морских течений и ветров. Многолетние измерения ориентировки остатков граптолитов в разных местах дали картину их кольцевого расположения на огромном пространстве, центр которого оказался занятым кремнистыми сланцами, прежде бывшими глубоководными морскими илами. Здесь, в середине, воды моря были неподвижны, а вокруг существовал круговорот течений, приносивших и накапливавших остатки граптолитов.

Оказалось, что здесь четыреста миллионов лет назад существовало глубокое море, окаймленное кругом течений, подобное теперешнему Саргассову морю в Атлантическом океане. В этом теперешнем море середина занята неподвижной массой густых водорослей. Окружающие его течения приносят сюда медуз, сифонофор и

других морских животных, стволы деревьев из тропических лесов, полузатонувшие обломки кораблей.

Но для того чтобы понять значение письмен геологической летописи и разобраться в рисуемой ими общей картине, необходимо подробнейшим образом знать все детали проявления геологических процессов в настоящее время. Нет сомнения, что в отдаленные периоды земной истории физико-географические условия на земной поверхности существенно отличались от современных, а следовательно, и процессы отложения слоев горных пород — листов книги геологической летописи — происходили как-то по-другому. Тем не менее без изучения современных процессов мы не сможем вникнуть в детали явлений и понять даже в общих чертах те отличия, которыми характеризуется прошлое.

Наша планета характерна обилием воды — семь десятых ее поверхности покрыто водой. Если бы выровнять все горы и впадины земного рельефа, то вода океанов покрыла бы всю землю равномерным слоем толщиной в два километра, образовав непрерывный мировой океан без единого островка суши. Поэтому вода на Земле — главнейший деятель размывания, разрушения материков и главнейшая среда отложения осадочных горных пород.

С развитием геологических знаний мы приходим к тому, что почти вся основная масса слоистых пород геологической летописи была отложена в воде. Особенное значение это имеет для более древних эпох земной истории — палеозойской и мезозойской эр, от которых сохранились только отложенные в море или очень больших озерах слои осадков. Только от самых поздних периодов геологического времени сохранились отложения небольших рек, озер, склонов гор и пустынь. Поэтому очень важным для чтения геологической летописи является изучение дна морей и океанов с теми осадками, которые отложены на нем в геологически недавнее время, изучение устьев — дельт больших рек, больших озер для определения хода накопления в них осадков, а также того, в каких условиях какие осадки могут быть отложены. Океанические исследования при современной технике позволяют нам проникать в недоступные глубины не только вод океана, но и в его осадки. С другой стороны, скоростные методы исследований — ультразвуковое зондирование, определение радиоактивности, эхографы для записи кривой рельефа дна, быстроходные лебедки для подъема проб позволяют охватывать исследованиями огромные пространства. При изучении явлений большого, гигантского масштаба нельзя основываться на малом числе известных фактов. Очень большие масштабы геологических процессов препятствуют пониманию их закономерностей иначе, как путем широчайших и всесторонних наблюдений и опытов.

Последние открытия океанологии дают гораздо более точные объяснения явлениям, встреченным в геологическом прошлом. Например, изучение дна Средиземного, Карибского и Зондского морей, равно как и Индийского океана, показало, что огромные площади дна заняты вулканическими лавами и пеплами, неоднократно переслаивающимися с нормальными морскими осадками. В центральной части Средиземного моря дно перекрыто несколькими слоями вулканических туфов, чередующимися с морскими илами. Сравнение с этими современными осадками делает понятным, как были отложены мощные толщи древних лав и туфов, чередующихся с глинистыми и кремнистыми сланцами, развитые на огромных пространствах Восточной Сибири, Подобные отложения, в которых переслаиваются лавы и обычные осадки, очень часто встречаются в геологической практике.

Открытие подводных каньонов — глубоко врезанных в материковые склоны подводных речных долин, находящихся на глубинах до 3 километров, привело к пониманию, каким образом среди типичных морских осадков могут залежать отложения речного, материкового типа с остатками наземных животных и растений, подчас с целыми нагромождениями древесных стволов и скоплениями костей.

Можно предполагать, что весьма многие толщи материковых отложений, сохранившиеся от древних эпох геологического прошлого, возникли в образованиях типа подводных каньонов.

Вместе с тем современные подводные каньоны указывают на значительные колебания уровня океанов или высоты материков, происходившие в очень недавнее геологическое время. О том же говорят так называемые плосковерхие банки Тихого океана — обширные подводные плоскогорья, поверхность которых находится на глубине около 2 тысяч метров.

Плоскогорья как форма рельефа не могли образоваться в неподвижной воде глубокого океана и представляют собою наземные образования.

Все эти наблюдения говорят о том, что значительные колебания земного рельефа — это не необычайно медленные процессы, происходившие в течение миллионов лет, а гораздо более быстрые изменения. Непосредственные наблюдения над поднятием горных хребтов Азии и Кавказа, произведенные с помощью геодезических методов, подтверждают данные геологии моря. Наконец в дне современных морей и океанов, под слоями недавних осадков, мы находим очень ценные свидетельства великих геологических изменений. В самое последнее время при исследовании дна Черного моря удалось, пробив трубкой для взятия донных осадков около двадцати метров отложений, добыть почти совершенно пресную воду. Эта вода сохранилась с того времени, когда около миллиона лет тому назад Черное море было почти пресным бассейном. Анализ этой «ископаемой» воды даст нам представление о составе и особенностях воды в этом древнем море.

