

Р. БАЛАНДИН • КАПЛИ ДЕВОНСКОГО ДОЖДЯ

Р. Баландин



КАПЛИ
ДЕВОН-
СКОГО
ДОЖДЯ





Р. БАЛАНДИН



КАПЛИ
ДЕВОНСКОГО
ДОЖДЯ

ГЕОЛОГИЯ ~
ОТ ЛЕГЕНД,
К НАУКЕ



ИЗДАТЕЛЬСТВО
*«Детская
литература»*
МОСКВА
1968

55
Б 20



Рисунки
Ю. Киселева

7-6-3

ВВЕДЕНИЕ

Мне приходится много ездить и встречаться с людьми самых разных профессий. Когда они узнают, что я геолог, то обязательно говорят: «Это очень интересно быть геологом. Путешествия, трудности, экзотика — просто здорово!»

Быть геологом очень интересно. Только главное тут, по-моему, не опасные путешествия и не приключения.

На таежных тропах рискуешь жизнью ничуть не больше, чем на улицах современных городов. А для любителей странствий имеется богатый выбор приятных туристских маршрутов во все концы земли.

Главное в геологии — не история путешествий, а история научных идей. Трудны поиски геологов не только в тундрах, тайге и горах, но и в мире гипотез и теорий, твердо установленных фактов и туманных фантазий.

Я написал слово «геология», не объяснив его.

«В этом нет никакой необходимости, — можете возразить вы. — Всем известно: геология — наука о Земле».

Так-то оно так. Кроме одной малости: науки «геология» не существует.

Мы по старинке употребляем это слово, хотя речь может идти о самых разных науках. Объединяет их воедино лишь то, что все они изучают Землю.

Геология, родившаяся в начале прошлого века, раз-

вивалась очень быстро, обогащалась все новыми сведениями. Она «раздувалась», словно мешок, в который безостановочно сыплют продукты. И мешок лопнул!

Геология раздробилась на несколько отделов. Чем дальше, тем дробилась она все мельче и мельче. И каждая часть, в свою очередь, росла, «раздувалась» и тоже порой распадалась на новые науки.

Сейчас имеется несколько десятков отдельных геологических наук. Краткое введение в них обычно называется «Общей геологией» или «Основами геологии».

Геологические науки, как и все другие, непрерывно развиваются. Одни научные идеи стареют, а то и вовсе отмирают, другие — рождаются и крепнут. То, что сегодня кажется привычной истиной, завтра может быть дополнено, исправлено, переименовано.

Давным-давно, на заре человечества, словно цветы весной, появились прекрасные мифы, легенды, сказки. В них говорилось обо всем на свете языком поэтических сравнений и фантазий. Содержали они и догадки, предположения, предвидения. Об этом их свойстве хорошо сказать словами Марины Цветаевой:

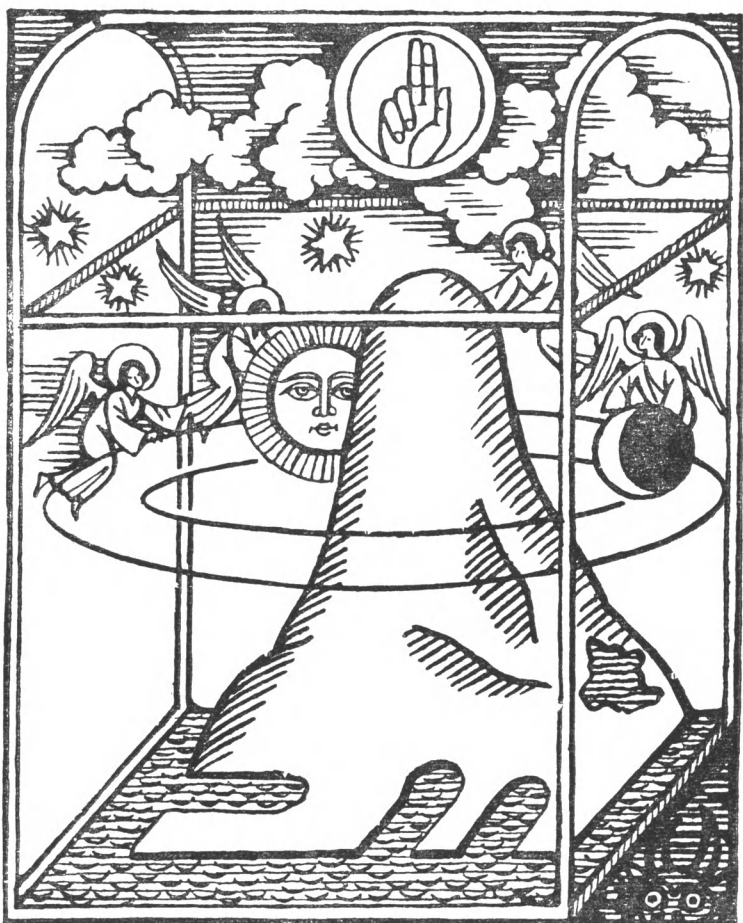
Мы спим — и вот, сквозь каменные плиты,
Небесный гость в четыре лепестка.
О мир, пойми! Певцом — во сне — открыты
Закон звезды и формула цветка.

Конечно, многие законы, открытые поэтами, опровергались. Другие подтверждались фактами, постепенно теряли свои красочные волшебные покрывала, превращались в научные гипотезы, порождали научные теории.

Мы проследим путь некоторых геологических идей от их истоков, от преданий древности к современным научным гипотезам. Геологические легенды позволят нам лучше понять развитие науки, по-особенному осветят привычные проблемы, поставят перед нами новые вопросы и даже помогут разрешить их. Недаром писал много веков назад иудейский мудрец Шир Гашир Аба: «Подобно тому, как при свете грошовой свечки отыскивается оброненный золотой или жемчужина, так при помощи прищипки познается истина».

Эта книга — не учебник и не популярный курс «Общей геологии». В каждой главе кратко рассказывается о проблемах одной геологической науки или нескольких смежных.

Список литературы, приведенный в конце книги, поможет вам углубиться в те или иные области геологических знаний. А там откроется перед вами путь к более сложным, но от этого ничуть не менее интересным книгам.



ТАК ВЫГЛЯДИТ ЗЕМЛЯ
ПО УТВЕРЖДЕНИЮ МОНАХА
КОЗЬМЫ ИНДИКОПЛОВА...

ДВЕРЬ

Глава 1

ЛИК БОЖЕСТВЕННОЙ ГЕИ

...Кругла
Планета наша! Яблоко округло —
И сердце кругло. Круглота не зла.
Округлыми глазами смотрит кукла.
Я круг люблю. Он выдуман хитро.
В нем нет конца. Сыщи-ка в нем огрехи!
Кольцо и солнце; жернов и ядро.
Недаром кругу поклонялись греки.

Е. Винокуров

— Нет в мире совершенства! — вздохнул Лис.

А. де Сент-Экзюпери

УБЕГАЮЩИЙ ГОРИЗОНТ

На закате облака вспыхивают одно за другим: пылающая лестница, по которой сходит Солнце в свою сияющую обитель.

«Быть может, там, за острой, как лезвие кинжала, гранью горизонта — солнечная страна счастья?» — размышлял в давние времена человек, не слишком ученый, чтоб выдумать скучную правду о неизбежных закатах и восходах.

Сколько ни пытался он охватить глазом мир, взгляд упирался в неизменную линию горизонта, замыкающую и свод голубых небес, и землю, и океан.

«Где я? — думал человек. — Где предел обитаемой суши? Что за ним?»

Горизонт притягивал к себе, как магнит. Люди шли, скакали на лошадях, тряслись в кибитках, плыли под парусами. А горизонт все оставался далеким, недоступным, загадочным.

Уходишь в море — словно скользишь с округлого холма. Тонут вдаль, удаляясь, кресты мачт у причала и разноцветные плоскости крыш. Последним тонет шпиль крепостной башни. Гигантским горбом дыбится за кормой море, заслоня дальние берега. Поневоле начнешь думать об округлости Земли... или о крае света.

Почему-то именно вторая мысль пришла по душе людям.

Отчаянные мореходы, не боящиеся ни пиратов, ни ярости ураганов, ни кораблекрушений, некогда страшились заплывать в неведомую Атлантику: ведь где-то там воды океана низвергаются в kloкочущую адскую бездну, увлекая за собой корабли, словно водопад — жалкие щепки!

Но фантазия людей не желала мириться с ограничениями. Так начинались выдумки.

Бог Мардук в начале времен создал небеса, а землю положил на воды. Твердый купол небес краями своими уходит в океан. Над куполом простираются небесные воды. Они временами просачиваются на землю дождем. Далеко на западе и на востоке расположены небесные ворота. Как всякий почетный гость, великое Солнце появляется торжественно. Восточные ворота в этот час расцвечены ярко. В конце дня, на закате, удаляется Солнце в прекрасные западные ворота столь же торжественно, как и появилось.

Таким выдумали мир ассирийцы.

Восточному народу аси окружающее представлялось легким, словно прозрачная акварель. Дух Аде сотворил небо из хрупких крыльев голубой бабочки. Дух Аджид сотворил землю из другой бабочки — желтой, как глина.

Твердый металлический небосвод египтян прочно держался на четырех столбах, установленных по углам Земли. Звездные узоры украшали потолок небес. Выше его плескались воды.

Могучий Атлас поддерживает тяжелое, давящее небо — утверждали греческие легенды.

Большинство народов представляли Землю подобной огромному дому. Земляной твердый пол, столбы-опоры и лежащее на них прочное перекрытие — небо (иногда все же пропускающее воду). А Луна, узоры звезд, ожерелья созвездий — ночная роскошь, украшения, созданные на утеху людям.

Были и другие гипотезы-легенды.

В индийском гимне Чхандогья-упанишада сказано:

«1. Солнце — это Брахман... Оно обратилось в яйцо. Оно лежало в течение года. Оно раскололось. Эти обе скорлупы стали одна серебряной, а другая золотой.

2. Серебряная часть — это Земля, золотая — небо. То, что было внешней оболочкой, — это горы, жидкость внутри — море».

Поэтическое сравнение заменяло людям знания, основанные на фактах. Впрочем, фактов о Земле в те давние времена было накоплено еще слишком мало.

ПОСТИГНУВ СЕРДЦЕМ

Идею «земного шара» — впервые открыли поэты.

В Авесте, сборнике древних иранских преданий, рассказывается о круглой Земле, о великом океане Вурукрта, о светоносных сферах звезд, Луны, Солнца и о последней, замыкающей Вселенную в единое целое, райской сфере.

Греческий философ, поэт и математик Пифагор еще за полтысячелетия до нашей эры был уверен, что Земля — шар. Ведь именно эта форма самая завершенная, самая красивая!

Пифагор не сомневался, что законы живой, «трепетной» природы можно доказать столь же логично, как теоремы классической геометрии, а все мироздание построено и движется подобно самому совершенному механизму.

Но верить в круглоту Земли потому, что она прекрасна, — такое доказательство, конечно, не может убедить ученого.

ДОЛОЙ ПЛОСКОЕ НЕБО!

Временами тень Земли, черным прожектором скользящая в космосе, падает на Луну, движется по ее поверхности. Тень круга. Может ли оставаться постоянно круглой тень от куба, от корявого пня, от какого-либо иного тела? Нет, только от шара!

Так впервые найдено было убедительное подтверждение круглоты нашей планеты. Сделал это открытие в III веке до нашей эры один из величайших философов древности Аристотель. Он поколебал недвижимые колонны, державшие плоское небо над плоской землей.

Столетие спустя за новыми фактами о форме Земли предпринял свою экспедицию александрийский библиотекарь Эратосфен. Предположив, что Земля — шар, он вычислил длину ее окружности.

Необычное выбрал орудие Эратосфен для ниспровержения небесного свода. Впрочем, для выдуманного сооружения оно было вполне подходящим — тень.

Египтяне давно заметили, что в южных районах их страны, например в городе Сиене (ныне Асуан), летом, когда солнце достигает зенита, пропадают тени домов, колонн и других вертикально стоящих предметов. Известно было и другое: к северу, в Александрии, тени предметов летом хотя и укорачиваются, однако не исчезают совсем.

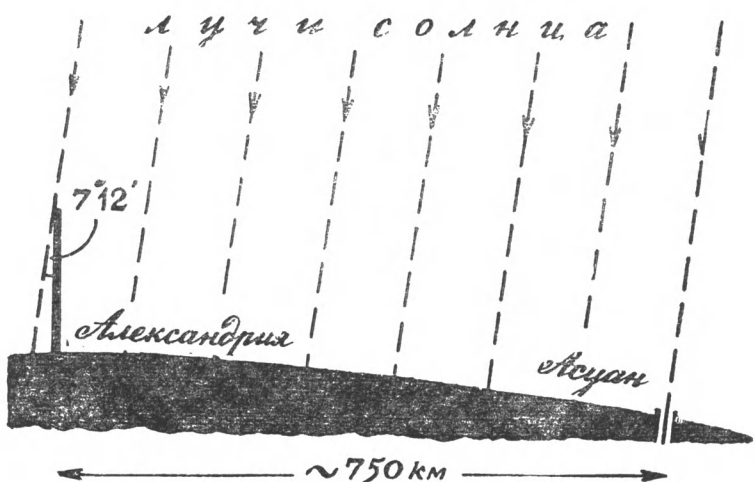
Значит, когда в Сиене солнце стоит прямо над головой, в Александрии оно видится под некоторым углом.

Эратосфен вычислил этот угол: $7^{\circ}12'$. Ему соответствует огромный угол: Сиена — центр Земли — Александрия.

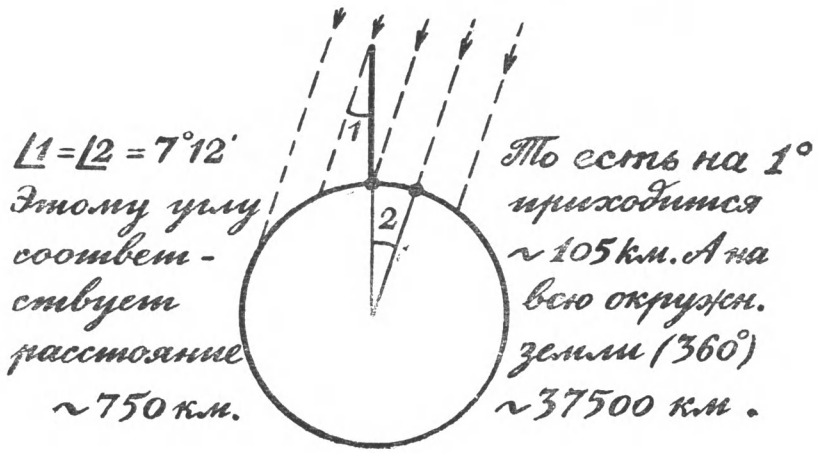
Прямой путь между Сиеной и Александрией, выверенный сотнями караванов, известен был с достаточной точностью — 750 километров (в нынешних мерах; прежде измеряли в «стадиях»).

Итак, 750 километров соответствуют $7^{\circ}12'$. На один градус дуги приходится чуть меньше 105 километров, а на всю окружность Земли (360°) — около 37,5 тыс. километров.

В сущности Эратосфену просто повезло. Ошибки



**КАК
ЭРАТОСФЕН
ИЗМЕРИЛ
ДУГУ
МЕРИДИАНА**



в его расчетах взаимно уничтожили одна другую, и в результате получилась цифра, близкая к истинной.

Рассуждения о фигуре Земли уступили место математике,

РИСУЯ ПОРТРЕТ ПЛАНЕТЫ..

Определить размер Земли — полдела. Надо уметь изобразить ее: снимать уменьшенные копии больших и малых территорий.

Попытайтесь по памяти вычертить какой-нибудь свой привычный маршрут, квартал или улицу, где вы живете. При некотором навыке можно составить более или менее точную схему.

Подобные схемы люди умели делать давным-давно. В одной из пещер Швейцарии были найдены две костяные пластинки, покрытые рисунком, очень похожим на план местности. Это «первобытные карты» каменного века. Индейцы Северной Америки, эскимосы, якуты, ненцы — многие народы славились своим умением ориентироваться на местности и рисовать схематические карты.

Сохранилась глиняная табличка с нанесенными на ней реками, городами и странами (в виде кружков), с окружающей сушу «горькой рекой» (океаном). Это вавилонская карта, составленная в VI веке до нашей эры и, по-видимому, повторяющая более древнюю карту.

Автором одной из лучших античных карт был Эратосфен. Он использовал собственные наблюдения и расчеты, а также многочисленные рассказы и легенды современников. По примеру своего предшественника Дикеарта, Эратосфен разлиновал карту с севера на юг и с запада на восток. Эти линии — негустая сеть — были первыми меридианами и параллелями. Без них не обходится ни одна современная карта, ни один глобус. Ученые «сплели сеть», в которую была поймана планета.

Позже греческий геометр и астроном Гиппарх разделил весь земной шар от полюса до полюса на 360 частей, вместо прежних шестидесяти.



**КАРТА
ЗЕМЛИ
ПО
ПТОЛЕМЕЮ**

Перенести изображение с глобуса на карту трудно. Попробуйте распластать на столе апельсиновую корку или покрывку футбольного мяча. Для того чтобы они улеглись на плоскости, необходимо их разрезать на несколько частей. То же самое придется сделать, если разложить на столе бумажную оболочку глобуса. Целого листа не получится.

Об этих затруднениях знали римляне две тысячи лет назад. Но преодолевать их так и не научились: слишком сложна была задача.

Из древних карт самыми точными были карты александрийца Птолемея, составленные в двухсотых годах новой эры. На них был изображен рельеф, города, моря, реки, страны. Карты Птолемея преуменьшали размеры планеты; основная часть ее поверхности была изображена сушей.

Мысль о преобладании на Земле суши держалась долго.

ТОРЖЕСТВО ВЫМЫСЛА

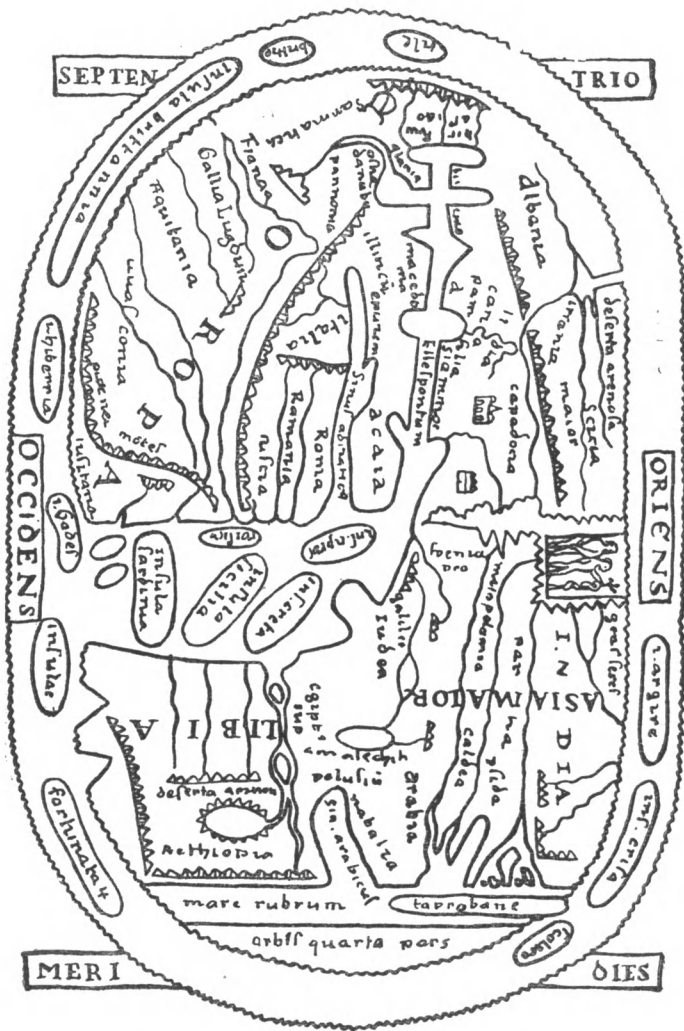
Шли годы, века. Карты Птолемея не уточнялись. Напротив, новые карты были все более и более фантастичными.

Античное время — эпоха рабства, классического искусства и философии — кончалось мучительно. В первых веках новой эры, словно тяжелая болезнь, обрушились на Европу нескончаемые жестокие войны. Гибли прекрасные города, горели библиотеки, опустошались поля.

А когда кризис миновал, человечество вступило в эпоху фантастических домыслов, пророчеств, религиозного фанатизма и феодальных междоусобиц.

В средневековье (V—XIV века) людей мало интересовали закономерности окружающего мира. Люди мучительно старались разобраться в собственных мыслях и чувствах. Они давали волю своему воображению, часто не делая никакого различия между тем, что видели собственными глазами, и тем, что выдумывали.

«Наука и мнение толпы находятся в чрезвычайном



КАРТА МИРА
 XI ВЕКА

противоречии, — некогда писал мудрый римлянин Плиний. — Согласно науке, Земля населена по всей окружности людьми, которые таким образом обращены друг к другу ногами и все одинаково имеют над головами небосвод. Но, по мнению других, возникает вопрос: почему же антиподы не падают? Как будто не уместен был бы обратный вопрос: почему же они не удивляются тому, что и мы не падаем?»

Мнение толпы победило. Большинство людей верило священным легендам и ничего больше знать не хотело.

«И будет ли кто-нибудь таким глупым, чтоб поверить, что есть люди, ноги которых выше головы?.. Плоды и деревья растут в обратном порядке? Дождь, и снег, и град падают на землю снизу вверх?» — восклицал средневековый богослов Лактанций.

Невежество заносчиво и самоуверенно.

Люди желали жить в плоском ограниченном мире. Они не могли представить себе безбрежности космоса, не могли представить земной шар, летящий кувырком в бездонную вечную пропасть.

На картах того времени Земля нередко рисовалась четырехугольной. В стороне от нее изображался рай с вытекающими из него четырьмя реками. И повсюду — на воде и на суше — красовались русалки, великаны, чудовища.

Подобные карты были очень живописными. Однако для практических целей они не годились.

Монах из Александрии Козьма Индикоплов, много путешествовавший по свету в бытность свою купцом, «уточнил» в VI веке представление о Земле. По его словам, она «есть вся четверугольна, стоит сама на себе» и со всех сторон окружена океаном. Проехать ее вдоль можно за четыреста дней, поперек — вдвое быстрее. По краям ее воздымаются стены, поддерживающие свод небесный — прозрачную твердь. А выше простираются бездны водяные. Ангелы водят по кругу планеты (в их числе Солнце и Луну).

Два-три века спустя византийская книга «Толковая Палая» уточнила состав небесной тверди: «ледовный аки хрусталь».

Сочинение Индикоплова об устройстве мирозда-

ния — «Христианская топография» — переводилось на многие языки. Очень популярно оно было на Руси.

Забылось почти все, что прежде было доказано античными философами. Выводы науки казались смешными и бестолковыми. Куда проще и понятнее цитаты знатоков Священного писания!

ПРИБЛИЖЕНИЕ К ИСТИНЕ

В конце XIII века венецианские мореходы стали составлять «портопланы» — карты без меридианов и параллелей. Они были покрыты, словно многослойной паутиной, линиями, расходящимися из отдельных точек. Из каждой такой точки легко было по компасу выбирать любое направление.

Средневековье сменилось эпохой Ренессанса (временем возрождения античного искусства и философии, культа человека, развития наук и техники). Появилось много глобусов. Их называли «яблоками Земли». (Первый глобус был сделан еще до нашей эры римлянином Кратесом.)

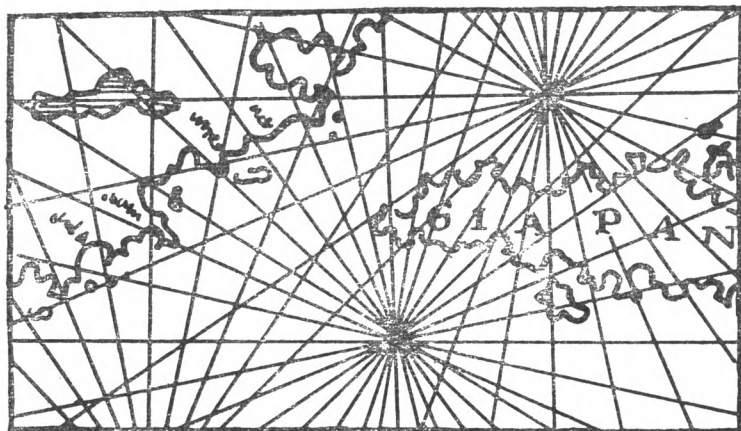
В 1492 году Христофор Колумб, твердо веря в круглоту Земли, отправился морем в Индию. Странным казалось в те времена это предприятие: чтобы попасть на восток, Колумб взял курс на запад, в обратную сторону.

Великий мореплаватель, как и Птолемей, был убежден, что океаны Земли в сравнении с сушей невелики и что их преодолеть не слишком трудно.

Результаты путешествия Колумба всем известны. Он побывал на Кубе, на Гаити, высаживался на континенте, не понимая, что открыл Новый Свет — неизвестный доселе материк. Он считал, что достиг Японии. Вера в маленькую круглую Землю помешала ему правильно оценить свое открытие.

В XVI веке корабли Магеллана обогнули Землю. Линия их маршрута опоясала оба полушария и замкнулась в своей начальной точке.

В середине XVI века нидерландский ученый Меркатор (Герард Кремер) разработал несколько методов



ПОРТОПЛАН



ГЛОБУС



нанесения на плоскость земной поверхности и составил 18 листов карты мира.

На них особенно точно были нанесены Европа, Африка, Восточная и Южная Азия. Хуже обстояло дело с огромными неисследованными пространствами обеих Америк, Северной Азии, Австралии. Эти районы Меркатор рисовал по слухам, легендам.

Тексты легенд он написал прямо на картах, чтобы облегчить исследователям проверку этих сведений.

С тех пор пояснения, написанные на картах, так и называют легендами. Тогда же родилось и название для сборника карт — «атлас», по имени греческого титана.

Крупнейшие математики разных времен и народов — Коперник, Галилей, Кеплер, Ньютон — занимались измерениями Земли.

И все-таки до сих пор изображение больших участков сферической земной поверхности на карте представляет нелегкую задачу: непременно искажаются истинные размеры земных объектов. Приходится искать наиболее выгодное решение, чтобы искажения были небольшими и карту удобно было бы «читать».

Ошибки в измерениях и чертежах неизбежны. Избавиться совсем от них нельзя. Главная задача, чтобы они были маленькими и не мешали в работе. Такие ошибки называют допустимыми. Их обязательно учитывают. Существует даже особая «теория ошибок измерения».

БЕЗ ИДЕАЛА

Во французской академии в конце XVIII века обсуждались удивительные сведения: обыкновенный маятник, перенесенный из средних широт на экватор, замедляет свои качания, словно начинает лениться.

Наблюдения астронома Риши показали: качание маятников на экваторе по сравнению с Парижем замедляется на 2,5 секунды в сутки.

Этому было предложено убедительное объяснение: под влиянием центробежных сил, вызванных вращени-

ем Земли, вес маятника уменьшается и качания его замедляются.

В том же XVIII веке французский астроном Кассини утверждал: Земля, подобно лимону, вытянута к полюсам и чуть сплюснута у экватора. К такому выводу привела его длинная цепь математических вычислений, основанных на материалах новейших (по тем временам) измерений.

Ньютон и Гюйгенс не соглашались с ним. По их мнению, планета от вращения должна быть чуточку сплюсченной у полюсов.

Ученые словно держали в руках невиданный плод — Землю — и спорили лишь о кое-каких неровностях его поверхности.

В 1735 году от берегов Франции отошло в просторы Атлантики судно. Путь его лежал к экватору, к равнинам Перу. Там надо было измерить «отрезок земного меридиана».

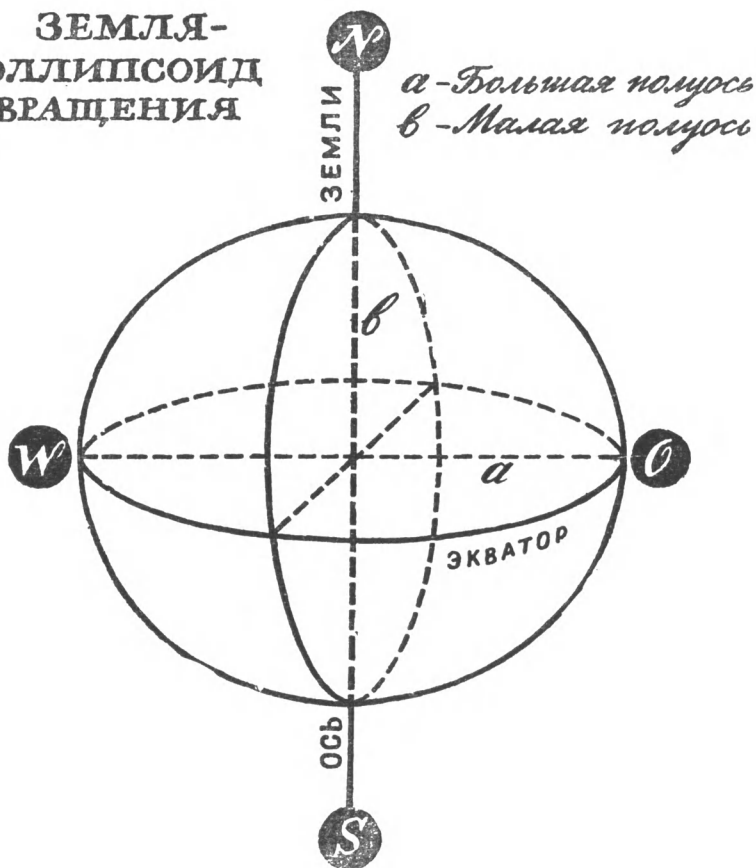
Год спустя другая экспедиция французской академии отправилась на север, в плоскую, холодную, болотистую Лапландию, с той же целью.

Измерения показали, что длина одного градуса меридиана в Перу равна 110 868 м, а в Лапландии — 112 992 м. Стало быть, Земля действительно приплюснута у полюсов.

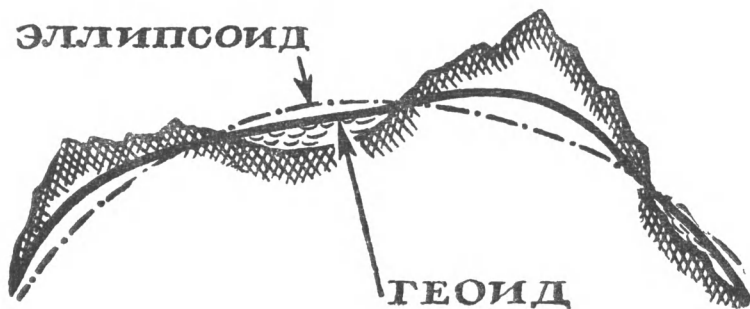
Неуклонно уточнялись сведения о Земле. В этом помогали и усовершенствованные приборы, и разработка новых вычислительных методов, и вертящиеся вокруг планеты спутники. Вот, например, как изменялись с годами данные о размерах Земли.

Год	Автор	Расстояние от центра Земли до экватора	Расстояние от центра Земли до полюса
200 до н. э.	Эратосфен	6311 км	6311 км (Землю считали шаром)
1670	Пикар	6 371 692 м	—
1800	Даламбер	6 375 653 м	6 356 564 м
1841	Бессель	6 377 397 м	6 356 079 м
1880	Кларк	6 378 249 м	6 356 575 м
1940	Красовский	6 378 245 м	6 356 863 м

**ЗЕМЛЯ-
ЭЛЛИПСОИД
ВРАЩЕНИЯ**



ЭЛЛИПСОИД



Героические усилия были затрачены, чтобы достичь более верных, обоснованных, проверенных результатов, даже если речь шла о нескольких метрах земного радиуса. Планету измерили вдоль и поперек.

Из всех геометрических фигур больше других соответствует форме Земли эллипсоид вращения. Казалось бы, теперь все выяснилось окончательно и никаких сомнений быть не может.

Не тут-то было!

Все началось опять с капризов маятников.

Секундный маятник на Бонинских островах Тихого океана делал в сутки на 14,2 качаний больше, чем предполагалось по расчетам, основанным на эллипсоидной форме планеты.

На острове Святой Елены число «лишних» качаний составило 10,3. И так почти на всех океанических островах.

Теория не вязалась с фактами.

Оказалось, что поверхности океанов и океанических островов расположены ближе к центру планеты, чем это предполагалось раньше.

Земля не обладает правильными геометрическими пропорциями.

Она не похожа ни на одну из известных геометрических фигур.

В 1873 году Листинг предложил для Земли особое, «земное» название — геоид.

«Геоид» означает «подобный Земле». Словно Земля может иметь не «подобную Земле» форму! Уклончивое определение. Однако существует оно без малого сто лет и, верно, сохранится надолго.

Если бы вся поверхность нашей планеты была залита недвижным, даже без волн, океаном, то форма Земли при этом стала бы идеальным геоидом.

Геоид — фигура выдуманная. И, строго говоря, форма Земли — не геоид, хотя и близка к нему.

Поверхность родной нашей планеты неповторима, как лицо матери. Да и могло ли быть иначе? Равнины, горы, холмы, моря, долины... Живое, вечно подвижное лицо, а не бездушная (но совершенная) геометрическая фигура.

ОТ ТЕОРИИ К ПРАКТИКЕ

Рассказывают, древнегреческому философу Фалесу Милетскому во время его пребывания в Египте предложили измерить высоту пирамиды Хеопса. Сложная задача. Вдобавок ученый был слишком стар, чтобы карабкаться по камням, и не имел при себе никаких измерительных инструментов.

Мудрец нашел выход.

Он веревкой измерил свой рост и очертил вокруг себя круг этим радиусом. Встал в центре круга.

Вечерело. Солнце клонилось к горизонту. Длиннее становились тени. Когда тень Фалеса коснулась черты круга, Фалес подошел к тени пирамиды и отметил на земле положение ее макушки. В тот момент, когда тень мудреца сделалась равной его росту, тень пирамиды тоже сравнялась с ее высотой. Чтобы узнать высоту пирамиды, оставалось лишь измерить полную длину ее тени от макушки до середины основания.

Так теоретические познания помогли решить практическую задачу.

...В Вавилоне был сооружен канал Хабар, соединяющий реки Тигр и Евфрат, а в городе Ниппуре — водопровод.

В Индии пять тысяч лет назад строились города с четкой, правильной планировкой.

В долине Нила египтяне издавна строят каналы и разветвленные оросительные системы.

Воздвигались в разных странах величественные храмы. О знаменитой Вавилонской башне создавались легенды. Александрийский маяк — другое чудо света — возносился на стометровую высоту.

Все эти сооружения нельзя было создать без помощи опытных землемеров. Чтобы построить канал, необходимо знать уклон местности (ведь вода течет лишь под уклон). Для больших зданий надо уметь точно переносить их с чертежей «на натуру», отмерять прямые углы.

В практической работе редко требуются сведения о всей Земле целиком. Куда важнее знать о ее частях, уметь измерять различные предметы и территории.

Несколько тысяч лет назад людям, объединившимся

в первые государства, понадобилось измерять земельные владения, планировать города, находить кратчайшие пути между ними, делить землю на участки равной площади.

Так родилась геометрия — «землемерие» — умение измерять поверхность Земли.

Вскоре оказалось, что правила геометрии применимы не только к Земле.

С помощью их можно вычислять размеры удаленных или очень крупных предметов, проектировать здания, определять положения звезд на небе, кроить одежду, строить корабли.

Геометрия превратилась в науку абстрактную, общую для многих отраслей знаний. Она стала одним из разделов математики. От прежних времен сохранилось лишь ее название.

Из геометрии выделилась новая наука — геодезия. «Геодезия» по-русски значит «землеразделение».

Название не совсем точное.

Геодезисты не только «разделяют» поверхность нашей планеты, изучая отдельные ее участки.

Они исследуют планету целиком, как единое космическое тело. Они изучают форму Земли.

Важный раздел геодезии — картография — посвящен изображению поверхности Земли на планах, картах и глобусах.

А топография (или низшая геодезия) занимается составлением планов отдельных территорий.

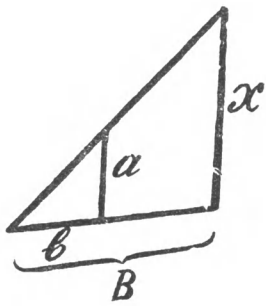
Конечно, в прежние времена геодезия не походила на нынешнюю: формулы сложные не употреблялись, карты создавались «на глазок» и приборов точных не было.

Однако некоторые геодезические приборы появились очень давно. Например, компас. До сих пор он ничуть не устарел.

Часто считают, что компас показывает направление к северному полюсу.

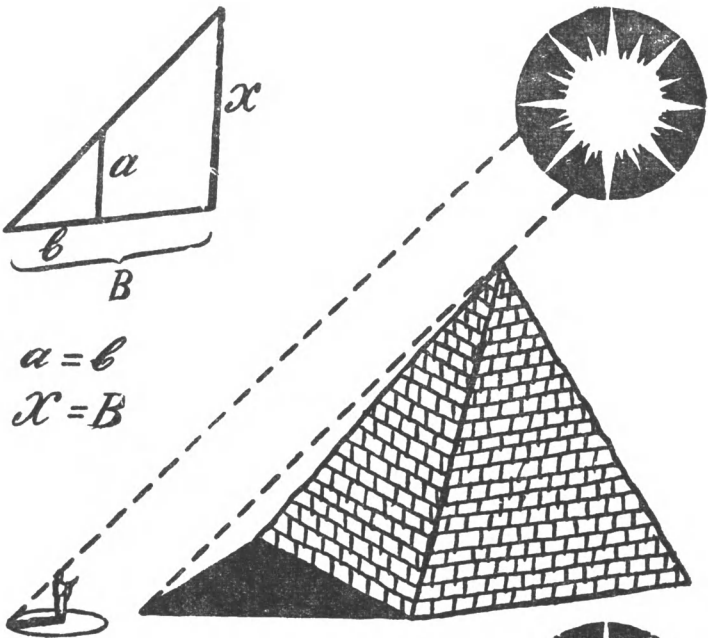
На самом же деле стрелка его повернута к северному магнитному полюсу, который располагается западнее Гренландии.

Угол, который образует стрелка компаса с направлением к географическому полюсу, где пересекаются

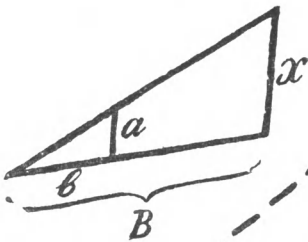


$$a = b$$

$$x = B$$

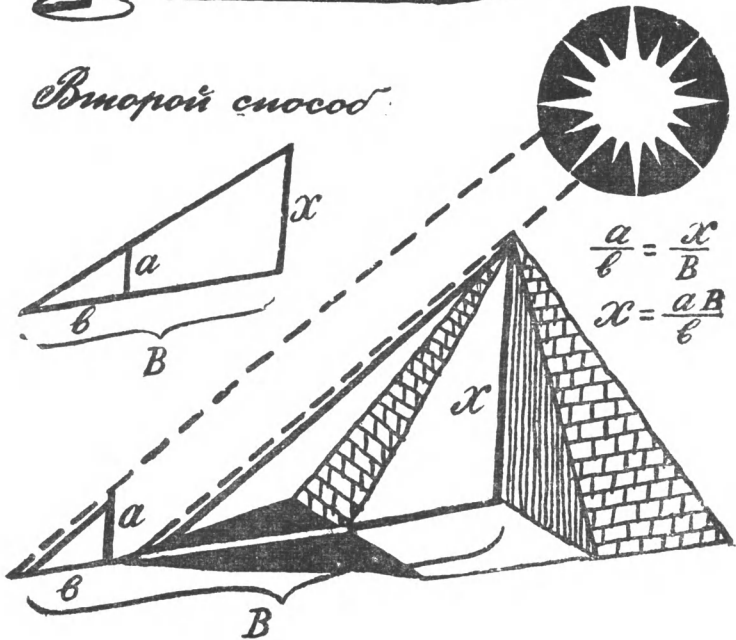


Второй способ:



$$\frac{a}{b} = \frac{x}{B}$$

$$x = \frac{aB}{b}$$



все меридианы, называется магнитным склонением. Угол этот различен для разных мест Земли. На любой топографической карте нанесены не только параллели и меридианы, но указана и величина магнитного склонения.

Знание основ топографии помогает работать с картами и ориентироваться на местности. Имея компас и зная направление (азимут), не собьешься с пути ни ночью, ни в непогоду.

То там, то сям торчат на равнинах высокие (до 30 метров и более) ажурные вышки. Они называются сигналами. Вышки поменьше — пирамидами. Расставлены они по всей Земле. Это — геодезические посты. На них не увидишь дозорных. Геодезисты не забиваются на них, чтобы окинуть взглядом окрестности и зарисовать их с натуры.

Есть поговорка: «танцевать от печки». Сигнал и пирамиды — «печки», от которых начинают «танцевать» изыскатели.

Каждая из вышек отмечена на картах и занесена в специальные книги.

Точнейшим образом с помощью астрономических наблюдений определены координаты центра вышки и ее высота над уровнем моря.

Геодезист может спокойно ехать на работу даже в незнакомый район. Найдя сигнал или пирамиду, он может определить местоположение и высоту над уровнем моря любого объекта.

ФОТОГРАФИИ БОГИНИ

В 1792 году при осмотре руин города Тмутороканя (ныне Тамань) была обнаружена двухметровая каменная плита. На ней была высечена древнеславянская надпись:

«В лето 6576... Глеб князь мерил море по леду от Тмутороканя до Крчева 14 тысяч сажень».

То есть в 1068 году было измерено расстояние от Тамани до Керчи по Керченскому проливу.

Люди, рискуя жизнью, двадцать два с половиной ки-

лометра прошли, отмеряя сажени, по ненадежному льду.

Сейчас топографам куда легче: они смотрят на мир (во время работы) сквозь холодные окуляры инструментов: теодолитов, нивелиров, кипрегелей. Они напоминают астрономов, прильнувших к телескопам. Только геодезические инструменты меньше астрономических и направлены не в небеса, а на Землю.

Теперь можно даже составлять точные карты любой местности — непролазных джунглей, недоступных вершин, — не покидая своих рабочих кабинетов. В этом помогает современная техника.

Давно прошло то время, когда лишь именитые или богатые люди могли заказывать собственные портреты.

Появились фотоаппараты.

Приобрести собственный портрет стало доступно каждому.

Фотография пригодилась не только в быту, но и в науке.

Не обошла она и геодезию с картографией.

Вместо того чтобы зарисовывать Землю, можно сфотографировать ее с большой высоты. Получится точнейшая фотокарта местности.

Такой способ составления карт называется аэрофотосъемкой.

Но у фотоаппарата есть серьезный недостаток: он одноглаз, как циклоп.

А если глядишь одним глазом, мир кажется плоским, неживым.

Но и эту беду преодолели.

Фотосъемку стали проводить двумя фотоаппаратами одновременно.

Расстояние между объективами аппаратов сделали равным расстоянию между глазами человека — около шести сантиметров.

Стал фотоаппарат глядеть на мир двумя глазами. Как человек.

На специальных приборах — стереометрах — можно разглядывать сразу два аэрофотоснимка, снятых одновременно. Левый глаз глядит на снимок левого аппарата, правый — правого. В нашем воображении два

снимка сливаются воедино. И получается стереоскопический эффект. Горы видятся объемными. Между ними в тенистых ущельях петляют ручьи и реки. Словно смотришь не на плоские копии, а на саму Землю с самолета.

Удивительное зрелище!

По аэрофотоснимкам составляются топографические карты.

И не только топографические.

Для геологов и географов аэрофотоснимки — замечательное подспорье.

На них четко выделяются не только дороги, тропинки, реки, леса, болота. Опытный глаз отметит изломы и складки, границы слоев и даже состав горных пород (конечно, ориентировочно).

Подобная работа называется дешифровкой аэрофотоснимка.

Прежде чем отправиться в геологическую экспедицию, тщательно геолог изучает облик местности, которую ему придется исследовать, дешифрирует аэрофотоснимки.

А потом, блуждая в безлюдной тундре или среди таежных буреломов, он много раз будет останавливаться, доставать из полевой сумки топографическую карту и аэрофотоснимки, отмечая на них свой путь и свои наблюдения о залегании горных пород.

В геологических поисках невозможно обойтись без хорошей топографической карты.

Свойства, строение и историю планеты Земля вряд ли можно изучить, не имея точных сведений о ее форме и характере ее поверхности.

Для разрешения некоторых геологических проблем геодезические измерения могут сыграть решающую роль. Например, в вопросе о движении материковых глыб (Северной и Южной Америк, Австралии).

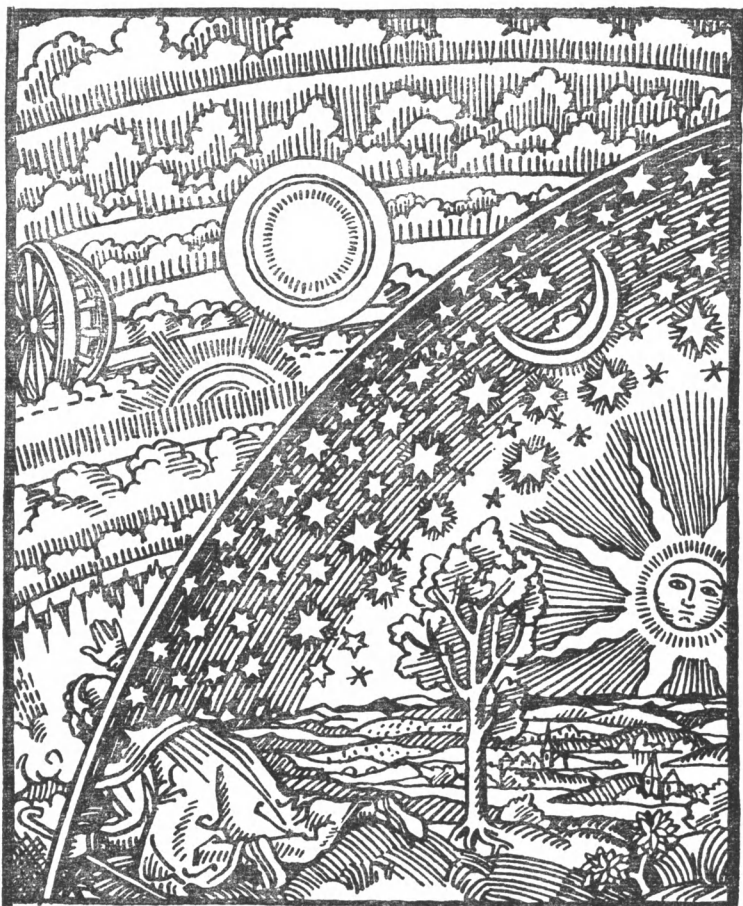
До сих пор никак не удается с достаточной точностью установить положение этих континентов на поверхности планеты и затем, повторными замерами, определить, изменяются ли расстояния между ними или остаются постоянными.

И до тех пор, пока не удастся произвести эти геодезические измерения, спор о движении материков (о нем

пойдет у нас речь в четвертой главе) вряд ли будет разрешен.

Многое еще можно сказать о значении геодезии и топографии.

В наши дни без их помощи не обходятся ни одна более или менее значительная стройка, ни одна проектируемая трасса, ни одно из мероприятий по преобразованию природы..



**СРЕДНЕВЕКОВОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ
СИСТЕМЫ МИРА. ПУТНИК ДОБРАЛСЯ
ДО ТВЕРДОГО СВОДА, ОКРУЖАЮЩЕГО
ЗЕМЛЮ, НАШЕЛ В НЕМ ОТВЕРСТИЕ
И ЛЮБУЕТСЯ ХРУСТАЛЬНЫМИ
НЕБЕСАМИ.**

СФЕРЫ ХРУСТАЛЬНЫЕ

Отсюда ввысь стремлюсь я, полон веры,
Кристалл небес мне не преграда боле,
Рассекши их, поднимаюсь в бесконечность.
И между тем, как все в другие сферы
Я проникаю сквозь эфира поле,
Внизу — другим — я оставляю Млечность.

Джордано Бруно, 1584.

От протоплазмы до ихтиозавров,
От дикаря, с оружием из кремня,
До гордых храмов, дремлющих меж лавров,
От первого пророка до меня —
Мы были узники на шаре скромном,
И сколько раз в бессчетной смене лет
Упорный взор земли в просторе темном
Следил с тоской движения планет.

В. Брюсов

МЕЛОДИИ НЕБЕСНЫХ СФЕР

Для очень маленьких детей главное в игрушке — ее внешность. Они радуются ярким краскам и причудливым фигурам. Они могут без усталы трещать погремушкой, не заботясь ни о чем на свете.

Дети постарше — вдумчивые исследователи. Их занимает важный вопрос: что же скрыто внутри куклы? Какая сила движет заводной автомобиль?

Во всем так: при первом знакомстве замечаешь внешний вид, а там настает черед заинтересоваться содержанием.

Глобус похож на футбольный мяч. Он пуст внутри. Словно нет у Земли атмосферы и глубоких недр.

Воздух прозрачен и потому не виден. Земная твердь непрозрачна, и потому мы видим лишь ее поверхность.

С давних пор стремился человек постичь, как устроены Земля и небо, из чего они состоят.

Инки, «дети Солнца», древние обитатели Центральной Америки, единство мироздания олицетворяли в Ометеотле — вездесущем:

«Мать богов, отец богов, старый бог, распростертый в центре земли, заключенный в бирюзовую темницу. Ты, который находишься в водах цвета голубой птицы, тот, который скрыт облаками. Старый бог, который живет среди теней из мира мертвых, властелин огня и года».

Но в единой природе существуют непохожие друг на друга вода, воздух, суша, и они, в свою очередь, неоднородны. Девять подземелий, девять мрачных адов, располагаются одно под другим. Тринадцать небес — прозрачных потолков — поблескивают светлячками звезд.

Небольшой северный народ манси, не имевший представления о далеком заморском континенте, передавал из поколения в поколение сказание о Земле, устроенной в виде трех ярусов, и о трехъярусных небесах над ней.

Известный нам Козьма Индикоплов упоминал о небесных сферах — месте обитания ангелов и планет. В русском переводе его «Христианской топографии» схема небесных сфер была для наглядности дополнена фигурами ангелов.

Мысль о многослойности Земли и неба нравилась и Магомету — неистовому пророку, вдохновенному и неграмотному автору Корана. Он красочно описал шесть подземных отделений ада — бездны страданий и ужасов, — и семь небесных сводов, без единой подпорки, одной лишь волею аллаха царящих в вышине. Подземелья были уготованы противникам магометанства. Небеса — место вечных радостей — сторонникам и верным слугам пророка Магомета.

Христианский писатель Фома Аквинский, живший в XIII веке, Землю представлял в виде шара. Словно драгоценное зерно, хранится она в хрустальной много-

слоистой скорлупе. Ближняя к Земле сфера принадлежит Луне. Лунную сферу обволакивает солнечная. Далее располагается единая сфера Венеры и Марса. Легкокрылые ангелы без усталости крутят прозрачные оболочки. А над миром восседает триединный бог, наслаждаясь хрустальной мелодией небесных сфер.

Картина получалась образной, завершенной и фантастичной.

Три столетия спустя на одной из карт был изображен земной шар, насаженный на прочный вал, как утка на вертел, и ангелы на полюсах, вращающие этот вал. Изумительное смешение фантастики с реальностью!

Великого математика и астронома Иоганна Кеплера поражали четкие соответствия в движениях небесных тел. В своем труде «Гармония мира» он уподоблял эти математические соответствия музыкальным созвучиям. Он тоже писал о музыке небесных сфер. Это, конечно, не имело никакого отношения к математике и астрономии, зато было близко к поэзии.

А великий Данте в своей «Комедии», которую стали называть «Божественной» за ее совершенство, помимо гармонии строк стремился и к чисто математической гармонии. «Божественная комедия» построена по закону «магических цифр» — 3, 9, 10. В ней 3 части по 33 песни, всего — 99, со вступлением 100.

Закону «магических цифр» подчинил Данте и мироздание. Духам умерших открыты 9 райских сфер, 9 ступеней чистилища. Для грешников разверзнуты 9 кругов ада.

Идея сферичности Земли и неба прочно утвердилась в поэтических представлениях людей.

ФАНТАЗИЯ ПОЭТА И ЗНАНИЯ УЧЕНОГО

Во второй половине прошлого века замечательный австрийский геолог Э. Зюсс вновь предложил выделять земные сферы.

Зюсс был одним из тех геологов, которые не только исследуют природные явления пунктуально и внима-

тельно, как мертвое тело в анатомическом театре. Зюсс постоянно восхищался неуловимой, живой прелестью гор, долин, скал, деревьев. В свою рабочую полевую книжку он заносил не только обычные геологические схемы, объясняющие условия залегания слоев. Он рисовал и аккуратные домики, и деревья, и дальние контуры хребтов.

Его называли «геопоэтом» не без некоторой иронии. Многие ученые-педанты не разделяли его восторженно-го отношения к природе. Им не нравился образный, живой язык его научных произведений. Но были и такие геологи, которые имели на этот счет прямо противоположное мнение.

Академик Обручев писал: «Эпитет «геопоэт» является почетным. В общении с природой — величайшим поэтом — Зюсс черпал вдохновение и облакал свои научные труды в художественную форму; сухой перечень фактов превращался под его пером в красочное описание, доступное широкому читателю».

Именно геопоэтами лучше всего называть великих естествоиспытателей: Джордано Бруно, Гете, Гумбольдта, Леонардо да Винчи, Ломоносова...

Зюсс первым из геологов сумел мысленно охватить всю Землю, с ее океанами, материками, горами. Французский геолог прошлого века Термье так охарактеризовал его книгу «Лик Земли»:

«Вся эта книга изображает нашу планету как бы издалека, как видел бы ее путешественник, приближающийся с другой планеты нашей Солнечной системы... После современного поколения, которое буквально выросло на этом сочинении, многочисленные поколения геологов будут формироваться под его сенью, будут жить идеями Эдуарда Зюсса, применять его метод, говорить его языком, таким особенным, образным и пластическим, который оживляет камни, океаны, горы».

Зюсс не считал мнение свое единственно верным, сердцем ощущая неисчерпаемость тайн природы. Последний том своего труда «Лик Земли» закончил он словами:

«Многочисленные вопросы и сомнения остаются в результате этого несовершенного опыта обзора лика

Земли, подобно нитям, спускающимся с концов незаконченной ткани».

Ткань научных идей, к счастью, никогда не будет завершена, а замечательная мысль о геосферах — многослойной скорлупе планеты — остается путеводной нитью многих геологических теорий, позволяет изучать всю планету по стройной системе.

Именно Зюсс, сочетавший в себе знание наук с поэтическим воображением, ввел в геологию множество новых точных и мудрых названий, и среди них: гидросфера, биосфера, литосфера.

Говоря о строении Земли, ученые не ссылаются на Магмета или Фому Аквинского, на Данте или индийских мудрецов. Легендарные их сферы остались поэтическими сравнениями, догадками без доказательств. Такова уж судьба многих замечательных по своей красоте и прозорливости мыслей древности.

ЗЕМЛЯ НАЧИНАЕТСЯ В КОСМОСЕ

Мягкое прозрачное одеяло окутывает планету. Это атмосфера — воздушная оболочка Земли. Ее не назовешь невесомой. Толща воздуха давит на каждого из нас с силой около пятнадцати тысяч килограммов. Ею мы не раздавлены потому, что наши клетки создают «противодавление», сопротивляясь сжатию. За единицу давления — одну атмосферу — принято давление воздуха на квадратный сантиметр поверхности Земли.

В воздушном океане вскипают могучие вихри, текут прозрачные потоки. Он пронизан солнечными и космическими лучами. Его придонная область, в которой мы живем, называется тропосферой.

Второй газовый слой, обволакивающий Землю, — стратосфера.

Третья, внешняя оболочка планеты — ионосфера — оканчивается далеко от земной тверди, там, где еще может удержать некоторые ионы ослабевшее земное притяжение.

Толщина тропосферы совсем «крохотная» — около десяти километров. Зато она составляет четыре пятых

части всей атмосферы по весу, потому что именно здесь находятся самые плотные, самые тяжелые ее слои.

В тропосфере, невидимые нашему глазу, содержатся и минеральные соли, и пыль, и различные газы. Но больше всего здесь азота — 75,7% и кислорода — 23,01%. Из других газов: аргона — 1,28%, углекислоты — 0,03%. На долю всех остальных приходится самая малость.

Состав тропосферы в различных частях земного шара имеет свои особенности. А в прежние времена он и вовсе не походил на современный.

Зеленые волшебники — растения — за сотни миллионов лет создали современную атмосферу, насыщенную живительным кислородом.

Человечество ежегодно выдыхает миллион тонн углекислого газа. А ведь, кроме нас, дышат и животные, не прекращают свои ядовитые испарения вулканы, загрязняют воздух тысячи огромных городов, заводов и фабрик.

Ухаживая за деревьями, сажая их, мы не только ожидаем аппетитных плодов. Растения дарят нам бесценное сокровище — кислород.

Нелегко растениям очищать тропосферу. Гигант эвкалипт за день перерабатывает менее полкилограмма углекислого газа — третью часть того количества, которое выдыхает человек за это же время.

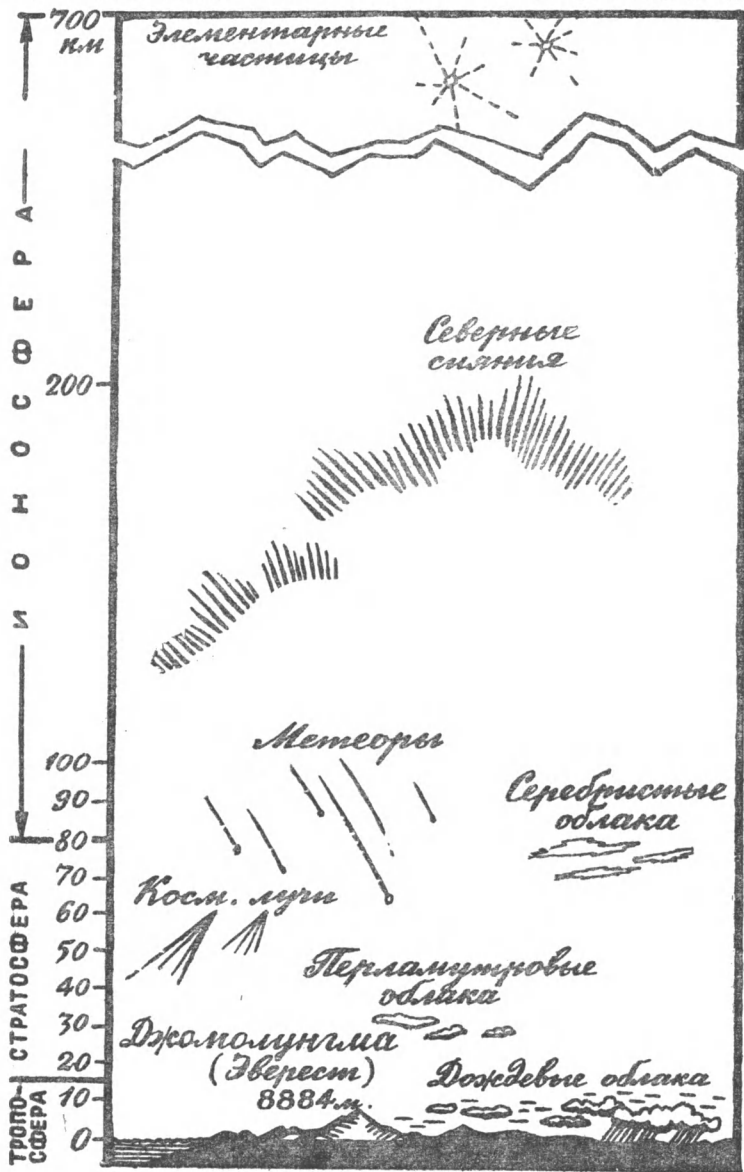
Некоторые химические элементы, свободно блуждающие в атмосфере, несут нам свет.

Атомы неона встречаются в десятки тысяч раз реже, чем атомы азота. Но именно их извлекают из воздуха заводы. Именно они, распростившись со «свободной» стихией, замыкаются в стеклянных трубочках и вечерами вспыхивают, словно крохотные разноцветные солнца.

Воздух тропосферы — водонос. Без усталости он по небу белее облака, насыщенные влагой. Вес их — десятки, тысячи, миллионы тонн!

Воздух могуч. Вздвигая пыльные бури, легко переносит он тысячи тонн земли на сотни и тысячи километров. Может он и удивить людей какой-нибудь шуткой: то бросает на поля с дождем рыб и лягушек,

СТРОЕНИЕ АТМОСФЕРЫ



то щедро сыплет пшеницу с неба (предварительно взметнув все это с земли). Такие подарки наводили прежде людей на мысли о верхнем обитаемом мире. Представлялось, что и там рыбаки ловят рыбу, земледельцы выращивают пшеницу.

Потоки воздуха увлекают за собой воды океана. Возникают могучие морские течения.

От больших скоплений колоссальных воздушных масс может даже чуть-чуть изменяться скорость вращения Земли.

Перед ненастьем резко понижается давление воздуха. Ткани мышц, привыкшие к большой нагрузке, словно раздуваются изнутри. Они дают на нервные волокна. Животные и люди ощущают недомогание.

Даже заскорузлая поверхность Земли реагирует на смену атмосферного давления.

Иногда перед непогодой начинают трещать, лопаться и осыпаться со склонов глинистые сланцы. Их так и называют трескунцами или лопунцами.

Понижение давления атмосферы возбуждает деятельность вулканов. Это, например, случается со Стромболи в Средиземном море. Перед штормом он извергается с особой силой. Моряки научились по нему даже предугадывать погоду.

Резче всего изменяются свойства тропосферы с высотой.

Подъем на заоблачную вершину — самый короткий путь к вечным льдам. Чтобы по меридиану миновать все климатические зоны от экватора до полюса, требуется преодолеть десяток тысяч километров. Подобное путешествие от жаркого подножия до снеговой шапки горы займет совсем немного времени.

Высота негостеприимна. Чем выше, тем меньше кислорода, меньше водяного пара. У верхней окраины тропосферы человек задыхается в разреженном воздухе, как рыба, вынутая из ее привычной плотной среды. Толщина тропосферы от 8 километров (у полюсов) до 17 километров (над экватором).

На окраине тропосферы первый морозный барьер: температура воздуха снижается до -50° , -80°C .

Отсюда начинается следующий газовый слой — стратосфера.

Холода в стратосфере не более жестоки, чем в Антарктиде (хотя плотность воздуха в десятки и сотни раз меньше). На высоте 25—30 километров стоит неизменное «стратосферное лето» с плюсовыми температурами, близкими к нулю. А еще выше вновь начинается похолодание, и к верхнему пределу слоя, ко второму морозному барьеру, стужа становится еще более жестокой, чем на нижней границе.

«Отопляет» центральную часть стратосферы слой озонированного воздуха — своеобразная прокладка между двумя морозными панцирями.

Силой космического излучения в стратосфере происходит расщепление молекул кислорода — O_2 — на два атома. Эти осколки, прилипая к уцелевшим молекулам, образуют озон — O_3 .

Озоновый слой частично поглощает ультрафиолетовые лучи, губительные для живых существ. Он обращает в тепло их смертоносную силу. Столь полезная и ответственная работа совершается ничтожными средствами: даже в самой гуще слоя содержится лишь одна четырехмиллионная часть озона.

В восьмидесяти километрах от поверхности земли начинается ионосфера. Ее верхняя граница теряется в космосе. Огромная и пустынейшая область. Даже атомам здесь не тесно. Они редки, как одинокие путники в пустыне (в тропосфере их плотные толпы).

Бешеный вихрь космических лучей сдирает с одиноких атомов их электронные оболочки. Атомы превращаются в ионы.

Высшие небесные сферы некогда считались и самыми прекрасными. Ведь они ближе всех к Солнцу! Так и говорили: «Он находится на седьмом небе». Это значило, что человек счастлив, как в раю.

А в действительности самое высокое «небо» — самое неуютное. Здесь кончается наша обжитая планета.

Ионосфера — самая раскаленная из воздушных сфер. Начиная со второго ледяного барьера она неуклонно нагревается. На высоте 200 километров температура превышает $600^\circ C$.

Узнать температуру атмосферных высот нельзя при помощи наших привычных градусников или иных измерительных приборов. Помогают формулы физики.

Температура высот вычислена учеными в тиши кабинетов, по зависимости температуры от плотности, давления и среднего веса молекул или атомов газов.

А что находится за ионосферой? «Открытый космос»?

До недавнего времени считалось именно так.

В начале нашего века некоторые ученые предполагали, что Земля, обладающая сильными магнитными свойствами, может ловить в свои магнитные поля электрически заряженные частицы (главным образом электроны и протоны, поступающие с лучами Солнца).

Советские и американские спутники подтвердили это предположение. Они обнаружили два радиационных пояса — большой и малый, — двумя кольцами окружающие планету. Внутренний пояс располагается на расстоянии около 25—35 тысяч километров от поверхности Земли, второй тянется до 40—60 тысяч километров. На стороне, обращенной к Солнцу, кольца толще.

О происхождении, а также влиянии на Землю радиационных поясов известно еще очень мало. Однако даже скудные сведения, которые имеются сейчас, крайне важны. Например, для безопасности полетов космонавтов: пребывание в пределах этих поясов (особенно в период солнечной активности) угрожает здоровью людей.

ЗЫБКАЯ КОЛЫБЕЛЬ ЖИЗНИ

Что для нас привычнее воды? Ее простенькая формула, кажется, понятна до предела. Два атома водорода и один атом кислорода. Чего еще проще? Это и есть вода — одно из самых загадочных веществ на свете.

Вечный бег волн, стремительные струи потоков, грохочущие водопады и трезвонные, как птицы, ручейки... Есть в воде что-то живое, одухотворенное. И потому фантазия человека населяла реки наядами и русалками, моря — тритонами и nereидами.

У каждого народа создавалось собственное представление о боге моря. Джебису в Японии, младший брат Солнца, повелевал водами океана, а Мидсуно-Ками —

водами суши. Камчадалы поклонялись Митгку, великому духу моря, посылающему рыбу вверх по рекам к людям. Перуанцы называли море Мамакоче — матерью, кормилицей.

Некогда у греков старец моря Нерей — отец нерид — скромно жил в подводных пещерах. Но уже Гомер воспел великого Посейдона, бога морей, колебателя Земли, запрягающего златогривых скакунов своих, чтобы из океанских пучин промчатся к горе Олимп на собрание богов. Подобное же превращение свершилось и с владыкой океана Гуной на берегах Гвинеи. Чем ближе знакомились люди с морем-океаном, тем ниже склонялись перед его мощью.

Самое удивительное то, что не могли люди представить всеобщее единство воды — морской, наземной и небесной. Для каждой речки, для каждого озера придумывалось свое собственное божество.

При переходе персидской армии через реку Гинду — приток Тигра — утонула одна из священных лошадей царя Кира. Взбешенный Кир приказал воинам перекопать реку сотнями канав. И многоводную Гинду можно было теперь переходить вброд.

Другой персидский царь, Ксеркс, повелел палачам нанести непокорному Геллеспонту (пролив Дарданеллы) триста ударов кнутом, а в его воды бросить пару кандалов.

Капризные и жестокие персидские тираны не задумывались над тем, что реки впадают в море, что воды пролива принадлежат океану, а значит, обида, нанесенная реке или проливу, может разгневать могущественного морского владыку. Не думали об этом и мудрые советники полководцев, не думали воины. Потому что единство всех вод нашей планеты осознали люди много позже.

Впрочем, одна из древнейших философских идей греков придавала воде величайшее значение: Фалес Милетский считал ее основой всех основ, началом всех веществ, выражением единства мироздания.

Все это были выдумки. В зеркале вод люди видели собственное отображение, наделяя каждый водоток или водоем человекоподобными божествами. Под стать красивым легендам была идея Фалеса.

Прошли столетия, прежде чем геологи сумели осознать и великое единство земных вод, и великое отличие водной среды от всех прочих.

Ученые свергли мифических богов с их тронов. Обширные владения морских царей разделили на три части. Морями и океанами стали ведать океанографы, водами суши — гидрологи, а подземными водами — гидрогеологи.

Наука провозгласила единство земных вод. Нарекли это великое всепланетное царство гидросферой (от греческого слова «гидер» — вода). Раскинулось оно на две трети поверхности Земли.

Освободившись от страха перед властителями вод, человек стал исследовать беспокойную стихию.

Проникнуть в глубины гидросферы не просто. Царят там чудовищные давления, для которых броня современных подводных лодок — что скорлупа яйца. После изобретения в прошлом веке скафандра стала доступна людям верхняя стометровая пленка непокорного океана. Лишь в песнях сказителей удалой гусяр, молодой купец, по имени Садко, запросто спустился на самое дно морское да пошел поигрывать на струнах звончатых, аж сам угрюмый царь подводный не сдержался — ногой притопнул да и в пляс пустился: насилие его уgomонили.

В 1934 году В. Бииб в стальном орехе — батисфере — достиг глубины тысячи метров. Девятнадцать лет спустя француз Пиккар построил батискаф. В отличие от батисферы, привязанной тросом к кораблю, батискаф может плавать самостоятельно.

В аппарате Пиккара удалось достичь глубины 3150 метров. А в 1960 году Жак, сын Пиккара, в батискафе собственной конструкции установил мировой рекорд погружения: достиг дна Марианской впадины (глубина 10 919 метров).

Глаз ученого стремится к недоступному. Интереснейшие наблюдения проводятся глубоководными исследователями. (Правда, Пиккар и его спутник на рекордной глубине ощущали такое волнение, что наблюдений почти не вели.) Однако основные сведения о гидросфере собраны учеными в нашей привычной среде, в лабораториях — надводных и наземных.

Поверхность геоида на суше вздыблена грядами гор, изрезана долинами. На море она почти идеально гладкая, лишь чуть шершавится ветром.

Спокойная ровность поверхности вод обманлива. Скрывает она под монолитной толщей своей невидимые снаружи выси и провалы дна. Подводное царство имеет свои горные гряды, обширные плато, глубоко врезанные долины. Ученые судят о них по слухам, в полном смысле этого слова.

Рассказывает людям о строении нижней границы гидросферы отзывчивое эхо. (Эхо — имя нимфы. Она от любви к самодовольному Нарциссу лишь безропотно повторяла его слова и исчезла наконец. Остался только ее голос.)

Эхолот — измеритель глубин, — как чуткое ухо летучей мыши, ловит отраженные звуки. Посылается в воду звук — отражается дном, ловится отзвук. Чем глубже дно, тем дольше приходится бежать звуковым волнам до дна и обратно, тем больше интервал между сигналом и его отражением.

Отзвук — тень звука. Эратосфен сумел использовать световую тень. Эхолот — прирученная звуковая тень.

Современные эхолоты не только рассказывают, но и показывают. Бесперывно с судна звучат сигналы, отражаются дном и возвращаются назад. Эхолот самостоятельно выписывает на бумажной ленте все изгибы далекого дна. Самостоятельно! Не то что робкая нимфа...

Кажется, давно открыты все горные хребты, все долины. Но нет!

В 1951 году советские ученые открыли два новых горных массива и назвали их именами Ломоносова и Менделеева. Обнаружили хребты не географы, а гидрографы в Северном Ледовитом океане. А сколько еще открытий впереди!

В океанах самые сильные движения воды близ поверхности, у вершин подводных гор. В подводных расщелинах течения медленнее, не приметнее.

Там, где океан воды граничит с воздушным, где могучие атмосферные вихри увлекают за собой медлительные воды, возникают океанические течения. Ги-

гантские водовороты кружатся в чашах океанов, влекомые силами, которые возникают при вращении Земли. Они несут тепло тропиков к северным странам, а ледяные воды с ледышками-айсбергами — к жаркому экватору.

Гидросфера плотно опоясала земной шар. И то, что она занимает $\frac{2}{3}$ земной поверхности планеты, — очень существенно. Ведь вся поверхность Земли ловит лучи Солнца. И больше всех — вода. Она, как известно, дольше, чем суша, хранит тепло. Когда на континенте застывает почва и озера покрываются ледяным щитом, на тех же широтах океан хранит еще тепло летних дней и влажными туманами смягчает силу мороза.

Гидросфера — аккумулятор тепла и его распределитель. Такое течение, как Гольфстрим, влечет с собой в двадцать пять раз больше воды, чем все реки Земли. Тепло Гольфстрима ослабляет на 15—20° скандинавскую стужу, так что даже в самый холодный месяц года — январь — средняя температура воздуха в Норвегии немногим ниже нуля. И это возле полярного круга!

Ежегодно полмиллиона кубических километров воды поднимается в воздух, чтобы осыпаться вниз дождем, инеем, снегом, градом, росой... Каждая капелька, каждая росинка, для того чтобы оторваться от земли, взмыть в небо, испариться, должна запастись энергией. Она получает ее от доброго, теплого Солнца. (Нам, людям, для испарения такой массы воды потребовалось бы вырабатывать в тысячи раз больше энергии, чем используем мы сейчас.)

Тепло водяного пара поднимается вместе с ним в атмосферу и идет на «отопление» планеты.

Но, кроме всего этого, у геологов к морям есть особый интерес. В их недрах неустанно, непрерывно происходит образование осадков. Большая часть горных пород, доступных наблюдению, образовалась в воде — точнее, на дне водоемов.

Когда журналисты пишут про тайны океана, они очень часто упоминают об ужасных морских драконах, гигантских кальмарах, чудовищных змеях.

Главные тайны океанов куда более серьезные, увлекательные, загадочные. Они связаны не с какими-нибудь отдельными видами животных (этих видов в гидросфе-

ре сотни тысяч), а со всеми животными, со всей сушей, со всей планетой.

До сих пор остается величайшей загадкой появление жизни на Земле. Некоторые ученые считают, что жизнь во Вселенной вечна (как и сама Вселенная): мельчайшие живые клетки пронизывают космос, мчатся в световых лучах, оседая и расцветая на планетах. Подобные взгляды обычно называют фантастическими, потому что большинство ученых верят в происхождение живого вещества из неживого.

Если на нашей планете действительно некогда родились первые живые существа, то ключ к решению этой проблемы скорее всего скрыт в воде. Точнее, где-то в прибрежной части древнейшего моря, на стыке трех сред: воды, воздуха, земли.

А как появилась сама вода? Восполняются ли ее запасы непрерывным притоком раскаленного пара из земных недр? Или многие миллионы лет гидросфера остается неизменной? Или высыхает?

Вопросы, вопросы...

В науке их всегда больше, чем ответов.

ЖИВАЯ ОБОЛОЧКА

«Жизнь поистине является одной из наиболее могучих геохимических сил нашей планеты», — писал гениальный русский ученый В. И. Вернадский.

На соединении земной тверди, воздуха и воды шумят растения, снуют животные, кишмя кишат невидимые нашему глазу микробы. Пульсирующая пленка жизни!

Все живые существа вместе — люди, животные, растения, бактерии — и среда их обитания составляют великую живую оболочку планеты — биосферу (от греческого слова «биос» — жизнь).

Вес биосферы, по сравнению с весом Земли, совсем не приметный: какой-нибудь миллион миллиардов тонн. Земля в шесть миллионов раз тяжелее своей живой оболочки.

Однако сила биосферы колоссальна.

Миллионы лет, из года в год, медленно, как тихий снег, оседают на дно моря малюсенькие домики-раковины (одна устрица, чтобы соорудить свою раковину, перерабатывает тысячу тонн воды. Быть может, и мы когда-нибудь научимся создавать машины, которые станут извлекать из морской воды растворенные там вещества). В конце концов раковины образуют слои горных пород толщиной в несколько километров.

Живые организмы обладают способностью «впитывать» химические элементы и включать их в кругооборот жизни, который заканчивается накоплением органического вещества и содержащихся в нем химических элементов. Отдельные живые существа — словно крохотные заводы, добывающие те или иные химические элементы, рассеянные повсюду. Моллюски «добывают» медь; медузы — цинк, олово, свинец; губки — йод; серные бактерии — серу.

Живые организмы сконцентрировали в одних только известняках огромное количество угольной кислоты — в несколько тысяч раз больше массы всех льдов нашей планеты. А льда на Земле так много, что если он вдруг весь растает, уровень мирового океана повысится более чем на полсотни метров.

Множество сокровищ накопила в Земле биосфера. Ею созданы крупнейшие в мире месторождения угля, железа, марганца, бокситов, пещего мела, фосфоритов.

Необходимая составная часть всего живого — углерод. Атомы его очень «дружелюбны». Они охотно образуют самые разнообразные соединения с атомами кислорода, водорода, азота и других элементов.

Бесчисленное разнообразие химических соединений углерода — основа для всех живых существ Земли. Он незаменим в углеводах, белках, жирах и во многих других органических соединениях.

Еще одно вещество жизни — фосфор. Он придает прочность костям животных.

Голубой холодный свет излучает фосфор. В средние века за эту свою особенность он слыл всемогущим философским камнем.

Ровное свечение фосфора в темноте наводит на мысль о великом свете разума. Действительно, клеткам мозга фосфор необходим.

Люди добывают фосфор из земли для удобрения полей. В биосфере атомы фосфора переходят из минералов через корни в плоть растений. Из растений они переходят в мясо, кости и мозг животных. После смерти живых существ фосфор из их тел переходит в землю, накапливается там, чтобы затем вновь пройти извечный круговорот жизни и смерти.

Подобно титанам, рожденным от Геи — Земли и Урана — неба, живые существа обязаны своей жизнью не только матери-Земле, но и космосу. Щедрое Солнца и космическое излучение, смягченное и ослабленное воздухом, питают биосферу. Она насыщена энергией Солнца и космоса, непрерывно ее накапливает.

Лик планеты преображен силой жизни. Деревья, травы, кустарники, сибирская тайга, африканские джунгли — зелень, зелень, зелень... Несметные полчища живых существ — от микроскопических до гигантских — на суше, в воде, в воздухе, под землей.

Тонкая пленка почвы так густо насыщена организмами, что ее саму можно считать живой.

Жизнь — величайший химик. Создает она тысячи соединений. Да и сама многолика, разнообразна. Сейчас известно более миллиона видов живых существ, а различных неорганических соединений (минералов) около трех тысяч.

«Химические эксперименты» живой материи важны и интересны. Создана специальная наука, их изучающая, — биогеохимия. Основал ее наш великий соотечественник В. И. Вернадский.

Словно фантастический оборотень, принимает жизнь множество обличий, переходит из одной формы в другую. И непрестанно работает, работает, работает, бросая вызов косной материи, борясь со слепым стремлением неживой природы к равновесию, к неподвижности, к вечному покою.

Живое вещество коренным образом отличается от неживого: оно непрерывно обновляется (размножение); изменяется и усложняется со временем (эволюция); приспосабливается, видоизменяясь, к различным природным условиям; реагирует на изменения внешней среды, действуя сообразно этим изменениям. Оно уди-

вительно сложно устроено и сохраняет это свое качество, тогда как неживая природа обычно стремится к упрощению, к устойчивости.

В неживой природе встречаются процессы чем-то подобные деятельности живого вещества, но они теряются в общем стремлении неживой материи к равновесию.

Благодаря деятельности людей, благодаря человеческому разуму, появилась на Земле новая сила, преобразующая природу, — сила техники. Она продолжает все те процессы, которые шли прежде в биосфере, продолжает геологическую работу живого вещества.

И каждый из нас — участник созидания этой невиданной ранее сферы планеты. Ей мы принадлежим всей нашей жизнью, деятельностью и смертью, всеми нашими мыслями. Мы — мельчайшие частички ее, а она — частица Земли.

Прекрасен материи тайный состав
И участь земного тлена:
Распавшись на части и тайною став,
Смешаться со всей Вселенной.

Я счастлив и рад, что от жизни былой
Останется главная истина в силе:
Я вечностью стану, я стану землей,
Земной драгоценною пылью¹.

СФЕРА ТЕХНИКИ, РАЗУМА, ЧЕЛОВЕКА

Усилиями миллионов людей создавалась и создается необычайная оболочка Земли. Здесь деятельность человека, утысячерившего свои силы машинами, является самой могучей, самой активной геологической силой.

Эту оболочку планеты нередко называют ноосферой («ноос» — по-гречески «разум»). Быть может, точнее называть ее техносферой, потому что разум

¹ Р. Тагор, перевод В. Пастернака.

человека не всегда может предвидеть последствия великого преобразования природы, совершаемого силой техники, не всегда направляет деятельность людей, которая подчинена не воле и желанию кого-то, а строгим законам природы (до сих пор еще почти не изученным). К тому же разум без техники бессилён свершить преобразования природы.

Мы свыклись с теперешним обликом Земли. Изучая в школах физическую географию, даже не задумываемся о том, как трудно ныне, почти невозможно выделить «естественные» ландшафтные зоны. Скажем, зону степей с их первобытными ковыльными просторами.

На бескрайних нивах колосятся посеянные злаки, набухают в почве клубни, поднимаются «культурные» растения. Пасутся неисчислимые стада «культурных», выведенных человеком животных. Стоят возведенные людьми сооружения.

Леса занимают более четверти всей суши. Третья часть лесных массивов используется человеком.

Без удивления узнаём мы о создании новых рек (каналов), озёр (водохранилищ), пещер (метро и шахт).

На земле, в лабораториях ученых, на заводах, создаются сотни новых минералов, химических соединений, даже новые химические элементы. Выплавляются во все возрастающих количествах чугун, сталь, сплавы... Великие разрушительные силы природы не могут противостать этому, хотя коррозия «сгрызает» за год ни много ни мало — 8 миллионов тонн железа; истирается в год, распыляясь, тонна золота.

В сферу своей деятельности вовлекает человек все новые и новые химические элементы. До XVIII века их было двадцать пять, в XVIII веке — двадцать восемь, а в начале XX века — шестьдесят. Сейчас используется около сотни химических элементов, а некоторые созданы искусственно.

В середине прошлого века удалось создать в лаборатории невиданное прежде вещество — легкий, белый, серебристо-блестящий металл. Его получали из расплавленных глин путем электролиза. «Серебро из глины» ценилось значительно дороже, чем любой драгоценный металл.

Это был алюминий.

Широко распространенное на земле вещество ценилось больше всех остальных!

Алюминия очень много. По весу он составляет десятую часть земной коры. Но в чистом виде он не встречался в природе до прошлого века. Он — составная часть множества минералов и горных пород: полевых шпатов, бокситов, гранитов, глин. Окись алюминия — минерал корунд — по твердости своей уступает лишь алмазу. Пунцовый рубин и синий сапфир красотой своего цвета обязаны присутствию в их кристаллических решетках атомов алюминия.

Алюминий в три раза легче железа. К тому же он прочен и вязок. Он не боится коррозии: в присутствии кислорода покрывается плотной и тонкой пленкой окиси, которая не дает кислороду проникать в глубь. (Не то что рыхлая окись железа — ржавчина!)

Вот почему стал алюминий металлом самолетов. Вот почему называют его металлом двадцатого века.

Атмосфера Земли с появлением промышленности неуклонно изменяется.

Содержание в ней углекислоты выросло почти в полтора раза (результат сжигания угля, торфа, дров). Углекислый газ, в свою очередь, препятствует отдаче тепла земной поверхности в космическое пространство, «отепляет» планету.

От ядовитого дыхания миллионов машин, фабричных труб, самолетов и кораблей появились в атмосфере новые соединения. Города курятся, словно вулканы. Берлин выделяет углекислоты в три-четыре раза больше, чем один из крупнейших вулканов Америки — Котопахи.

Тучи пыли вздымаются над промышленными районами.

В Ливерпуле на один квадратный километр за год выпадает семьсот тонн пыли, а на всю Англию — четыре с половиной миллиона.

Город — детище человека. Огромные, четкие кристаллы домов. Земля покрыта прочной корой асфальта. Врезаны в небо вышки, трубы с темными флагами дыма; непрестанно гудят машины. А ночами проплывающие над ними облака освещены электрическим заревом.

Там,
Хребты железные согнув, мосты
Стремят прыжки в зиянье пустоты;
Там в высь влиты стволы колонн,
Украшенные ликами горгон;
Там башни у пределов пашни;
Там крылья крыш над чернотой ниш
Застылый свой полет в свинцовый свод несут;
То — город-спрут
Лег
У дорог лавиной над равниной¹.

В городе свой, особый климат. Он мягче, чем в окрестностях. Туманов здесь больше вдвое или втрое, среднегодовая температура на 1—2° выше. Зимой здесь тратится на отопление почти столько же тепла, сколько поступает от нежаркого зимнего солнца. Весна приходит сюда раньше, чем в окрестные поля и леса.

Действуют в техносфере не только животворные, созидающие силы. Увеличивается радиация. Гибнут леса («Жалко леса на скверные книги», — сказал чешский поэт Незвал). Уничтожаются целые виды животных (например, тур, тарпан, стеллерова морская корова; в Кении за год сейчас убивают пять тысяч слонов).

Это — зло, которое необходимо превозмочь.

Скорость развития техносферы, ее превращений несоизмерима с геологическим масштабом времени, где единица измерения — миллион лет. Если развитие биосферы сравнить с медленным тлением или ровным горением, то возникновение техносферы — яркая вспышка, взрыв.

Человек, повелевая всемогущим великаном — техникой, способен за недолгие годы совершить то, на что прежде природе требовались сотни веков (изменить русла рек, создать новые минералы, вывести новые виды животных и растений, переместить огромные массивы горных пород — целые горы!). Ежегодно десятая часть суши обрабатывается человеком. Стада послушных машин — помощников наших — исчисляются десятками миллионов «голов».

¹ Э. Верхарн.

Техносфера настойчиво стремится к расширению, охватывает и подчиняет всё новые сферы Земли. Человек проник в тропосферу, а следом — в стратосферу, ионосферу и вышел в космос. Имеются планы создания вокруг Земли пылевых облаков, преломляющих лучи заходящего Солнца, изменяющих климат планеты. Человек достиг пределов гидросферы — океанического дна. Он неуклонно буравит Землю, стремясь пробить крепкую земную кору и достичь глубинных каменных сфер.

Наша планета излучает в космос мощный поток радиоволн — в миллионы раз больше, чем Венера или Меркурий, и почти столько же, сколько Солнце в периоды, когда на нем нет пятен. Это — голос техносферы.

Техника, управляемая разумом, становится космической силой.

Невиданной мощью обладает ныне человечество. Она возрастает из года в год. Все мы, люди, своим трудом, своими руками и мозгом участвуем в преобразовании небольшой, но неистово беспокойной планеты Солнечной системы.

ЕДИНСТВО В САМОМ БОЛЬШОМ И САМОМ МАЛОМ

Вот мы и добрались до тверди земной, снимая одну за одной сферы-скорлупы. Но, прежде чем углубиться в недра планеты (мы это сделаем в следующей главе), давайте припомним слова Иоганна Вольфганга Гете:

Природа все дает, к нам царственно щедра;
Нет у природы ни ядра,
Ни скорлупы; она — все вместе.
В свое взглядысь внимательно нутро:
Ты скорлупа или ядро?

Как бы четко ни разделялись геосферы, есть нечто единое, связывающее их. Вернее даже, вся планета — единое целое, а уж дробим ее на отдельные части мы сами в своем воображении, чтоб легче ее было изучать.

Проще всего признать существование бога, воля и мысль которого объединяет разнородные части и регу-

лирует их взаимосвязь. С точки зрения религии, такого объяснения вполне достаточно. Вспомните хотя бы всеобъемлющего Ометеотла инков, о котором говорилось в самом начале главы. Но ведь это поэтический образ, символ, аллегория — что угодно, только не научная мысль, подкрепленная убедительными фактами.

Мы знаем силу, сплавивающую все вещество Земли. Это сила тяготения. Она же регулирует взаимодействие небесных тел. Недаром Ньютон считал закон тяготения проявлением божественного порядка в природе.

И все-таки важнее, по-видимому, единство частей планеты в малом, в мельчайших атомах (или ионах), из которых состоят все геосферы.

Когда космический корабль разрывает пути земного притяжения, он все-таки остается частицей планеты — не потому, что «тяготеет» к ней, а потому, что состоит из ее плоти, из ее атомов.

Атомы непрерывно движутся внутри геосфер, переходят из одной геосферы в другую, испытывают воздействие солнечных и космических излучений, уносятся в космос и поступают из космоса на Землю...

«Я вспоминаю один вечер, тихий, прекрасный вечер в Крыму, — писал академик Ферсман. — Вся природа как будто бы уснула, и ничто не тревожило гладь спокойного моря. Даже звезды на черном южном небе не мерцали, а сияли яркими лучами. Замолкла жизнь вокруг, и казалось, весь мир остановил свое движение и замер в бесконечной тишине южной ночи.

Но как далека эта картина от истины и как обманчивы тишина и спокойствие окружающей нас природы!