Находка массы раковинок тропических простейших животных — фораминифер — под современными илами в северной части Тихого океана говорит о том, что геологически недавно, около трех миллионов лет назад, тропический пояс был на двадцать градусов севернее современного, что, возможно, связано с иным положением экватора и полюсов нашей планеты. Приведенные примеры показывают что глубины океанов таят в себе разгадку многих важнейших моментов земной истории и для изучения этих глубин нельзя жалеть никаких сил и средств. Современная техника подготовила фундамент будущих исследований дна океана. Уже сейчас мыслимы мощные телевизоры, ведущие подводную съемку в лучах различной длины волн, в поляризованном свете и т. п.

Попытаемся представить себе, какой будет историческая геология через пятьдесят лет — в 2004 году.

Специальные изыскания геохимии и физико-химии дадут набор изотопов разнообразнейшего применения. Мы измерим геологическое время в самые различные эпохи земной истории, выясним скорость накопления осадков, образования углей, руд, солей, выразим цифрами темпы развития разных групп животных и растений, после чего удастся точно синхронизировать заметные изменения геологических процессов и изменения органического мира. Это сделает не только неоспоримой причинную связь между теми и другими, но и даст возможность понять, как отражаются на живом населении изменения условий существования.

Другими изотопами мы измерим температуры давно исчезнувших морей, глубин мрачных каменноугольных лесов, жарких южных степей четвертичного времени. Выясним условия освещенности земной поверхности и характер ее колебаний, с преобладанием то ультрафиолетовой, то инфракрасной радиации, серьезно отражавшихся на климатических особенностях и жизни. Основываясь на этих данных геологической истории, палеонтология приобретет гораздо большую точность и сравняется с другими биологическими науками.



Множество сейсмических станций будет прослушивать сердце земного шара, улавливая естественные волны землетрясений, а также зондируя его глубины волнами искусственных взрывов. Будут созданы специальные приборы — интерферометры и «телескопы» сейсмических волн, которые раскроют тысячекилометровые глубины планеты, будто сказочный луч, делающий камни прозрачными. Глубокие зондирования земной коры электротоком и маятниками создадут ясное представление о строении фундаментов материков, дна океанических впадин, глубин залегания вулканических очагов, цоколей горных сооружений, помогут проследить глубины залежей руд, без чего не сможет обойтись практическая геология будущего.

Дальнейшие успехи звездной астрономии и астрофизики установят особенности работы энергетической машины Солнца, что позволит согласовать периоды различного излучения Солнца с геологической историей Земли и даст возможность понять их влияние на изменение лика Земли и развитие жизни.

Подробные сведения о строении соседних планет и даже жизни на них, детальная геология Луны, биохимический анализ метеоритов, астрономо-геодезические измерения колебаний земной оси, скорости вращения Земли, приливных воздействий Луны, Солнца, других планет и звезд, поднятия горных масс — все эти исследования помогут нам значительно точнее представить себе историю Земли. Это будет уже не только история геологическая, история поверхности земного шара, но история его происхождения, развития и всей судьбы Земли как небесного тела, как планеты, типической носительницы жизни, на которой материя смогла достигнуть наивысшей формы своего существования — породить мыслящее существо — человека.

Мы изучаем сейчас многие таинственные детали геологической летописи. Десятки тысяч химических анализов, наблюдений над залеганием слоев, расшифровка множества знаков геологических процессов прошлого в осадочных породах — все это позволит точно установить направления течений исчезнувших морей, глубины бухт и заливов (на месте которых сейчас высятся горные кряжи), полет ураганов, пронесшихся десятки и сотни миллионов лет назад, движение ледников на заре геологической истории и многое, многое другое.

Глубокие подводные ущелья в склонах материков, где в океанских пучинах захороняются продукты разрушения материков и остатков наземной жизни, огромные дельты, накапливающие тысячетметровые толщи выносимых реками осадков, тектонические провалы, окаймленные барьерными рельефами или вулканическими островами, широкие подводные разливы лав — вот те исполинские лаборатории природы, в которых создается сейчас геологическая летопись современной эпохи. Проникнув в тайны этих лабораторий, мы обратимся к геологической летописи прошлого с ясным сознанием того, что похоже и что не похоже на геологические процессы наших дней.

И, наконец, палеонтология, получившая широко развернутую картину истории Земли с характеристикой точно измеренных физических, климатических и прочих изменений, получившая от биологии объяснение причинной связи между строением современных организмов и условиями их существования, даст нам картину исторического развития живых существ в совокупности с изменениями земной поверхности.

И тогда историческая геология и палеонтология сольются в единое целое — историю Земли и жизни на ней, как живой оболочки — биосферы нашей планеты.

Рис. К. Арцеулова и Б. Дашкова.

*Источник: журнал "Техника—молодежи", 1954, № 4, с. 28-27. Приведены не все рисунки.*