Достаточно подойти и начать медленно вращать рукоятку радиоприемника, чтобы узнать, что весь мир пронизан мириадами несущихся электромагнитных волн. Измеряемые то несколькими метрами, то тысячами километров, бурные волны мирового эфира поднимаются на высоту озоновых слоев и обрушиваются вновь на Землю. Налагаясь одни на другие, они наполняют весь мир неслышными невооруженному уху колебаниями.

Со скоростями в тысячи километров в секунду несутся пары раскаленного вещества в атмосфере звезд, и в несколько минут вырастают громадные клубы газов

в несколько тысяч километров, образуя сверкающие в короне солнца протуберанцы.

Вечно идет обмен атомами между воздухом и землей. Подвижные атомы кислорода внедряются из воздуха в организмы; молекулы угольной кислоты разлагаются растениями, создавая постоянный круговорот углерода, а в глубинах Земли, стремясь вырваться к поверхности, кипят Огненные расплавы тяжелых пород.

Твердый и спокойный, лежит пред нами чистый и прозрачный кристалл. Казалось бы, что отдельные атомы вещества распределены в строго определенных узлах какой-то неизменно прочной решетки. Но это только кажется: они постоянно находятся в движении, вращаясь вокруг своих точек равновесия, постоянно обмениваясь своими электронами, и совершают свое движение по сложно повторяющимся орбитам.

Все живет вокруг нас. И чем больше наша наука овладевает природой, тем шире раскрывается перед ней действительная картина всех движений окружающего нас мирового вещества. И когда науке оказалось доступным измерение движения за время миллионных долей секунды... стало понятно, что нет больше в мире спокойствия, а есть лишь хаос постоянных движений, ищущих своего временного равновесия».

Каждая геосфера — это и есть область своеобразного равновесия тех или иных атомов.

Сейчас насчитывается более ста разновидностей атомов. Они называются химическими элементами.

Химические элементы не любят жить порознь. Они очень общительны. Некоторые из них образуют прочные соединения, которые в геологии называются минералами.

Есть и угрюмые отшельники, вроде золота и платины. Им нравится жить самим по себе. Они не желают объединяться ни с кем. Благородные металлы!..

В определенных условиях давления и температуры атомы могут образовывать газы, жидкости, твердые тела.

Жизнь непоседливых химических элементов, слагающих Землю, их движение, превращения и соединения изучает наука **г е о х и м и я**.

Физические свойства нашей планеты (температуру, давление, плотность и т. д.) исследует **г е о ф и з и к а**.

Работа геофизиков напоминает труд геодезистов. И те и другие, изучая Землю, не могут обойтись без графиков, математических расчетов, формул. Только взгляд геодезистов скользит по земной поверхности, а геофизики определяют с помощью своих приборов свойства горных пород, залегающих на недоступных глубинах. Делается это по-разному.

Переехав из Московской области в район Курской магнитной аномалии, мы не почувствуем особых перемен вокруг.

А если взглянуть на компас? Стрелка его неуверенно тычется из стороны в сторону. Необычайное событие: местная земля притягивает ее сильнее, чем могучие магниты полюсов. Компас сообщает геофизикам о магнитных свойствах не только всего земного шара, но и отдельных его участков.

Есть у геофизиков приборы несравненно более сложные, чем компас.

Изменения силы тяжести улавливают точнейшие гравиметрические приборы. Они позволяют судить о массе и плотности горных пород по силе их притяжения.

Земля испускает неощутимые нами радиоактивные лучи. В одном месте гуще, в другом — самую малость. Их фиксируют радиометры. С их помощью открывают ценные месторождения радиоактивных минералов.

Зондируя, пронизывая Землю электромагнитными волнами, можно уловить зоны, где одни горные породы сменяются другими (по смене электрических свойств). Столь же четко отзывается Земля на более грубые звуковые и механические колебания. И это используют геофизики для своих целей.

Приборы как бы многократно увеличивают восприимчивость органов чувств человека: слуха, зрения, осязания. Они позволяют фиксировать даже невидимые глазом излучения (ультрафиолетовые, радиоактивные), неслышимые ухом звуки (ультразвуки), неощущаемые электромагнитные волны...

Техника, направляемая разумом, способствует развитию знаний, прогрессу разума. Она помогает нам проникать научной мыслью в такие области планеты и космоса, куда без нее заглянуть было бы невозможно.



**БОГАТСТВА ЗЕМНЫХ НЕДР
ОБЕРЕГАЮТ СТРАШНЫЕ ЧУДОВИ-
ЩА И ДУХИ...**

Глава 3

ВСЛЕД ЗА ПРОФЕССОРОМ ЛИДЕНБРОКОМ

Бог, или Природа, верней, конец положила раздору.
Небо она от земли и землю от вод отрешила...
Пламя огня вознеслось под свод невесомого неба,
Место себе обретя на самом верху мироздания.
Воздух — ближайший к огню по легкости, как и по месту.
К более плотной земле притянулись частицы крупнее.
Тяжесть своя придавила ее.

Овидий Назон, I в. до н. э.

СКАЛЬНАЯ СКОРЛУПА

Почти во всех научно-фантастических произведениях люди будущего улетают прочь от Земли: путь к центру планеты труден даже для фантастов.

Легче всего преодолимы газовые и ионные сферы.

В 1731 году — первый полет в тропосфере. Через двести лет — выход в стратосферу, на высоту более 15 километров. Еще через 28 лет — выход в космос.

Более плотную среду — гидросферу — пробить оказалось сложнее, и когда воздухоплаватели уже летали в стратосфере, подводники осваивали всего лишь километровую глубину. Когда космонавты витали в невесомости, океанографам наконец-то покорилась одина-

дцятикилометровая, давящая колоссальным прессом бездна.

А как быть с неколебимой крепостью скал? Какая сила способна пробиться в земную твердь?

По стародавним сказаниям выходило, что самое главное на свете — слово. В Библии — в священном сборнике древнееврейских легенд, в книге Бытия утверждается, что создал всемогущий владыка мир лишь силой словесной.

Велика сила слова. Мир, который создают люди в своем воображении, выстроен из кирпичей слов. В слова одеты наши мысли.

Заговором, верилось, можно и скалы разверзнуть.

Вспомните удачливого Али-Бабу. Простое заклятье: «Сезам, откройся!» — и, послушные слову, раздвигаются скалы, открывая в глубинах своих семицветный блеск алмазов, тусклые отсветы золота, лунное мерцание опала, красные гроздья граната.

Но не слово открыло путь в недра, а дело: трудный труд, порой мучительный и опасный. Прежде всего люди стали добывать из земли простой камень — кремень, воду (самый драгоценный минерал) и каменную соль.

Человек вступил в единоборство со скалами почти безоружным.

Много тысячелетий назад люди, одетые в шкуры диких животных, каменными топорами и мотыгами из оленьего рога стучались в недра земли. Они искали материал для каменных орудий — кремень. С помощью кремневых орудий они выкапывали глубокие ямы — ловушки для мамонтов и носорогов.

История человечества неразрывно связана со скромным химическим элементом — кремнием (греческое слово, означающее «скала»). В химии употребляется его латинское имя — силициум (si).

После кислорода это самый распространенный элемент на земле. Вес его атомов составляет чуть меньше одной трети всего веса земной коры.

Из кремня (соединение кремния с кислородом) некогда изготавливались прочные орудия труда первобытных людей. Благодаря кремню огромный этап в развитии человечества назван «каменным веком». С таким же успехом его можно было назвать «веком кремня».

И поныне служат людям многие соединения кремния (обычно их называют силикатами). Соединяясь с кислородом, элемент этот превращается в оборотня. Он может принимать более двухсот обличей, оставаясь все той же окисью кремния (SiO_2), как и прежде. Одно из них широко распространено в природе. Это кварц.

«Показывают мне самые разнообразные предметы: прозрачный шар, сверкающий на солнце чистотой холодной ключевой воды; красивый, пестрого рисунка агат; яркой игры многоцветный опал; чистый песок на берегу моря; тонкую, как шелковинка, нитку из расплавленного кварца или жароупорную посуду из него; красиво ограненные груды кристаллов горного хрусталя; таинственный рисунок фантастической яшмы; окаменелое дерево, превращенное в кремень; грубо обработанный наконечник древнего человека — и о чем бы я ни спросил, мне ответят: это состоит из кварца и близких к нему по составу минералов», — писал А. Ферсман.

Из кварца делали шумерийцы первые свои украшения, из кварца выплавлялось стекло. Люди дивились прозрачности кварца (горного хрусталя). Греки считали его окаменевшим льдом. Множество красивых имен дали его разновидностям: оникс, агат, аметист, халцедон, опал, аквамарин, сард.

Но вода еще важнее, чем кремень. Для добычи ее копают колодцы, отыскивают родники, бурят скважины.

И золото издавна манило к себе людей.

Во времена Римской империи в одних лишь рудниках Нового Карфагена в Испании работало до сорока тысяч человек. Тогда редко кто задумывался над тайнами Земли: привлекали ее сокровища.

Но еще важнее золота было железо.

Легенда говорит, что когда полчища германских народов, свергнувших иго Рима, после победного боя пиrowали в долине, с вершины горы раздался громовой голос горного духа: «Чего хотите вы — золота на сто лет или железа навечно?»

Толпа воинов, звеня мечами и латами, вскричала: «Дай нам железо! С ним добудем золото!» С той поры

в долинах Штирии открылись богатые залежи железных руд.

Железо помогало не только отбирать золото, но и добывать подземные богатства. Полезнее воинственных мечей были лопаты, ломы, кирки, клинья, молотки. С их помощью горнопроходцы в средние века достигали стометровых глубин.

«Железо принадлежит к важнейшим металлам мироздания... Мы видим атомы железа, бурно мятущиеся на солнечной поверхности, они падают к нам ежегодно на землю в виде тонкой космической пыли, в виде железных метеоритов... Геофизики утверждают, что весь центр Земли состоит из никелистого железа и что наша земная кора есть такая же окалина, как те стекловидные шлаки, которые вытекают из доменной печи во время выплавки чугуна» (А. Е. Ферсман).

До изобретения Иоганном Гутенбергом книгопечатания все знания горняков передавались устно из поколения в поколение вместе с легендами, сказками, поучениями. Редкие рукописи были доступны немногим специалистам.

Но вот в 1546 году вышла в свет отпечатанная во многих экземплярах книга Георгия Агриколы «О природе ископаемых». В ней Агрикола, врач по профессии, знаток алхимии, изложил основы минералогии — науки о химических соединениях, слагающих Землю. Начался новый этап в развитии геологии и горного дела: печатные книги открыли путь к знаниям для многих людей.

В сказках путь к кладам стерегут страшные чудовища и духи. Они мешают смельчакам.

Истинные «подземные чудовища» — крепость скал, горное давление, подземные воды, ядовитые и взрывчатые газы. С ними вступили люди в трудный бой.

Бесформенным, многоголовым Змеем Горынычем врывалась в горные выработки вода. Она струилась из трещин ручьями. Вместо одной «отрубленной» головы-струи тотчас вырастала новая. Вода неистребимо сочилась из земли.

В XVI веке для борьбы с врагом решили люди использовать друга-великана — машину. Она была похожа на эскалатор метро: бесконечная, замкнутая лента транспортера, к которой были приделаны ковши. Ма-

шина черпала воду со дна и тащила ее наверх. Вся система приводилась в движение воротком. Вороток вращали кони.

Все больше коней кружилось вокруг шахт, вращая водяное колесо. В угольных шахтах Англии на откачках работало в XVII веке полтысячи лошадей! Но вода не сдавалась.

Прошло еще немного времени, и хитроумный человек сумел «стравить» два могучих чудовища: против воды он употребил... воду. Точнее, водяной пар. Появились первые механические насосы.

С тех пор сменилось несколько поколений насосов — истребителей воды. С каждым разом становятся они всё мощнее и мощнее. И хотя до сих пор остается вода опасным врагом шахт, добрые силачи-машины справляются с ней.

Есть под землей и другой враг людей. Невидимый, он стискивает выработки так, что трещат каменные своды. Он готов раздавить людей, машины — все, что проникает в подземелье. Он рушит своды, порой погребая заживо сотни горняков. Он сжимает стены, выдавливая вверх дно выработок. Этот враг — горное давление.

Оно появляется с глубиной. Чем глубже врезается шахта, тем мощнее слой горных пород над ней, тем сильнее давят они на выработку.

Миллионы лет дремлют под землей плотные, слежавшиеся слои. Они «привыкают» к мощному прессу вышележащих пород.

Человек нарушает подземное равновесие, высверливая искусственные пещеры — штреки, тоннели... В горных породах вокруг пустот появляются новые силы сжатия и растяжения. Под их действием породы трескаются, деформируются. Эти силы, еще очень мало изученные, и называются горным давлением.

Люди призвали себе на помощь деревья, железо, бетон. Колоннада подпорок выстраивается в галереях. Могучая крепь удерживает каменный потолок.

Крепость скал — неизбежный противник всякого, кто хочет пробиться в недра. Преодолевать прочные скалы трудно. Кое-как выдалбливали прежде люди узкие низкие щели. В забой приходилось вползать на

коленях. Победители недр больше походили на рабов, на ничтожных подданных великого подземного бога.

Призвал человек себе на помощь верного друга — огонь. В подземельях запылали костры. От сильного жара, от водяных паров растрескивались глыбы. Но большего сделать огонь не мог.

В XIII столетии было изобретено первое взрывчатое вещество — порох. Но лишь четыре столетия спустя научились люди использовать его не для убийства, а для «мирной войны» со скалами. (Доброе дело совершить намного труднее, чем злое.) Килограмм пороха за сотую долю секунды выполнял такую же работу, как десять человек за час.

В прошлом веке было создано новое смертоносное вещество в тринадцать раз сильнее пороха — нитроглицерин. Тогда же появились и первые перфораторы — сверла, работающие силой сжатого воздуха. Перфораторами стали высверливать в скалах глубокие отверстия, вставляя туда взрывчатое вещество и взрывать его.

Но первые взрывы раздались под землей раньше — в конце XIII века. Они были неожиданными. От них в угольных шахтах гибли тысячи людей.

Виновника катастроф удалось найти: жестокий убийца-невидимка — рудничный газ (он же болотный газ, углеводород, метан).

Люди сумели обуздать злодея. В 1815 году английский физик Деви изобрел лампу. Она не была волшебной, с ее помощью нельзя было повелевать джиннами, зато она изолировала огонь шахтерского светильника от рудничного газа, а без огня бессилён невидимка!

Бороться с другими шахтными врагами — ядовитыми газами, пылью, разъедающей легкие, — люди заставили ветер. Закачивая воздух с поверхности, мощные вентиляторы непрерывно продувают подземные выработки.

Есть у людей еще одно средство. Можно и не лезть самим под землю. Достаточно послать туда послушные машины.

Алмазные буровые коронки вгрызаются в толщу прочнейших скал, перемалывая камни. Они уже достигают семикилометровых глубин. Но это — булавочные

уколы, затрагивающие тонюсенькую кожуру «земного плода», тысячную долю его радиуса.

Если не могут люди воочию наблюдать недра, они стараются заглянуть «под землю» своим внутренним взором, воображением.

Волшебные легенды о замороженных кладах и пещерах, о слове-заклятье — даже эти фантастические сказки частично сбылись. Люди научились силой разума своего, силой воображения проникать сквозь неподатливый панцирь скал, научились видеть на многие сотни километров в глубь Земли.

К ЦЕНТРУ ЗЕМЛИ

Ровно сто лет назад на заседании минералогического общества в Иоганнеуме (Голландия) был заслушан самый удивительный научный доклад XIX столетия. Зачитал его профессор Отто Лиденброк.

Давно уже затихла газетная шумиха вокруг доклада О. Лиденброка. Одни сочли сообщение самой крупной мистификацией в науке, другие — величайшим достижением.

Профессор утверждал, что он вместе со своим племянником Анселем и проводником Гансом Бьелке спустился в один из трех кратеров вулкана Екуль Снайфельдс (Исландия). После долгих блужданий в жерлах, пещерах, трещинах земной коры путешественники были выброшены (на плоту) поднимающейся лавой из кратера вулкана Стромболи (Сицилия). И действительно, газеты сообщали в свое время о трех странного вида людях, невесть откуда появившихся на острове Средиземного моря. Местные жители даже легенду сложили о выходцах из ада.

Так описал выдуманные подземные странствия профессора Лиденброка знаменитый писатель-фантаст Жюль Верн. Описал вполне достоверно (с точки зрения литературы) и с большими геологическими ошибками.

Некоторые утверждения Жюля Верна современная геология категорически отвергла.

Экспедиция Лиденброка не могла бы достичь центрального ядра планеты.

Подземный жар не позволяет людям углубиться не то что на тысячи или сотни — даже на три—пять километров. А жерла вулканов уже на больших глубинах напрочь забиты обломками горных пород, сцементированными застывшей лавой. Слишком велики давление и температура в глубинах Земли. Проникнуть туда очень не просто.

НАША ПРИВЫЧНАЯ ЗЕМНАЯ ТВЕРДЬ

Земная кора — название красивое, привычное, но не точное. Придумали его в те далекие годы, когда считалось, будто наша планета — осколок Солнца, где под застывшей тонкой корой клокочет кипящее звездное вещество.

Как неуютно и боязно ступать по земле, ожидая каждую минуту, что каменная оболочка может вдруг лопнуть и огненный потоп из недр сожжет все и всех!

Наука не подтвердила этих догадок. Однако название поверхностной оболочки планеты осталось прежним.

Больше всего в земной коре (кроме кислорода) кремния и алюминия.

Неровный, покоробленный местами слой «коры» облегает земной шар. Толщина его меняется резко. Под горными хребтами увеличивается до пятидесяти и более километров. Под океанами утончается до нескольких километров.

Выделяются обычно в коре три слоя: сверху осадочный, затем гранитный, внизу базальтовый.

Осадочные породы рождаются непрерывно на поверхности земли: оседают в морях, накапливаются в реках, образуются в болотах, навеваются ветром. За миллионы лет незаметно, исподволь накапливаются слои километровой толщины. Это глины и песчаники из пыли и песка, снесенных в моря с континентов; известняки, образованные в результате деятельности живых существ; торфяники, со временем превращаю-

щиеся в бурые и каменные угли, и многие другие породы.

Медленно оседая вниз, они попадают в глубины, все более и более раскаленные. Образующиеся сверху новые породы давят на нижние слои. В глубинах Земли породы преобразуются неузнаваемо. Они приобретают новые оттенки, новые свойства, обогащаются новыми химическими соединениями. Они начинают вдруг блеснуть слюдой, как Золушка-принцесса в серебряном наряде феи. Угольками тлеют в них багровые бусинки гранатов. Из неприметных известняков образуются прекрасные мраморы.

Подобные преобразованные породы называются метаморфическими (от греческого слова «метаморфоз» — превращение). Для того чтобы стать красивыми, даже горные породы, даже холодные камни вынуждены переносить страшные испытания.

О происхождении гранитного слоя до сих пор ведутся серьезные споры среди геологов.

Граниты — зернистые, из кристаллов кварца, полевых шпатов (тоже, подобно кварцу, но более сложные, соединения кремния) и слюды — прочны и монолитны. Кажется вполне очевидным, что именно они родились в глубоких недрах Земли. Так обычно и считалось: граниты — выходцы из земных недр.

За последние годы все больше геологов начинают поддерживать гипотезу метаморфического происхождения гранитов. Согласно этой гипотезе почти все граниты произошли из осадочных пород.

Разобраться в этой проблеме очень важно. Ведь граниты — один из главных объектов исследований многих геологических наук. Их можно назвать краеугольным камнем геологии. С ними связаны крупнейшие месторождения большинства полезных ископаемых (в частности, редких и цветных металлов).

Споры о гранитах будут продолжаться много лет, и, возможно, в чем-то правы сторонники одной и другой гипотезы. Можно только отметить: граниты подобны осадочным породам в том, что и к тем и к другим приурочены месторождения полезных ископаемых, в то время как бесспорно глубинные породы — базальты — не обладают этим свойством.

Породы базальтового слоя — магматические или изверженные, — как считается, образуются в земных недрах и находятся в расплавленном состоянии или застывают, образуя прочнейшие массивы. Расплавленные магматические породы и граниты по трещинам в земной коре могут подыматься вверх, изливаясь на поверхность вулканическими лавами. (Между прочим, на поверхность земли промышленные предприятия выбрасывают в шесть раз больше шлаков, чем изливается за то же время лавы из всех вулканов. Вот она, мощь техносферы!)

Слагаются метаморфические и изверженные породы атомами кремния, кислорода, алюминия.

Гранит состоит на три четверти из окиси кремния и ее соединений с алюминием, натрием, кальцием, калием. Граниты бывают разных цветов, и почти все они — светлые.

Базальт — темная или черная порода, в которой сложные кремниевые соединения преобладают, а кварца нет вовсе. Появляются сравнительно тяжелые соединения магния и железа. Базальт тяжелее гранита.

Между гранитными породами и базальтовыми существует множество разновидностей, да и сами базальты и граниты разнообразны. Но мы сейчас не будем углубляться в область минералогии и петрографии (учение о горных породах). Наш путь — к центру Земли.

До сих пор немного известно о строении внутренних сфер нашей планеты. Если бы можно было отправить в «подземное плавание» аппарат с людьми, все стало бы ясно. Но, к сожалению, такая экспедиция вряд ли состоится вскоре. Людям оказалось проще преодолеть земное притяжение и вырваться в космос, чем пробить первую, самую тонкую каменную оболочку — земную кору.

Впрочем, подобное предприятие вовсе не обязательно. Научились же люди определять температуру звезд, их состав, размеры, массу. А звездных экспедиций не было, да и ожидать их пока не приходится.

Звезды — перед нами. Их яркость, цвет, спектр и силу воздействия на другие небесные тела можно изучать с помощью телескопов и иных оптических приборов. В остальном помогают формулы физики и вычисления.

ЗВЕЗДНЫЕ ВЕСЫ

«Вам взвесить этот шарик? Одну минутку...» — так может ответить геофизик на вопрос о весе Земли. Для него взвесить планету — дело нехитрое. Как будто речь идет о том, чтобы сорвать с дерева яблоко и прикинуть на ладони его тяжесть.

Некогда и Святогор, былинный богатырь, в силу свою великую веря, похвалялся:

Да ведь во мне-то сила да такая есть,
Кабы в земною-то обширности был столб,
Да как бы был-то в небесной вышине,
Да кабы было в столби в этом кольцо,
Поворотил бы я всю землю подвселенную.

Не предусмотрел только Самсон Святогор маленькую малость — точку опоры. Увидал он однажды две сумы переметные, неказистые на вид. Стал поднимать их. А сумы накрепко с матушкой-Землей были связаны.

Погиб Святогор-богатырь, раздавленный собственной своей великою силой.

«Дайте мне точку опоры, и я подниму Землю», — сказал Архимед. Он верил в могущество рычага.

Не случайно оговорился Архимед насчет точки опоры. Он знал, что Земля — шар. Найти возле нее в космосе надежную точку опоры мудрено.

Столетиями операция по взвешиванию планеты казалась абсолютно невыполнимой. Мыслимо ли землянам взвесить шар, на котором они сами живут! Не похожа ли такая затея на подвиг барона Мюнхаузена, вытащившего себя и лошадь из болота за собственную косичку?

И все же Землю удалось взвесить. Впервые это было сделано при помощи... отвеса.

Любой отвес, как известно, ориентирован вертикально вниз, к центру Земли. Но действуют на него и другие, куда более мелкие тела, расположенные поблизости. Например, горы.

Из чего состоит гора, можно узнать. Достаточно тщательно осмотреть ее со всех сторон, исследовать горные породы, ее слагающие.

В 1774 году шотландцы Гюттон и Маскелин взвеси-

ли гору Шехаллин: измерили ее объем, помножив полученную цифру на средний удельный вес местных горных пород.

После этого ученые пришли к горе с отвесом. Возле горы он, повинаясь закону тяготения, отклонился от вертикали. Угол отклонения был крохотный. Его определили с максимальной точностью. Этот угол, как и углы треугольников Эратосфена, сказал несравненно больше правды о Земле, чем все предыдущие рассуждения.

Зная массу горы, расстояние от центра ее до отвеса, а также расстояние до центра Земли (радиус земного «шара») и величину отклонения отвеса от вертикали, можно вычислить и массу Земли.

Значительно более точный расчет был проведен в самом конце XVIII века. Англичанин Кавендиш ухитрился обнаружить и даже измерить силу взаимного притяжения двух свинцовых шаров. (В возможность проведения столь тонкого эксперимента не верил сам Ньютон.) Кавендиш использовал крутильные весы (с помощью их позже Лебедев «взвесил» солнечные лучи).

А затем стали для определения веса планеты использовать и маятники, и особые весы, чаши которых расположены на разной высоте (то есть на разном расстоянии от центра Земли).

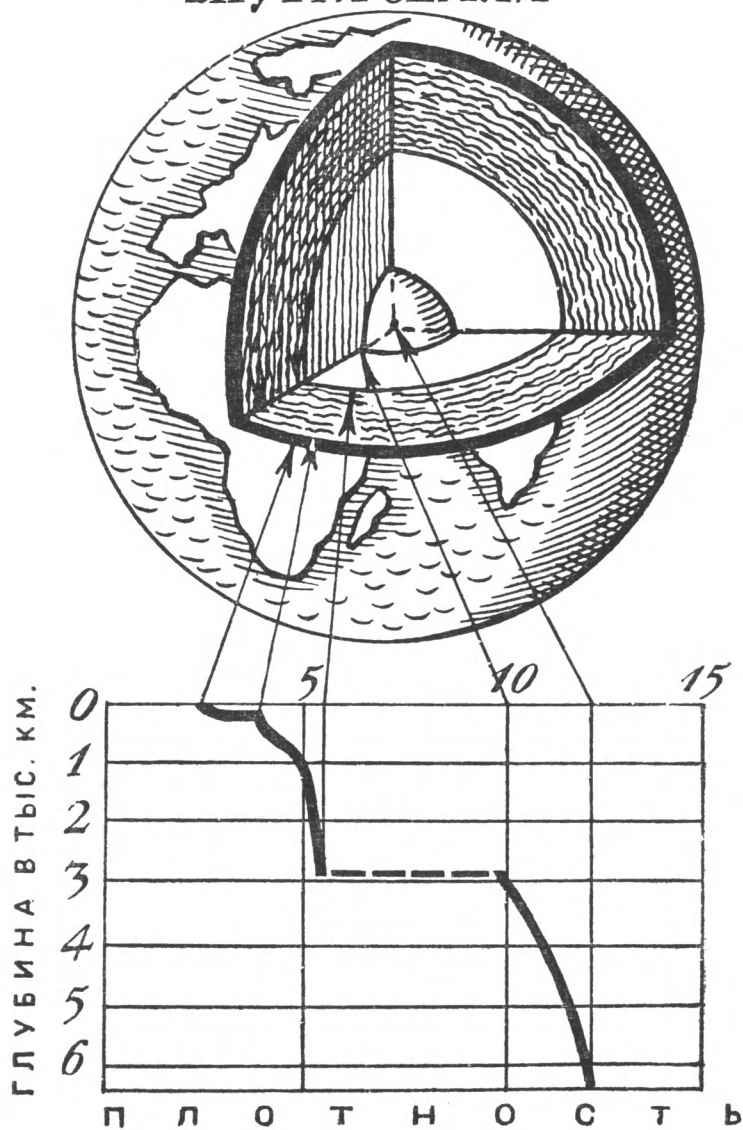
Вы и сами можете взвесить Землю. Для этого достаточно сделать несложный расчет.

Как известно, по закону Ньютона, сила взаимодействия между двумя телами равна: $F = K \frac{mM}{R^2}$, где R — расстояние между центрами этих тел, m и M — массы тел, а K — коэффициент, вычисленный при многочисленных лабораторных проверках закона притяжения (например, опытами Кавендиша), он равен $6,65 \cdot 10^{-8}$.

Представим себе шар массой в 1 грамм, лежащий на поверхности земли. Сила его взаимодействия с Землей выражается формулой Ньютона. При этом масса шара (m) известна — 1 грамм. Известно и то, что масса эта притягивается к Земле (и соответственно, притягивает Землю) с силой, равной 980 динам. Значит,

$$980 = 6,65 \cdot 10^{-8} \frac{1 \cdot M}{R^2}.$$

ИЗМЕНЕНИЕ ПЛОТНОСТИ ВНУТРИ ЗЕМЛИ



Отсюда можно приближенно (без учета второстепенных показателей) найти массу Земли, зная ее радиус ($R \approx 6,37 \cdot 10^8$ см):

$$M = \frac{980 \cdot (6,37 \cdot 10^8)^2}{1 \cdot 6,65 \cdot 10^{-8}}.$$

Трудно усмотреть поэзию в опытах ученых. Почти невозможно представить себе массу Земли — цифра тянет за собой длиннейший ряд нулей: $6 \cdot 10^{21}$ тонн. Но именно эти скучные на первый взгляд цифры открывают нам путь в мир действительный, а не созданный одним лишь нашим воображением. Они позволяют ощутить величие Вселенной.

От массы нетрудно перейти к средней плотности (к удельному весу). Для Земли это выразится формулой: $M = \frac{1}{3} \pi R^3$ (объем земного шара) $\times D$ (средняя плотность). Отсюда $D = \frac{3 \cdot M}{4 \pi R^3}$.

Остается только заменить буквы цифрами.

Сейчас средний удельный вес Земли (ее плотность) принимается равным $5,52$ г/см³. Средняя плотность горных пород, распространенных у поверхности, менее 3 г/см³.

Опущенное в море на глубину в несколько километров дерево под давлением воды уплотняется настолько, что не может уже плавать. Оно тонет в воде, как металл.

А в глубинах Земли давление больше, чем на дне океана, в тысячи, в сотни тысяч раз!

Под этим давлением неизменно изменяются свойства вещества Земли. А это, в свою очередь, приводит к совершенно неожиданным последствиям,

ПОДЗЕМНЫЙ ЭХОЛОТ

На суше, как и в океанах, главным помощником людей стало эхо. Да еще землетрясения — извечные наши недруги. Сила разума даже такого страшного врага обратила в помощника.

Ученые ловят отзвуки ударов. Для этой цели служат сейсмографы — приборы, отмечающие и записывающие малейшие колебания земли. Перо сейсмографа непрерывно чертит полосу на бумаге. Вздрыгнет земля, и чуткое перо тотчас метнется, рисуя зигзаг на движущейся бумажной ленте. Чем сильнее толчок, тем резче взмах пера.

Сейсмические волны бывают двух типов. Первые — самые быстрые — продольные волны. Они похожи на колебания пружины: это волны сжатия и растяжения.

Другие волны — поперечные. Они колеблют частички вверх-вниз, как волны воду.

Сейсмические волны ведут себя по-разному. Поперечные не распространяются в жидкой среде, они там «вязнут», быстро угасая. Поэтому границу ядра Земли определить легко: ниже ее нет доступа поперечным волнам. А волны продольные ядро Земли собирает в пучок, словно круглая линза. Но вместе с тем существуют участки, куда никакие волны не достигают: область сейсмической тени.

Итак, при сильных землетрясениях вся планета чуть приметно вздрагивает, колеблется.

Пройдя сложный путь под землей, сейсмические волны достигают поверхности планеты в самых разных местах. Тут их ловят сейсмографы.

Обработывая данные сейсмических станций, разбросанных повсюду на земном шаре, ученые прослеживают подземные пути и продольных и поперечных колебаний.

На границе двух каменных сфер упругие подземные волны частично отражаются на поверхность, а частично преломляются. По существу, они ведут себя так же, как звуковые волны или световые лучи.

Отклонения сейсмических волн точно измеряются. В массе цифр, в графиках и картах постепенно вырисовываются показатели свойств недоступных глазу глубин.

Основываясь главным образом на данных об изменении плотности вещества Земли, геофизики выделили три главные сферы планеты.

С поверхности до глубин порядка десяти — восьмидесяти километров (тоненькая пленка планеты вроде

кожуры яблока) залегает земная кора (плотность около 3, то есть в три раза больше плотности воды).

Ниже, до глубины 2900 километров, расположена мантия (плотность 3—6).

Самая обширная область планеты, которую обволакивает мантия, называется ядром (плотность более 9). Начинается оно с глубины 2900 километров. В нем обычно выделяют еще внутреннее ядро или ядрышко, расположенное в центре планеты ниже глубины 5100 километров (плотность более 12).

Вот какие действительные сферы располагаются под нашими ногами.

НЕВЕДОМЫЕ ЗЕМЛИ ЗА ГРАНИЦЕЙ «МОХО»

Граница мантии и коры отбивается достаточно четко. Известна она с 1909 года, когда ее обнаружил югослав Мохоровичич. Ее так и назвали: поверхность Мохо.

Наблюдая отзвуки Балканского землетрясения, Мохоровичич отметил на глубине первых десятков километров резкое увеличение скорости подземных волн. Значит, породы там тверже, плотнее. Значит, оттуда начинается новый каменный слой.

Возле поверхности Мохо горные породы нередко расплавлены. Возможно, в них содержится значительное количество тяжелых элементов: редких и радиоактивных и, кроме того, благородных металлов. Настоящая сокровищница!

Увы, двери кладовой остаются для нас закрытыми. Это, конечно, открывает простор догадкам и выдумкам (перед закрытыми дверями фантазия разгорается с особенной силой).

Хочется верить, что настанет время, и мы научимся управлять подземной лабораторией, поставляющей на поверхность ценнейшие соединения.

На границе коры и мантии — двух подземных сфер — словно трудится неутомимый древний алхимик. Готовит он чудесные огненные смеси, содержащие драгоценные элементы.

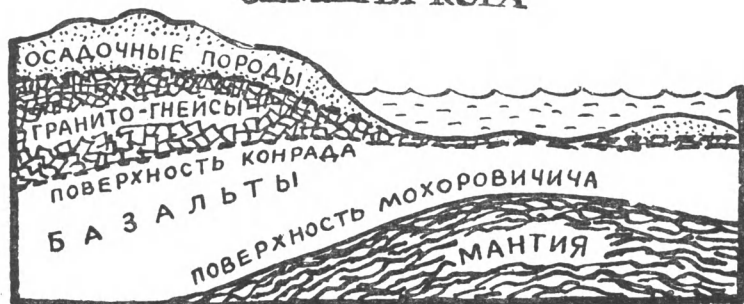
ПОВЕРХНОСТЬ
МОХОРОВИЧИЦА

ЗЕМНАЯ КОРА
5 - 80 км



СТРОЕНИЕ ЗЕМНОГО ШАРА ПО СОВРЕМЕННЫМ ГИПОТЕЗАМ

ЗЕМНАЯ КОРА



Мы постучимся к нему в каменную дверь, любезно скажем: «А теперь, сеньор, изготовьте для нас вот такой сплав».

По искусственным жерлам выбьются из земли фонтаны раскаленного металла (ночью они будут рассыпаться в воздухе праздничным фейерверком). Холодным блеском засверкают озера олова и молибдена. На стенах пещер станут расти четкие кристаллы — по заказу — почти так же покорно, как ныне растут дома. Глубинные взрывы сожмут на мгновение со страшной мощностью камни — и в каменных ладонях вспыхнут многоцветными гранями алмазы. Но это пока что сказки. Сбудутся ли они, кто знает...

А ниже поверхности Мохо начинается область, которая, как предполагается, весьма велика и однообразна. Это мантия. Она вдвое плотнее земной коры.

Обычно выделяют в мантии четыре слоя. Как изменяется химический состав этих слоев и меняется ли он, остается по сей день загадкой.

Преобладают в мантии два химических элемента: силиций (кремний) и магний (если не считать вездесущего кислорода). Поэтому называют мантию по первым слогам двух этих элементов — «сима».

Все процессы в мантии идут очень медленно. Имеются там свои «каменные» течения, идут химические реакции. Отзвуки этих изменений, происходящих в верхней части мантии, доходят до нас в виде землетрясений.

С древнейших времен считалось, что в недрах Земли господствует жар. В легендах говорится об адских подземельях, где черти огнем потчуют грешников.

Поводом для подобных догадок послужили извержения вулканов. Раскаленные обломки и пыль, тучи горячего пепла, куски жидкой лавы и облака пара вздымаются над вулканическими жерлами. Изливаются огненными реками потоки лавы, от которых вспыхивают факелами деревья и чернеют камни.

Правда, у народов, живущих на просторах центральной и северной Сибири, где нет огнедышащих гор, недра Земли представлялись холодными. Ведь сибиряки на своем опыте знали: почти всюду в их краях, даже летом, под нетолстым слоем талой земли начинается вечная мерзлота.

В семнадцатом веке иезуит Афанасий Кирхер сослался на вулканическую деятельность как на доказательство подземного жара. Вулканы, по его мнению, были словно окна в недра. А там, в центре земного шара, частичкой солнца в каменной скорлупе — раскаленное ядро планеты. От него во все стороны разбегаются жилки — трещины. Местами они раздуваются огненными узлами, а порой достигают поверхности земли, рождая вулканы.

Откуда же берется тепло земных недр?

Отбрасывая «гипотезы» дьявольских печей (дровяное отопление) или кузницы бога Вулкана, геологи прошлого искали причину тепла в сгорании под землей торфа, угля, нефти, газа. Действительно, подземные пожары (горение угля и газа) могут порой ощутимо разогревать горные породы. Однако подсчеты показали, что для разогрева земных недр не хватит и в миллионы раз большего количества горючих веществ, имеющихся в земной коре, да и выгорели бы они полностью.

Гипотеза раскаленного (в прошлом) состояния Земли и последующего его остывания могла бы объяснить все просто и ясно, однако саму эту гипотезу требовалось доказать, а это не получалось.

Как же изменяется температура Земли с глубиной?

К сожалению, убедительного ответа на этот вопрос еще не получено. Скорее всего, недра горячи. Там постоянно бушуют ядерные реакции, там огромное давление будто «выжимает» из пород тепло.

От поверхности Земли на каждые 100 метров погружения температура увеличивается на 3 градуса. Конечно, в одних местах больше, в других меньше, но в среднем 3 градуса на 100 метров.

Любителям арифметики такие доводы не покажутся убедительными. Можно подсчитать: 30 градусов на один километр. 3000 градусов на тысячу километров. И почти 200 000 градусов на глубину до центра Земли! При такой температуре любое вещество обращается в газ.

Наверное, все обстоит не столь арифметически просто. Считается, что с определенной глубиной температура Земли будет возрастать все медленнее и медленнее. Есть даже мнение, что ниже раскаленного слоя

температура начинает убывать. В этом случае сердце нашей красавицы Земли — холодное.

Возможна и более сложная картина. Помните чередование тепла и ледяного холода в атмосфере? А ведь в ней куда лучше условия для выравнивания температур, чем под землей. Об этой температурной неоднородности атмосферы не догадывались до тех пор, пока не произвели измерений. Почему же под землей не может быть нечто подобное?

А пока изменение температуры в недрах Земли изображают предположительно.

Сомнительное это дело — судить о температуре (и составе) тысячекилометровых глубин, имея достоверные сведения лишь о тончайшей пленке толщиной в несколько километров. С таким же успехом можно судить о внутреннем строении и вкусе незнакомого крупного плода, изучив миллиметровый слой его кожуры.

КОСМИЧЕСКИЙ ЭЛЕКТРОМОТОР?

Не правда ли, одно из самых прекрасных ощущений — чувствовать, как тьма сменяется светом.

Нечто подобное время от времени происходит в нашем мозгу. Такие моменты поэты называют озарением, а ученые — открытием.

Мысль, словно луч света, выхватывает из мрака неожиданные, невиданные прежде закономерности. И даже привычные вещи и явления могут вдруг поразить нас своими качествами, которые мы раньше не замечали.

С детства мы умеем пользоваться компасом. И с детства до сих пор не знаем, почему его концы притягиваются полюсами Земли. Нам, конечно, могут сказать, что тут действует «силовое электромагнитное поле планеты». Из книг можно вычитать: магнитное поле почти целиком связано с недрами Земли, и лишь менее одной десятой его части связано с атмосферой. Откуда взялось это поле, остается догадываться самому. Кое-что придумать можно. Вот, например, одна из догадок.

Ядро и его оболочка, состоящие из разных веществ (а вещество ядра по своим свойствам похоже на ме-

галл), вращаясь с разными скоростями, возбуждают электрические токи, как возбуждают их якорь и обмотка обыкновенного магнето.

Причин разницы скоростей можно назвать две.

Во первых, внутреннее ядро Земли жидкое, а жидкость хуже поддается вращению, чем твердое тело (вспомните, как крутятся сырое яйцо и сваренное вкрутую). Во-вторых, близ центра Земли вещество находится почти в невесомости (ведь ядро окружено со всех сторон одинаковой массой пород, значит, во все стороны оно притягивается с одинаковой силой — это и есть невесомость). А скорость вращения легких тел, при прочих равных условиях, ниже, чем твердых.

Вообще почти все, что мы знаем о земном ядре, правильнее называть гипотезами.

Многие ученые считают ядро состоящим из тяжелых минералов: железа, никеля, кремния.

Но вообразите себе давление в три миллиона атмосфер, которое сжимает ядро. Невозможно вообразить. Чудовищное сжатие! Оно срывает электронные оболочки атомных ядер и уплотняет любые вещества, придавая им новые свойства. Даже легкие элементы могут приобрести качества металлов (в частности, их плотность). При этом они будут своеобразной сверхплотной жидкостью — в четыре раза плотнее гранита!

Исследование ядра Земли — задача несравненно более сложная, чем даже космические полеты к иным планетам. Но и она требует решения. Без этого мы не сможем окончательно выяснить причины многих процессов, проходящих не только в мантии, но и в земной коре.

Земная кора — главный объект геологии — корнями своими тянется к центральному ядру, соприкасается с мантией, гидросферой и тропосферой, входит частично в биосферу и техносферу. И, кроме того, незримо нитями связана она с Солнцем, Луной, движением планет, вращением Земли, с излучениями космоса.

Нынешняя геология умеет не только анализировать различные явления, но и словно единым взором охватывать всю планету, все ее оболочки, постигая их взаимодействие, их историю и превращения.



**БОГИНЯ ГЕЯ (ЗЕМЛЯ)
И БОГ СОЛНЦА ГЕЛИОС**

Глава 4

ПЫЛИНКА В КОСМИЧЕСКОМ ВИХРЕ

Ты — единый творец, равного нет божества!
Землю ты создал по нраву себе.
В единстве своем нераздельном ты сотворил
Всех людей,
Всех зверей,
Всех домашних животных —
Все, что ступает ногами по тверди земной,
Все, что на крыльях парит в поднебесье.
...Ты восходишь и светишь, далекий, но близкий,
Мириады явлений в единстве своем совмещаая.

Гимн Солнцу. Египет, XV в. до н. э.

Охотники неземные
Охотятся на планеты —
На лебедей серебристых
В водах молчанья и света.

Гарсиа Лорка

ВНЕШНОСТЬ И ХАРАКТЕР

До середины прошлого века большой популярностью пользовались френология и физиогномика. Их даже выделяли как самостоятельные науки.

Френологи тщательно ощупывали черепа своих пациентов. С помощью специального атласа они находили соответствия между рельефом черепа и характером человека, его способностями. Они верили, что выпуклые надбровья означают умение ориентироваться на местности; хорошо развитые височные доли выявляют музыкальные способности, а шишка (не от удара, конечно) в центре лба — педагогические. По черепу определяли они склонность к злодейству или к философии, любовь к детям или к деньгам.

Физиогномистам достаточно было ознакомиться с внешностью человека, чтоб сделать вывод о его внутреннем мире. Они учитывали все: разрез глаз, форму носа, ушей, губ, пропорции лица и многое другое. Серьезно относились они, например, к приметам древних римлян: толстая шея обличает нахала; курносый нос — признак озорства, а длинный — меланхоличности; высокий лоб говорит о трусости, а широкий — о твердости характера.

Увы, обе эти науки не дожили до наших дней. Биология и медицина не подтвердили «законов» френологии и физиогномики. Почти все эти законы оказались сплошными сказками. Конечно, на лице человека со временем как-то отражаются его наклонности и некоторые свойства характера. Быть может, мыслимо иногда отыскать кое-какие соответствия между строением черепа и способностями человека. Но в целом идеи френологов и физиогномистов ушли из науки безвозвратно.

Ушли, да не из всех наук.

В наши дни некоторые из этих идей пришлось по душе геологам.

Возникла планетарная геология.

Словно френологи череп, тщательно исследуют геологи поверхность планеты. Отмечают форму ее в целом, а также отдельные впадины и возвышения. Они ищут соответствия между рельефом поверхности и внутренним строением Земли.

Подобно физиогномистам, геологи особое внимание стали уделять облику планеты. (В самом начале прошлого века было издано сочинение с характерным заглавием: «Опыт физиогномии Земли, или искусство заключать по поверхности Земли о ее внутреннем строении».) Они учитывают распределение суши и вод, очертания континентов, расположение островных дуг и океанических впадин и многое, многое другое. Они утверждают, что лик планеты очень выразителен и помогает понять не только ее «внутренний мир», но даже и ее историю.

Планетарную геологию не ожидает судьба забытых наук. Она совсем недавно возникла из обширной «туманности» фактов, гипотез, догадок. У нее впереди дол-

гая, интересная история. А сейчас пока правильнее говорить не о законах, а о проблемах ее. Потому что проблем очень много, а законов еще открыто слишком мало.

ПРОСТРАНСТВО ЗЕМЛИ

В древности Землю обожествляли. Поэты посвящали ей торжественные гимны. Сказители повторяли мифы о ее жизни. Скульпторы навеки запечатляли в дереве или камне облик вечно молодой и прекрасной богини, олицетворяющей нашу Землю.

Конечно, многие понимали, что это лишь поэтическое сравнение. Но вряд ли кто-нибудь мог объяснить, почему Земля не имеет сложной, причудливой формы, подобно кристаллам, каменным глыбам, растениям и животным.

Почему Земля похожа на шар, окутанный голубым сиянием атмосферы? И небо все усеяно сверкающими круглыми каплями звезд? Кружатся круглые планеты. Круглая, как совиный глаз, Луна глядит на нас по ночам.

А вот залетные гости Земли — метеориты — угловаты.

Есть еще одна группа небольших небесных тел — астероиды, планеты-карлики. Диаметр их не превышает нескольких сот километров. Для сравнения: средний диаметр Земли — 12 735 км, Луны — 3478 км, Юпитера — 143 600 км; астероидов: Юноны — 193 км, Весты — 385 км, Цереры — 768 км; общая масса всех известных астероидов составляет одну тысячную часть массы Земли.

Астероиды занимают среднее положение между метеоритами и планетами. Они обнаруживают оригинальные свойства.

В 1900 году астрономы, уточняя траекторию астероида Эрота, были озадачены. Они ясно видели в телескопы, что яркость астероида заметно меняется.

Известно, что все астероиды холодны и блестят лишь отраженным светом. И вдруг яркость излучения

периодически за короткий промежуток времени изменяется в четыре раза!

Долго загадка Эрота тревожила умы астрономов. Все выяснилось в 1931 году, когда Эрот находился в наименьшем удалении от Земли. Самые мощные телескопы в упор уставились на него.

Оказалось, Эрот имеет форму бруска длиной 22 км и толщиной 6 км. Вращаясь, он поворачивается к Земле то широкой стороной, то узкой и соответственно отражает то больше солнечных лучей, то меньше.

Многие другие астероиды тоже не имеют постоянной яркости. Значит, и у них форма не шарообразна.

На собственном опыте мы знаем: все твердые тела надолго сохраняют свою форму. В них атомы крепко-накрепко спаяны друг с другом электромагнитными силами и образуют прочные кристаллические решетки. Атомы выстраиваются стройными рядами, как войско на параде. Они монолитны, сплоченны.

Но есть на свете сила более могучая, чем электромагнитная сплоченность атомов. Это — сила притяжения, гравитация. Она зависит от массы тела.

Горит маленькая веточка — огонек слаб, еле различим издали. Разгораются лесные пожары — бушуют могучие сполохи, озаряя ночи.

Пока небесное тело невелико по массе, гравитационные силы в нем проявляются очень слабо. Они не могут разрушить прочные связи между атомами, изменить форму космического тела.

Но вот взаимное притяжение объединяет космическое вещество — межзвездный газ, пыль, частицы, обломки, глыбы. Их общая масса возрастает. Пропорционально (по закону Ньютона) увеличивается и взаимное их притяжение — гравитационные силы.

Наступит наконец момент, когда гравитация превзойдет силу электрического взаимодействия атомов. Стиснутые огромным давлением, разрушатся крепкие кристаллические решетки, рассыплются стройные ряды. Атомы будут вынуждены двигаться туда, куда направит их новая, более могучая сила.

Выходит, наша Земля кругла потому, что она тяжелая. Форма, строение, главные свойства космических тел зависят, в первую очередь, от их массы.

Мы знаем науку, изучающую различные пространственные соотношения. Это — геометрия. И ее законы тоже меняются, если от малых, «комнатных» масштабов перейти к огромным, планетарным.

Привычная нам со школы геометрия называется евклидовой. И это, между прочим, ясно подчеркивает, что речь идет не о всеобщей геометрии, а лишь о конкретной, своеобразной, созданной еще 2200 лет назад греческим математиком Евклидом.

На свою беду, мы слишком часто забываем, что евклидова геометрия вовсе не отражает всеобщие законы мироздания.

Есть, скажем, такая теорема: сумма углов треугольников равна 180° .

Чего тут сложного? Теорема доказывается убедительно. Можно и самому подсчитать сумму углов, на практике проверить теорию.

А что, если и вправду подсчитать?

Вы начнете измерять сотни, тысячи треугольников и выясните...

Все дело в том, какие треугольники измерять: большие или маленькие.

«Да не все ли равно?» — спросите вы.

Нет!

Если вычертить на ровной поверхности Земли треугольник со сторонами длиной в сотни километров и точно измерить его углы, то сумма их окажется больше 180° .

«Ничего удивительного, — возразите вы, — углы треугольника искажены, потому что вычертили его не на плоскости, а на поверхности шара. Следует чертить фигуры на совершенно ровной, плоской поверхности».

Такой свой ответ, подумав, вы и сами не сочтете удовлетворительным.

Почему надо обязательно принимать за основу ровную плоскую поверхность? Она привычнее, «понятнее» нам. Но ведь нельзя же этот довод считать серьезным. Чем плоха искривленная поверхность? Как известно, любая прямая (линия или плоскость) является лишь частным случаем кривой (линии или плоскости).

Евклидова геометрия, в применении к земной по-

верхности, хорошо отражает свойства ограниченных участков, которые можно без больших погрешностей считать ровными и плоскими. Во всех других случаях действуют законы «неевклидовых» геометрий — Лобачевского, Римана. Они включают в себя и евклидову геометрию как частный случай. И они очень сложны.

Вот какие начинаются трудности, как только мы вместо пространства, ограниченного линией горизонта, мысленно окинем взглядом всю Землю разом.

Искривленное силами гравитации пространство планеты имеет сферическое строение. Гравитация создала геосферы.

Если размеры космического тела невелики, сила гравитации на нем очень мала. Она не сможет удержать легкие, очень быстрые атомы и молекулы газа. Газы станут безостановочно улетучиваться в космос. Астероид или маленькая планета не смогут, как и Луна, удержать возле себя атмосферу.

Притягивая к себе метеориты и астероиды, пыль и газы, небесное тело будет раздуваться, тяжелеть, наливаясь веществом. Соответственно будет увеличиваться сила притяжения. Газы уже не смогут преодолеть притяжения и будут обволакивать планету легкой прозрачной пеленой.

Так возникает атмосфера.

Вода легче почти всех горных пород, но тяжелее газов.

Она займет свое место на границе твердой Земли и атмосферы, образуя гидросферу.

А из горных пород у поверхности будут оставаться наиболее легкие, образуя континенты — земную кору, — словно накипь на поверхности каменно-металлического глубинного вещества Земли.

Быть может, земную кору правильнее сравнивать не с накипью, а с «загаром» и «ржавчиной», возникшими в результате воздействия на вещество планеты солнечного и космического излучений, а также деятельности живого вещества.

Возможно, со временем будет признана теория возникновения земной коры от совместного влияния Солнца, жизни и космоса на Землю.

ПО ЗАКОНУ АРХИМЕДА

Кто не знает закона Архимеда! Говорят, великий ученый открыл его, погрузившись в ванну с водой. С тех пор и гласит закон о том, что «погруженное в жидкость тело...» и так далее.

Ну, а если тело «погружается» в газ?

Как будто и тут закон Архимеда должен выполняться. Взлетают же вверх пестрые детские шарики, наполненные легким водородом. Значит, имеется выталкивающая сила и в атмосфере.

Ну, а если тело «погружено» в твердую среду?

Вопрос бессмысленный, не так ли? Какое же «тело» способно погрузиться в твердую среду? Нырн-ка в твердый камень, или металл, или вообще во что-нибудь твердое! Сразу пройдет охота задавать глупые вопросы.

А вопрос вовсе не глупый.

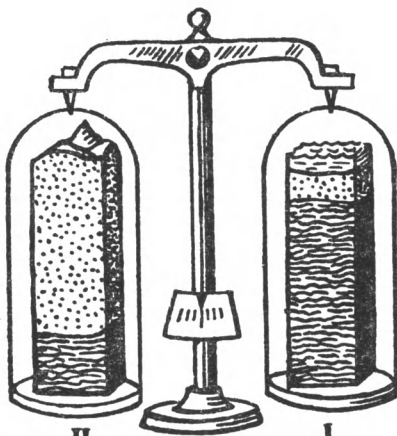
Возьмите кусок твердой смолы. Положите на него тяжелый металлический шар. Пройдет некоторое время, и вы увидите: твердый шар очень медленно, но неуклонно тонет в твердой смоле.

Закону Архимеда подчиняются и жидкости, и газы, и твердые тела. Любые твердые тела. Потому что достаточно тяжелый шар будет погружаться не только в твердую смолу, но и в лед (настоящий кристаллический минерал!) и во всякое другое вещество. Потому что, как доказано многими опытами, любое твердое тело становится пластичным или даже начинает течь при больших давлениях или за очень долгий срок.


Но это, как говорится, присказка. Сказка будет впереди. Применяя закон Архимеда к твердым телам, мы сможем в конце концов прийти к выводам поистине сказочным.

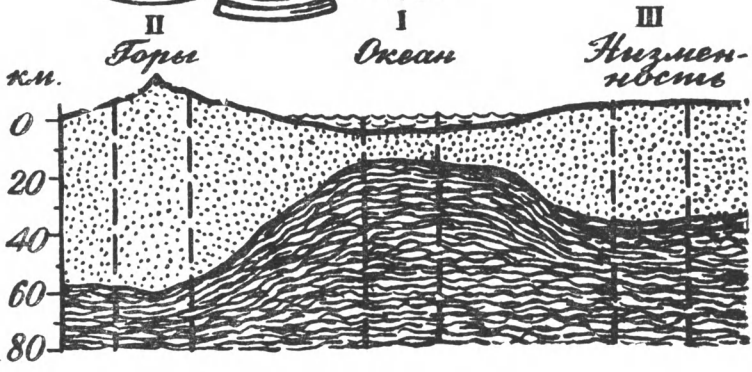
История эта началась в середине прошлого века у подножия Гималаев. Здесь английская экспедиция замеряла отклонения отвеса.

Результаты измерений получались подозрительными. Гималайские горы притягивали к себе отвес значительно слабее, чем можно было ожидать, учитывая приблизительно массу гор. Как будто в горах вес земной коры меньше, чем на равнинах!

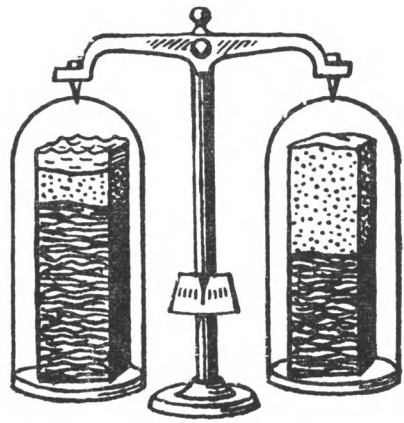



 Вода, плот-
 ность 1 г/см^3


 Земная кора
 (сухая),
 плотность
 $2,8 \text{ г/см}^3$




 Мантия
 (сухая),
 плотность
 $3,25 \text{ г/см}^3$



В начале нашего века к загадке «легких гор» прибавилась загадка «тяжелых океанов». Измерения, проведенные на кораблях и подводных лодках, показали, что частота колебаний маятников на континентах и в океанах почти одинакова.

Плотность земной коры в 2,8 раза больше, чем плотность воды. Значит, вес земной коры в районе континентов значительно больше, чем в океанах. Почему же этого «не желают замечать» маятники? Ведь чем сильнее притяжение земли, тем «тяжелее» маятник, тем медленнее он качается. (Подобное замедление качания железного шарика можно наблюдать, если подвести под этот маятник магнит.)

Поиски ответа на этот вопрос привели геологов к обоснованию принципа изостазии (равновесия).

Согласно этому принципу земная кора «плавает» на более тяжелой мантии Земли, как айсберг на воде.

Плотность льда составляет 0,9 плотности воды. Поэтому, в соответствии с законом Архимеда, 0,9 всего айсберга погружено в воду. Если высота айсберга над водой 10 м, значит под водой — 90 м.

Таким же образом погружены в мантию и участки земной коры (плотность их составляет приблизительно 0,9 плотности мантии). Чем выше вздымаются на поверхности Земли горные страны, тем глубже уходят их «корни» вглубь, тем толще в этом месте земная кора.

Под океанами земная кора тонка, но это уравновешивается тяжестью глубинного вещества, мантии, подступающего близко к поверхности.

Сравнительно недавно были получены факты, подтверждающие принцип изостазии. Сейсмическими исследованиями удалось достаточно точно определить толщину земной коры в разных странах. Оказалось, что под горными системами Гималаев, Тянь-Шаня, Тибета земная кора погружена в мантию на 70 км. В районе Кавказа — на 50 км. В Западной Европе — на 26 км, в Северной Америке — на 30 км.

А в Тихом океане слой «коры» совсем тонок — 8 км, в Атлантическом — 16 км, в Северном Ледовитом — 18 км.

Мощные глыбы материков глубоко погружены в плотную, очень вязкую мантию.



Из физики нам известно, что металлическая пластинка, плавающая на ртути, как бы продавливает ее, прогибает (то же происходит с иголкой, лежащей на поверхности воды: ее удерживает сила поверхностного натяжения жидкости).

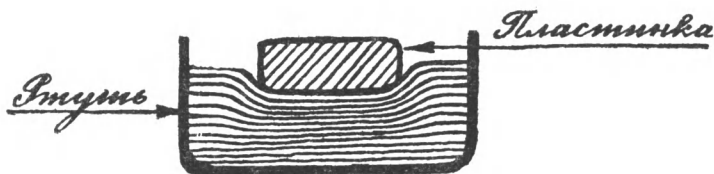
Нельзя ли подобным прогибом мантии по краям материков объяснить странное расположение океанических впадин? Вслед за мантией прогнется и нетолстый слой земной коры на границе океанов и материков. Земная кора здесь будет неустойчивой, подвижной. По трещинам-разломам станут подниматься на поверхность глубинные расплавы.

Как будто все совпадает. Возле впадин, как известно, расположены области, подверженные частым землетрясениям и извержениям вулканов.

Так ли все просто в действительности?..

Представьте себе Северный Ледовитый океан. Необозримое ледяное поле с плоскими равнинами, холмами и причудливыми горами — вершинами айсбергов. Как бы ни было велико ледяное поле, как бы прочно ни было спаяно воедино, ему не избежать движений и изменений.

Выпадение осадков приводит к оседанию участков льда; таяние и испарение — к всплыванию. Вращение



Земли, притяжение Луны и Солнца (приливы и отливы), подводные течения, воздушные потоки непрерывно тревожат лед. Он пучится, лопается с грохотом, медленно перемещается. В одних местах ледяные глыбы сталкиваются. В других от сил растяжения они расползаются, и порой по трещинам изливаются на белую поверхность льда темные воды океана.

Так живет океан, скованный льдом.

Если промчаться над ним в космической ракете, он предстанет застывшим, мертвым, недвижимым.

Ученые, дрейфующие на льдинах среди заснеженных полей и гор, прекрасно знают беспокойный, а подчас и крутой нрав Ледовитого океана.

Жизнь земной коры удивительно похожа на жизнь Ледовитого океана.

Движения поверхности Земли происходят в тысячи раз медленнее, чем движения ледяных массивов океанов. Нам, в немногие десятилетия нашей жизни, каменный покров Земли кажется застывшим. Геологам, в воображении своем охватывающим миллионы столетий, Земля предстает подвижной, беспокойной, живой.

Нет, не только геологам. Вот что сказал английский поэт Теннисон еще в XIX веке:

Холмы и горы — тень одна,
Свой облик изменить спешит она.
Твердыня всех материков
Едва ль прочнее формы облаков.

КАМЕННЫЕ КОВЧЕГИ

Материки торчат из океанов, как прочные крепости. На приступ их непрерывно идут, разбиваясь вдребезги, толпы волн — бесчисленная армия.

Неспокойная вода издавна считается символом нестойкости. С материками, с твердью земной связано представление об устойчивости, незыблемости.

В 1910 году вышла книга геофизика Вегенера, посвященная необычной гипотезе.

Гипотеза звучала как легенда: сминая или растяги-

вая тонкую пленку земной коры, покрытую водами всемирного океана, подобно непомерным ковчегам, торжественно плывут материки — с их горами, реками, морями, растениями, животными...

Гипотеза Вегенера вызвала множество споров. Она казалась «слишком красивой» для того, чтобы быть правильной. Она просто ошеломила многих ученых (хотя сразу же у нее появились и сторонники в разных странах).

Одно время казалось, что идея Вегенера будет полностью опровергнута. Однако теперь, с учетом новейших научных данных, она выглядит все более и более убедительной.

1. Даже при беглом взгляде на карту мира можно заметить, что очертания материков странным образом повторяют и дополняют друг друга. Материки — словно осколки единого, ныне раздробленного массива.

2. Если судить на основании принципа изостазии, в плавании материков нет ничего удивительного. Почему бы под влиянием центробежных сил, возникающих при вращении Земли от притяжения Луны или Солнца, благодаря глубинным течениям в мантии, им не передвигаться горизонтально?

3. В отдаленные геологические эпохи растительность и животный мир Америки, Африки и Австралии был почти одинаковым. Значит, материки как-то общались между собой. Обнаружено немало сходных черт и в геологическом строении участков суши, разделенных океанами.

4. Измерения, произведенные геодезистами, показали, что постепенно расширяется провал Красного моря, что Гренландия удаляется от Европы, а Мадагаскар — от Африки. Если такие «островки» плавают, то почему бы не плавать и материкам?

Фантастическая на первый взгляд идея Вегенера оказывается вполне правдоподобной. Конечно, перечисленным явлениям мыслимо подыскать и другие разгадки. Можно утверждать, что совпадения в очертаниях материков случайны, что впадина Атлантики образовалась от погружения земной коры, что Америка, Африка и Австралия соединялись прежде между собой «мостами» суши, и так далее. Но вряд ли кто-нибудь станет

ДВИЖЕНИЕ МАТЕРИКОВ ПО ГИПОТЕЗЕ ВЕГЕНЕРА



Положение 300 мил. лет назад



Положение 50 мил. лет. назад



Положение 1 мил. лет назад

спорить, что идея Вегенера (ее высказывали и раньше некоторые ученые) самая «простая», наглядная.

За последние годы появились новые доказательства перемещения материков.

Мелкие зерна и кристаллы минералов обычно имеют определенный электрический заряд, намагничены. Находясь в растворе или расплаве, эти частички становятся как бы микроскопическими магнитными стрелками. Подчиняясь силовым линиям магнитного поля Земли, они поворачиваются, как стрелки компасов, ориентируясь на полюсы.

Подобные частички-стрелки постепенно осаждаются на дно озер и морей или застывают в твердеющем расплаве. Тут они сохраняют свою прежнюю ориентировку порой на многие миллионы лет (в зависимости от того, когда затвердел осадок или застыл расплав).

Измеряя в горных породах направление древних микроскопических магнитных стрелок, можно определить положение полюса в те времена, когда происходило осаждение пород.

Выяснилась одна закономерность: направлены магнитные стрелки на разных материках в разные точки. Для каждого материка получилось свое собственное положение древнего полюса. Словно не один был полюс, а несколько. А если сдвинуть все материки, эти древние полюсы совмещаются.

«Изучение палеомагнетизма, — пишет советский геолог П. Н. Кропоткин, — приводит к выводу о том, что в течение мезозоя и кайнозоя (за 200 миллионов лет) Африка, Индия и Австралия удалялись от Южного полюса и друг от друга, а Северная Америка передвинулась на несколько тысяч километров к западу от Европы. При этом скорость движения во всех перечисленных случаях составляла несколько (2—5) сантиметров в год».

Проведенные в районе Сан-Франциско и Лос-Анжелоса точные геодезические измерения (повторенные через 30 лет) позволили высчитать среднюю скорость современного движения полуострова Калифорнии. Она составила 0,5 см в год. (На отдельных участках после землетрясений земля сдвигалась сразу на несколько метров.)

Калифорния уплывает от Америки в Тихий океан... Геологи определили, что 100 миллионов лет назад Калифорнийский полуостров плотно прилегал к материку. За 100 миллионов лет он отплыл на 480 км (ширина залива). Средняя скорость — 0,5 см в год!

Удивительно точно совпали средние скорости движения, вычисленные по разным данным.

Гипотезу континентального дрейфа подтверждает немало фактов, хотя до сих пор ее нельзя еще считать полностью обоснованной.

ХОЧЕШЬ ПОЗНАТЬ ЗЕМЛЮ — ИССЛЕДУЙ КОСМОС

Между Землей и космосом идет непрерывный обмен веществ. Большие космические тела силой притяжения взаимодействуют с нашей планетой. Потoki космических и солнечных лучей и электромагнитных волн обрушиваются на нее непрерывно, сыплется межзвездная пыль, врезаются в атмосферу метеориты.

Но и сама Земля излучает тепло и радиоволны, рассеивает в космосе пыль своих вулканов и частицы верхних слоев ионосферы. Земля вдыхает космическое вещество и выдыхает свое, земное.

Проблема «Земля — космос» интересовала многих людей во все времена. На Руси, к примеру, еще в прошлом веке верили крестьяне, будто ночью на небесах чинно восседают ангелы со свечками в руках. Мерцают звезды — огоньки ангельских свечек.

Но и черти ночью не дремлют. Примазываются они к ангелам, держа свои собственные чертовы свечки. Да только бога не обманешь. Могучими пинками вышибает он нечистых с неба. Летят они кубарем вниз, и свечки их чертовы гаснут (падающие звезды).

В городе Мекке, в святынище Кааба, с давних времен лежит черный камень. Ему поклоняются мусульмане. Он упал с неба. Чтобы он вновь не улетел, его приковали цепью к прочной стене.

С неба падали даже куски железа. Сделать из них меч считалось великим счастьем для царя: небесное железо поможет завоевать всю землю!..

Однако «посланцы небес» явились помощниками не царей, а ученых. Метеориты показали, что в малых небесных телах Солнечной системы нет, в сущности, ничего необычайного. По химическому составу они удивительно соответствуют предполагаемому составу недр нашей планеты. Поэтому некоторые ученые считают, что пояс астероидов и метеоритов, расположенный между орбитами Юпитера и Марса, состоит из осколков разрушившейся планеты. Другие предполагают обратное: метеориты, объединяясь, сами образуют планеты.

Не слишком часто падают с неба «чертовы свечки». Не очень-то много мечей выковано из небесного металла.

В сороковых годах считалось, что ежедневно атмосферу Земли бомбардирует не более 5 тонн метеорного вещества.

Взмыли ввысь ракеты. Специальная аппаратура стала передавать на Землю сведения о столкновениях ракеты с мелкими космическими телами — даже с мельчайшими, весом в миллиардную долю грамма.

На вершинах ледяных гор Антарктиды и в нижних слоях стратосферы стали отбирать пробы пыли, попавшей сюда из космоса.

Оказалось, что каждый день оседает на Землю и попадает в атмосферу несколько десятков тысяч тонн космических частиц (около десяти миллионов тонн в год!).

Конечно, для Земли — это не больше, чем пылинки для слона. Однако если эту величину помножить на миллиарды лет геологической истории да учесть, что в прежние века могло выпадать метеорного вещества во много раз больше, чем теперь, то цифра получится достаточно внушительная.

Метеоритика — наука интересная. Но, пожалуй, еще интереснее разобраться во взаимоотношениях Земли и Солнца.

Мифы почти всех народов сохранили идею полной зависимости Земли (она олицетворялась в образе женщины) и светозарного бога Солнца — самого могучего из всех богов. Ему поклонялись, его страшились, в честь его совершали кровавые жертвоприношения — обо всем этом можно рассказывать бесконечно.

Большинство античных мыслителей верило в подчиненное положение Земли.

Позже, в средние века, центром Вселенной стали считать Землю, а божественному Солнцу оставили роль фонарика: приходя к нам зажигать свет, а уходя — гасить.

Идея Коперника о бесконечности Вселенной изменила отношение к Земле. Со временем все согласились, что именно Земля вращается вокруг Солнца, подставляя теплым его лучам свои выпуклые бока.

Но до сих пор идут споры между геологами — «землепоклонниками» и «солнцепоклонниками». Первые утверждают, что причины основных геологических процессов надо искать на земле. Другие связывают эти процессы с астрономическими силами.

Вы знаете, что наши привычные меры времени — час, минута, секунда — не точны? Они высчитываются как доли суток, а продолжительность суток изменяется со временем.

Сопоставляя сведения о затмениях Солнца за последние две тысячи лет (с учетом наблюдений вавилонских, китайских, египетских, греческих астрономов), ученые установили, что скорость вращения Земли уменьшается. Поэтому сутки удлинились на 0,05 секунды. Главный тормоз вращения Земли — притяжение Луны и Солнца.

Сутки в марте на 0,0025 секунды длиннее, чем в августе. Должно быть, тут сказывается сезонное перемещение гигантских воздушных масс.

Средняя температура планеты не остается постоянной. Она зависит от активности солнечного излучения и удаленности Земли от Солнца. А если температура понизится на $1,4^\circ$, планета сожмется на 9,2 см. Это, в свою очередь, влечет за собой ускорение вращения.

Таяние гигантских ледников (от этого уровень мирового океана повышается в некоторые эпохи более чем на 100 м) еще существеннее воздействует на скорость вращения планеты, уменьшая ее.

Многие геологические процессы неразрывно связаны с климатом: морозное выветривание, осаждение солей, накопление торфяников, перемещение песка и пыли, образование многих минералов и горных пород.

А климат на Земле зависит главным образом от силы солнечного излучения и от «места под Солнцем».

В каждой из геосфер свои законы. Жизнь атомов в прочной кристаллической решетке твердых минералов совершенно не похожа на непрерывные блуждания частиц, слагающих живые существа. В ионосфере атомы и молекулы ведут себя не так, как у поверхности земли, а здесь, в свою очередь, не так, как в глубоких недрах.

ЗЕМЛЯ СОЛНЦА, ГАЛАКТИКИ ВСЕЛЕННОЙ...

В земных недрах непрерывно идет распад радиоактивных элементов с выделением колоссального количества тепла. Еще больше энергии вырабатывается в результате изменения вращения Земли вокруг своей оси, а также (вопрос еще неясен) неравномерности вращения планеты вокруг Солнца, вращения всей Солнечной системы вокруг ядра Галактики.

Но все это лишь тысячная часть колоссального потока энергии, поступающего на Землю с солнечными лучами. (Космические лучи больших энергий порой «взрывают» атомы, синтезируя новые элементы, однако геологическая роль этого процесса еще недостаточно ясна — требуются длительные исследования.)

Трудно поверить, что солнечная энергия существенно воздействует лишь на биосферу и техносферу планеты и что ее действие не сказывается серьезно на всех геологических процессах, происходящих в земной коре. К сожалению, геологическая роль солнечного излучения до сих пор во многом остается загадочной.

Известно, что кругооборот воды на Земле — испарение, перенос пара, конденсация — приводит в действие теплом солнечных лучей. Энергию Солнца и гравитации несут в себе воды суши, которые стремятся в океан, совершая на своем пути огромную геологическую работу: разрушение горных пород, перенос продуктов разрушения, накопление их в долинах и морях.

Энергия солнечных лучей играет главную роль в сложном процессе выветривания, распыляющего даже

прочнейшие скалы и ведущего к образованию новых, порою очень сложных химических соединений.

Советские геологи Н. В. Белов и В. И. Лебедев разработали гипотезу, согласно которой в процессе выветривания, под воздействием солнечных лучей образуются минералы повышенной энергии за счет изменений расстояний между атомами в кристаллических решетках этих минералов. Заряженные солнечной энергией породы (своеобразные геохимические аккумуляторы) со временем оказываются погребенными под мощными толщами осадков. В недрах Земли, под действием высоких давлений и температур, они видоизменяются, высвобождая полученную от Солнца энергию (разряжаются аккумуляторы!).

«Можно полагать, — пишут Белов и Лебедев, — что солнечная энергия падает на дневную поверхность не только для того, чтобы тут же отразиться в мировое пространство, но, производя значительные на ней изменения... проникает и в недра земной коры.

Этот процесс, если пользоваться образным сравнением, напоминает отражение света ограненным алмазом. Значительная часть света отражается от шлифованных граней драгоценного камня, но не менее значительная часть, попадая внутрь камня, за счет большого показателя преломления алмаза может вырваться наружу лишь после многочисленных внутренних отражений, создавая тем красоту свечения бриллианта.

Подобно этому и история земной коры... в значительной мере определяется сложным механизмом отражения солнечной энергии. Часть последней в процессе переработки вещества на поверхности земной коры поглощается этим веществом и, погрузившись в недра и «преломившись», затем снова поднимается по поверхности, чтобы в преобразованном виде уйти в мировое пространство. Это поглощение и преломление создают поражающую своей многообразностью и загадочностью картину жизни земной коры».

Космические силы не дают успокоиться веществу нашей планеты. Активнее всего реагирует на них атмосфера. Атомы ее связаны между собой совсем слабо. Малейшее воздействие — и они выходят из равновесия. Возникают ионные лавины, мощные потоки воздуха.

Непрестанно движется и водная оболочка. Кроме непосредственного влияния на нее космических сил (гравитации, изменения вращения Земли, солнечных лучей), она испытывает на себе и силу атмосферных потоков, которые содействуют образованию океанических течений.

Каменная оболочка — самая инертная, непоколебимая. Но и ей приходится подчиняться космическим влияниям, а также, в меньшей степени, действию атмосферы и гидросферы. По-видимому, самый верхний каменный слой планеты — земная кора — образовался главным образом благодаря силам космоса.

И уж конечно, неразрывно связаны с космосом (в частности, с солнечным излучением) живое вещество планеты, ее биосфера и техносфера. Правы были те мудрые сказочники древности, которые называли живые существа и нас, людей, детьми Солнца. Любые колебания величины солнечной радиации тотчас сказываются на ионосфере, переходят в стратосферу и тропосферу, достигают водной и каменной оболочек. С этими колебаниями связаны многие ритмические процессы в живых организмах, во всем живом веществе Земли.

Геологи всё яснее начинают понимать неразрывную связь земных и космических процессов. Да и как может быть иначе? Ведь наша планета — неприметная пылинка возле сверкающей короны Солнца, которое, в свою очередь, — песчинка в обширной Галактике, а она — одна из ничтожных областей Вселенной.

РАСШИРЕНИЕ МИРА

Каков был мир до появления человека?

Колючие искры звезд — быть может, они метались в ночном небе, как снежинки в бурю? Быть может, планеты выписывали причудливые спирали, и Солнце слепило голубым пламенем, и Луна, поворачиваясь, выдыхала на Землю жаркую пыль своих вулканов...

Крохотен обитаемый нами мир. Ничтожно мал интервал времени, когда нашим глазам суждено ощущать

свет. Неизбежны сомнения: да могут ли науки, возникшие совсем недавно, уловить действительные, извечные или изменчивые законы бесконечной жизни Вселенной?

«Не знаю, каким я могу показаться другим, но самому себе я кажусь лишь мальчиком, который играет на берегу моря; развлекается, время от времени отыскивая то более плоские голыши, то более красивые раковины, чем обычно, а великий океан истины, еще целиком неизведанный, простирается предо мной». Писал это гениальный Ньютон. Но кое-что мы постепенно узнаём.

Сейчас астрономы утверждают, что Вселенная расширяется. Разбегаются капли звезд в пространстве, словно пылающие брызги неведомого тела, лопнувшего «в начале времен».

Как звук паровозного гудка, удаляясь, меняет тон, так изменяются цвета спектра удаляющейся звезды.

Бесстрастные окуляры телескопов фиксируют отсветы звезд на фотопленках. Формулы и машины помогают вычислить скорости разбегания светил.

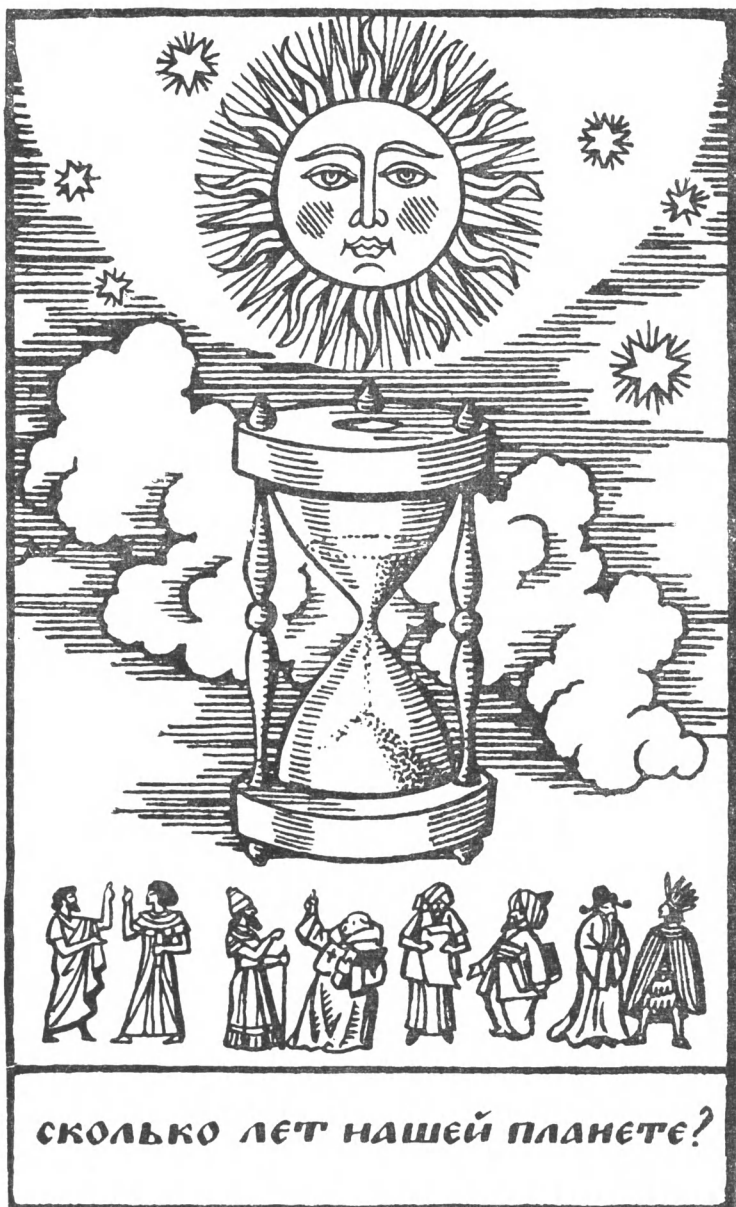
Но, возможно, Вселенная пульсирует, как Солнце, как вулканы, как волны, как живое сердце? Расширялась ли она миллионы, миллиарды лет назад? Неизвестно. Можно ли доказать или опровергнуть это?

Бесконечность Вселенной... Бессильны чувства людей ощутить ее. Привычки человечества, ограниченного видимым миром, тяготят нас. Лишь ряды цифр и символы открывают разуму путь в бесконечность.

Даже о нашей родной планете знаем мы очень мало. И почти все эти знания — о тончайшей пленке поверхности Земли. Расширяется ли Земля? Или сжимается? Может быть, пульсирует? Или остается неизменной? Неизвестно...

Но мысль человеческая устремляется к иным Солнцам, даже еще не разгадав множества тайн Земли.

Расширяется Вселенная или нет, пульсирует оболочка нашей планеты или остается постоянной, ненасытным глазам человека открываются новые горизонты. Мир, который познают люди, расширяется непрерывно и стремительно. Есть ли предел этому процессу? И что остается за этим пределом?..



Глава 5

ЗАГАДОЧНЫЙ ВЛАДЫКА МИРА

Раскрыв глаза, гляжу на яркий свет
И слышу сердца ровное биенье,
И этих строк размеренное пенье,
И мыслимую музыку планет.
Все — ритм и бег. Бесцельное стремленье!
Но страшен миг, когда стремленье нет.

И. Бунин

Где начало того конца, которым оканчивается начало?

Козьма Прутков

НЕВИДИМКА

О нем немало говорят и пишут, но никто его не видел и не увидит никогда.

Пред ним бессильны новейшие приборы.

Его присутствие предполагается всюду, но, быть может, его и нет нигде...

Речь идет о времени.

Нет ничего на Земле неизменного. Постоянно меняется облик ее поверхности. Преображаются минералы и горные породы. Даже многие химические элементы (а может быть, все?) стареют или рождаются (например, в процессе радиоактивного распада).

Заметнее всего это свойство проявляется в живом

веществе, в атмосфере и гидросфере (ветер, течение вод), в биосфере и техносфере.

Даже за недолгий человеческий век нетрудно уяснить, что все эти сферы сегодня уже не те, что вчера, а завтра будут не те, что сегодня,— они непрерывно движутся, видоизменяются.

То же самое можно сказать и о каменных сферах. Только здесь между «вчера» и «сегодня» порой проходят тысячелетия, миллионы лет.

Понять жизнь Земли невозможно без изучения ее истории, а историю Земли невозможно постигнуть, не выяснив, хотя бы в общих чертах, проблему геологического времени.

Наука, изучающая время жизни Земли, родилась в нашем веке и основывается на новейших достижениях физики.

Наука называется геохронологией. В этом названии звучат имена двух греческих божеств: Геи — богини Земли и Хроноса — бога времени.

И хотя ученые в своих исследованиях не ссылаются на неведомые сверхъестественные силы, имена двух древних божеств, которым никто теперь не поклоняется, постоянно напоминают нам об истоках науки, о прекрасных легендах — драгоценном и неповторимом сплаве мудрости, наивной фантастики и поэзии.

ПОИСКИ НЕВИДИМКИ

Время...

Что это такое?

Сразу на этот вопрос трудно ответить.

А если подумать?

«Чем больше я заставляю себя думать об этом, тем меньше это понимаю», — признался две тысячи лет назад святой Августин. К мнению его могли бы присоединиться сотни, тысячи мыслителей. Правда, каждый из них пытался все-таки найти правильный ответ.

В учении Пифагора время представлялось в виде сферы, обнимающей весь мир и движущейся вместе с ним.

Философ-идеалист Плотин считал время жизнью души.

«Я понимаю, что все тела движутся во времени, но это движение не есть само время,— писал Августин. И переходил на язык поэзии: «Время есть не что иное, как перемещающееся и непрестанно изменяющееся мерцание».

Рассуждая о времени, даже ученые начинали говорить стихами:

Старец медлительный ты, ты же быстрое. И замыкаешь,
И размыкаешь. Назвать добрым тебя или злым?

Джордано Бруно

Гигантский образ посреди Природы
Стоит и руки, коим счета нет,
Оно вокруг на сушу и на воды
Распространяет, правит ход планет,
Крутящихся в их сферах серебристых
И водит солнце меж систем лучистых.

Эразм Дарвин

«Время! Где непреложный закон, твое мерное и невозмутимое течение? Разве не сам человек определяет скорость твоего потока и разве не в нем самом признание времени?» (А. Ферсман).

Философы старались познать сущность времени и выразить мысль свою логично и полно.

«Продолжительность есть текучая протяженность»,— писал Д. Локк, считая время (продолжительность) особой формой расстояния (протяженности.)

И. Кант возражал: «Время не есть что-то объективное и реальное». «Никто никогда не выводил и не объяснял понятия времени с помощью разума».

Гегель, в свою очередь, не соглашался с Кантом: «Оно есть бытие, которое, существуя, не существует и, не существуя, существует,— оно есть созерцаемое становление».

Фейербах: «Время на самом деле совсем не является одной только формой созерцания, но и существенной формой и условием жизни».

М. Гюйо: «Время есть абстрактный символ изменений Вселенной. Для нас вечность есть или ничто, или хаос; время начинается вместе с внесением порядка в ощущение и мысли».

Г. Зиммель: «Время есть жизнь, если оставить в стороне ее содержание».

Многие из этих высказываний столь же туманны, как и сама проблема времени.

Из всех философов, на мой взгляд, наиболее точно сказал гениальный Аристотель: «Что такое время и какова природа его, нам неизвестно».

Конечно, такого рода неопределенность не могла удовлетворить ученых. Они (главным образом физики) искали формулировок четких и ясных. И находили такие формулировки.

И. Ньютон (конец XVII века): «Обычное время представляет собой некоторого рода чувственную, или внешнюю... меру длительности, определяемую с помощью движения».

«Абсолютное, истинное или математическое время само по себе и по своей природе равномерно течет безотносительно ко всему окружающему».

Н. Лобачевский (начало XIX века): «Движение одного тела, принимаемое за известное для сравнения с другим, называется временем».

Г. Минковский (начало XX века): «Отныне пространство и время превращаются в простой мираж, и лишь их своеобразное единство может претендовать на независимость».

Как видно, в разные века и у разных мыслителей было свое представление о времени. Проблемой этой упорно занимались главным образом философы и физики.

В. И. Вернадский выделил пять этапов в развитии представлений о времени.

У философов древней Греции и Рима господствовало мнение о безграничности времени. Само время они представляли как меру движения.

В средние века все изменилось. Люди уверовали в начало и конец мира. Они даже подсчитывали дату «начала всех начал» и ждали с ужасом конца света. Не раз бывало так, что крестьяне бросали обработку полей,

мастеровые закрывали свои лавки и даже богачи забывали о деньгах — настолько все уверены были в близости Страшного суда.

Но время не останавливалось. Мир существовал, не считаясь с пророчествами. И в XVI—XVII веках вновь возродились идеи древних. Джордано Бруно провозгласил в своем трактате беспредельность времени. Движение и время вновь стали неразделимыми, поясняющими друг друга.

В конце XVII века победила идея кембриджского профессора И. Ньютона о потоке абсолютного времени, который пронизывает и движет весь мир. Абсолютное время, как и абсолютное пространство, были для Ньютона проявлением бога, были основой мироздания. Поэтому изучать их не имело смысла (все равно что доказывать аксиомы). Значит, проблема времени, по существу, была изъята из науки (нельзя же «объять необъятное»!).

В нашем столетии идея ньютоновского абсолютного времени подверглась жестокой критике. Ее сменило понятие о неразделимом пространстве — времени. Первыми об этом заявили математик Герман Минковский и физик Альберт Эйнштейн (прежде те же идеи высказывали и некоторые философы).

Физики, привыкшие к четким математическим образам, представляют себе единое пространство-время в виде четырехмерной системы. В привычное пространство трех измерений (высота, длина и ширина) они ввели третью ось — время. Она по существу воображаемая, представлена мнимыми числами. Однако с помощью этой оси физикам легче «уложить» реальный мир в рамки своих теорий.

Мы слишком далеко уйдем от геологии, если станем углубляться вместе с физиками и философами в проблему времени.

Наука геохронология изучает время жизни Земли. Она не разделяет планетарное пространство-время. Тот период, когда Земли еще не было, геологи никак не могут сосчитать и не принимают во внимание. У них для этого не имеется никакой возможности. Столь же бессмысленно спрашивать пожарников о том, сколько времени прошло до того, как начался пожар.

Спрашивать о времени просто так, вообще — нельзя.

Когда мы говорим о скорости, то обязательно подразумеваем нечто движущееся: человека, машину, ракету.

Точно так же, говоря о времени, необходимо уточнить, о чем идет речь: о Земле, о машине, о человеке, о Солнце. До их возникновения и после их исчезновения может пройти бесконечное количество времени. Сосчитать его невозможно.

Итак, теперь мы можем ограничить пределы науки геохронологии. С одной стороны, это настоящее время, а с другой — отдаленнейшее прошлое, когда возникли первые часы на Земле. Не те, привычные нам часы, которые неустанно стучат металлическими своими сердцами. Первые часы на Земле — особенные, геологические, речь о которых пойдет впереди.

СКАЗКА О РОЗАХ И САДОВНИКЕ

Иммануил Кант, великий немецкий мыслитель, пересказал в одном из своих сочинений сказку.

Жили в саду розы. Родились они весной маленькими тугими бутончиками. День ото дня они хорошели, становились нежнее, пушистее, раскрывали свои лепестки.

Тихо шелестя листьями, они переговаривались:

— Как все кругом чудесно изменяется со временем. Листья деревьев недавно были крохотными, а теперь плотные и от них такая густая тень.

— А назойливые жуки? Они появляются реже и реже. Все изменяется к лучшему.

— Даже солнышко теплеет!

С наступлением осени разговоры стали тревожными:

— А вы замечаете, солнце теперь почти не греет! Оно может совсем погаснуть!

— А ночи такие длинные...

— Листья, сколько листьев! Сыплются сверху, с ветвей и шуршат, словно неживые.

— Я сегодня потеряла еще два лепестка. Как быстро летит время! Как быстро все меняется!

— Нет, не все. Взгляните на доброго нашего Садовника.

— Да, да, да, он не боится времени!

— Он совершенно не изменился за всю нашу долгую жизнь.

— У него такие же белые волосы.

— У него такие же ласковые морщинистые руки.

— У него такие же голубые глаза.

— Удивительно!

Действительно, от рождения красавиц роз до их осенней старости — за всю их жизнь! — садовник ничуть не изменился, словно время летело, не задевая его.

«Что же тут особенного? — скажете вы, прочтя сказку. — Розы живут недолго. То, что для них целая жизнь, для человека — самая малость. И при чем тут геология?»

Дело в том, что наши представления о жизни Земли обычно напоминают рассуждения роз о садовнике. Мы, за нашу недолгую жизнь, не успеваем заметить слишком медленных изменений в неживой природе. Она кажется нам неподвижной, вечной.

Нам трудно понять жизнь гор, долин, минералов, горных пород. То, что для нас — век, для них — краткий миг.

Эту простую мысль поняли люди сравнительно недавно. А ведь только уяснив ее, можно всерьез изучать Землю.

ВРЕМЯ — ВПЕРЕД!

Одно из чудес кино — «ускорение хода времени». Люди вдруг начинают метаться с неистовой быстротой. На наших глазах растут дома, распускаются цветы.

Снимаются такие ленты просто. Делается, к примеру, один кадр в минуту. А потом полученную ленту прокручивают с обычной скоростью — 36 кадров в секунду. И то, что в действительности происходило очень медленно, перед нами пройдет скоро, в 2160 раз быстрее. Время словно уплотнится,

Если б нечто подобное можно было сделать в геологии! Каким бы чудесным, невероятным, совершенно непривычным показалось бы нам окружающее.

Миллионы лет промелькнут, словно минуты.

Мы увидим, как оживают каменные волны гор, стремительно, брызгами воды, сыплются с них обломки. Горы то опадают, сравниваясь с плоской равниной, то вздымаются выше прежнего. Прочнейшие скальные пласты сминаются в складки, словно пластилиновые.

Лед под собственной тяжестью течет со скоростью примерно 10 метров в год. А скальный пласт выдавливается из-под основания полукилометрового обрыва. За миллион лет десятая часть пласта вытечет.

На нашем чудесном экране моря начнут странствовать по суше, переливаясь с одного места на другое, словно беспокойные капли ртути по столу. Непрерывно станут изменяться очертания материков и океанов. То там, то здесь вдруг вынырнет из пучины макушка острова и пропадет вновь. Двинутся по суше пустыни и леса, ледники и болота.

Много неожиданного увидели бы мы в ускоренном фильме о жизни Земли, которого нет и никогда не будет. Подобные картины можно создавать лишь в своем воображении, после знакомства со многими геологическими науками. И тогда мы сможем убедиться, что геологическое время серьезно отличается от нашего привычного человеческого века.

ХРОНОС ИЗ ХАОСА

Очень давно заметили люди постоянные изменения в природе.

Изо дня в день появляется Солнце на небе и пропадает за горизонтом. Свет сменяется тьмой.

Месяц — круглое, блестящее украшение ночного неба — начинает худеть, превращаться в тоненькую светлую царапинку, и вовсе пропадает, чтоб затем постепенно вновь наливаться светом.

Проходят чередой белая зима, прозрачная весна, лето зеленое и пестрая осень.

И все живое рождается, вырастает и умирает, изменяясь со временем.

Египетские фараоны сооружали себе для вечной загробной жизни каменные вечные горы. Там, затаенные в склепах-пещерах, стояли каменные вечные саркофаги с окаменевшими, набальзамированными останками владык. Саркофаги, словно корабли, плыли через океан времени в вечность.

— «Все боится времени, но время боится пирамид», — говаривали тогда.

Время текло невидимо. Оно принесло к нашим дням выщербленные пирамиды, пустые склепы, истлевший прах бывших фараонов.

Время не останавливается перед самыми прочными преградами. От него не скроешься ни в каких тайниках.

Но вечно ли само время? Всегда ли существовало равномерное, неуклонное его течение?

Вначале был безграничный темный Хаос. Он пребывал неизменно. Времени тогда не было. Все на свете — и сами боги, и могучий Хронос — возникло из Хаоса.

Так считали мудрые греки.

Древнеегипетский миф сохранил слова Владыки Вселенной:

«Не существовало еще небо и не существовала Земля. Не было еще ни почвы, ни змей в этом месте. Я сотворил их там из Нуна, из небытия».

В пасмурной Скандинавии начало мира описывалось почти так же, как и в солнечной стране пирамид:

В начальное древнее время жил Имир.
Земли тогда не было; не было неба;
Ни морского песку, ни холодной волны;
Трава не росла: всюду бездна зияла.

Мудрецы Индии о начале мира больше спрашивали, чем ответствовали:

«Тогда не было ни того, что есть, ни того, что не есть; не было ни Земли, ни небес, которые выше. Что покрывало? Где было это и под чьим покровительством? Была ли вода глубокой бездной?..»

Тогда не было смерти, следовательно, не было ничего бессмертного. Тогда не было света (отличия) ме-

жду ночью и днем. Этот Единый дышал сам собой, не дыша; другого, кроме этого, тогда не было ничего.

Тогда был мрак, в начале всего было море без света...

Боги появились позже этого создания, кто же знает, откуда оно появилось?..»

И в библии подразумевается, что прежде, до сотворения мира, царствовал Хаос — смешение света и тьмы, земли и воды, живого и мертвого. И времени тогда тоже не было.

В мыслях своих люди проникали даже за грань времени, в беспредельность Хаоса.

Но как можно знать, что было тогда, когда ничего не было?

Индусы отвечали на эти сомнения: «Высочайший Видящий в высочайшем небе, он, может быть, знает; или даже и он не знает?..»

РОЖДЕНИЕ БЕСКОНЕЧНОСТИ

Прошлое не исчезает бесследно. Внимательный наблюдатель, изучая сегодняшнюю Землю, может воссоздать в своем воображении ее историю. Но чем дальше в прошлое, тем сложнее исследования, тем меньше сохраняется остатков, тем больше приходится строить догадок.

О происхождении Земли имеется несколько более или менее обоснованных гипотез. Этот вопрос можно решить. Ведь Земля хранит в себе следы своего прошлого.

А как возникла Солнечная система? Галактика? Вся Вселенная? И если они возникли, то что же было до них?

Глубины прошлого, которые может измерить наука, исчисляются миллиардами лет. Но всегда можно спросить: «А что было прежде? Что было десятки, сотни миллиардов лет назад? Миллиарды миллиардов лет назад?»

Стоп!

Незаметно для себя мы слишком далеко отошли от

геологии. Заменяли ее арифметикой. Стали играть цифрами. А счет геологического времени не беспределен...

В 1848 году лорд Кельвин первым определил предел холода. Абсолютный нуль температуры — минус 273° С. Можно, конечно, написать и цифру -500° и более громоздкую. Но эти температуры так и останутся на бумаге. В природе их не существует.

В 1898 году Майкельсон вычислил предел скорости.

В своем полете стремительные фотоны — импульсы света — за одну секунду удаляются на 300 000 километров. Быстрее их нет ничего. Бессмысленно спрашивать: «Что будет при скорости 500 000 километров в секунду?» Такой скорости в природе не обнаружено (по теории Эйнштейна быть ее не может).

А как же время?

Быть может, и оно не беспределенно? И мы сами не замечаем, как миллиарды лет незаметно переходят в бесконечность, достигая абсолютного нуля времени.

Что же следует считать абсолютным нулем времени? В науке (я подчеркнул «в науке» потому, что поэты, фантасты, конечно, будут стараться проникнуть мыслью в неведомое прошлое) за него можно принимать эру, когда не существовало никаких часов, никаких хранилищ времени, ничего ритмичного, регулярного, закономерного.

Говоря словами легенд, царил тогда всеобъемлющий Хаос.

СКАЗКА О ВЕЧНОМ МГНОВЕНИИ

Как остановить ход времени?

Часы идут, идут, идут, звонко чеканя шаги. Идут по всей планете день и ночь, день и ночь...

Раз-два, раз-два... В воде, под землей и в воздухе четкий ритм отбивают часы.

Раз-два, раз-два... Секунда в секунду, минута в минуту, час в час. Часы непрерывно отсекают у настоящего минуты, часы и дни, непрерывно переводят их в прошлое.

Остановить все часы!

Нет, этого мало. По-прежнему будет сменяться день ночью, по-прежнему станут рождаться и умирать живые существа, по-прежнему непрерывно будет изменяться всё вокруг.

Можно ли отыскать во Вселенной хотя бы крохотный островок, не подчиненный законам времени?

Островок такой существует. В сказке.

Там, в заколдованном замке, лежит Спящая красавица. И все вокруг нее сковано волшебным сном.

Спят придворные фрейлины и дворецкие. Замерли на бегу скороходы и пажы. Спят куропатки и фазаны, которых поджаривают на огне, да и сам огонь уснул. И забулдыги-стражники у городских ворот спят с кубками в руках, и застыло в воздухе заснувшее вино, выливаясь из оплетенной бутылки.

Ничто не движется здесь, все остается неизменным.

Времени не подвластен заколдованный мир. Беспредельные потоки дней, годов, столетий обходят стороной замок Спящей красавицы. Отважный рыцарь может отыскать его — через сотни, тысячи, миллионы лет. И всегда будет видеть все тот же неизменный мир. Мгновение остановилось.

Но вот истек срок, назначенный феей. И замок пробудился.

Красавица принцесса заговорила с прекрасным принцем. Все вокруг засуетилось, продолжая свои начатые прежде дела. Завертелись на вертелах куропатки и фазаны, поджариваясь на воспрянувшем огне. И в кубки очнувшихся стражников весело полилось ожившее вино.

Кого бы ни спрашивал принц, как долго длился их волшебный сон, никто не дал ему ответа. Никто не заметил своего сна!

Века или краткий миг? В мире, где нет никаких изменений, время останавливается, замирает, как и все другое. Время исчезает бесследно. Ничто не напоминает о нем.

О времени можно говорить лишь в том случае, когда существуют какие-либо процессы (своеобразные «часы»), отмеряющие его ход. Без этого мы уподобимся обитателям замороженного замка Спящей красавицы. Мгновение для нас будет неотличимо от вечности.

ДЕНЬ РОЖДЕНИЯ ЗЕМЛИ

Сколько лет нашей планете?

В разные века люди отвечали по-разному. Прежде — очень точно, подсчитывая иногда даже дни. Теперь — очень приблизительно, не считаясь с десятками и даже сотнями миллионов лет.

У многих народов представление о возрасте Земли было самое неопределенное.

Прежде чем подсчитывать многие годы, надо было научиться складывать. А это умение пришло не сразу.

Первой счетной машиной служили человеку собственные пальцы. Зулусы еще в прошлом веке называли число шесть — «татизитупа», что переводится: «Взять большой палец руки (целая пятерня и еще один палец)».

Племя таманак на реке Ориноко называло число пять — «целая рука», десять — «две руки», сорок — «два человека». Так и вели счет по пальцам.

Много годов подобным способом не сосчитаешь. Поэтому и появились такие туманные числительные, как «очень много», «несчетное количество», «тьма-тьму-щая». Считалось, что Земля возникла очень давно. И это вполне устраивало людей.

Но вот в Ассирии, Вавилоне, Египте появились первые астрономы и математики. Научились они управлять огромными армиями цифр. Уверенно, как опытные военачальники, выстраивали цифры в ряды, возводили их в степени, объединяли и делили. Тогда же попытались люди впервые точно подсчитать возраст Земли.

Не замечая изменений в неживой природе, люди рассуждали примерно так:

«Если Земля и небо, Солнце и звезды остаются неизменными, значит, все они были когда-то созданы сразу такими, какие они есть. Я умею вырезать из кости и лепить из глины фигурки людей и животных. Умею строить дома. Должно быть, и раньше, очень давно, был кто-то, построивший этот мир. Так же, как я строю дом. И создавший людей и зверей. Так же, как я вырезаю фигурки из кости или вылепливаю из глины».

После этого оставалось только догадаться о дате сотворения мира.

Легендарный персидский мудрец Зараостр (Заратустра) считал, что возраст Земли 12 тысячелетий.

По сообщению Цицерона халдейские жрецы называли время рождения Земли из Хаоса — более двух миллионов лет.

Составители Библии — книги, которая впоследствии была признана священной, — точной даты возникновения Земли не указали. И начались гадания.

Одни называли цифру четыре тысячи лет. Другие возражали. Мартин Лютер авторитетно заявил: «Мы знаем из Библии, что больше чем шесть тысяч лет мир не существовал».

В 1583 году Римская церковь уточнила дату: мир возник за 5199 лет до нашей эры.

Многие сомневались в этой цифре. Приводили в пример египетские пирамиды. Было видно, что они пережили не одно тысячелетие. Значит, уже тогда существовали могучие государства, а Земля возникла значительно раньше.

В ответ на это триста лет назад епископ Пирсон предложил считать египетские памятники подложными, сооруженными с хитрой целью — запутать верующих.

После кропотливых подсчетов вице-канцлер Кембриджского университета Лайтфут пришел к твердому выводу: сотворение человека произошло 23 октября 4004 года до нашей эры, в 9 часов утра. А мир, как известно, сотворен несколькими днями раньше.

Сейчас все эти выдумки могут вызвать лишь улыбку. Но совсем еще недавно, каких-нибудь 150 лет назад, почти все христиане твердо верили, что мир возник в 5493 году до нашей эры.

Правда, уже в 1739 году священник Виньол собрал двести разных мнений о дате сотворения мира (от 6984 до 3483 года до нашей эры). Но даже после этого Виньол не усомнился в правильности библейской легенды. Ему и в голову не пришло, что религия не в силах решить научные вопросы.

Жители древней Мексики не сомневались, что им известен возраст Земли: «Как это началось, как было положено начало Солнцу — 2513 лет назад, так же известно, как и то, что сегодня — 22 мая 1599 года».

Греки начало мира относили в более отдаленное

прошлое — 5508 год до нашей эры. В древнем Египте считали, что Земля образовалась еще раньше.

«Совершенно особняком от упомянутых выше эр, — писал советский ученый Ф. Завельский, — стоит древнеиндийское летосчисление, описанное в Махабхарате, Пуранах и других старинных индийских религиозных книгах. В его основе лежит год, состоящий из 360 дней. Эра построена из гигантских периодов, по истечении которых, как сказано в этих книгах, все живое умирает. Каждый период, называемый эоном, или кальпой, длится 4 320 000 000 лет, но это... лишь один день в жизни Браммы. Каждый эон делится на 1000 периодов, махаюг. Последняя махаюга состоит из четырех периодов: девалюги — царства богов, или Золотого века, третаюги — Серебряного века, дванариюги — Медного века и калиюги — Железного века, века греха, в котором живем мы.

Таково это удивительное летосчисление, очень поэтичное и совершенно необоснованное».

Люди не имели часов для измерения возраста планеты. А ведь счет времени можно вести только от каких-нибудь точно известных событий.

Греки за такое событие приняли свою первую Олимпиаду — 776 год до нашей эры. Римляне — основание города Рима — 753 год до нашей эры. Арабы — бегство Магомета из Мекки в Медину, где его впервые признали пророком; арабская эра началась совсем недавно — в 622 году.

Более или менее достоверно могли судить люди о прошлом лишь только по историческим событиям, летописям и легендам.

Разве не бесследно пропадает прошлое? Разве существуют тайники, куда прячет невидимый Хронос ушедшие годы? И могут ли люди найти ключи к неведомой сокровищнице времени?

Ключи эти найдены.

Часов, отсчитывающих время Земли, немало. Среди них есть и очень неточные. Ход иных часов постоянно убыстряется. А есть хронометры, которые не боятся ни огня, ни мороза, ни ударов, ни сырости.

Итак, наш путь — в кладовые Хроноса.

ПОЧЕМУ ВОДА В МОРЕ СОЛЕНАЯ?

Вы слышали, как на кораблях отбивают склянки? Вахтенный матрос каждые полчаса отзванивает сигналы.

Сейчас мало кто знает истоки этого давнишнего обычая и происхождение странного названия — «отбивать склянки».

Некогда, еще во времена великой Римской республики, существовали водяные часы: из одного сосуда в другой переливалась вода. Сосуд наполнялся равномерно и каждый раз за один и тот же промежуток времени. Затем сосуды меняли местами, и вода переливалась из второго в первый.

И так беспрерывно.

При каждой такой смене сосудов для памяти стучали по склянке.

В Риме перед ораторами ставили подобные водяные часы, чтоб следить за длительностью речи и вовремя прекратить бестолковое выступление. Должно быть, с тех пор и стали говорить: «Сколько воды утекло!» и «Кончай лить воду!»

Водяные часы существуют на Земле повсюду с самых отдаленных времен. Ни на секунду не останавливается течение рек, напоминая и подчеркивая безостановочное течение времени. Но как пользоваться этими часами?

Мысль использовать природные водяные часы пришла людям лишь после того, как они задумались над загадкой: «Почему вода в море соленая?»

В шутку отвечали: «Там селедки плавают». Или, по словам Чехова, морская вода горько-соленая, потому что в ней купаются сатирики.

«Соль» подобных ответов — остроумие. Ну, а если всерьез?

Согласно подсчетам Э. Зюсса все реки Земли ежегодно выносят в моря и океаны два с половиной миллиарда тонн солей. Для краткости удобнее записать так: $2,5 \cdot 10^9$ т или $2,5 \cdot 10^{15}$ г.

В одном литре океанской воды содержится в среднем 35 г солей. Во всем океане ($1,4 \cdot 10^{21}$ л) содержится $35 \cdot 1,4 \cdot 10^{21} = 4,9 \cdot 10^{22}$ г солей.

Откуда попали соли в океан?

Принесли их реки.

Атмосферные осадки, просачиваясь сквозь почву, блуждая под землей и стекая по ее поверхности, постоянно растворяют соли и уносят их в океан.

Зная, сколько солей приносится в океан за один год, и зная общее количество океанской соли, можно вычислить, за сколько лет произошло засоление океана.

Англичанин Э. Галлей, ученик И. Ньютона, в 1715 году провел подобный расчет. Кладовая времени найдена!

Дело осложнялось тем, что следовало учитывать количество солей, уносимое с поверхности океана в процессе испарения воды, поступающее с атмосферными осадками, осаждающееся в заливах и лагунах, и так далее.

Трудности были преодолены. Галлей сумел подсчитать все богатства времени, заключенные в кладовых океана. Получилась цифра 90—340 миллионов лет (с уточнениями, внесенными в расчеты Галлея геологом Дж. Жоли и другими учеными).

Это были научно обоснованные цифры, а не фантастические предположения. Математическое их доказательство не вызывает сомнения, а вот геологическое...

Всегда ли реки Земли несли в океан столько же солей, как ныне?

Нет, не всегда.

Дело тут не только в том, что воды на Земле со временем могло становиться больше. Доподлинно известно — облик Земли далеко не всегда был таким, как сейчас.

Обычно долгое геологическое время поверхность Земли оставалась ровной, сглаженной. Реки текли по ней спокойнее, вода стекала в океаны медленнее, а вместе с ней и медленнее поступали соли.

Сейчас, торопливо сбегая с гор и возвышенностей, вода совершает свою работу куда более энергично. А расчет сделан именно по современным рекам. Неточно!

ПЕСОЧНЫЕ ЧАСЫ И СКАЗКА О ЛАВИНЕ ВРЕМЕНИ

Песочные часы очень похожи на водяные. Изобретены они были вскоре после водяных.

Из верхнего сосуда тоненькой струйкой сыплются песчинки в нижний.

Чем больше проходит времени, тем больше пересыпается песка.

Песочные часы уточнили время помпейской катастрофы. Согласно летописям она произошла ночью. И вот, раскапывая город, засыпанный вулканическим пеплом, археологи обнаружили опрокинутые песочные часы.

Они показывали два часа. Два часа ночи.

Увы, природные песочные часы не точнее водяных. А пользоваться ими значительно сложнее. Для этого надо высчитать, сколько всего песка и глины накоплено в морях и океанах.

Вода смывает с поверхности земли и переносит в океан (пересыпает из одного сосуда в другой) шесть миллиардов тонн частиц (песчаных, пылеватых, глинистых) в год.

Результат подсчета времени на песочных часах оказался и вовсе сомнительным: 100 миллионов лет.

Достоинство этих часов в другом.

В морях осаждаются самые разные породы, кроме песков и глин: известковый ил, мел, соли. Слой за слоем накапливаются они на дне.

Сейчас ученые научились определять возраст этих слоев (какими часами, узнаете чуть позже).

Можно сравнить, какое количество осадков образовалось за равные промежутки времени. Результаты получаются неожиданными.

Вначале был сделан расчет для Америки (геологом Чарлзом Шухертом). Получилось, что в древнюю (палеозойскую) эру осаждалось чуть больше 100 метров слоев за миллион лет. В следующую эпоху цифра достигла 200 метров, а затем вплотную подошла к 300 метрам за миллион лет.

Подсчитать количество осадков на больших территориях очень и очень трудно. Подсчет приближенный. Ведь в зависимости от естественных условий за одно и

то же время в разных местах накапливается разное количество осадков.

Известный геолог С. Н. Бубнов повторил подсчеты показаний песочных часов. Цифры получились новыми, но основная закономерность не исчезла: с течением геологического времени осадки накапливались все быстрее и быстрее.

Другими словами можно сказать, что согласно показаниям песочных часов время образования осадков постоянно ускоряется.

Чем это вызвано?

Можно объяснить сказкой.

Невидимое время пронизывает все вокруг. Безостановочно, неуклонно. Его движение кажется нам равномерным.

Только кажется!

Как ветер крепчает с приближением бури, так постепенно ускоряет время свой бег. И все вокруг ускоряет свое движение.

Неуклонно убыстрятся вращение Земли. Все быстрее проносятся по планете машины, все больше и больше вещества передвигается, перевозится, пересыпается, преобразуется. Стремительнее и дальше летают ракеты, все большую мощность приобретают взрывы. И недра Земли разогреваются жарче, и все явственнее знаки этого процесса на поверхности: вулканы, землетрясения.

Время ускоряет свой бег, словно обвал, несущийся с гор. Что остановит его? Где предел скорости? Что ожидает мир, захлестнутый этой лавиной?..

Сказка остается сказкой. Она рассказывает о потоке времени. Но разве время — поток?

Если отмерять время разными отрезками, получится, что ускоряется осаждение осадков. Причина этому: из века в век все сильнее становятся движения Земли, вздымающие горы; все выше поднимается суша и все больше выносятся обломков, пылинок и растворов в моря; активнее становится деятельность живых существ, а ведь именно благодаря животным и растениям возникли многие из горных пород.

КЛАДОВАЯ СОЛНЕЧНЫХ ДНЕЙ

Изобретателем особого вида геологических часов был выдающийся натуралист XVIII века Ж. Бюффон, директор Королевского ботанического сада в Париже. Часы эти можно назвать «огненными» или «тепловыми».

Сначала бралось каменное пушечное ядро и накалялось добела. Затем его выставляли на воздух. Отмечали время полного остывания ядра.

Бюффон считал, что некогда Земля была раскалена. Следовательно, время ее остывания должно быть длительнее времени остывания ядра во столько раз, во сколько масса Земли больше массы ядра.

Произведя расчет, Бюффон получил цифру: 75 000 лет.

Сто лет спустя известный английский физик Вильям Томсон (впоследствии, став лордом, он именовался Кельвином) вновь вычислил время охлаждения земного шара.

Формулы физики были точны. Томсон умел ими пользоваться. А результат получился совершенно неверный: 20—40 миллионов лет.

Так часто случается с теми, кто пытается применить строгие формулы физики и математики в геологических (и других естественных) науках. В мелочах достигается точность изумительная. А в главном получаются ошибки из-за невозможности (или неумения) учесть многие геологические явления. С таким же успехом можно пытаться определять точное время по часам, у которых имеется минутная стрелка, а часовая отломлена: «пять минут какого-то...»

Ошибались Бюффон и Кельвин в самом главном. От момента своего образования Земля вовсе не остывает непрерывно. В настоящее время, например, она разогревается. И так не раз было в ее истории. И образовалась Земля, вероятно, не из раскаленных капель Солнца.

Но существует иной извечный счетчик времени.

Неутомимым волчком кружится планета вокруг своей звезды.

Солнце научило людей точно отсчитывать время.

Тень от копья, воткнутого в землю, медленно сдвигается, словно прячась от ясного солнечного ока. Солнце неторопливо огибает небосвод.

Каменные фигуры египетских богов и поныне смотрят на восход, встречая появление великолепного Ра. Грани египетских пирамид расположены по странам света.

Одни из древнейших сооружений — дольмены Англии. Им тысячи лет. Дольмены — длинные ряды громадных каменных столбов. И они тоже указывают путь к восходу солнца.

Но как можно в прошлом отыскать следы великих солнечных ритмов? Бог Ра, плывущий в ладье по своей небесной реке, не оставляет следов.

Нет, оставляет. Недаром у всех почти народов Солнце считалось верховным, самым могучим божеством. Повиновалась ему и Земля.

Многие горные породы слоисты. В чередовании темных и светлых, бурых и желтых слоев увековечена деятельность Солнца и земные ее последствия.

Летом обильные воды выносят и отлагают песок. Зимой течение рек успокаивается, теряет свою силу. Воде уже трудновато волочить песчинки. Несет она лишь легкую пыль и глину. Вот и чередуются слои песчаный — летний и глинистый — зимний.

Так же регулярно осенью, с похолоданием, умирает множество бактерий, растений. Они ежегодно образуют на дне особые слои, напоминающие степной чернозем.

И соли выпариваются из морской воды не как попало, а попеременно. Зимой, например, приходит черед мирабилита, ценной магниевой соли.

Остается только пересчитать слои (подобно тому, как подсчитываются годовые кольца деревьев).

Но попробуй-ка их пересчитать! Миллионы, миллиарды слоев. Жизни не хватит!

Отыскивать слоистые породы — задача трудная. Не везде они имеются. Сравнивать отложения разных районов очень сложно: нередко в разных местах в одно и то же время накапливаются разные осадки. К тому же со многими слоями за их долгую жизнь происходят огромные перемены.

И все-таки солнечные часы очень помогают геологам. Особенно удобны они для подсчета последних десятков тысячелетий жизни Земли. Слоистые отложения ледниковых озер — следы минувших годов. Каждый оборот Земли вокруг Солнца запечатлен в камне. Геологические даты теперь можно выражать в привычных нам годах, столетиях. Одна беда: эти даты относятся лишь к последней геологической эпохе.

НЕУТОМИМЫЕ ЛЕТОПИСЦЫ

Самые точные часы совсем недавно получили геологи в подарок от физиков. Удивительные часы, которым не страшны ни вода, ни сушь, ни жара, ни холод. Их ровный ход, как полагают, не может изменить ничто на свете.

Эти часы — радиоактивные минералы. Современные приборы помогают отыскать в горных породах мельчайшие частички радиоактивных веществ. Умелый исследователь, изучив их, определит возраст горной породы почти так же уверенно, как сию минуту на циферблате обыкновенных часов.

Удивительны радиоактивные минералы! Они словно живые. Их атомы стареют со временем.

Обычно неживые предметы не способны сами по себе, без посторонней помощи, излучать тепло. Если раскалить камень, он затем постепенно остывает до тех пор, пока температура его не сравняется с температурой окружающей среды. Лишь живые существа непрерывно вырабатывают тепло, противятся вечному стремлению неживой природы к остыванию.

Радиоактивные минералы тоже «горят», накапливают тепло, противятся остыванию. И, словно клетки живых существ, их атомы отмирают один за другим.

Каждый атом урана после долгих изменений превращается в атом изотопа свинца. При этом он излучает тепло и выделяет гелий. Атом за атомом расщепляются непрерывно. И атом за атомом возникают свинец и гелий. Чем дольше работают урановые «часы», тем боль-

ше образуется свинца и гелия, тем меньше остается урана.

Физики в своих лабораториях пытались затормозить или ускорить ход атомных часов. Тщетно! Ни огромные давления, ни стремительные удары, ни изменения температуры (от -270 до $+7000^\circ$ по Цельсию) не могли воздействовать на эти превосходные «времяуловители».

Скорость радиоактивного распада остается постоянной: за четыре с половиной миллиарда лет половина общего количества атомов урана переходит в гелий и свинец. Подобные превращения (но с другими скоростями) идут во всех радиоактивных элементах.

Частички радиоактивного минерала начинают отмерять время в тот самый момент, когда расплавленная (или распыленная) горная порода каменеет. Радиоактивные частички оказываются в каменном тайнике, замурованные в прочном каземате.

Они не могут покинуть свою темницу. И, распадаясь, образуют новые минералы, накапливают их возле себя. С каждым годом откладывают горсть новых атомов. Чем больше их накопилось, тем больше прошло времени. Атомные часы работают.

Чтоб определить по этим часам возраст слоя (с того момента, как он затвердел), следует раздробить образец горной породы, добраться до «хранилища времени» и подсчитать, сколько там осталось радиоактивного минерала (например, урана-238) и сколько образовалось устойчивого минерала (например, изотопа свинца-206).

Известна формула, позволяющая по этим данным определить возраст образца горной породы. (Она просто и понятно выводится в книге П. Харлея «Возраст Земли».)

Имеются самые разные «радиоактивные часы». Одни из них отсчитывают миллиарды лет (например, ураново-свинцовые, калиевые или ториевые), другие — миллионы (один из изотопов урана), третьи — десятки тысячелетий (радиоактивный углерод).

Теперь проверены показания множества атомных часов, заключенных в самых разных породах. Подсчитано, что гранитам Балтики два миллиарда лет. Породы

почти того же возраста встречаются на Украине. А в Южной Африке обнаружили и более древних «стариков» — до 2,6 миллиарда лет!

Другие атомные часы, отмеряющие небольшие промежутки времени, помогают археологам. Например, с помощью их подсчитан возраст деревянной ладьи из гробницы египетского фараона Сезостриаса III — 3621 год.

Атомные часы — самые точные, самые равномерные в геологии. Они позволяют геологам измерять время привычными, ровными единицами — годами. Поэтому их называют абсолютными. Возраст пород, вычисленный (в десятках, тысячах, миллионах лет) по этим «часам» (или по количеству годовых слоев в озерных или морских отложениях), называется «абсолютным геологическим временем».

ВРЕМЯ — ЖИТЬ, ВРЕМЯ — УМИРАТЬ

Все часы, с которыми мы познакомились, подарены геологам химиками, физиками, астрономами. Но есть у геологов и собственные часы «оригинальной конструкции». Главная их особенность — неравномерный ход. Иной раз отмеряют они короткие промежутки времени, другой раз — длинные. Никакой устойчивости!

Эти часы — палеонтологические.

Каждый слой содержит свои особенные, подчас неповторимые остатки живых существ. По ним видно, как изменялось в течение истории Земли все живое на ней.

Миллионы, миллиарды лет нашу планету покрывает тонкая пленка жизни. Растения, животные, микробы — все они вместе, словно гигантский организм, изменяются со временем. Одни из них умирают (миллионы живых существ!), другие рождаются.

В самых древних слоях не удается отыскать следов жизни. Это — первый этап истории.

Следующие слои сохранили остатки бактерий и простейших водорослей. Это — второй этап истории нашей планеты.

Появились многоклеточные водоросли — третий

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СУШИ И МОРЯ В ДЕВОНСКИЙ ПЕРИОД

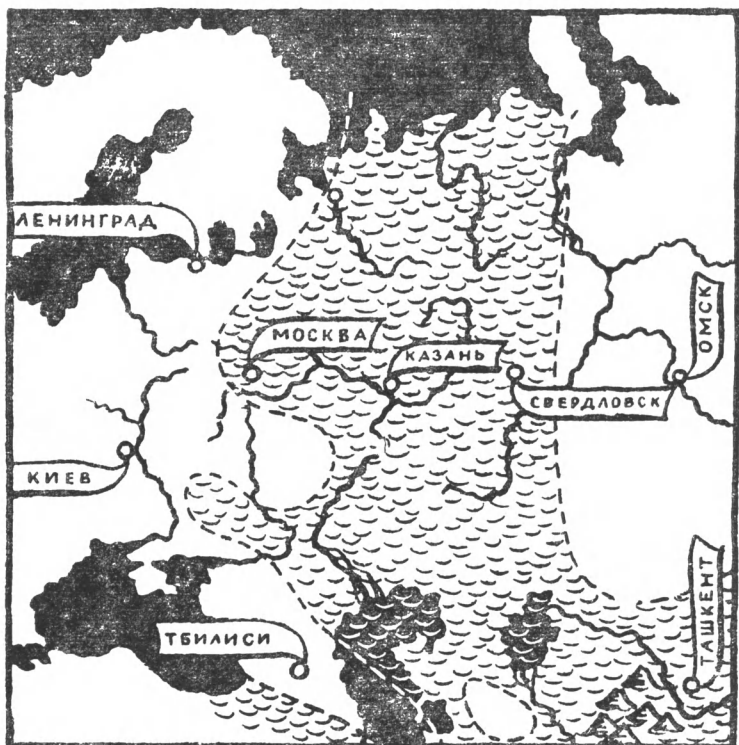


этап. Возникли черви, губки, медузы — четвертый. И так далее.

Такими часами, конечно, не отсчитаешь столетия. Эти часы не имеют цифр. И все-таки до сих пор именно по ним определяется геологическое время. Ведь главное — не арифметический счет годов. Главное — отмечать важнейшие этапы жизни Земли. А затем уже можно сравнить, какой из них продолжительнее, а какой короче.

Атомные часы похожи на механические, обычные

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СУШИ И МОРЯ В КАМЕННУГОЛЬНЫЙ ПЕРИОД



наши часы. Они равнодушно, равномерно отсчитывают одинаковые промежутки времени.

Но какая польза от башенных курантов, которые терпеливо отзванивают каждые полчаса в безлюдном городе? Какая польза от стенных ходиков, стучащих в заколоченном наглухо доме?

Так же бессельны и атомные часы, если показания их не связываются с историей Земли. Они только дополняют геологический календарь, где счет ведется от одной знаменательной даты к другой.

ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ КАЛЕНДАРЬ

Самые большие отрезки геологического времени называются эрами. Они дробятся на отрезки поменьше — периоды.

Если эры можно уподобить годам, то периоды будут словно месяцы.

Кроме этого, есть и геологические недели, дни и даже часы.

Вот геологический календарь.

Главнейшие изменения живых существ	Эра	Период	Абсолютный возраст (миллионы лет назад)
	Догеологический этап		более 3500
Нет следов жизни	Катархейская	Не расчленена	3500—2700
Первые бактерии	Архейская	Не расчленена	2700—1900
Развитие бактерий, одноклеточных водорослей. Первые многоклеточные	Протерозойская	Расчленена поразному для отдельных территорий	1900—570
Массовое развитие морских животных, наземных растений. Появление амфибий и первых пресмыкающихся	Палеозойская	Кембрийский Ордовикский Силурийский Девонский Карбоновый Пермский	570—225
Господство пресмыкающихся. Появление млекопитающих	Мезозойская	Триасовый Юрский Меловой	225—70
Развитие разнообразных млекопитающих	Кайнозойская	Палеогеновый Неогеновый	70—1
Становление человека	Четвертичный (антропогенный, ледниковый)		1—0

Продолжительность эр, а также периодов и других отрезков геологического времени самая различная. Живые существа не изменяются равномерно, как часовой механизм.

И в нашей жизни так случается. За один день можно пережить и прочувствовать больше, чем за иные десятки, сотни дней. Да и каждый из людей живет по-особенному: один успевает совершить за год множество дел, а другому десятилетия тянутся долго, скучно, бесцельно.

Свойства геологического времени изучены еще очень неполно. Но есть одна закономерность, на которую нельзя не обратить внимания: геологические эры с приближением к нашим дням становятся короче и короче. Словно время жизни Земли летит все скорее и скорее.

Для того чтоб после бактерий появились первые многоклеточные организмы, потребовалось более 1300 миллионов лет. На создание после этого первых пресмыкающихся природа затратила «всего лишь» 335 миллионов лет, на создание млекопитающих — 155 миллионов лет. А становление человека прошло почти мгновенно, за «какой-нибудь» один миллион лет.

Непрерывно ускоряются темпы развития живой пленки Земли.

Все быстрее появляются новые виды животных.

Даже накопление осадков в морях, по-видимому, убыстряется (вспомните главу о песочных часах).

События, на которые прежде требовались миллионы лет, стали совершаться за тысячелетия, а сейчас в техносфере и того быстрее.

Сколько времени потребуется воде и ветру, чтоб сровнять с землей высокую гору? Пожалуй, никак не меньше миллиона лет.

А человек может молниеносно уничтожить взрывами эту же гору.

Геологическое время все ускоряет свой бег?..

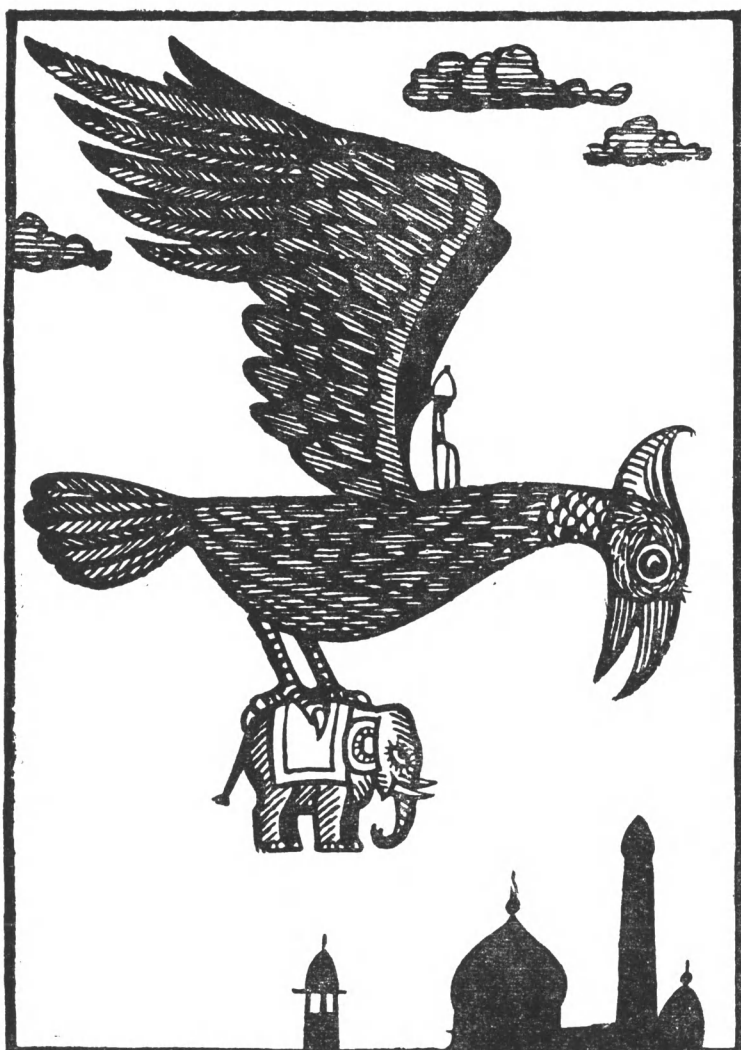
И вот мы снова вернулись к началу нашей главы: что же считать временем?

Если принять за проявление времени скорость (интенсивность) различных процессов, то действительно,

если ускоряются геологические процессы, значит, ускоряется и геологическое время.

Но если считать эталонами времени «радиоактивные часы», имеющие «равномерный ход», тогда получится, что само «время» течет равномерно, а ускоряются геологические процессы.

Все зависит от точки зрения, от свойств тех «часов», по которым собираемся мы отсчитывать «время».



**ИНДИЙСКИЙ БОГ ВИШНУ ЛЕТАЛ
НА ГИГАНТСКОЙ ПТИЦЕ
ГАРУДА...**

Глава 6

ЦАРСТВО ТЕНЕЙ

Дохнула ветром глубина земная,
Пустыня скорби вспыхнула кругом...

Данте

НЕИЗМЕННАЯ СПУТНИЦА ЖИЗНИ

Биологи обычно говорят, что одноклеточные организмы не имеют естественной смерти: просто каждый из них непрерывно делится надвое.

Можно считать иначе: клетка делится, разрывается надвое — значит, она умирает, давая жизнь двум другим.

В таком случае получается, что все рожденное непременно погибнет.

Мудрый Мишель Монтень говорил: «Философствовать — это значит учиться умирать».

Многие люди не любят рассуждать о смерти. Она их страшит. У первобытных племен было правило: не говорить, не вспоминать о смерти, а то она, заслышав

свое имя, может явиться вдруг и забрать человека. Как будто без этого она не найдет к нам дорогу.

Часто, особенно в юности, неизбежность личной смерти угнетает человека. Мудрецы, однако, не видят в ней ничего ужасного. По словам Лукреция, люди сменяют друг друга, как бегуны в эстафете. Они передают один другому свечильник жизни.

Мы знаем, что обязательно умрем через годы или несколько десятков лет. Но мы работаем и отдыхаем, радуемся и негодуем. Мы живем. До нас прошло бесчисленное множество поколений. На смену нам придут новые.

Летки нашего организма непрерывно рождаются и умирают. Редкие живут более недели или месяца. Однако человек остается.

Люди рождаются и умирают, но остается человечество. Человечество родилось и умрет когда-нибудь, но жизнь не исчезнет.

Человек должен ощущать себя частичкой человечества, крохотной и недолговечной частичкой великого целого.

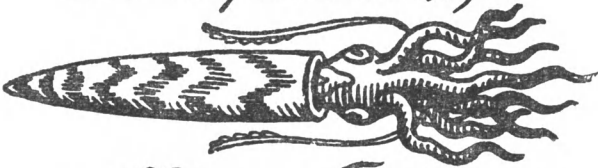
Умирая, живое существо превращается в неживое, косное. Оно теряет свои свойства, приобретает новые. Индийские поэты-философы около трех тысяч лет назад говорили, что ничто живое не исчезает бесследно. Все лишь переходит из одного состояния в другое.

Олень съедает цветок — значит, цветок переходит в тело оленя. Охотник, лакомясь оленьим мясом, впитает и частички цветка. А затем на могиле охотника вырастает новый цветок. И его будут ждать новые превращения. Вечен круговорот жизни.

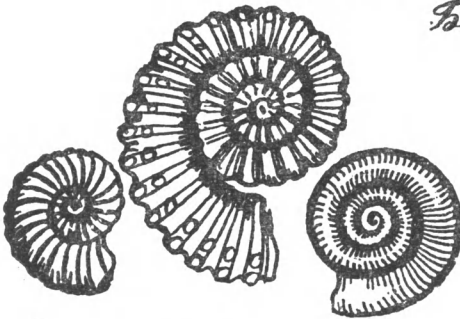
За многие миллионы лет существования биосферы на Земле успело пожить неисчислимое количество живых существ: животных и растений, великанов и лилипутов. Все они, хотя и окончили свой жизненный путь, но не исчезли с нашей планеты. Атомы, молекулы, клетки, слагавшие их, начали порознь блуждать по свету. Они образовывали новые соединения, застывали в горных породах, вновь попадали в живые организмы. И, кроме того, от прежнего жителя Земли сохранялись и более внушительные остатки.



„Чертов палец“ — остаток белемнита (животное, родственное каракатице).



Белемнит.



„Змеи св. Патрика“ — аммониты.



„Битетская черевица“ — раковина наутилуса (поперечн. разр.).



Отпечатки растений каменноугольного периода.

Если приходилось вам бывать в Московском метрополитене, вы знаете, как прекрасны узорные мраморные плиты.

Удивительные, мягких тонов карнины — не тускнеющие краски природы.

Приглядевшись вблизи к каменным рисункам, можно увидеть необычайные фигуры. Таких не создадут ни мороз, ни ветер, ни вода, ни жар: аккуратные окружности, серповидные ровные излучины, тонкие четкие штрихи, цепочки, спирали, трубочки...

В грудах гравия, привозимого на стройки, встречаются каменные, словно точеные, пальцы. У нас в народе так и называют их — «чертовы пальцы».

Все это — следы вымерших животных.

Словно иллюстрации к древней истории планеты вырисовываются на скалах и плитах контуры стройных растений, раковин, животных. Они, словно вечные письма на страницах каменной летописи, помогают понять историю Земли и жизни.

Подобно тому как биология изучает ныне живущие существа, палеонтология интересуется существами вымершими, изучает их остатки, пытается восстановить их облик и условия существования, ищет родственные связи ныне живущих организмов с теми, которые существовали раньше, прослеживает сквозь геологическую историю превращения живого вещества планеты и старается понять законы этих превращений.

Палеонтология делится на две части. Вымершими животными занимается палеозоология, растениями — палеоботаника.

Остатки живых существ, заключенные в горных породах, позволяют геологам определять, когда и при каких условиях накопились породы. Поэтому палеонтология тесно связана с учением о слоях земных — стратиграфией. Данные палеонтологии, как мы уже знаем, используются в геохронологии для подразделения истории Земли на отдельные этапы различной длительности.

У науки палеонтологии есть своя интересная история.

Знаменитый бельгийский ученый Л. Далло выделил три этапа в развитии палеонтологии:

первый — «сказочный»,
второй — описательный,
третий — эволюционный.

Между прочим, первый — сказочный — этап характерен почти для всех наук.

Сейчас мы на немногих страницах попытаемся проследить развитие палеонтологии от первых сказок глубокой древности до начала нашего века.

ПОДЗЕМНЫЕ СТРАХИ

Мифический поэт Орфей, песни которого могли заворожить людей, животных и травы, в глубокой грусти пришел к пещере Тэнар. Перед ним зияла черная пасть, поглотившая его любимую Эвридику. Ненасытная черная пасть! В ней бесследно исчезает все живое — про пасть Тэнар, вход в подземный мир.

Печальные песни слагал Орфей. Ослепленный горем, шел он мимо трехглавого, вечно голодного гигантского пса Цербера. Миновал холодную Лету — реку забвения.

Поэт принес в застывший мир живые человеческие чувства. От них затрепетали даже бесплотные тени. И Персефона, владычица подземного царства, позволила поэту взять Эвридику, вернуть ее к солнцу...

Даже боги побаивались вечных ужасов подземного мира. Лишь перед поэтами — вдохновенными и бесстрашными — он приоткрывал свои тайны.

Великий римский поэт Вергилий рассказал, как достиг он мрачного царства.

Волшебная золотая ветвь охраняла его от всех опасностей. Он посетил мир теней, где шуршащими осенними листьями кружатся толпы духов — бесчисленные и немые.

Стихи Данте вновь поведали людям о тягостном царстве. Тень Вергилия вела за собой Данте. А строки поэта открывали читателям путь в мир, над входом в который пламенела надпись:

Я увожу к отверженным селеньям,
Я увожу сквозь вековечный стон,

Я увожу к погибшим поколениям.
Древней меня лишь вечные созданья,
И с вечностью пребуду наравне.
Входящие, оставьте упованья.

Что видели поэты за этой дверью? Что хотели они рассказать людям? Для чего устремлялись они туда в воображении своем? Чтоб научить людей жить, наслаждаясь красотами и радостями нашего солнечного мира, чтоб отвратить людей от мерзких поступков, которые даже после смерти человека тревожат и мучают тень его. И, может быть, самые большие страдания выпадают на долю теней, отвергнутых и небесами, и даже адом. Это тени людей, проживших жизнь свою скучно, сонно.

Их память на земле невоскресима,
От них и суд, и милость отошли
Они не стоят слов: взгляни — и мимо!

Легенды о царстве теней слагались почти во всех странах, слагались народами, никогда не знавшими друг друга.

Так обособленные племена, жившие в разных частях света, проходили одни и те же этапы в создании орудий труда — из кости и дерева, камня, бронзы и железа.

И разум людей разных рас и племен развивался из века в век, подчиняясь общим законам.

У всех народов мира было поверье: существует некий особый мир... Таинственное, страшное царство!

Все живое, умирая, неизбежно спускается сюда, во мрак, в свое пристанище, погранное ногами живых.

Египтяне верили, что каждый вечер ладя сияющего бога Ра по небесной реке подплывает к западным воротам. Перейдя в ночную ладью, Ра уплывает по подземному Нилу. Своим светом и теплом он пробуждает даже бесплотные тени.

И для Вавилонии подземный мир был символом смерти. Владыкой там был Нергаль.

...жилище, где всякий пришедший не видит света,
Где прах служит пищей, земля — едой.

Кто живет там, не видит света, пребывает во мраке,
Одет как птица, в крылатую одежду,
На дверях и замке нависла там пыль.

Эвенки — северный народ, ничего не знавший о Египте, Вавилоне или Греции, — тоже верили в «нижний мир». Все, что живое у нас, — мертвое там. Холодны существа нижнего мира. Не имеют они дыхания, не бьются их сердца, не течет кровь. Тамошние законы не похожи на наши земные.

Вечный вопрос тревожил людей: куда же суждено попасть после смерти? Куда исчезли бесчисленные поколения растений, животных и людей?

Невесело шутил греческий поэт Каллимах, обращаясь к тени человека, сторонившегося при жизни общества:

«Тимон, ты умер — что же, лучше тебе или хуже в Аиде?»
— Хуже: Аид ведь куда больше людьми заселен.

С церковных кафедр, под густой и стройный гул органов, говорили священники ужасные проповеди, пробуждая страх в сердцах людей. По их словам выходило, будто подземный мир оборудован котлами и топками, вилами и сковородками — кухонным инвентарем, превращенным в орудия вечных пыток. Кочегары и кухмистеры — черти — трудятся там в поте лица своего, дабы стоны грешников заставили содрогнуться живых.

Немало бытовало рассказов о святом Патрике.

Дело, мол, было так.

На острове Средиземного моря появились однажды змеи. Наслал их дьявол — враг рода человеческого. Без числа и счета выползали из земли гады, рождаясь беспрерывно в нечистотах и грязи. Они шуршали в садах и по дорогам, извивались на порогах домов, проникали даже в детские колыбели. С каждым днем число их возрастало.

Стали молить испуганные люди о помощи небесной. И мольбы их были услышаны.

Явился святой отшельник Патрик. Благословясь, принялся он крестить проклятое племя. И тотчас свертывались змеи спиралями, превращались в камень. А те,

которые рождались в земле, остались там навеки — великое множество!

Их даже сейчас увидеть можно. Змеиные шкуры, покрытые загадочными узорами — дьявольскими письменами, — перламутром переливаются на солнце всеми цветами радуги...

В окрестностях египетских пирамид издавна находили небольшие камушки-диски, подобные зернам. Две тысячи лет тому назад египтяне пояснили греческому географу Страбону, что это окаменелая чечевица, которой кормил фараон толпы рабов, воздвигавших высочайший склеп для его, фараона, останков.

Но вот «египетскую чечевицу» стали находить в Европе и в Азии. В Словакии даже сложили о ней сказку: богатый крестьянин во время голода не захотел открыть голодным людям свои закрома, ломящиеся от запасов пшеницы и чечевицы, тогда бог превратил зерно в камень.

Правильная догадка о происхождении окаменелостей была высказана за тысячу лет до того, как возникли легенды о чуде святого Патрика и о чечевице.

Греческий философ Ксенофан признавал каменные раковины остатками обитателей моря, живших здесь давным-давно, когда на месте гор плескались воды.

Другую мысль высказал арабский ученый XI века Ибн-Сина (Авиценна): в земле под влиянием таинственной созидающей силы возникают образования, напоминающие живые существа.

Предположение это пришлось по нраву суеверным средневековым мыслителям. Они верили в чудесные превращения камней, в волшебный философский камень. Почему бы не верить и в неведомые силы Земли?

«Сказочный этап» в истории палеонтологии длился очень долго.

В XVI веке Агрикола высказал мнение, будто ископаемые остатки возникают из жирного землистого вещества, приходящего от действия теплоты в брожение. Мнение Агриколы поддержал ученый-ботаник Андрей Маттоли. Профессор анатомии Фаллоппио уточнял, что процесс проистекал от «возмущенного движения земных испарений». Найденные в Апулии ископаемые, похожие на бивни слонов (они и вправду были бив-

нями мамонтов), он считал простыми земляными сгустками.

Художник Меркати издал в 1574 году прекрасные рисунки ископаемых раковин, хранимых в Ватиканском музее. А в примечаниях объяснил: это, мол, чудесные узоры, возникшие под влиянием небесных светил.

В лучшем случае предполагалось, будто занесены окаменелости на сушу водами всемирного потопа, о котором подробно и красочно говорится в Библии.

Маститые ученые тех лет, уважаемые академики принимали выдумки за чистую правду, верили в них. Они не были геологами — анатомы, ботаники, астрономы.

Вообще геологии еще не было.

Однако дилетанты-любители, увлекающиеся наукой между делом, нередко выдвигали верные научные гипотезы.

Гениальный художник и мыслитель Леонардо да Винчи в молодости руководил строительством каналов в Северной Италии. Рабочие откапывали порой множество окаменелых раковин. Об их происхождении проницательный Леонардо писал:

«Нам говорят, что эти раковины образовались в горах под влиянием звезд; но я спрашиваю, где сейчас в горах звезды, образующие теперь раковины разного возраста и вида? И как могут звезды объяснить происхождение гравия, встречающегося на различных высотах и составленного из камней, округленных как бы действием проточной воды; или каким образом может такая причина объяснить встречающиеся в некоторых местах окаменевшие листья, морские водоросли и морских раков?»

Позже горшечный мастер из французского города Сента, Бернард Паллиси, доказывал: ископаемые остатки принадлежат живым некогда существам. Но мог ли переспорить горшечник академиков?

Появились замечательные труды Николая Стено и Фабио Колонна. Профессор анатомии Стено доказал и развил догадки Леонардо да Винчи и Паллиси. Между прочим, он развеял легенду о глоссопетрах, считавшихся окаменевшими по воле всевышнего змеиными языками. Глоссопетры оказались зубами древней-

ших акул (очень похожими, кстати, на зубы современных).

Стали тускнеть образы, навеянные легендами.

Чудо святого Патрика оказалось обычным геологическим явлением. Не змеи окаменели, а спиральные раковины маленьких и гигантских аммонитов, вымерших за много миллионов лет до прибытия на остров достопочтенного чудотворца.

Окаменевшая чечевица — тоже раковины, но других морских животных — нуммулитов. «Чертов палец» — остаток родственных каракатицам белемнитов.

Покров тайн был снят.

Золотую ветвь науки держали в руках геологи. Перед ней отступили, пропали подземные чудища, цари вечной ночи и толпы теней.

АЗБУКА КАМЕННОЙ КНИГИ

Скалы Крыма, о которые непрестанно разбиваются упрямые волны, — это продукт жизни.

Мел, которым пишем мы, хранит в себе множество раковин, существовавших в далекую эпоху, будто бы только для того, чтобы нанести на доску слово и затем осыпаться белой пылью.

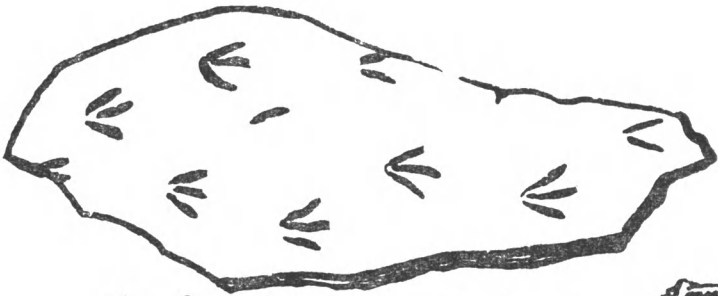
В глубинах Земли, под нашими ногами, залегают слои прочных известняков: царство окаменевших живых существ.

Превращение в камень происходит не вдруг и многими путями. Порой оно продолжается миллионы лет.

Древесные стволы медленно обугливаются под землей. Могут они оборотиться и в кремень. И тогда можно из них выбивать кресалом колючие искры. Под микроскопом в камне будут видны мельчайшие клетки и сосуды, словно на живом дереве.

В береговом обрыве Йеллоустонского парка Северной Америки обнажаются пятнадцать этажей окаменевших и засыпанных вулканическим пеплом деревьев. Пятнадцать раз вулкан заваливал грязью и пылью леса, и пятнадцать раз вновь вырастали они.

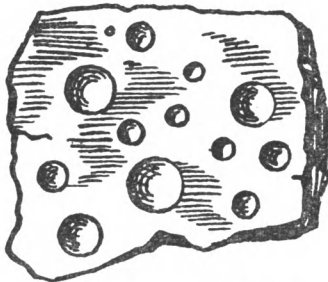
Минеральные вещества могут обволакивать кости



*Следы трехпалого пре-
смыкающегося на плите
песчаника*



Скелет плезиозавра.



*Отпечаток дождевых капель
на плитке камня.*

животных или отлагаться в порых, придавая костям прочность.

Скелеты животных, увязнувших в зыбучем песке, утонувших в болоте, застывших во льду или затянутых асфальтовой черной топью, благополучно «переживают» века и эпохи. В прозрачно-медовых каплях янтаря — окаменевшей смолы древних деревьев — остаются влитыми целехонькие насекомые.

Засыпанный илом лист постепенно сгнивает. Сохраняется лишь его отпечаток между двумя слоями уплотнившегося осадка.

Много имеет средств у природы для сохранения остатков деревьев и бактерий, моллюсков и птиц, тончайшей пыльцы растений и гигантских ящеров, рыб и млекопитающих.

Нет, не следы чудес хранит Земля — следы жизни. Перед нами лежит ветхая летопись, самая древняя и самая увлекательная летопись нашей планеты.

Чтобы ознакомиться с книгой — пусть даже и каменной, — следует прежде всего обучиться грамоте.

Раковины, отпечатки растений и животных, остатки костей — все это разрозненные знаки. Буквы непонятного языка. Как сложить из них слога и слова, строки и фразы? Как прочесть повествование, написанное жизнью неисчислимых поколений живых существ?

Для начала надо было отбросить все ссылки на чудеса, на действие волшебной силы. Чудо — это вечная тайна. А ученые стремятся постичь все тайны.

Биологи и ботаники сравнивали ископаемые остатки с ныне живущими видами животных и растений. И находили соответствия.

Ученые постепенно научились распределять окаменелости, классифицировать их по видам, семействам, группам. Давали им латинские названия — как и ныне живущим. Ухитрялись даже по небольшим обломкам восстанавливать облик вымершего животного.

Так постигали люди азбуку каменной летописи. Но азбука — еще не все. Надо было научиться складывать буквы в слова.

Десятки горных пород. То там, то здесь встречаются в них тысячи, миллионы окаменелых существ. Умирали, рождались и вновь умирали обитатели суши, воздуха,

воды. Миллионы букв-окаменелостей перемешаны повсюду в беспорядке. Разве мыслимо прочесть этакое произведение?

В этом-то и заключается удивительное свойство разума — находить порядок там, где на первый взгляд царствует хаос.

ЧУДАК ВИЛЬЯМ СМИТ

Есть чудачки на свете. Над ними часто потешаются. О них рассказывают анекдоты. Они — люди особенные. Равнодушным непонятна увлеченность чудачков, непонятна их жизнь, полная какого-то особенного смысла.

Когда человек тащит к себе домой роскошную мебель, персидские ковры, дорогую утварь, на него смотрят без удивления. Когда некто занят накоплением денег — тоже не бог весть какая оригинальность.

Ну, а если человек приносит домой листья и травы? Если он ползает по лугу, охотясь за редким насекомым? Если собирает он у себя дома камни?

Такой человек нередко слывет чудачком.

Считали чудачком и Вильяма Смита.

Что заставляет его бродить воскресеньями среди каменных холмов Оксфордшира? Кто гонит его вверх и вниз по крутым склонам, когда вокруг вьются ровные дорожки? Для чего он набирает камни — самые обыкновенные серые камни! — и тащит их за много миль к себе домой? Что интересного находит он в этих невзрачных, угловатых обломках?

Одно слово — чудач!

Самоучка-строитель и землемер, Вильям Смит по роду своей службы извездил всю Англию. И его коллекция камней пополнялась все новыми образцами.

Как ботаник собирает гербарий, так Смит коллекционировал окаменелые остатки животных. Ему нравилось это досужее занятие. Он и сам считал его чудачеством. Есть же люди, собирающие курительные трубки, пуговицы или коробки из-под сигар. А его привлекали камни — невелика разница.

Как-то раз довелось ему встретиться с двумя людьми — Ричардсоном и Тоундсеном, — как и он, увлеченными поисками ископаемых остатков.

Когда встречаются единомышленники, они становятся друзьями.

Смит пригласил новых знакомых зайти к себе в гости. Перебирая камни с узорными отпечатками раковин, они долго беседовали, вспоминая, где и при каких обстоятельствах встречались им окаменелости. Смит, словно демонстрируя отличную память, уверенно называл место каждой своей находки.

Пришло время ответному визиту. Приступая к осмотру чужих коллекций, Смит вдруг предложил:

— Прошу вас, господа, ничего мне не объяснять. Я сам постараюсь рассказать вам об этих образцах.

К великому удивлению Ричардсона и Тоундсена, Вильям Смит блестяще справился со своей задачей.

Он брал камень за камнем, разглядывал внимательно отпечаток животного, а затем описывал весь многослойный пласт, от которого был отбит образец. Он даже называл место находки и редко ошибался.

Это походило на волшебство. Ему показывали два камня, ничем не похожих один на другой — ни цветом, ни крепостью, ни составом, — но Смит безошибочно определял, что образцы взяты из соседних слоев и даже называл, какой из них лежит выше другого.

Изумлению его друзей не было предела.

Невольно они вспоминали ясновидения графа Калиостро и таинственные сеансы магнетизера Месмера. Теперь они воочию наблюдали необъяснимый феномен.

Смит был невозмутим. И в заключение охотно поделился секретом своего фокуса.

За двадцать пять лет странствий по Англии нередко встречал он в разных графствах окаменелости одних и тех же видов животных.

Каждый слой, пускай он даже протягивается через всю Англию, содержит свои собственные, неповторимые сообщества животных, отличающие его от всех других слоев. Настоящий слоеный пирог — и каждый слой со своей особенной начинкой.

Мысль, столь ясная для коллекционера-любителя,

неведома еще была многим, почти всем крупнейшим естествоиспытателям того времени.

Товарищи Смита стали убеждать его без промедления ознакомить всех со своим изумительным открытием.

Ричардсон тут же записал со слов Смита перечень важнейших слоев горных пород, встречаемых в Англии, с их неповторимыми окаменелостями.

Впервые слой за слоем были выстроены в единый ряд, словно книги на кабинетной полке. Можно было сравнивать находки, сделанные в разных частях страны: если ископаемые остатки принадлежали одним и тем же животным — значит, и пласт, где они найдены, один.

Сейчас подобные списки слоев — их называют геологи стратиграфическими колонками — имеются для всех районов Земли. Это — разгаданные шифры каменных книг. Зная, в каком слое встречаются те или иные окаменелости, геолог может приступить к изучению горных пород. Может воссоздать условия далекого прошлого.

Есть поговорка: «Лучше один раз увидеть, чем сто раз услышать». Самый подробный рассказ не может нам подчас передать содержание небольшого рисунка.

Вильям Смит раскрасил карту Англии причудливыми узорами. Они имели особую красоту и особый смысл. Они отражали на одном листе то, что объяснить в словах потребовало бы целой книги.

На карте Смит отметил места, где, по его наблюдениям, выходят на поверхность слои одних и тех же горных пород. Слои, содержащие одинаковые окаменелости, он закрасил одинаковой краской. Так появилась первая многоцветная геологическая карта.

Пестрая цветная гамма, переплетение ярких полос, живописные пятна, сложные изгибы различных линий — вот какой видится геологическая карта несведущему человеку. Она кажется замысловатее абстрактной картины. Но каждое пятно, каждая полоса, каждый знак на ней исполнены глубокого смысла. Геолог читает карту (так и говорят — читает) с неменьшим, а часто с большим интересом и пользой, чем толстый трактат.

«Лучше один раз увидеть, чем сто раз услышать».

Картина талантливого художника заставляет глубоко задуматься. По одеждам, позам, лицам людей вы можете вообразить их прошлое. Ритмичные изгибы линий, чередование света и тьмы, сочетания цветов помогают ощутить напряженность действия, создают настроение, подобно музыкальной мелодии.

На плоском холсте запечатлено лишь одно мгновение жизни. Но ваше воображение, разбуженное художником, дополняет увиденное, оживляет его. Застывшее мгновение жизни предстает как малая часть единого, непрерывно текущего потока времени.

Так же и геологическая карта.

Глядя на нее, геолог читает долгую и сложную геологическую историю. Он узнает о приходах и отступлениях морей, о животных, обитавших в этих краях в разное время, о грандиозных движениях земной коры, сминающих слои в складки.

СИСТЕМАТИКА – ОСНОВА НАУКИ

Существуют выражения: «Мысль витает в воздухе», «Идея созрела». Так оно обычно и бывает.

Научные открытия не рождаются вдруг. Случайность может лишь ускорить их появление или, напротив, задержать. Сравнение с созревающими плодами вполне уместно.

Словно дерево соки земли и лучи солнца, накапливает наука новые и новые наблюдения, догадки. Словно легкие опадающие цветы, проходят в раннюю пору чудесные выдумки, сказки, фантазии. Следом набухают первые плоды знания. Они зреют неприметно, исподволь, изо дня в день. Одни плоды вянут, другие преждевременно осыпаются. Это не может остановить общего роста. «Идея созрела». Она подготовлена всем ходом науки. (Даже оригинальная, смелая и мудрая теория естественного отбора была создана почти одновременно и Ч. Дарвином и Г. Уоллесом.)

Открытие В. Смита не явилось полнейшей неожиданностью для некоторых ученых.

На окраине Парижа, на Монмартрских холмах, Ж. Кювье и А. Броньяр обнаружили многочисленные остатки древних животных. Ученые заметили: в каждом из пластов содержатся свои особые окаменелости.

Признанный специалист, Кювье имел перед собой широкое поле деятельности. Увлеченные его раскопками французы отправлялись в экспедиции за ископаемыми. На смену искателям кладов пришли искатели следов прошлого. Отовсюду стали прибывать к Кювье всевозможные ископаемые. Сам Наполеон покровительствовал ученому.

С именем Кювье связаны многие достижения описательной палеонтологии. Он и его последователи подразделили весь животный мир на классы, семейства и виды, привели массу накопленных сведений в стройный порядок.

Кювье восстановил и описал около ста пятидесяти видов млекопитающих и пресмыкающихся, среди них таких гигантов, как мамонт, мастодонт, палеотерий, ихтиозавр, мегатерий...

Работа была необычайно трудна.

Находка целого скелета животного — счастливая случайность. Обычно встречаются отдельные кости или груды костей, принадлежащих разным видам животных, зубы, отпечатки частей скелета. Как разобраться во всем этом?

Изучение огромного количества фактического материала привело Кювье к обоснованию принципа взаимосвязи частей тела и зависимости их от образа жизни животного.

«Всякое организованное существо представляет нечто целое, единую и замкнутую систему, части которой взаимно соответствуют, — писал Кювье. — Форма или очертание зуба определяет форму мышечков; очертания лопатки определяют очертания когтей, подобно тому как уравнение дуги определяет все ее свойства. Малейшая плоскость или грань кости, малейшая ее внутренность или отросток имеют определенный характер, соответственно классу, роду и виду животного, которому оно принадлежит».

Умение Кювье восстанавливать облик исчезнувших животных вызывало изумление и восхищение современников.

менников. По нескольким костям он мог описать все животное так, будто видел его собственными глазами. И если позже отыскивались другие обломки скелета животного того же вида, предположения Кювье полностью подтверждались.

На страницах каменной книги стремился Кювье прочесть исторический роман о жизни на Земле.

«Разве не послужило бы также и славе человека, — писал ученый, — если бы он сумел переступить границы времени и раскрыть путем наблюдений историю мира и смену событий, которые предшествовали появлению человеческого рода?»

И Кювье пишет книгу «Рассуждения о переворотах на поверхности земного шара и об изменениях, какие они произвели в животном царстве».

Ученый много раз наблюдал, как один слой резко сменялся другим. Он видел: слои плотно наложены один на другой и каждый заключает в себе особую жизнь.

Значит, прежде было время, когда животные населяли Землю. И вдруг наступала катастрофа. Потоки воды или лавы уничтожали разом все живое. Период жизни кончался.

Через некоторое время возникали новые, непохожие на прежних, животные. И снова их губит всемирная катастрофа — новый слой жизни превращается в камень. Каким путем появлялись на опустошенной Земле новые существа, Кювье не объяснял.

Он верно заметил, что одни животные на Земле уступали свое место другим. Но как это происходило, не понял.

Всю свою жизнь он воевал с исследователями, считавшими развитие Земли постепенным, плавным. Он не представлял себе, какие необычайные свойства приобретает все живое за долгие геологические эпохи. То, что ему казалось незыблемым, неизменным — вид животного, — за многие тысячелетия изменялось неузнаваемо, приобретало новые свойства, преображалось в другое существо.

В начале прошлого века Ж. Б. Ламарк утверждал: древность Земли велика, за эти долгие годы животные постепенно изменялись, совершенствовались, приспособ-

сабливались к различным условиям жизни. Ламарк отвергал теорию катастроф — внезапной гибели всего живущего.

И все-таки мнения Кювье придерживалось большинство ученых.

Кювье изучал по рисункам и мумиям священных кошек, ибисов и людей древнего Египта. Они полностью совпадали с современными видами.

Значит, несколько тысяч лет они оставались неизменными.

Кювье не учитывал, что тысячелетие — краткий отрезок времени в геологической истории.

МЕТАМОРФОЗА ЖИЗНИ

Идеи Ламарка о постепенных превращениях (эволюции) жизни поддержал и развил великий английский геолог Чарлз Лайель. В своей книге «Основы геологии», изданной в 1830 году, он убедительно доказал: за долгие века медленные, неприметные изменения поверхности земли приводят в конце концов к коренным преобразованиям.

Примеров тому Лайель привел множество. Он описал разрушительную деятельность морских прибоев, размывших менее чем за два тысячелетия (со времен римского владычества в Англии) целые острова.

Неторопливо «съедая» свои берега, море за несколько столетий вторглось в пределы портового города Дануича и поглотило его и прилегавшие к нему территории. Описывая кладбище, размытое волнами, которые «надругались над бранными останками» и свергли надгробные камни, поставленные «для увековечения памяти» почивших, Лайель с иронией предложил тут же поставить камень «памяти какого-нибудь геолога, проповедовавшего учение о неизменности существующих континентов, об эпохе покоя, о бессилии новейших факторов».

Реки редко текут в постоянном русле. Города, построенные на берегу реки, через несколько веков могут оказаться вдали от нее. В другом случае река «делает

подкопы» под крепостные стены, рушит берега, подступает к домам.

Учитывая длительность геологического времени, Лайель высказал принцип актуализма. Он писал в письме к своему другу, знаменитому геологу Мурчисону: «...с древнейших времен до наших дней не действовали никакие другие причины, кроме тех, которые ныне действуют, и действие их всегда проявлялось с той же энергией, с которой они проявляются ныне».

Принцип актуализма позволяет геологам, изучая современные процессы, постигать изменения, которые они производят за длительные отрезки геологического времени. А если верить в грандиозные катастрофы былых эпох, приходится резко отделять настоящее от прошлого, разрывать длинную цепь эволюции живых существ. Получается нечто похожее на сетования иных стариков: «Э-э, что теперь! Вот раньше было — это да!..»

Спор «актуалистов» с «катастрофистами» не закончился полной победой одной из сторон. Обычно так и бывает в науке: у каждого своя, пусть даже маленькая, правда.

В геологической истории Земли неизвестен период, отличающийся от всех остальных принципиально (если не учитывать постоянных и неповторимых изменений живых существ). Действие одних и тех же геологических процессов можно проследить в любом периоде, в любой эре. В то же время это не значит, что процессы оставались постоянными, равномерными.

В истории Земли бывали и спокойные эпохи и бурные, эпохи большей или меньшей интенсивности геологических процессов. (Об этом будет рассказано в последней главе.)

Кювье завело в тупик отсутствие среди ископаемых промежуточных форм, по которым можно было бы увидеть постепенный переход видов от более простых к сложным и, наконец, к современным.

За последние сто лет некоторые подобные промежуточные формы были найдены. Они помогли соединить в единую цепь разрозненные доселе звенья-наход-

ки отдельных семейств и видов ископаемых животных. Работы Лайеля подготовили наступление третьего (эволюционного) этапа в развитии палеонтологии. Он начался с выхода в свет книги Ч. Дарвина «О происхождении видов путем естественного отбора, или Сохранение благоприятствующих рас в борьбе за жизнь» (1859 год).

Последователь Дарвина, замечательный русский палеонтолог В. О. Ковалевский вдохнул жизнь в застывшую схему Кювье.

Ученых стали интересовать остатки животных в их взаимосвязи и превращениях. Были найдены тесные родственные связи между многими видами животных.

В. О. Ковалевский составил подробную родословную лошади. На основании ископаемых остатков он воссоздал путь преобразования небольшого зверька фенакодуса — ростом не более собаки — в нынешнюю стройную грациозную лошадь.

Промежуточные формы очень неустойчивы. Животные, имеющие серьезные недостатки, вскоре вымирают полностью. Травоядные животные становятся легкой добычей хищников, если они не обладают огромной силой, крепким панцирем, колючими иглами или быстрыми ногами.

Выживают самые приспособленные, самые совершенные. Все остальные, «промежуточные», обречены на скорое исчезновение. Они либо вымирают, либо, преобразуясь со временем, приобретают качества, позволяющие им выжить.

Чарлз Дарвин назвал выживание наиболее приспособленных борьбой за существование.

Дело, конечно, не в названии, но слишком часто за этой формулировкой представляются кровавые трагедии животных и людей прошлого. Так ли это на самом деле?

И так, и не так.

Есть великая сила, противодействующая смерти, разрушению. Благодаря ей сохранилось до сего дня все живое. Яснее других понял значение этой силы замечательный русский ученый П. А. Кропоткин. Сила эта — взаимопомощь.

Объединение даже маленьких животных приобрета-

ет великую мощь. Вспомните тучи саранчи, полчища муравьев, стада антилоп, лошадей, буйволов, стаи птиц, косяки рыб. Разные сообщества помогают выжить не только каждому их члену — крохотной песчинке! — но и целым видам животных. Объединяются даже неродственные виды. По африканским саваннам, к примеру, бродят смешанные стада зебр и антилоп. Зоркие глаза зебр дополняют чуткий нюх антилоп. Сообща легче избегать опасностей.

Некогда обитали на земле гигантские человекоподобные существа. Были они высотой метра четыре и обладали чудовищной силой. Пожалуй, ни одно животное не могло сравниться с ними в уме (они ведь были все-таки «родственниками» человека!) и физической мощи.

Но они вымерли бесследно. Вымерли, быть может, только потому, что не были объединены. У них не было потребности в сплочении — им некого было бояться. Как и все крупные животные, жили они одиноко. И вымерли.

Выжило, перенесло много невзгод и стало наконец хозяином Земли другое племя — не самых сильных и в те времена не очень-то мудрых существ. Но было у них необходимейшее чувство объединения и взаимопомощи.

Яростные звери, заслышав шум шагов человека, прячутся в чаще. Покорные его воле, пасутся стада животных и мчатся «стада» могучих машин, вгрызаются в землю и взмывают ввысь громоздкие аппараты.

Человек не достиг бы этого, не имея разума, любознательности, желания и умения трудиться. И еще одного — дружбы, сплоченности, взаимной помощи.

Страницу за страницей листают люди каменную книгу. Она помогает им не только узнать историю Земли, постичь законы, управляющие живыми существами, но и понять свое место в нескончаемом потоке веков.

ПО СЛЕДАМ ЛЕГЕНДЫ

Ежели кто найдет в земле какие старые вещи, а именно: камня обыкновенные, кости скотские, рыбы или птичьи, не такие, какие у нас ныне есть, таже бы приносили, за что давана будет довольная дача.

Указ Петра I

11 января 1613 года близ замка Шомон (во Франции) заступы землекопов в песчаной яме натолкнулись на что-то твердое. Из земли показались гигантские кости!

Любопытствующие работники разломали часть костей.

Редкие уцелевшие находки и груды обломков забрал в свой дом хирург Мазюрье — человек, не обладающий особыми познаниями в науке, но ловкий и оборотистый.

Вскоре вышла брошюра. В ней описывалась гробница, длиной в 10 метров, на которой была высечена надпись:

«Царь Тевтобох». Описывались нечеловечески огромные кости вождя и рассыпанные возле них медали с изображением персидского царя Мария.

Ученый мир повергла брошюра в великое изумление. Тевтобох — кимврский царь — согласно легенде и вправду был великаном. И он воевал с Марием.

Мазюрье сделался известным человеком. С грудой костей великана он разъезжал по Франции. Все могли (за небольшую плату) воочию убедиться в правильности древних сказаний. Вот они были какими, великаны! Нет, обмельчал народ, захирел. То ли было в старину!

В просвещенный век Людовика XIII прах Тевтобоха был потревожен и обесславлен. Ученые высказали свое мнение: брошюра, описывающая шомонскую находку, — произведение фантастическое и принадлежит перу мошенника. Медали царя Мария — не очень талантливая подделка. А легендарные кости принадлежат не Тевтобоху, а другому великану — мастодонту, родственнику слонов.

Нередко попадались огромные кости в земле. И люди в воображении своем создавали образы исполинов: гигантского ангела, или святого Христофора, или библейских Гога и Магога.

Множество легенд рождалось на месте раскопок и разлеталось отсюда по всему свету (у легенд легкие крылья).

Древнегреческий писатель Светоний утверждал: кости циклопов украшали виллу императора Августа на острове Капри.

Персидский историк Феришта писал, что когда в 1360 году прокладывали канал между реками Селимой и Сутледжем (работали 50 тысяч человек), были найдены в земле окаменелые кости слонов и людей-великанов.

Индейцы Северной Америки рассказывали о далеком прошлом, когда на равнинах бродили стада огромных животных и племена огромных людей (Великий Дух поразил их всех громом).

В Южной Америке местные жители показывали «лагерь великанов», где можно было найти огромные кости.

Пожалуй, распространеннее всех были легенды о драконах, рожденные в разных местах, переходившие из страны в страну. В средние века трубадуры и менестрели — странствующие поэты — слагали песни о доблестных и благородных рыцарях, побеждающих драконов ради прекрасных дам.

О лютном змее издавна и в России сказки складывали. Илья Муромец, Никита Кожемяка, а то и просто сметливый Иван-дурак одолевали чудовища.

Даже в книгах — и не только в сборниках сказок! — рассказывалось о драконах.

«Один из таких драконов, — пишет чешский палеонтолог Аугуста, — изображен в книге «Подземный мир» 1678 года, написанной иезуитом Афанасием Кирхером на латинском языке. В ней Кирхер описывает занимательно и иногда фантастически чудеса подземного мира. С этим драконом, рассказывает книга, дрался не на жизнь, а на смерть, знаменитый драконоборец Винкельрид в окрестностях деревни Вилер в Швейцарии...

При более внимательном рассмотрении изображения дракона можно заметить, что его короткое тело переходит в длинную шею с маленькой головой и что в области лопаток торчат два узких, остро заканчивающихся крыла.

Если же у этого чудовища крылья заменить ногами и укоротить хвост, мы получим довольно удачную реконструкцию плезиозавра.

Можно считать почти достоверным, что источником представлений о «драконах» такого рода послужили подлинные, более или менее полно сохранившиеся скелеты плезиозавров, случайно найденные в те отдаленные времена и хранившиеся в тогдашних кунсткамерах в замках и монастырях».

Легенды помогли ученым отыскивать новые неизвестные виды вымерших животных.

В 1912 году студент Петербургского горного института Гайлит нашел в тургайских степях костеносный слой.

На следующий год Гайлита вновь командировали в Тургай продолжать раскопки.

Молодой ученый снарядил караван верблюдов. С рабочими-киргизами отправился он к знакомому месту через безбрежную волнистую равнину с ее редкими озерами, заросшими камышом. Неторопливый путь наводит на раздумья и рассказы. И вдруг среди множества историй услышал Гайлит необычайно интересную.

Оказывается, южнее этих мест, на берегу соленого озера Челкар в давние времена была великая битва гигантов. Кости их белеют там и поныне.

Молодой ученый повернул на юг...

Вернулся он в Петербург с большим опозданием. Сообщил, что не дошел до намеченного места, а откапывал кости мамонта близ озера Челкар.

Разочарованию палеонтологов не было предела. Они послали экспедицию на поиски новых животных, а она возвратилась с костями известного всем, хорошо изученного мамонта!

Когда прибыл багаж экспедиции — ящики с упакованными в них ископаемыми, — вскрывали их без энтузиазма.

ИНДРИ- КОТЕРИЙ



И вдруг — общее изумление!

В ящиках лежали кости неизвестного доселе ископаемого. Гайлит ошибся: то был не мамонт.

Так обнаружили индрикотерия — крупнейшее млекопитающее Земли, достигавшее пяти метров высоты.

Сколько сложено преданий о необычайных животных!

Коренные жители Сибири рассказывали о подземных чудовищных существах, блуждающих в земле. Стоит им хоть на миг выйти на свет (например,

в береговых обрывах), как они умирают. И называются подобные существа по имени матери-земли — мамы.

Многие ученые считали подобные рассказы досужим вымыслом, небылицами. Но в 1806 году, прослышав о находке близ устья Лены мамонта, естествоиспытатель Адамс отправился туда. Старожил Осип Шумаков привел путешественника к туше, рассказав по дороге, что клыки зверя он еще раньше отпилил и продал, а часть туши тунгусы отрезали на корм собакам.

Действительно, Адамс нашел в береговом обрыве тело замерзшего мамонта и остатки его отослал в Петербург.

Предания юкагиров (в Сибири) упоминают о птице-великане. Находили будто когти ее — величиной чуть меньше руки человека.

Птицы подобной не существовало. Просто людям встречались рога волосатых носорогов, некогда заселявших холодную Сибирь.

О необычайных птицах сохранилось множество легенд в самых разных странах.

Индийский бог Вишну летал на мифической птице Гаруда (ей и слон был на один поклеп). Конечно, такую птицу создала не природа, а человеческое воображение.

О гигантских птицах упоминается в новозеландских легендах. И действительно, туземцы Новой Зеландии вполне могли видеть и даже лакомиться мясом исполинских нелетающих птиц моа, вымерших, как считают, всего лишь двести лет тому назад. После этого, по мнению некоторых ученых, испытывая недостаток в мясной пище, туземцы превратились в людоедов и стали устраивать кровавые битвы ради мяса человеческого.

И в Африке водились чудовищные птицы. На Мадагаскаре найдены окаменевшие птичьи яйца в 150 раз крупнее куриных яиц.

Прообразом фантастической птицы Рок арабских сказок могли служить следы... пресмыкающихся.

В Северной Африке встречаются отпечатанные на прочных плитах известняков огромные следы трехпа-



лых гигантов, очень похожие на отпечатки птичьих лап, только в добрый десяток раз больше!

На юге Алжира существует предание: здесь жил гигантский страус. Он прислуживал Марабу-Сиди-Али. Выполняя поручения своего хозяина, страус бегал по скалам, перескакивая через овраги. И даже в самых прочных камнях выдавливались его следы.

Первые исследователи и вправду отнесли следы к птичьим. Но позже выяснилось: это слепки лап динозавров — ящеров, вымерших много десятков миллионов лет назад.

Когда-то здесь было море. На отмели, по мягкому

известковому илу, проходили, тяжело переваливаясь, огромные, как трехэтажные дома, ящеры. Шел дождь. Тяжело шлепались крупные капли. Тяжело ступали пыхтящие звери.

Дождь кончился.

Звери ушли.

Солнце высушило отмель.

И навеки остались на ней глубокие следы динозавров и оспинки от дождевых капель.

А позже вновь наступившее море залило сушу, и новые слои перекрыли известняки, бережно захороняя отпечатки.

НИЧТО НЕ ИСЧЕЗАЕТ БЕССЛЕДНО

Обычно охотниками называют людей, которые бродят по лесам и полям в поисках дичи. Однако...

Можно охотиться на животных, которых не существует. Это своеобразный спорт, в котором спаян азарт охотника с любознательностью и любовью к науке исследователя, мужеством путешественника, находчивостью кладоискателя и скрупулезностью археолога. Неистовый охотник за ископаемыми, рискуя сломать себе шею, карабкается на скалы, бродит в пещерах и в заброшенных шахтах, ежеминутно грозящих обвалиться; преодолевает раскаленные пустыни; плывет вдоль безлюдных берегов заполярных рек.

Счастливицы могут встретить почти неповрежденную тушу в вечной мерзлоте.

Но чем дальше в глубь времен, тем меньше доходит к нам остатков. От одних сохраняются лишь следы лап — ни одной их косточки до сих пор не найдено. От других — лишь несколько зубов (как, например, от человекообразных гигантов).

А сколько видов древних животных еще не обнаружено!

Следопыты-палеонтологи, разглядывая окаменевшие следы, определяют, какое это животное; бежало оно или шло шагом; старое оно или молодое. А от животного этого ничего не сохранилось, кроме следов!

Особо удачные находки позволяют восстанавливать и пейзажи, и события прошлого.

«Была тихая ночь, тихая лунная ночь семьдесят миллионов лет назад. Там, где теперь вздымают к небу свои вершины Скалистые горы, там тогда была широкая равнина, залитая водой, мелководное внутреннее море. Воздух был теплым, и тяжелый запах поднимался от болотистых лугов.

Спокойно стояли пальмы и вечнозеленые хвойные деревья.

Низко опустив свою трехрогую голову, по лугу бродил похожий на огромного буйвола трицератопс. Он щипал траву, срывал листья со свесившихся ветвей.

Вдруг сквозь сырой мрак донесся точно гром. Как темная туча, вышел тиранозавр из-за пригорка. Он несся на задних ногах. Гигантский скачок — и беспощадные зубы вонзились в затылок трицератопса, длинные когти разодрали ему брюхо. Но трицератопс успел изловчиться и всадить свои рога в тиранозавра. Затем судорога прошла по телу рогатого ящера, и он издох.

Но и тиранозавр ненадолго пережил его: острые рога разорвали ему внутренности. Крепко сцепившись, лежали два врага, и тела обоих начинали коченеть...»

Это писал геолог Рид, «очевидец» роковой схватки. Вернее, очевидец результата схватки. Через семьдесят миллионов лет были найдены в американском штате Вайоминг скелеты сцепившихся трицератопса и тиранозавра.

Бывает, окаменелости валяются прямо под ногами. В 1908 году житель Севастополя П. Лескевич, не покидая своего родного города, откопал в зловонном сточном колодце ценнейшие остатки вымерших млекопитающих.

Земля охраняет память о живых существах.

Тонкие следы листьев.

Оттиски трехпалых ступней динозавров — среди них огромные, как корыта, больше метра в длину.

Раковины: закрученные рогом, перламутровые, игольчатые, плоские — всех не перечить.

Причудливые изгибы ходов червей — от создателей этих лабиринтов и пылинки не осталось.

Что неуловимее волны? Но и она сохраняется подчас с незапамятных времен в виде каменной, застывшей ряби.

Что мимолетнее дождинки? Но и ее след окаменел, достиг наших дней.

На плоской пластине девонского известняка мы видим неглубокие оспинки — следы невообразимо давнего, выпавшего на землю почти полмиллиарда лет назад, короткого дождя.

В бездне веков геологической истории любое живое существо, каждый из нас подобен мимолетной дождинке, и след каждого из нас, быть может, исчезнет с лица планеты.

Но бессмертны дела наши, вечен могучий круговорот жизни в природе.

Ничто в мире не исчезает бесследно.



**ГОРЫ КТО-НИБУДЬ ДА СОЗДАЛ.
МНОГИЕ ИЗ НИХ НАГРОМОЖДЕНЫ
ВЕЛИКАНАМИ...**

Глава 7

КАМЕННЫЕ ВОЛНЫ

В царство небес, говорят, стремиться стали гиганты;
К звездам высоким они громоздили ступенями горы.

Овидий Назон, 1 в. до н. э.

День ото дня, чем сильнее и эфир раскаленный и Солнце,
Распространяя лучи, отовсюду давили на землю,
Так что, под градом ударов на все ее крайние части,
Плотно сбивалась она, постепенно сгущаясь к центру.
Тем изобильней тогда и множество вон улетало
Жара и воздуха тел, далеко над землей поднимаясь,
И уплотняло вверху обители светлые неба.
Стали поля оседать, выросли высокие горы...

Лукреций Кар, 1 в. до н. э.

СЛЕДЫ БУРЬ

Художественные сравнения в науке употребляются редко: они не очень точны; а для ученого точность — главное. Ну, а мы будем пользоваться такими сравнениями, потому что они помогают понять суть явления.

Представьте себе океан... Какой он? Гладкий, как стекло, в штиль. Или бурный, вспененный, ревущий. Или покрытый ровными волнами, в которых отражение солнца дробится на сияющие полосы.

Океан — разный. И спокойный, сонный. И яростный, неукротимый. Океан разный в одно и то же время.

Когда у берегов Африки мертвый штиль, австралийцы, как боги моря, мчатся, стоя на досках, в пене и брызгах крутых волн. А в Японском море свирепствует

ураган, и радиостанции повторяют его имя — почему-то ураганам дают женские имена.

И земная кора словно каменный океан. Волны его медленны, движения невообразимо ленивы. Он живет, изменяется. В иные геологические эпохи его сотрясают могучие штормы, и громадные горы вздымаются к небесам, пробивая мягкие брюха облаков. В другое время каменный океан спокоен, лишь неторопливые волны прокатываются по его поверхности. В одном его районе бушуют «геологические штормы», в другом — тишина.

Жизнь каменного океана, движения его, вздымание гор и оседание, смятие слоев и разломы горных пород изучает наука геотектоника. Она рассказывает о строении Земли в наше время и в прошлые века.

После урагана океанские воды успокаиваются. Они стирают следы бури, будто ее и не было вовсе.

А в каменном океане прочно запечатлены все бывшие катастрофы.

Палеонтологи — следопыты исчезнувших животных. Тектонисты — исследователи геологических штормов и штилей. Вулканические лавы и туфы; окатанная галька в горных породах (следы древнего прибоя); последовательное чередование слоев; горизонтальные пласты, лежащие на смятых в складки горных породах. Все говорит о прошлом. Надо лишь научиться читать каменную летопись.

ЗАЧАРОВАННЫЕ ВЕРШИНЫ

Там, в горнем, неземном жилище,
Где смертной жизни места нет,
И легче и пустынно-чище
Струя воздушная течет.
Туда, взлетая, звук немеет,
Лишь жизнь природы там слышна,
И нечто праздничное веет,
Как дней воскресных тишина.

Ф. Тютчев

Таковыми увидел горы поэт.

Горы...

По утрам они являют над лиловыми туманами словно айсберги. Первые лучи солнца зажигают на снеж-

ных пиках алые костры. Белые кольца тумана беззвучными драконами выползают из ущелий. Кудлатые облака пасутся на крутых склонах. Мимо них с ревом рвутся в долины бурные потоки, и в пыли водопадов рождаются радуги.

Горы... Что это?

Некогда они свободно парили в поднебесье — верили индусы. Могучий Индра стрелами молний отсек у них крылья. С той поры горы замерли неподвижно и гордо, как плененные орлы.

Они удивительно похожи на храмы или руины древних храмов. Каких неведомых строений они остатки? Какие силы вознесли их к небу?

Волшебный облик гор словно сам диктовал людям сказки.

Греки считали, что великий Зевс собирал богов для советов и пиршеств на горе Олимп.

Во время жгучих засух процессия знатных римлянок в белых, ниспадающих длинными складками одеяниях восходила на гору, моля Юпитера-громовержца о дожде.

И в Бенгалии — так далеко от Рима! — возле высочайших Гималаев жены вождей поднимались на вершину горы Маранг-Бору, неся дары богу дождя: молоко, листья пряного бетеля.

Негры Восточной Африки тоже поклонялись богу дождя и его горной обители.

Китайцы верили в могучих горных духов — в чудовищные существа, уродливые и угловатые, как ожившие скалы.

Мексиканцы, не считаясь с невероятными трудностями, строили высоко в горах (поближе к богам и к великому Солнцу) свои храмы. Перуанцы поклонялись многим ослепительно белым заснеженным вершинам. Ацтеки считали горы жилищем бога неба.

По мнению ненцев, бог Нум сотворил Землю ровной. Но великан Мамонт беспрерывно рыл ее своими клыками, продавливал своими тяжеленными ступнями. Накопал он великое множество холмов и впадин. За это бог Нум рассердился на Мамонта и поселил его навеки под землю.

А жителям равнин не то что горы — даже холмы

были в диковинку. Созидателями холмов литовцы считали гигантов.

Чуваши сложили складку-сказку: будто некий пахарь-великан после работы своей присел переобуться да вытряхнул из своего лаптища целую гору землицы!

На Украине слагали песни о борьбе архангела Михаила с чертом. Там, где архангел, благословясь, поднимал нечистого в воздух и шмякал его об землю, оставались вмятины и котловины. А там, где черт превозмогал и теснил божьего посланника, вырастали горы.

Жители Полесья приписывали создание гор ангелу. Он по божьей воле вынул сушу из водной бездны. Часть земли застряла у него под ногтями. Из нее-то и получились горы и холмы.

...Много сказок рождалось у подножий гор, среди скал или холмов.

ВЫДУМКИ МУДРЕЦОВ

Тем временем мудрецы размышляли о природе возвышенностей и их строении. Особенно поразительными казались находки раковин далеко в горах. Какая сила могла занести сюда жителей моря?

Философы Древней Греции догадывались о медленных поднятиях и опусканиях земли. Аристотель более двух тысяч лет назад писал: «Море приходит туда, где прежде была суша; суша вернется туда, где теперь мы видим море».

Географ Страбон верно подразделил колебания земли на очень медленные, охватывающие целые острова и даже континенты, и быстрые, от которых грозно дрожит земная твердь.

Воинственный Рим пал под ударами варваров. Гибли прекрасные храмы и статуи, рушились колоннады, опустошались города, умирали люди, сгорали библиотеки. Однако неуловимые мысли древних избежали уничтожения и объявились в средние века у арабов.

В X веке философ и врач Ибн-Сина (Авиценна) утверждал, что горы возникают от действия сил сози-

дающих и сил разрушающих. Созидающие поднимают вверх землю, коробят ее. Разрушающие размывают склоны, обнажают скалы, «обтесывают» вершины. Мир вечен, и море с сушей менялись друг с другом местами несчетное число раз.

Три века спустя арабский писатель Могаммед Каувини в своей книге «Чудеса Природы» привел рассказ бессмертного Кидца:

«Однажды я проходил по улицам весьма древнего и удивительно многолюдного города и спросил у одного из жителей — давно ли он основан.

— Действительно, это великий город, — отвечал он, — но мы не знаем, с какой поры он существует, да и наши предки ничего не знали об этом.

Пятьсот лет спустя я снова проходил по тому же самому месту и не заметил ни малейших следов города. Я спросил у крестьянина, косившего траву на месте древней столицы, давно ли она разрушена.

— Странный вопрос, — отвечал он, — эта земля никогда ничем не отличалась от того, как ты теперь ее видишь!

— Но разве прежде не было здесь богатого города? — сказал я.

— Никогда, — отвечал он. — По крайней мере, мы никогда его не видели, да и отцы наши никогда ничего об этом не говорили!

Возвратившись еще через пятьсот лет, я нашел море на том же месте, и на берегу его толпу рыбаков, у которых спросил, давно ли земля эта покрылась водою.

— Тебе ли об этом спрашивать, — сказали они, — это место всегда было таким же морем, как теперь.

Спустя еще пять веков, я опять возвратился и не нашел моря. Спросив у стоящего тут человека, давно ли произошла такая перемена, я получил ответ такой же, как и прежде. Наконец, через такой же период времени, я опять пришел туда и нашел цветущий город. Он был еще многолюднее и богаче постройками, чем тот, который я видел в первый раз...»

Эта средневековая легенда правдива. Даже в период расцвета искусств и возникновения наук, в эпоху Возрождения, мало находилось мыслителей, которые столь

же ясно и зримо, как несуществующий Кидца, увидели бы жизнь изменчивой поверхности земли.

Недостаточное количество накопленных к тому времени геологических знаний исследователи пытались восполнить выдумками. А прежде люди были не менее горазды на хитрые выдумки, чем теперь.

Вот какие мнения о причинах горообразования высказывались четыреста лет назад.

Горы возникают от землетрясений.

Недра земли раскалены (подземный огонь прорывается на поверхность вулканами). От застывания земли образуются горы.

Вода и газы заключены в земле, распирают ее поверхностные слои, а вулканы чем-то напоминают нарывы.

Горы, подобно животным, рождаются, живут и умирают согласно каким-то своим внутренним свойствам.

Сила звезд вздымает к небу земную твердь: под самыми яркими звездами самые высокие горы.

Горы — это уцелевшие от разрушения древние поверхности.

Ветер навевает холмы и горы, как и песчаные дюны.

От солнечного жара образуются земные пары, которые неравномерно опадают на поверхность, создавая возвышенности и понижения.

Горы созданы по чьей-то воле...

Как разобраться, где тут правда, а где вымысел? Небылица, если она сложена складно, располагает к себе людей порой больше, чем неприукрашенная простая правда.

Постепенно исследователи собирали сведения о геологическом строении отдельных районов. Ради этого приходилось много путешествовать, проходить неведомые земли, преодолевать множество невзгод и лишений.

Двести лет назад академик Паллас путешествовал по России, изучая ее растительность, воды, земли и полезные ископаемые. На берегу Волги, возле Самары, ему рассказали любопытную историю.

По преданию, здесь, среди лесистых холмов и серых береговых обрывов, некогда проходило неисчислимое войско. Устроил полководец привал. И велел

каждому воину принести и ссыпать в одно место полную шапку земли. Вырос огромный холм. Прозвали его «Царев Курган».

Паллас решил проверить сказку. Пошел на гору, осмотрел ее. И высказал свое мнение:

«Она, к опровержению сей небылицы, состоит из таких больших диких камней, которые ни в какую шапку не вмятятся и никакой воин их нести не сможет».

Округлость холма, будто нарочито приданная ему, объясняется просто: «Сей холм бесспорно от прочих гор отделен рекой Соком и сделался круглым от наводнений».

Да что там говорить о суевериях неграмотных крестьян! Известный философ и писатель Вольтер находки раковин вдали от моря, в горах, объяснял тем, что это — сувениры и украшения, которые приносили с собой паломники из святой земли. Вот какую небылицу придумал Вольтер! С ее помощью он хотел опровергнуть священные легенды.

Нет, не просто избавилась наука от суеверий. Даже триста лет назад лишь редкие ученые высказывали трезвые мнения, выработанные в результате долгого и пристального изучения природы.

Леонардо да Винчи считал, что земная поверхность временами оседает — то там, то тут. Оставшиеся части и есть горы.

Атрикола придавал большое значение разрушительной деятельности рек.

Флорентиец Николаус Стено был убежден, что после ухода моря в недрах суши образуются пустоты. В них проваливаются горные породы, изгибаясь и трескаясь. Затем снова наступает море, отлагая ровные слои, и снова, после его ухода, слои обрушиваются в подземные пустоты.

Лейбниц предполагал: раскаленная в прошлом Земля застывает неравномерно, коробясь и пузырясь. Горы — будто морщины планеты. Как сохнувшее яблоко, как лицо старика, как шар, испускающий воздух, Земля постепенно сжимается, покрывается все новыми складками, горбится все новыми хребтами.

БИТВА БОГОВ

Бог моря и бог огня. Великие властелины. Им поклонялись древнейшие племена, называя их по-разному, но признавая их могущество.

Имена этих богов сохранились не только в мифах древности. Они навсегда остались в истории геологии.

Нептун и Плутон. Вокруг них, начиная с XVIII века, сплотились две враждующие армии геологов. Полем их сражения стала наука геология, а орудиями битвы — безопасные для жизни людей, но губительные для жизни научных идей статьи, книги, результаты трудных маршрутов и кропотливых анализов, пламенные лекции и доклады.

Борьба продолжалась около ста лет.

В научное сражение были вовлечены все крупнейшие естествоиспытатели XVIII—XIX веков и великое множество рядовых геологов. Сражались с фактами в руках.

Порой, как это нередко бывает в науке, одни и те же факты привлекались для доказательства противоположных мнений.

Сторонники Нептуна провозглашали воду главнейшей геологической силой на земле. Сторонники Плутона превыше всего ставили силу подземного огня.

Нептунисты считали, что все произошло из воды. В воде осаждались слои горных пород, в воде сгущались песчинки и камни. Даже горы, по их мнению, выросли на дне морей, как растут кристаллы в растворе.

Англичанин Вудворт утверждал, что всемирному потоку обязана Земля своим нынешним строением. Могучие воды, нахлынув на сушу, взбили пыль и песок, подхватили камни, смешали воедино горные породы. Из этой смеси стал оседать слой за слоем. Вначале самые тяжелые породы, затем — полегче, а сверху — пылеватые. Там, где сгрудились камни, возникли горы.

Нептунисты создали стройную теорию. Они привели множество примеров, подтверждающих свои выводы. Они использовали данные физики о кристаллизации солей, о законах выпадения осадков.

Вдохновлял нептунистов миф о великом потоке. И поначалу перевес был на их стороне.

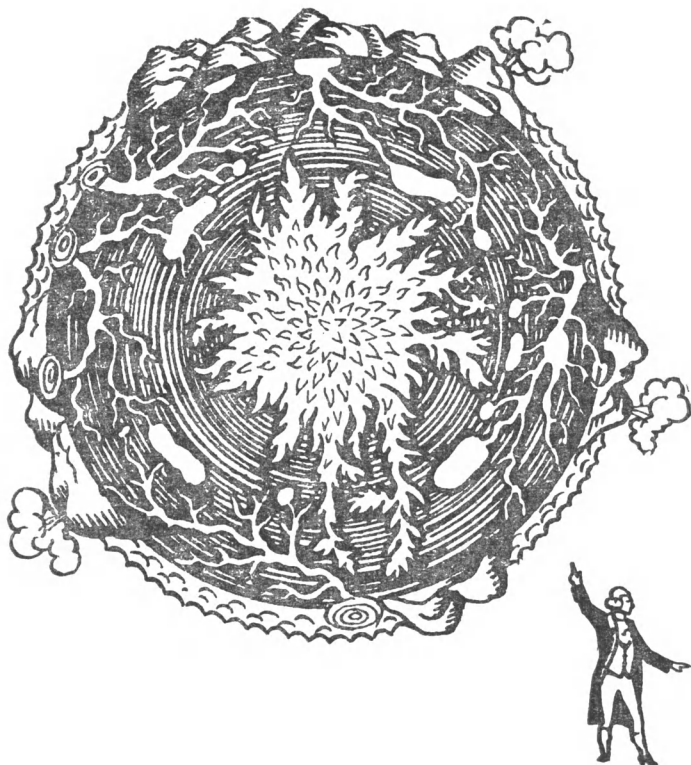
В конце XVIII века лекции геолога-нептуниста Авраама Вернера нанесли, казалось, решающий удар по лагерю плутонистов. Вернер подробно объяснял, как из всемирных вод появились сначала первозданные крепкие кристаллические породы, затем, последовательно, еще три группы пород. Первичные породы залегают в ядрах гор, вторичные — по склонам и равнинам, а в современных морях, реках, болотах создаются новейшие, третичные отложения. Извержения вулканов — мелкие явления, вызванные сгоранием в земле каменного угля и серы. Трещины, заполненные минералами (рудные жилы), образовались от высыхания земли. Они исчезают с глубиной.

Профессор Фрейбергской горной академии Вернер красноречиво повествовал слушателям совершенно фантастичные теории. Он умел размышлять, умел пользоваться законами логики, обладал могучим воображением. Но он слишком мало путешествовал и обо всем мире судил, зная лишь родную свою Саксонию. Да и ее-то, как позже оказалось, знал не очень хорошо. Он чаще надеялся на свое воображение.

Ученики Вернера разъезжались по всему свету, унося с собой любовь к науке и веру в нептунизм. Любовь к науке с годами у них возрастала. Вера в великое могущество Нептуна расшатывалась.

Плутонисты накапливали силы постепенно, исподволь. Они опирались на давнишние теории о подземном огне, о раскаленных газах и жидких растворах. Плутонисты верили в могучую силу землетрясений. В 1705 году Роберт Гук писал, что движения земли «опрокидывают горы, перевертывают их вверх дном, перебрасывают участки земли с одного места на другое, погребают поверхностные части и поднимают на поверхность подземные».

Михайло Ломоносов тоже склонен был приписывать изменения поверхности земли «господствующему жару в земной утробе». А Паллас писал: «Я полагаю, что нужно комбинировать последовательные действия вулканов и других подземных сил с действиями потопа или несколькими наступлениями океана, чтобы дать верное объяснение изменений, несомненно происшедших на земле».

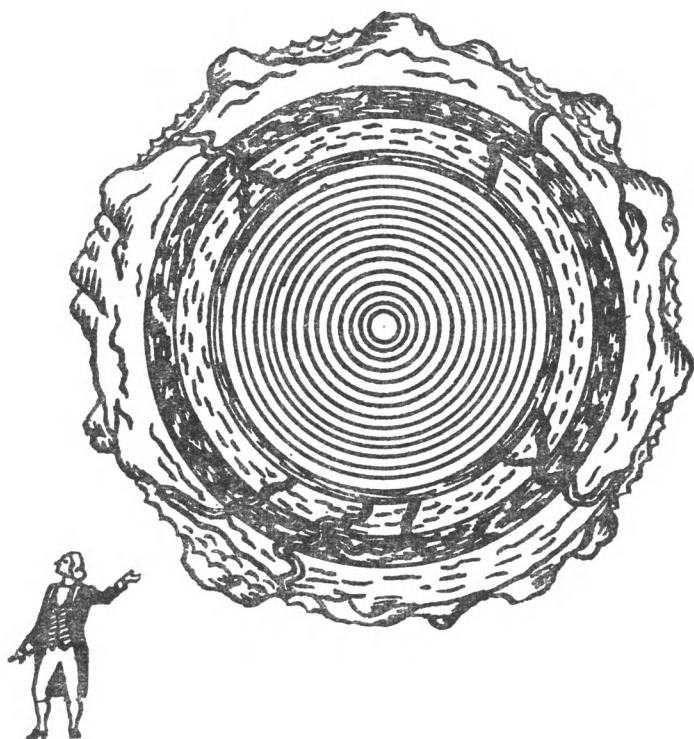


До XIX века борьба непунистов и плутонистов шла с переменным успехом. Но чем больше геологи странствовали, сталкиваясь с грандиознейшими, наводящими ужас своей силой явлениями природы — вулканами, землетрясениями, истечениями лав, — тем больше разочаровывались они в непунизме.

Тяжелый удар по лагерю непунистов нанесли сами бывшие его защитники, ученики Вернера: Леопольд Бух и Александр Гумбольдт.

Путешествуя по многим странам света, Гумбольдт убедился в широком развитии вулканических пород. Он встречал их всюду: и в Африке, и в Америке, и в Европе. Он изучал нынешние вулканы и древние, отмечал закономерности в их расположении.

Леопольд Бух не нашел доказательств образованию



вулканов от сгорания угля и серы. Он предположил другую причину: давление снизу раскаленной магмы — расплавленной горной породы, — приподымающей и пробивающей поверхность земли. Магма, застывая, образовывала в ядрах гор крепкие «первичные» породы.

Потерпела поражение армия нептунистов. Имя Вернера, ее полководца, сохранилось лишь в истории геологии.

Победа плутонистов вовсе не означала позорной капитуляции и полного отрешения от своих идей сторонников Нептуна (в «научных войнах» ученые сражаются не ради собственной победы, а во имя торжества истины).

И все-таки развитие геологии за последнее столе-

тие направлялось главным образом идеями плутонистов.

В наше время представления о преобладающей роли «подземного жара» в геологических процессах серьезно оспариваются многими учеными. Не пользуется успехом гипотеза раскаленной в прошлом и постепенно остывающей Земли. Преобладающую роль в процессах, происходящих в недрах планеты, отводят давлению, а расплавленные массы пород в земной коре и мантии, как доказано, сравнительно невелики.

Отголоски давнего спора двух точек зрения на геологические процессы можно усмотреть и в некоторых современных дискуссиях (не надо только забывать, что ныне накоплено огромное количество разнообразных фактов и потому спор ведется на более высоком научном уровне). Например, господствовавшая прежде гипотеза, согласно которой расплавленная гранитная магма внедряется в земную кору из глубин, со временем пользуется все меньшей популярностью. А значение воды в процессах образования гранитов и многих месторождений полезных ископаемых признается все более важным.

И, безусловно, все популярнее становятся идеи зависимости земных процессов от космических сил (область исследований молодых наук — астрогеологии и планетарной геологии).

КОРА КОРОБИТСЯ

В Голландии белые паруса кораблей реют выше островерхих черепичных крыш. Лодки плывут, словно птицы, над уровнем полей, дорог, домов. Море шумит за плотинами и дамбами. Они сдерживают непрерывный напор воды, как в битвах прочные бастионы и крепостные стены сдерживают натиск врага. Море наступает. Точнее, медленно оседает земля.

К северо-востоку от этих мест берега Балтики неторопливо поднимаются, освобождая от моря все новые пространства. Они поднимаются чуть-чуть, самую малость, на один сантиметр в год. Но при этом, если

все останется по-прежнему, Скандинавия за миллион лет (краткий отрезок геологического времени) поднимется на высоту около десяти километров!

И так повсюду. Неторопливые, но необычайно могучие и постоянные силы тревожат земную кору. За недолгую человеческую жизнь именно эти, самые мощные движения заметить всего труднее. Давно о них догадывались люди (вспомните сказку о Кидце). А теперь их изучают геологи, узнают направление этих движений, их скорость. Составляются карты, на которых тотчас увидишь, где и как ведет себя каменная кора.

Словно дышит Земля. В одном месте прогибается, в другом воздымается. Причины изменений до сих пор не совсем ясны. Должно быть, глубинные течения вещества в мантии Земли действуют и на кору. Сказывается влияние вращения планеты. Материки, которые словно плавают на базальтовом слое, в иные века покрываются ледяными панцирями. Давление льда настолько велико, что прогибаются участки земной коры, глубже вдавливаются в мантию. А когда ледники тают, земля стремится вновь принять прежнее свое положение (этим объясняется нынешнее поднятие Скандинавии).

Местами в земной коре и под ней скапливаются радиоактивные элементы. Они непрерывно излучают тепло, которое образуется от распада ядер их атомов. Есть мнение, что благодаря этому разогреваются горные породы, плавятся и начинают течь. Земная кора здесь коробится.

Очень медленно происходят подобные движения. При таких скоростях горные породы ведут себя словно тягучая смола. Они выгибаются плавно, порою даже без трещин.

В места прогибания земли устремляются моря. Туда сносятся с суши песок и глина. Там же осаждаются различные соли. Если прогибание продолжается долго, на месте его постепенно накапливаются километровые толщи горных пород. Так происходило, например, в Прикаспии.

Не найти на земле такого места, где за долгую геологическую историю не побывало море.

Там, где земля постепенно поднимается, вырастают возвышенности. Реки и ручьи обтачивают склоны, прорезают глубокие овраги и ущелья.

Так и образуются горы?

Не очень-то правдоподобно.

Тот, кто видел нагромождения скал, смятые в складки слои, остроконечные гребни вершин, вряд ли поверит в спокойную историю горных стран.

Особенно четко видно строение гор в пустынях. Голые склоны, крутые обрывы, глубокие ущелья. Скалы здесь облизаны ветром и редкими ливнями. Приглядитесь к ним.

Слои, некогда лежавшие горизонтально, ныне смяты в гармошку: складка за складкой. Крошечная рябь — словно узор на камне — и гигантские складки, которые угадываются в крутом изгибе гребня горы или межгорной впадины.

Складки, выгнутые кверху, называются антиклиналями, а прогнутые вниз — синклиналями. В горных странах антиклинали и синклинали чередуются, словно гребни и впадины морских волн. Порой они притиснуты одна к другой, или опрокинуты, или осложнены более мелкими изгибами.

Со временем ветер и вода срезают, разъедают скалы. И тогда не так-то просто бывает разобрать, где антиклинальная складка находится, а где — синклинальная.

Подчас можно увидеть такую картину: на смятых в складки горных породах лежат ровные, неповрежденные слои. В этом случае, как говорят геологи, имеется несогласное залегание. Осадки откладывались не подряд, а после некоторого перерыва. За этот промежуток времени первые слои успели претерпеть множество изменений.

Так бывает, когда морское дно, поднимаясь, становится сушей, а затем и горной страной. Морские осадки сминаются, ровные слои коробятся. А когда затихает горообразование, скалы, выветриваясь, рассыпаются, потоки уносят обломки, и на образовавшуюся равнину вновь наплывает море. А на складчатые основания бывших гор вновь оседают морские отложения.

КАМЕННЫЕ ШТОРМЫ

Вы слышали о ревущих сороковых широтах? Испокон веков знают их моряки. Здесь грохочут самые яростные шквалы, здесь океан редко, очень редко бывает спокоен. Здесь слишком часто гибнут корабли.

Есть «ревущие широты» и на материках. О них геологи узнали в прошлом веке. Именно здесь землетрясения то и дело колеблют земную твердь, извергают пылающую лаву вулканы; здесь беспокойна земля, словно зыбкие воды.

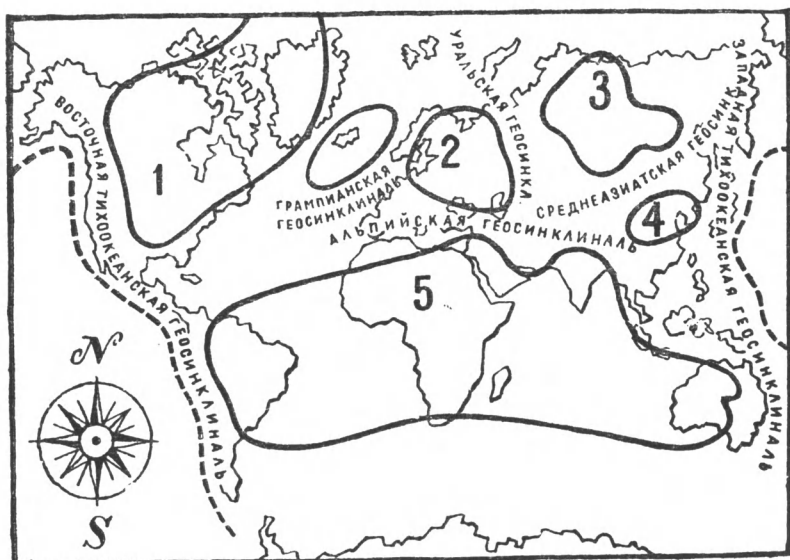
Подобные районы называют геосинклиналями. Ныне они протягиваются широкой полосой вдоль побережья Средиземного моря (Пиренеи, Альпы, Карпаты, Балканы, Атласские горы в Африке), захватывают южный берег Крыма, Кавказ, Малую Азию и дальше направляются через Тянь-Шань и Памир к поднебесным вершинам Гималаев. Мощным кольцом стягивают геосинклинали Тихий океан вдоль берегов Азии (Камчатка, Курильские острова, Япония, Малайский архипелаг) и Америки (Анды и Кордильеры от Аляски до мыса Горна).

В прежние геологические эпохи они охватывали другие территории.

Геосинклинали — самые активные, подвижные области на поверхности планеты. Образование их начинается неуклонным опусканием земной коры. Обычно понижение затапливается морем.

Медленно опускается земная кора, медленно накапливаются осадки. Так продолжается миллионы лет. Откладываются километровые толщи пород. Даже при ничтожной скорости накопления — 1 см осадков за сто лет, через десять миллионов лет образуется пласт мощностью в один километр.

Близ побережий накапливается более грубый материал: пески, приносимые сюда водой и ветром; обломки горных пород, разрушенных прибоем. Вдали от берегов оседают глинистые частицы. В неглубоких теплых морях возникают коралловые рифы. На островах и в прибрежных районах вздуваются вулканические купола, изливаются потоки лавы, сыплется из черных туч вулканический пепел.



ПЛАТФОРМЫ и ГЕОСИНКЛИНАЛИ

ПЛАТФОРМЫ:

- 1-Сев.-американская. 2-Русская.
3-Сибирская. 4-Китайская. 5-Тондвана.

Так обычно проходит первый этап развития геосинклиналей.

А затем начинается общее поднятие территории. Выступают из воды острова, полуострова, перешейки. Слои сминаются в складки, трескаются, дробятся. Вырастают холмы, нагорья, горные гряды. Вода и ветер, жар и холод «вгрызаются» в них, разрушая породы. Обломки накапливаются в предгорных равнинах, уносятся в море.

Конечно, в природе все значительно сложнее.

С проблемой геосинклиналей связана и загадка гранитов, и обоснование периодов горообразования на Земле, и объяснение странной приуроченности вулканических областей к побережью Тихого океана, и многое другое. До сих пор еще не создано убедительной теории геологического развития Земли, связывающей

воедино великое множество фактов, накопленных геологическими науками.

А пока считается, что в процессе образования геосинклиналей вырабатывается обычный облик горной страны: пики вершин, гребни осыпи, изборожденные расселинами склоны, ущелья, пещеры, водопады...

Но вовсе не обязательно: если высокая гряда — значит, антиклиналь, если впадина — то синклиналь. Подчас синклинали оказываются на вершинах, а антиклинальные купола — в долинах.

В изгибах антиклиналей горные породы сильно растрескиваются. Со временем трещины расширяются, обломки пород уносятся прочь водой, ветром, сползают по склонам, осыпаются. В конце концов, вершины антиклиналей оказываются не только срезанными напрочь, но даже и углубленными, по сравнению с более прочными ядрами (центральными частями) синклиналей.

Прежде всего разрушаются наиболее мягкие, податливые породы. Уцелевшие прочные слои порой торчат наподобие шляпок грибов. Или возникают квесты (их много в горном Крыму): слабо наклоненные пласты обрываются крутыми уступами и так, словно пологие уступы гигантской лестницы, тянутся через всю страну.

Там, где пласты поставлены «на ребро», самые прочные слои остаются торчать длинными узкими гребнями. Издали они кажутся развалинами стен и башен. Они живописны, как иллюстрации к рыцарским романам.

А в районе реки Колорадо поднятие огромных территорий не вызвало серьезных нарушений залегания пластов. словно невидимыми домкратами осторожно поднята земля. Поверхность ее и многие слои остались горизонтальными. Только реки свидетельствуют об изменениях. За многие тысячелетия по камешку, по песчинке, по пылинке уносили они частички горных пород. Земля поднималась, а реки врезались в тело ее все глубже и глубже. И наконец образовались стометровые желоба с почти отвесными склонами — каньоны.

Есть и совсем иные, инертные области. Они составляют большую часть суши. Называются они платформами.

Даже в геологическом масштабе времени движения земли в пределах платформ очень спокойны. Здесь царит «геологический штиль». Лениво прокатываются пологие волны, в прогибах блуждают по суше моря. Слабо доносятся сюда отголоски далеких землетрясений, а если и есть вулканы, то некурящие, потухшие, старые.

Когда-то очень давно, в геологическую молодость Земли, на поверхности здесь часто бушевали лавы, грохотали землетрясения, коробились пласты. Со временем пришло успокоение.

Полмиллиарда лет тому назад платформы уже занимали огромные пространства: Восточно-Европейскую равнину, центральную Сибирь, Тибет, Индийский полуостров, Гренландию, большую часть Северной и Южной Америки, почти всю Африку, Антарктиду и Австралию.

Кое-где словно протерлись осадки последующих эпох, и обнажились древнейшие породы — смятые, переплавленные, рассеченные трещинами. Такие области платформ называются щитами (Балтийский щит, Украинский, Канадский и другие). На них за многие геологические эпохи либо вовсе не было морей, либо морские отложения оказались незначительными и после их сноса обнажилось «древнее темя» платформы.

В других местах платформ остатки геосинклиналей погребены под многослойными отложениями морей или суши, толщина которых достигает многих километров.

Ученые пытаются подсчитать, какую часть суши занимали геосинклинали в прежние геологические эпохи. По мнению некоторых видных геологов, величина эта неуклонно уменьшается.

Когда-то Урал был растущим высоким хребтом с частыми землетрясениями и крутыми высокими вершинами.

Минули десятки миллионов лет, и беспокойная геосинклиналь остепенилась, замерла. Воды и ветры сгладили вершины, разрушили скалы. Пройдет еще время, и на месте развалин древних горных сооружений будет расстилаться пологая равнина, а то и морская гладь. Подобная участь постигла Аппалачи, Скандинавские горы, плоскогорья Африки.

Горы «изнашиваются», умирают, исчезают бесследно. И первый их шаг к гибели — переход от беспокойной, активной «геосинклинальной жизни» к ленивой — платформенной.

Поверхность Земли постепенно застывает, стареет, превращается в сплошную платформу... Так ли это?

В наше время вновь пробудились геосинклинали. Примером тому — острые растущие гребни Альп, Кавказа, Памира, Анд.

Но, может быть, постепенно все противоречивые геологические силы Земли приходят в равновесие? Наша планета, несмотря на свое безостановочное кружение, стареет и покрывается настоящей заскорузлой каменной корой?

Вряд ли дадут Земле успокоиться космические силы: притяжение Солнца, Луны и планет, космическое и солнечное излучения, метеоры, межзвездные туманности... Попадая в новые области Галактики и Солнечной системы, вращаясь (к тому же неравномерно) вокруг своего светила, Земля вынуждена приспособляться к новым условиям, а значит, перестраивать и свою каменную оболочку.

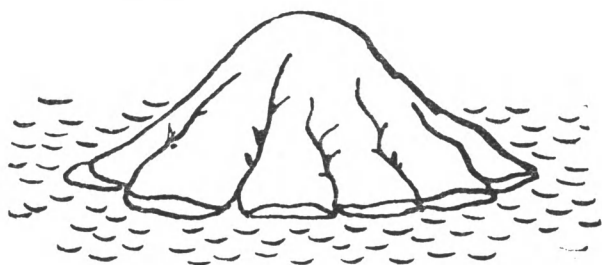
Да что там Земля! До сих пор идут споры, не остывает ли вся Вселенная.

Звезды щедро и безрассудно расточают свое сияние и тепло. Планеты инертны. Пустыня космоса безмерно велика и холодна почти до последнего предела. Когда-нибудь все должно остынуть, замереть. Вдобавок формулы физики убеждают: тепло и свет неизбежно переходят от более теплых и светлых тел к менее теплым и светлым.

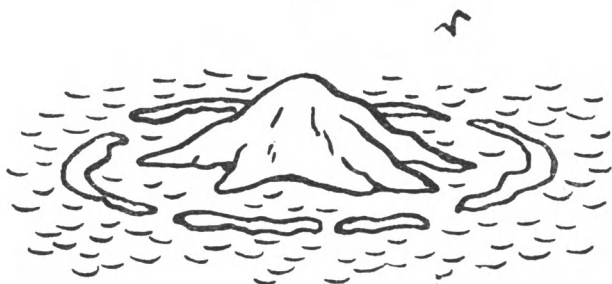
«Мы в самом прямом смысле являемся терпящими кораблекрушение пассажирами на обреченной планете. Но даже во время кораблекрушения человеческая порядочность и человеческие ценности необязательно исчезают, и мы должны создать их как можно больше. Мы пойдем ко дну, однако и в минуту гибели мы должны сохранять чувство собственного достоинства».

Так писал основатель кибернетики Норберт Винер. К его словам можно прибавить, что, конечно, планета наша обречена... хотя более вероятно обратное. По самым скромным подсчетам до момента холодной

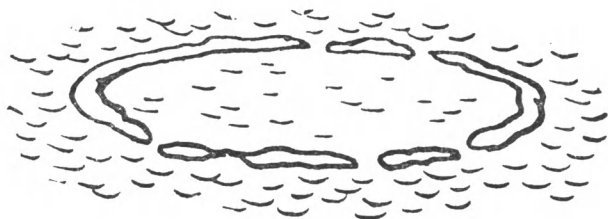
ОБРАЗОВАНИЕ АТОЛЛА ПО ГИПОТЕЗЕ Ч. ДАРВИНА



1



2



3

гибели Земли (тем более Вселенной) остается не так уж мало времени: миллиарды лет. Столь невообразимо огромная цифра обнадежит даже самого мрачного пессимиста. Человечество не доживет до ужасной гибели мира. Да и грянет ли когда-нибудь эта катастрофа?..

Положение наше во Вселенной вовсе не страшное. Нет оснований беспокоиться о гибели нашей «обреченной планеты». Куда более важнее и необходимее заботиться о том, чтобы не исчезла наша «человеческая порядочность и человеческие ценности».

ПУТАНИЦА

«Нередко бывало по всему миру, что земля тряслась от одного конца до другого; то от того делается, толкуют грамотные люди, что есть где-то близ моря гора, из которой выхватывается пламя и текут горящие реки. Но старики, которые живут в Венгрии и в Галичской земле, лучше знают это и говорят, что то хочет подняться вросший в землю великий мертвец и трясет землю». Так сказочно описал Николай Васильевич Гоголь мощное геологическое явление, издавна вызывавшее в людях страх и любопытство.

В природе присутствуют не только спокойные силы созидания. Горные породы не только уложены ровными слоями и смяты в гладкие складки. Стройный порядок то и дело нарушается сложными, подчас хаотическими процессами.

О землетрясениях написано множество книг. Миллионы людей сами испытали их грозную мощь.

«Земля глухо гудела, стонала, горбилась под ногами и волновалась, образуя глубочайшие трещины — как будто в глубине проснулся и ворочается веками дремавший некий огромный червь». (М. Горький.)

«Особенно в этом явлении поражает утрата врожденной веры в покой и неподвижность материка, твердых земных пластов... Мы не верим более в спокойствие природы, чувствуем себя перенесенными в область разрушающих неведомых сил, не доверяем более почве, на которой стоим». (А. Гумбольдт.)

Землетрясения погубили миллионы людей, разрушили сотни городов. Панический ужас охватывает людей и животных — земля, словно студень, колеблется под ногами. На ней невозможно стоять, даже лежащие подбрасываются в воздух.

Разверзается земля. Трещины-провалы поглощают людей и дома.

Словно айсберги в шторм, колеблются, трясутся горы.

Исполинские волны накатываются на побережья, слизывая подчистую строения, леса, набережные — все, что попадает на пути.

Даже птицы испуганно мечутся в воздухе.

Геологу эти страшные явления служат объектами наблюдений. Земля живет, развивается, и кора ее порой, не выдержав огромных напряжений, вдруг резко трескается.

При землетрясениях раздаются толчки — словно некто огромный стучится из недр. От этих ударов подскакивают каменные дома; выбиваются из земли столбы и колонны; с гулом вылетают булыжники из мостовой, словно пушечные ядра; иные подземные толчки даже мертвецов выбрасывают из могил.

Не менее разрушительными бывают и другие — волнообразные колебания. При землетрясении 1783 года деревья в Калабрии (Италия) раскачивались, как нива под ветром. Ветви их обламывались, ударяясь о землю.

Обвалы в горах, трещины и провалы на суше, образование озер и грязевых вулканов неузнаваемо изменяют некоторые районы. На несколько метров в сторону перемещаются отдельные участки шоссе. Железнодорожные пути изгибаются, как проволока. Трещины в земле достигают десятиметровой ширины.

После землетрясения в Монголии (4 декабря 1957 года) образовались трещины длиной до 280 километров. В Калабрии (1783 год) трещина рассекла круглую башню, одна половина которой опустилась на 10 метров. При катастрофическом землетрясении в Японии (20 октября 1891 года) вдоль трещины длиной более 50 километров с одной ее стороны земля осела на несколько метров и сместилась на 1—4 метра к севе-

ро-востоку. В 1869 году в Малой Азии глубокий провал поглотил город Онлер. А в 1923 году дно залива Сагами (Япония) опустилось на 300—400 метров.

Множество бедствий и страданий принесли и приносят людям землетрясения. О них собрано много сведений. Характер землетрясений и последствия их разрушительной деятельности описаны столь же тщательно, как и походы великих завоевателей в учебниках истории. К сожалению, о силах разрушения и о бедствиях мы слышим и знаем больше, чем о силах созидания.

Когда-то думали, что сила землетрясений воздвигает горы. Но это не так.

При резких ударах (когда их длительность меньше десяти — пятнадцати тысячелетий) горные породы показывают свой упрямый, каменный характер. Они не желают изгибаться. Они стойко противостоят подземным толчкам. До тех пор, пока хватает у них прочности. А потом лопаются. Громадные трещины разбивают всю их толщу. Так с треском ломается лед в половодье.

Слои наползают друг на друга, отдельные глыбы топорщатся, выпирают вверх, другие вдавливаются в землю. Они скользят, царапаются, разрывая складки на части. Плоскости, по которым они движутся, от чудовищного давления сглаживаются, и горные породы вдоль них истираются в тонкую пыль и глину. Такие отполированные плоскости разломов называют *зеркалами скольжений*.

В геосинклиналях без устали трудятся самые разные геологические силы, похожие на невидимых исполинов: медлительные и быстрые, слабые и мощнейшие; направленные и вверх, и вниз, и в стороны. Исполины будто сговорились досадить геологам, перемешать горные породы, нагромоздить в беспорядке, измять и раздробить — попробуй-ка разберись!

А разбираться надо.

Геологи пристально изучают, какая глыба поднялась, а какая опустилась. Измеряют направление и наклон разломов и трещин.

Для каждого вида перемещения каменных масс имеются особые названия. Если треснуло несколько

слоев и одна часть поднялась вверх, а другая опустилась, это называют сбросом; если одна часть наехала на другую, образуется надвиг; если обе части скользили горизонтально — сдвиг.

Бывает, породы сжимаются так, что часть их, будто клин, откалывается и выпирает вверх. Возникают горсты. А если огромная глыба опускается, то такой «горст наоборот» называется грабеном.

Ох, как много хлопот доставляют геологам эти разломы! И без того сложные узоры складчатости они разбивают на части, грубо коречат крылья (края) складок, а то и вовсе отсекают одно из них. Они громоздят одну складку на другую, переворачивают их, сжимая воедино самые разные слои.

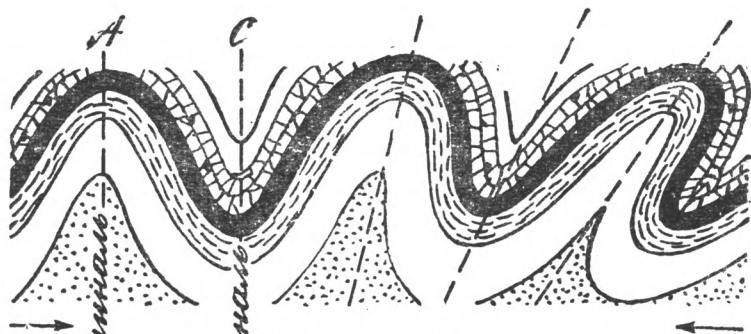
Расследование всех этих беспорядков усложняет работа ветра и воды, жары и холода, микробов и растений. Они всеми силами пытаются скрыть, затушевать следы тектонических нарушений. Из года в год подтачивают они скалы, срезают часть пород, уничтожают напрочь то складку, то несколько слоев, то поднятый тектоническими силами массив. Они заваливают осыпями и оползнями склоны, пряча истинную картину от ненасытных глаз исследователя.

А растения? Всюду они запускают свои корни-щупальца, расстилают на пологих склонах свой пестрый ковер, неузнаваемо перерабатывают ближние к поверхности породы.

Попробуй-ка разгляди, что скрывается под мягким слоем травы и почвы!

По трещинам и разломам поднимаются из глубин планеты раскаленные газы и растворы. Они отлагают на стенках трещин кристаллы, примазки и потеки новых минералов. Подобные заполненные трещины называются жилами. Они пронизывают земную кору, выходя на поверхность, словно тонкие, извилистые и разветвленные сосуды. Они — артерии, по которым некогда пульсировала «кровь земли». Много ценных полезных ископаемых хранят жилы. Часто бывают они заполнены кварцем.

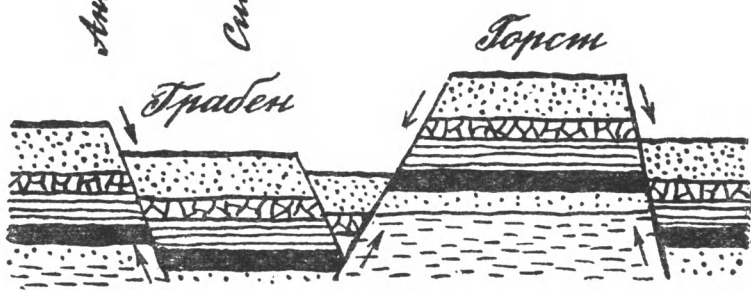
Вьется белая, как сахар, кварцевая полоска. А в ней то там, то тут, в пустотах и трещинах, темнеют или поблескивают кристаллическими гранями самые



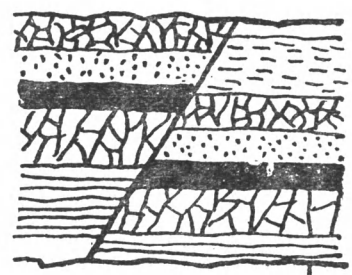
СКЛАДКИ

Антиклиналь

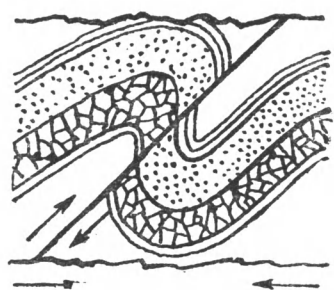
Синклиналь



СБРОСЫ



СДВИГ
(в плане)



НАДВИГ

разнообразные минералы. Люди вдоль жил врезаются в земные недра, извлекая из окаменевшей крови планеты молибден, золото, уран и ртуть, свинец и вольфрам.

А сколько прекрасных и странных образований рождается в жерлах вулканов!

«В кратере на черном вулканическом песке, — рассказывает вулканолог Е. Мархинин, — блестит на солнце тонкая золотистая нить. Здесь же другая, третья... Много их. Это волосы Пеле — богини огня у жителей Гавайских островов. Вот черный волос, похожий на конский. А вот целая золотисто-белая прядь...

Мы собираем стеклянные нити. Мы знаем, что это не волосы сверхъестественных существ. Тонкие нити вулканического стекла вытягиваются газами в пустотах раскаленного вязкого шлака. Мы знаем, что, увы, не увидим огненных фей. Но мы все-таки придем сюда ночью, чтобы увидеть кратер, освещенный кипящей лавой, чтобы лучше рассмотреть явления, невидимые при дневном свете».

Загадки, которые приходится решать геологам, не имеют подчас четких, ясных ответов, столь полезных в сборниках математических задач. Слишком много геологических сил потрудилось в каждом, даже небольшом районе Земли. Мудрено разобраться...

В математике существует интереснейший раздел — теория вероятностей, изучающая закономерности случайных событий и точность приблизительных сведений...

Все науки приблизительны — одни более, другие менее.

Даже длину твердого стержня не измеришь точно. Всегда найдется крохотулечка, мельчайшая доля длины, которую не сможешь учесть. Приходится измерять с определенной точностью: где до микрона, где до сантиметра, где и до миллионов километров (а как точнее определить расстояние от нас до дальних и сверхдальних звезд?).

Так и у геологов. Необходимо заранее знать точность наблюдений. Когда изучаешь огромные пространства, не приходится обращать внимание на мелкие складки, трещинки и даже на некоторые слои, жилы.

Надо выяснить главное: платформа здесь или геосинклиналь.

Надо выделить основные пласты, обнаружить гигантские разломы и самые крупные складки.

Если приходится детально знакомиться с небольшой территорией, надо подмечать многие малости, а порой даже учитывать трещинки волосяной толщины. Но и при этом многое останется неясным до конца, спорным, неизученным, неподмеченным или непонятым.

Геолог то и дело сталкивается с хитроумными загадками природы. Чтоб решить их, имеет ныне он много инструментов. Но главными до сих пор остаются геологический молоток и компас. Еще: знания и воображение. Без воображения геологу просто невозможно обойтись. Слишком многое на земле исчезает почти бесследно, преобразуется или является недоступным исследователю.

Обычно геологи после своих маршрутов составляют геологические карты. Требуется это не меньше таланта и знаний, чем создание живописного полотна. Они и внешне похожи: многоцветные, красочные, многозначительные. И там, и здесь авторы стремятся поделиться со зрителем своими наблюдениями и догадками.

Геологические карты бывают разные — в зависимости от масштаба. На одних картах Земля видится будто из космоса. Масштабы таких карт пишутся маленькой дробью — 1:10 000 000, 1:500 000 и т. д. Число это показывает, во сколько раз уменьшила карта действительные размеры земли. Бывают карты и более крупных масштабов — 1:5000 или 1:100. На карту мелкого масштаба можно нанести только самые главные, самые крупные геологические объекты. Среди них тотчас увидишь горные страны: слои горных пород — разноцветные полоски — здесь сложно изогнуты, разорваны, перечеркнуты красными штрихами — линиями главнейших разломов, пробиты поднявшейся из глубин магмой.

Много мыслей пробуждает у геологов вид горной страны. И главная среди них — та же, что и многие, многие сотни лет назад: какие силы тревожат земную кору?

ЧТО ДВИЖЕТ ЗЕМНУЮ ТВЕРДЬ?

В былые времена мудрец рассуждал о возникновении гор, любуясь заснеженными вершинами издали.

Облака обволакивали вершины.

Думы туманили чело мудреца. Причудливые, словно облака, рождались мысли о силах, вздымающих скалы в поднебесье.

Минули столетия. Многие узнали люди о горах. Геологи обследовали вдоль и поперек все горные страны, написали о них великое множество книг и статей — за целую жизнь прочесть невозможно!

И все-таки до сих пор не удалось полностью разобраться в причинах роста гор, образования впадин, смятия слоев.

Тектонических гипотез много. Главные из них, для наглядности, удобнее всего «разложить по полочкам», представить в виде таблицы. Ее составил А. А. Малахов (здесь она немного упрощена).

Причины движения земной коры

	Источники энергии	Следствия
Астрономические,	Замедление или ускорение вращения Земли. Колебания оси вращения. Приливно-отливные движения под влиянием притяжения Луной или Солнцем.	Изменение формы геоида, перемещение материков, глубинные течения в мантии, прогибы и воздымания земной коры, зоны тектонических нарушений.
Земные,	Опускание участков земной коры под нагрузкой (например, вследствие накопления осадков) и поднятие участков земной коры при уменьшении нагрузки (например, вследствие процессов	Прогибы или воздымания отдельных участков.

	Источники энергии	Следствия
Внутрипланетные	выветривания, таяния ледников) — гипотеза изостазии.	
	Разогрев Земли или ее отдельных частей (например, за счет ядерных реакций).	Расширение всей Земли или отдельных ее частей. Вулканизм, разрывные нарушения, складки.
	Охлаждение всей Земли (тепловое излучение в космос) или ее частей (излияние и застывание лав и т. п.).	Сжатие всей Земли или отдельных ее частей. Вулканы, разрывные нарушения, складки.
	Периодическое охлаждение и разогрев Земли или отдельных ее частей — пульсационная гипотеза.	Колебательные движения (поперечное расширение и сжатие).
	Кристаллизация горных пород (при этом одни породы уменьшаются в объеме, а другие — например, глины — увеличиваются).	Расширение или сжатие отдельных частей Земли.
Движение подкоровых масс (глубинные течения в мантии).	Вздутия и прогибы земной коры, перемещение материков, образование глубинных разломов.	

В этой таблице перечислено много земных (планетарных) причин изменений земной коры, а космических сравнительно мало. Но это не значит, что земные причины тектонических движений преобладают над космическими. Просто за последние десятилетия плутонысты занимали в геологии ведущее место. А они, как известно, главной геологической силой считают внутриземной жар.

За последнее время все больше укрепляются позиции представителей планетарной геологии и астрогеологии.

Они исследуют всю планету целиком и, как мы уже знаем, указывают на тесную связь земных процессов с космическими.

В таблице спокойно уживаются рядом самые разнообразные гипотезы. А в науке идет непрерывная борьба мнений.

Временами то одна, то другая гипотеза набирает силы и, кажется, становится главной, ведущей. Но проходит срок, накапливаются новые геологические данные, и положение вновь усложняется, и трудно уже отдать предпочтение какому-либо одному мнению.

На обоснование каждой из гипотез затрачена масса усилий: собраны факты, подтверждающие ее, произведены сложные (или не очень) расчеты, написаны статьи и трактаты. В числе сторонников той или иной гипотезы крупнейшие геологи. И в то же время каждая тектоническая гипотеза подвергается жестокой критике и имеет значительно больше противников, чем сторонников.

Но это не беда. Честная научная критика необходима. Без нее невозможны поиски истины.

Но, может быть, все правы?

Есть и такая точка зрения.

Все перечисленные в таблице источники энергии (и некоторые другие, не указанные) действительно влияют на тектонические движения.

Главная трудность заключается в том, чтобы разобраться, где и когда преобладают те или иные силы, чтобы уловить сложные взаимосвязи различных процессов...

Вы помните выдумки мудрецов о силах, рождающих горы? Сравните их с нынешними геотектоническими гипотезами. Что между ними общего? И то и другое — порождение человеческой фантазии. С одной лишь разницей: чтобы создать гипотезы, потребовалась не только фантазия, но и знания.

Геология вступает в полосу своего расцвета. До сих пор преобладало в ней стремление добывать факты. Теперь их накоплено такое количество, что если добавить к этой горе фактов еще «горсть» — не многое изменится. Куда важнее осмыслить все имеющиеся дан-

ные и создать обобщающие теории, которые могли бы объяснить все многообразие фактов.

Вопросы о характере и масштабах тектонических движений, о причинах, их вызывающих, об их историческом развитии требуют к себе пристального внимания. Будем надеяться, что убедительные ответы на них (хотя бы в общих чертах) будут получены в ближайшие годы.



**БОГИ, РАССЕРДИВШИСЬ НА ЛЮДЕЙ,
РЕШИЛИ УСТРОИТЬ
ПОПТОП.**

ЛЕГЕНДА О ВСЕМИРНОМ ПОТОПЕ

Едва занялось сияние утра,
С основания небес встала черная туча...
Что было светлым — во тьму обратилось,
Вся земля расколосась, как чаша.
Первый день бушует Южный ветер,
Быстро налетел, затопляя горы,
Словно войной людей настигая...
Ходит ветер шесть дней семь ночей,
Потопом буря покрывает землю.

*«Эпос о Гильгамеше», Вавилон, XXV—
XVI вв. до н. э.*

И по широким полям, разливаясь, несутся потоки,
Вместе с хлебами влекут деревья, людей и животных,
Тащат дома и внутренность их со святынями вместе...
Чем было море с землей, перестали тогда различаться.
Все было — море одно.

Овидий Назон, Рим, I в. до н. э.

Знаю я, вижу, как снова возникнет,
Вновь зеленя, из моря земля.
Бьют водопады; орлы за добычей
Станут к водам на лету припадать.

«Эдда», Скандинавия, V в.

«СКАЗКА — ЛОЖЬ, ДА В НЕЙ НАМЕК...»

Когда папуасы впервые увидели корабли Кука, они сложили легенду. В ней воспевались плавающие острова, три огромных чудесных дерева на каждом из них и белые, как луна, люди, глотающие кровь и извергающие изо ртов огонь и дым.

Таковыми представились удивленным туземцам трехмачтовые парусники с матросами, пьющими вино и курящими трубки.

Почти все легенды, подобно этой, по-своему правдивы. Нужно только умело отделить в них выдумку от правды.

Поэзия легенд пережила тысячелетия. Ну, а в науке мы ценим прежде всего неприкрашенную правду. Она дарит нам радость познания. Ученый доверяет своим опытам и наблюдениям куда больше, чем своей фантазии.

Но есть легенды, над которыми до сих пор ломают головы историки, астрономы, геологи. Это легенды об Атлантиде, о появлении новой яркой звезды на небе, о пришельцах из других миров. Разбору их посвящены тысячи исследований. Ученые пытаются отделить в этих легендах вымысел от правды.

К числу таких легенд относится и легенда о потопе.

С удивительным упорством из поколения в поколение многие века подряд передают ее люди. В древнейших книгах приводятся подробные, словно зарисовки с натуры, сообщения о всемирной катастрофе.

Почти все крупнейшие геологи занимались проблемой всемирного потопы. Ей посвящали свои статьи Лайель, Зюсс, Мушкетов, Обручев. И все-таки до сих пор вопрос об этой легенде нельзя считать окончательно решенным.

«Всемирный потоп представляет единственную обнимающую всю Землю катастрофу, о которой рассказывает Библия и которая случилась уже во времена существования человека. Геология не обнаружила доказательств подобного потопы в слоях четвертичного периода, которые должны были бы содержать повсюду и в одном и том же горизонте остатки погибших животных и растений. Но в сказании многих народов на всех материках говорится о потопе...

Это объясняется тем, что миф основан на действительном происшествии, на катастрофе в виде наводнений, которые происходили в разное время и в разной форме и постигли большинство народов на земле». (В. А. Обручев.)

Проблема всемирного потопы интересна тем, что она касается многих наук: четвертичной геологии, изучающей современную геологическую эпоху, палеоклиматологии, тектоники, палеоботаники, археологии, палеогеографии и даже астрономии. А всем известно, что именно на стыке наук чаще всего рождаются новые идеи и открытия.

НЕЗАБЫВАЕМЫЕ ДЕТСКИЕ СКАЗКИ

Детство человечества минуло давно — несколько тысячелетий назад. Эта пора вряд ли была более счастливой, чем любая другая.

Прежде и взрослые люди умели верить в чудеса. Они, как дети, радовались веселым сказаниям, а страшные ужасали их до глубины души.

Из всех древних сборников сказок самый знаменитый — Библия. Их впервые записали в одну книгу за несколько веков до нашей эры. А раньше легенды передавались устно.

Люди относятся к Библии по-разному. Истинно верующие не сомневаются ни в одном слове, считают ее книгой особенной, священной. А неверующие указывают на ее противоречия и удивляются, как можно серьезно относиться к библейским преданиям.

Библия родилась в древней Иудее. Она рассказывает историю этого государства. Есть в ней главы, посвященные истории всей Земли и возникновению рода человеческого. В библейских сказаниях слиты воедино историческая правда, мудрые размышления и фантастический вымысел.

Несколько столетий назад во всех странах, где люди безотчетно верили Библии, любая научная проблема разрешалась просто: надо было только заглянуть в священную книгу и отыскать там ответ на свой вопрос.

В Библии очень мало говорится о Земле, в ней совсем немного геологических легенд. Главная из них — о всемирном потопе.

В ней утверждается, что некогда всю землю, до самых высоких вершин, затопили бурные воды:

«И увидел Господь, что велико развращение человек на земле и что все мысли и помышления сердца их были зло во всякое время...

И сказал Господь: истреблю с лица земли человек, которых я сотворил, от человек до скотов, и гадов и птиц небесных истреблю: ибо раскаялся я, что создал их.

В шестисотый год жизни Ноевой, во второй месяц, в семнадцатый день месяца, в сей день разверзлись все

источники великой бездны, и окна небесные отворились.

И лился на землю дождь сорок дней и сорок ночей.

И продолжалось на земле наводнение сорок дней (и сорок ночей), и умножилась вода...

И усилилась вода на земле чрезвычайно, так что покрылись все высокие горы, какие есть под всем небом...

...И навел Бог ветер на землю, и воды остановились.

И закрылись источники бездны и окна небесные, и перестал дождь с неба.

И вода же постепенно возвращалась с земли, и стала убывать вода по окончании ста пятидесяти дней.

Вода постепенно убывала до десятого месяца; в первый день десятого месяца показали верхи гор».

Издавна в Калабрийских горах Италии находили окаменелые раковины и отпечатки рыб. Да и в других местах вдали от моря встречались остатки его обитателей. Легенда о всемирном потопе объясняет эти находки просто и ясно.

На холмах и равнинах Европы раскиданы огромные каменные глыбы. Неведомая сила оторвала их от родных скал и перенесла за тысячи верст на юг. Легенда о всемирном потопе объясняет эту загадку просто и ясно.

Почти всюду на Земле, с глубиной, горные породы становятся всё более монолитными, крепкими. Словно вся земная твердь была некогда взбаламучена, размита водой и затем постепенно осела: плотные слои — первыми, а легкие — следом. Легенда о всемирном потопе объясняет и эту закономерность.

Это была та самая простота, которой можно заменить все научные поиски. Она требовала от людей не сомнений и дерзаний, а напротив — успокоения, равнодушия. Она заводила в тупик мысль исследователей.

В начале XVIII века нашли окаменелость, чем-то напоминающую человека. «Это редкий памятник проклятого богом допотопного человека», — уверял известный в то время геолог Шейхцер, и стихами описал находку:

Истлевший прах бедняги нечестивца,
Смягчи злодейства нынешних времен!

Геологам оставалось только умело объяснить то, что им встречалось в природе, всемирным потопом. Это был ключ, которым отпирались все двери.

С этим мнением трудно было бороться, потому что библейские легенды поддерживались не только авторитетом знаменитых ученых, но и всесильной церковью.

Сейчас нетрудно опровергнуть все доводы сторонников потопа. Раковины в горах — следы древних морей. Валуньи на равнины принесены ледниками. Порода в глубинах земли сжимаются чудовищным давлением и предохранены от выветривания, и поэтому они плотнее и крепче поверхностных. А находка Шейхцера — отпечаток гигантской саламандры.

Все объясняется просто и ясно без всемирного потопа. А можно ли объяснить потоп, описанный в Библии? Для того чтобы залить всю землю до горных вершин, требуется в три-четыре раза больше воды, чем есть ее на Земле. Откуда могло взяться столько воды и куда она исчезла?

Значит, «сказка — ложь»? Значит, веря библейским выдумкам, ученые глубочайшим образом ошибались? И сама легенда принесла геологии один лишь вред?

На последний вопрос можно ответить сразу. Вера во всемирный потоп в свое время была прогрессивной. До XVII века многие ученые считали, что окаменелости — это что угодно, только не остатки живых существ. А сторонники потопа утверждали обратное. Кроме того, они говорили о накоплении горных пород вследствие выпадения осадков на дно морей. И это тоже было верно.

Но, после того как геологи все лучше и лучше узнавали землю, вера во всемирную катастрофу начала тормозить движение науки.

СЕРЬЕЗНОЕ ОТНОШЕНИЕ К БИБЛИИ

Знаменитый ученый Ж. Кювье в начале прошлого века предложил удивительную, неожиданную гипотезу.

Время от времени наша планета словно взрывается. Бурлящую лаву изливают вулканы, невиданные землетрясения лихорадят поверхность, гигантские волны захлестывают материки, уничтожая все живое.

А затем — вновь спокойствие и возрождение неистребимой жизни.

Потоп был последней при жизни людей катастрофой на поверхности Земли!

Кювье собирал факты.

Древнеримский историк Варрон назвал дату потопы: 2376 год до н. э. (по другим сведениям — 2136 год). Время Ноева потопы — 2349 год до н. э. Упоминается о потопе и в священных древнеиндийских «Ведах», и в китайских рукописях. А египетские жрецы говорили Солону, что в их стране потопов не было, тогда как в Европе они были, и не один раз.

Ученый заключил: «Поверхность нашего земного шара была жертвой великого и внезапного переворота, давность которого не может быть значительно больше чем пять-шесть тысяч лет; в результате этого переворота опустились и исчезли страны, заселенные до того времени людьми и наиболее известными ныне видами животных; тот же переворот осушил дно последнего моря и образовал страны, ныне обитаемые».

Кювье ошибался. Это стало ясно еще при его жизни. И все-таки о библейской легенде геологи продолжали писать.

Путешественники, возвращаясь из дальних странствий, приносили с собой, среди множества записей, тексты туземных сказаний. К величайшему удивлению ученых, о всемирном потопе знали многие на свете племена!

Христианские священники-миссионеры растекались по свету вслед за первооткрывателями-географами. Они несли с собой Библию.

У туземцев были свои легенды. Туземцы верили своим собственным сказкам о рождении звезд, о появлении Солнца и Луны, об огне, о происхождении людей и животных. Они поклонялись своим богам.

Священников это не устраивало. Они твердили: «Забудьте свои мифы. Не верьте в своих богов. Веруйте слову господа, запечатленному в Библии!»

Мало кто в ту пору понимал нелепицу происходящего: людям взамен одних легенд навязывали другие, порой ничуть не менее фантастичные.

Охотнее всего верили «дикие» туземцы библейской легенде о всемирном потопе. Ведь они ее, хотя бы и в другом пересказе, слышали от стариков. В потопе они и сами не сомневались.

Было над чем задуматься. Геологи, тщательно изучая горные породы, не смогли отыскать следов единственной катастрофы Земли. И в то же время — необъяснимое сходство легенд! Племена говорили на разных языках, большинство из них, по-видимому, никогда не общалось между собой. Они разгуливали голышом, пользовались еще каменными орудиями, но все повторяли легенду о всемирном потопе — каждые по-своему.

ГЕОГРАФИЯ ЛЕГЕНД

Давайте совершим путешествие по тем местам, где распространены сказания о потопе. Сразу предупреждаю — путешествие будет кругосветным.

Мы отправимся из Европы. Здесь уже много веков пользуется популярностью библейский рассказ о Ное. Но, кроме него, есть и греческая легенда о Девкалионе, сыне Прометея, и Пирре, уцелевших от потопа, ниспосланного Зевсом.

Двигаясь на юго-восток, мы встретимся с легендой о потопе на персидском языке и в древнем сборнике «Зенд-Авеста». Магометанам, которых так много на Ближнем Востоке и в Аравии, великую катастрофу описал Магомет (трудно сказать, основывался ли он на местных преданиях или всего лишь пересказал библейский вариант).

В Индийском гимне «Шатопатха-Брахмана» описано спасение святого Ману, переплывшего на лодке огромные пространства, залитые водой, и высадившегося на вершине великой Северной горы.

А теперь, покидая страны древней культуры, мы посетим места, где о потопе говорится в устных сказаниях:

Австралийцы, жившие на побережье, ссылались на огромную лягушку, проглотившую всю воду. Высохла моря, а рыбы подпрыгивали на горячем песке, как на углях. Решили животные: надо рассмешить лягушку. Но на все их ужимки лягушка только пучила глаза и раздувала щеки. И лишь вертлявый угорь достиг цели. Прыснула лягушка: рот — до ушей, слезы — из глаз, вода — изо рта. Начался потоп. Подвернулся, к счастью, тут пеликан-рыболов и спас зверей.

На Таити верили, что некогда море залило весь остров. На вершине горы О-Пихото спаслись лишь женщина с цыпленком, собакой и кошкой да мужчина с поросенком. А когда через десять дней отступила вода, оставив на камнях рыбу и водоросли, вдруг налетел ураган, вырвал с корнями деревья, и с неба посыпались камни. Людям пришлось скрываться в пещере.

Бирманцы рассказывали о крабе, который, обидевшись на коршуна, пробившего у него в панцире дыру, вздул моря и реки до неба.

Все эти легенды приурочены к одной, хотя и очень обширной, области земного шара: юго-восток Азии, Океания, Австралия. Однако трудно поверить, что они и многие другие, подобные им, пересказывают одну, выдуманную когда-то кем-то легенду. Уж очень сильно отличаются они друг от друга и имеют лишь одно общее качество — упоминание о великой катастрофе.

Удивительно, что то же самое можно сказать о легендах, распространенных у разных народов Америки.

На Огненной Земле упоминалось даже о двух потопах. Первый из них поглотил горы, а убежавшие от него люди превратились в тюленей и птиц. Второй был побежден объединенным колдовством шаманов.

По мнению эквадорцев, мать-крокодилаха, у которой индеец убил детеныша, стала бить по воде хвостом и вздыбила волны до небес. Не утонул лишь один человек, взобравшийся на вершину самого высокого дерева. Были тогда черны и ночи и дни. Человек бросал сверху плоды и, когда наконец не услышал всплеска, спустился на высыхающую землю.

Предки жителей экваториальной Америки, судя по легендам, спаслись от потопа таким же образом. Но только они так жалобно переключались друг с другом,

сидя на деревьях, что сами не заметили, как превратились в лягушек.

Индейца Учиоля (Мексика) предупредила о потопе богиня земли Никаве, по воле которой покидают растения мрак подземного царства. Учиоль сделал ящик, и когда поднялся ветер, «жгучий, как перец», и нахлынули воды, он спасся в ящике, взяв с собой самое дорогое — зерна, огонь и собаку. А когда попугай и птица макао пробили своими острыми клювами скалы, вода сошла, образовав пять морей.

Двигаясь дальше на север, мы попадаем на территорию Канады. Здешний вариант легенды имеет свою особенность.

Была, мол, необычайно снежная зима, и один старик предупреждал о грозящей беде. Над ним смеялись. А весной началось великое наводнение. Уцелел от него лишь предусмотрительный старик, запасшийся лодкой. Утка вытащила для него из-под воды комочек тины. Из него выдул старик остров.

От жителей Аляски, Чукотки и Камчатки можно было бы услышать о том, как вздулось море, покрытое льдами, и затопило сушу. Когда схлынули воды, остались лежать на вершинах и склонах гор ледяные глыбы и морские раковины (их и теперь там увидишь).

Завершая наш маршрут, мы минуем просторы Сибири, где ничего не услышишь о потопах, и сделаем последнюю остановку в Скандинавии. Старинные мифы германских народов, обитавших здесь, в сложных, аллегорических образах повествуют о почерневшем солнце, о вздымающемся из бездны вод мировом змее, о землях, канувших в море, о падающих с выси звездах и пылающем небе.

Мы шли по материкам, перебирая легенду за легендой, и длинная цепь преданий, сходных лишь в одном, замкнулась. А вывод как бы напрашивается сам собой. Распространенность легенд, их география позволяют утверждать, что потоп был всемирным.

Почти всемирным. О нем не услышишь на огромных территориях центральной Азии и Сибири, редко встретишь упоминания о нем в Африке. Не было о нем известно и аборигенам центральной — пустынной — Австралии.

ВЕСТИ ИЗДАЛЕКА

Ассирийский царь Ашурбанипал среди награбленных драгоценностей свозил в Ниневию сухие глиняные таблицы, усыпанные шрамами клинописи. Великолепная библиотека царя хранила бесценные сокровища разума. Было это в VI веке до нашей эры.

А затем полчища завоевателей осадили Ниневию, и в пожаре, охватившем город, сгорело здание библиотеки. Кому было до нее дело? Воины рвались к драгоценностям кладовых дворца...

Прошло двадцать пять веков. Вместо огромной столы, в городские ворота которой по утрам входили неторопливые верблюжьи караваны, ныне поля на пологих холмах, деревья и травы, песок.

В конце прошлого века англичанин Рич обнаружил в пустынной местности на левобережье реки Тигр развалины Ниневии. Начались раскопки. Руины царских дворцов и храмов, остатки садов, каналы и статуи. Немой и пустынный мертвый город.

Молчат гробницы, мумии и кости,—
Лишь слову жизнь дана:
Из древней тьмы, на мировом погосте
Звучат лишь Письмена.

И. Бунин

Через двадцать пять веков дошло к нам слово. Глиняные черепки с клинописными знаками легли на стол Джорджа Смита, хранителя Британского музея. Они поведали людям забытое сказание о жизни Гильгамеша.

В одиннадцатой песне поэмы сообщалось о потопе!

Затем последовали находки в Абу-Габба и Ниппуре, где таблицы времен вавилонского царя Хаммурапи (XVIII век до н. э.) также повествовали о потопе.

Вытеснив из долины Двуречья вавилонян, воинственные племена иудеев не только стали обладателями плодородных земель и богатых городов, но и переняли у своих предшественников навыки в ремеслах знания и некоторые легенды. Известное библейское преда-

ние — пересказ вавилонской легенды с измененными именами богов и людей.

Конечно, не исключено, что и сами иудеи сложили некогда легенду о потопе, а позднее «подработали» ее, используя вавилонский вариант. Одно несомненно: совпадение двух легенд не может быть случайным.

С ЯЗЫКА ЛЕГЕНД НА ЯЗЫК НАУКИ

«Сказание о Гильгамеше» сообщает о потопе достаточно правдоподобно и убедительно.

Мудрый Утнапишти рассказывает Гильгамешу, как боги решили устроить потоп. (О том, что потоп всемирный, в этой легенде не сказано.) Один из богов, Ниннигику-Эа, сообщает об этом решении стенке хижины, в которой жил Утнапишти. От этой стенки весть узнает и сам хозяин. (Можно предположить, что небольшие колебания земли, от которых вздрагивали стены хижины, взволновали сметливого вавилонянина.)

Утнапишти немедленно призывает людей к себе на помощь. Они строят судно, используя для этого даже бревна домов и заборов. Утнапишти щедро кормит и поит вином работников, не жалеет труда и материалов на постройку большого корабля. (Его размеры: 60 метров в высоту и столько же в длину. Не то что фантастически огромный ковчег библейского Ноя.)

Утнапишти подробно описывает строительство судна. Затем перечисляет все, что решил взять с собой: деньги, домашний скот, всех своих домочадцев.

«Утром хлынул ливень...» Утнапишти вошел на корабль. Корабельщик Пузур-Амурри засмолил все щели. И начался потоп.

Черная туча с юга навела на землю воды. Буря и потоп слились воедино.

Когда наводнение стало ослабевать, корабль Утнапишти пристал к горе Ницир (высота 330 м).

Любопытный факт: город Шуриппак, в котором жил Утнапишти и откуда начал свое легендарное плавание, расположен ниже по течению реки Евфрат, чем гора Ницир.

Если бы причиной потопа были обильные дожди, наводнившие Евфрат, течение унесло бы корабль Утнапишты в низовья реки, к Персидскому заливу. А вышло наоборот.

«Большое давление атмосферы, сопровождавшееся страшной бурей и дождем, а может быть, и настоящим циклоном, который надвинулся из Персидского залива, является спутником землетрясения в тот момент, когда оно достигает своей высшей силы. Море устремляется на равнину, опустошает ее, поднимает судно, где ютятся люди, ищущие спасения, и гонит его в глубь страны, к тем холмам, которые у устья Малого Цаба ограничивают низменность Тигра с севера и северовостока», — писал в прошлом веке Э. Зюсс.

Тщательно изучив вавилонскую и библейскую легенды, ученый пришел к выводу:

«1) Явление природы, известное под именем потопа, происходило в нижнем течении Евфрата и выразилось сильным наводнением, залившим всю Месопотамскую низменность.

2) Одной из важнейших причин этого явления было довольно сильное землетрясение в Персидском заливе или к югу от него; этому землетрясению предшествовали многократные слабые колебания почвы.

3) Весьма вероятно, что в период сильных подземных ударов из Персидского залива надвинулся в эти места циклон.

4) Предания других народов не дают ни малейшего повода думать, что наводнение распространилось за пределы нижнего течения Тигра и Евфрата и, тем более, что оно охватило всю землю».

В конце прошлого века известный русский геолог Мушкетов посвятил специальную статью разбору легенд о потопе. Он возражал ученым, считавшим, будто подобные легенды возникли как описание крупных наводнений, случающихся время от времени в Двуречье.

Нет, здесь речь идет о более серьезном явлении, утверждал Мушкетов. И приводил сведения из древних китайских летописей об огромных наводнениях. Не являются ли и эти сказания свидетельством великой, быть может, и всемирной катастрофы?

Итак, признавая, что всемирного потопа в том виде, каким описан он в Библии (залившего горы до самых высоких вершин), не было, геологи в то же время утверждали, что должно быть какое-то местное (в Двуречье) или даже всемирное явление, фантастическим отображением которого являются легенды.

ЭВРИКА!

Рассуждения, какими бы убедительными они ни казались, мало чем отличаются от легенд, до тех пор пока не будут подтверждены хотя бы одним фактом.

Если потоп действительно был, куда исчезли следы его? Мощные потоки воды должны были принести с собой ил и песок. Почему не найдено геологами слоев, отложенных водами потопа?

Даже в середине прошлого века легенды являлись чуть ли не единственным доказательством великой катастрофы. «Последний потоп был действительным историческим событием, — писал русский ученый Э. Эйхвальд в своей «Геогнозии» (1846 г.), потому что отдаленнейшие друг от друга народы имеют одинакие о нем предания». Эйхвальд описывал фантастические события: стремительный подъем горных кражей (Уральские горы, Анды) и одновременные обрушения огромных подземных пустот; прорыв морскими водами тонких перемычек Гибралтара, Босфора и Дарданелл, а также Ламанша; образование Азовского, Каспийского, Черного и Средиземного морей, которые до потопа были пресноводными озерами, и вместе с тем обводнение Балтики, затопление территории Онежского и Ладожского озер. Эйхвальд ссылался даже на ученого Паррота, который якобы видел на вершине Арарата ковчег, вмержший в вечные льды, и привез в город Дерит обломки ковчега из армянского монастыря Эчмиадзин.

Со временем детальные геологические исследования позволили воссоздать историю нынешних морей и гор. Перестала быть загадочной проблема появления валунов на равнинах Европы и Америки. Горные поро-

ды, распространенные на больших территориях — чернозем и пылеватые лёссы, — уже никто не относил к морским (хотя многое в происхождении лёссов по-прежнему оставалось неясным). Геология полностью избавилась от чудес. Знаменитая легенда о потопе стала меркнуть и забываться, все реже писали о ней геологи. В начале нашего века идея потопа «завяла», не питаемая плодотворными научными фактами.

И вдруг...

1929 год. В Двуречье идут раскопки древнейшего вавилонского города Ура. Многометровым шурфом вскрывается постепенно толща хозяйственного мусора.

Из года в год, неприметно, миллиметр за миллиметром, накапливались пыль, песок, черепки, зола, кирпичи. Метр за метром.

И теперь слой за слоем, все глубже в прошлое, исследуют ученые. Обыкновенная яма превращается в машину времени.

Наконец араб-землекоп, работавший с археологами не первый год, прекратил рытье: начались речные наносы без каких-либо признаков деятельности человека.

Но руководитель экспедиции Леонард Вулли решил на всякий случай продолжить раскопки.

Метр, второй, еще половина... Что это? Вновь показались черепки посуды, зола, кремневые осколки.

Ученый не торопился с выводами. Последовали новые раскопки. Всюду речной ил разрезал «культурный слой» с остатками человеческой деятельности. Значит, некогда поселения были залиты водами, оставившими после себя илистые осадки.

Сомнений не оставалось — найдены бесспорные следы вавилонского потопа.

«Разумеется, это был не всемирный потоп, — пояснил Л. Вулли, — а всего лишь крупнейшее наводнение в долине Тигра и Евфрата... Но для тех, кто жил здесь, долина была целым миром. Большинство обитателей ее, вероятно, погибли... И если при этом какому-то семейству удалось на лодке спастись от наводнения, его главу, естественно, начали воспевать, как легендарного героя».

КЛАССИФИКАЦИЯ ЛЕГЕНД

Часто ученые, вместо того чтобы восторгаться волшебством лунной ночи, бесстрастно разглядывают в телескоп искорки звезд. Вот и мы сейчас возвратимся к легендам, но не с доверчивой любознательностью ребенка, а с жестким методом науки.

Проведем классификацию легенд.

Все предания о потопе разделяются по одному очень важному признаку. В одних причина потопа — необычайно обильные ливни и разливы рек, в других — гигантский прилив моря.

Как и следует ожидать, о морских потопах рассказывают островитяне и жители побережий, в особенности Тихого океана. Именно на эти территории время от времени обрушиваются гигантские двадцати—тридцатиметровые волны. Страшным тараном сшибают они все на своем пути и, схлынув, оставляют после себя голую, безжизненную землю. Это они «слизнули» в Чили города Пуэрто Сааведра и Пуэрто Монти; и пятьдесят тысяч лисабонцев; и двадцать семь тысяч жителей острова Хонсю; и, после взрыва вулкана Кракатау, все живое, даже почву с островов Сейбуку и Собези в Индийском океане.

Если нанести на карту территории, где люди рассказывают о морском потопе, сразу становится ясно: море никогда при жизни людей не затапливало континентальные районы. И если здесь все же сохранились упоминания о потопе, то совсем о другом — ливневом. При этом описываются бури, ветры, потоки «небесных вод». В других случаях, как, например, в сказке североамериканских индейцев, говорится о снежной зиме и необычайном весеннем паводке.

Гигантские трагические разливы рек происходили сравнительно недавно. Ночью с 11 по 12 октября 1737 года близ устьев Ганга и Брампутры при наводнении погибло около трехсот тысяч человек. Катастрофа повторилась 139 лет спустя (уровень воды в Брампутре поднялся на 14 метров) и стоила жизни четверти миллиона индусов.

Даже в наше время, когда самые строптивые реки перегорожены плотинами и весенняя их мощь расхо-

дуются на наполнение водохранилищ, все-таки случаются неожиданно большие наводнения, затапливающие речные долины.

Ничего нет удивительного в том, что древние легенды преувеличили размеры бедствий — ведь даже ученые подчас склонны к преувеличениям!

И, наконец, легенды о потопе (если не все, то некоторые) могли возникнуть как фантастическое объяснение некоторых геологических загадок: находок раковин в горах, а также валунов на равнинах.

И тут, когда мы, казалось бы, превосходно разобрались во всем, следует припомнить некоторые факты. Они, как в детективной повести, поведут нас по новому следу, к новым неожиданным открытиям.

ПУЛЬС ПОТОПОВ

Людам не один раз приходилось переживать эпохи невиданных наводнений.

В четвертом тысячелетии до нашей эры, примерно на восемнадцать столетий раньше вавилонского потопы, надвинулось на сушу Балтийское море и обводнились торфяники Европы. Тогда же спустились в долины альпийские ледники, было затоплено древнейшее свайное поселение Эйер в Альпах. Некоторые ученые считают, что именно тогда возникла первая легенда о потопе (у шумерийцев, жителей Двуречья Тигра и Евфрата).

Затем, после более теплого и сухого периода, началась эпоха похолоданий и наводнений двадцатых веков до нашей эры.

В XXIII веке до нашей эры (спустя примерно 18 веков после описанного выше потопы), при китайском императоре Яо, в огромном разливе соединились в своем среднем и нижнем течении реки Хуанхэ и Янцзы. Катастрофа была столь велика, что несколько последующих десятилетий китайцы осушали затопленные земли.

Примерно тогда же вновь произошло наступление (трансгрессия) Балтийского моря, опреснились соле-

ные озера Северной Америки, увлажнились болота Европы, Казахстана. Были затоплены многие свайные поселения Европы (так высоко поднялся уровень воды в озерах!). В долине Двуречья произошел знаменитый вавилонский (библейский) потоп.

Прошло еще восемнадцать столетий, и эпоха наводнений вновь повторилась. Китайская летопись VI века до нашей эры сообщает, что низовья рек Хуанхэ и Янцзы разлились в целое море, надолго изменив очертания морских берегов.

Тогда же «кимврийский потоп», обрушившийся на западное побережье Европы, и необычный разлив Рейна принудили многие племена к переселению. Резко поднялся уровень Боденского (на девять метров) и других Альпийских озер.

В Америке опреснились соленые водоемы, а озеро Оуэнс достигло своего наивысшего уровня.

И снова началось потепление, а в начале нашей эры — долгие засухи.

Но через восемнадцать столетий опять, словно пройдя неведомый круг, вернулась на землю эпоха наводнений и холодов. Началась она в XIII веке нашей эры. Во многих странах Европы из года в год стали замерзать виноградники: с севера надвинулись на Гренландию ледники. На Балтийском море яростные штормы разрушали и затопляли острова. Каспий был значительно многоводнее и занимал большую территорию, чем сейчас.

С тех пор и до наших дней наблюдается постепенное, но неуклонное потепление климата. Об этом говорят и крупные планетарные явления, и небольшие, на первый взгляд, неприметные.

За последние сто лет зима в Ленинграде стала мягче. Это может огорчить тех, кому нравятся снег и морозы. Зато перелетные птицы теперь возвращаются домой на две недели раньше, чем когда-то их родители. И раньше зеленеют деревья.

Северный Ледовитый океан теперь не такой ледовитый, как прежде. Он оттаивает на глазах. Еще в 1901 году ледокол «Ермак» не смог пробиться сквозь толстые льды к северной оконечности Новой Земли. А уже в 1938 году путь этот был «Ермаком» пробит не

только до острова, но и значительно севернее. Льды оказались подточенными солнечными теплыми годами.

Зато от неумеренной жары пострадало «здоровье» Каспия — море высохло, уровень его упал на целых пять метров. Та же судьба у многих озер Америки.

А на далекой Чукотке вместе с теплыми ветрами двинулась к северу даурская лиственница.

Итак, мы проследили неуловимо медленный ритм колебаний климата: тысяча восемьсот лет. Через этот срок возвращаются на огромные территории земли дождливые и холодные лета с необычайно могучими наводнениями — «потопами».

Существование этого климатического цикла убедительно доказал на множестве примеров советский географ А. В. Шнитников. И среди геологических фактов ссылался он и на легенды.

Между прочим, научные исследования и расчеты подтвердили одну очень давнюю мысль. В сборнике древнеиудейских притч и историй — «Агаде» — можно прочесть: «В народе говорили: через каждые 1656 лет устои небесные расшатываются». Цифра почти точно совпадает с той, которую получили ученые! Можно ли объяснить это сходство случайностью?..

Много мудрости — не только житейской, но и научной — содержат предания старины. Об этом хорошо сказано у Баратынского:

Предрассудок — он обломок
Древней правды. Храм упал,
А руин его потомок
Языка не разгадал.

За последние годы интерес ученых к проблеме всемирного потопа нисколько не угас. В частности, на потоп обычно ссылаются те, кто пытается разгадать тайну Атлантиды.

До сих пор не найдено ни одного убедительного факта, подтверждающего гибель государства атлантов, расположенного на островах где-то между Америкой и Европой (или Африкой). Это, конечно, не означает, что подобных фактов вообще не может быть найдено и что всю проблему Атлантиды следует закрыть. Но

даже если будет окончательно доказано, что воды Атлантики не скрывают руины великой цивилизации, труды атлантологов не пропадут даром. Ведь и Колумб направлялся в Индию, а «по пути» открыл Новый Свет. Трудно предугадать, какие открытия могут быть сделаны исследователями, увлеченными поисками легендарной Атлантиды.

Во всяком случае, о потопах сейчас накоплено немало научных данных.

Сравнительно недавно посвятил проблеме потопов большую статью советский географ Г. Линдберг (статья помещена в журнале «Наука и жизнь» № 8 за 1965 г.).

Он писал:

«Потопы четвертичного периода были всемирными. Геологические данные дают достаточное основание для утверждения, что на протяжении третичного — особенно его конца — и четвертичного периодов котловины океанов испытывали крупные изменения своих емкостей.

...Есть основания полагать, что движения в земной коре в области океанов должны были сопровождаться крупными моретрясениями. Огромные волны — цунами — по-видимому, неоднократно и катастрофически заливали обширные пространства низменностей морских побережий и приносили чудовищные бедствия живым организмам суши и пресных вод.

...Дальнейшее изучение этих колебаний крайне желательно, так как некоторые укоренившиеся представления о четвертичном периоде получают в свете гипотезы о великих всемирных потопах совершенно иной смысл».

Кроме проблемы морских потопов, необходимо исследовать закономерности и причины дождевых потоков. Необычайно интересно проследить взаимную связь (если она есть) тех и других потоков. Это, в свою очередь, обогатит новыми фактами и идеями многие науки о Земле и даже о космосе.

Вот как далеко в современную науку ведут нас сказочные тропы...

«СТО ТЫСЯЧ ПОЧЕМУ»

Бесконечные «почему» могут завести в тупик кого угодно. Особенно, если дело касается причин сложного природного процесса.

Почему возникли легенды о потопе?

В них поэтически отобразено действительное геологическое явление.

Почему назвали потоп всемирным?

Необычайные наводнения в разных концах Земли навели людей на мысль о всеобщей катастрофе.

Почему сейчас нет всемирных потопов?

Отдельные катастрофические наводнения происходят и сейчас, однако они не могут сравниться с прежними. Было время, когда наводнения приобретали невиданную силу. По мнению ряда ученых, подтвержденному фактами, эпохи наводнений периодически (в среднем через 1800 лет) возвращаются.

Но почему легенды о потопе распространены почти всюду? Откуда вдруг бралось на Земле столько дополнительной воды?

Общее количество воды на Земле нисколько не менялось. Просто происходило ее перераспределение: одни районы высыхали, другие — обводнялись. Наводнения бывали двух типов: морские и ливневые (речные). Первые обрушивались на побережья, вторые заливали сушу вдали от моря, обычно по долинам рек. А знаменитый библейский (вавилонский) потоп был, по-видимому, и морским и дождевым одновременно.

Почему были морские потопы?

Очень сложный вопрос. Они могли быть следствием таяния ледников Арктики и Антарктиды, что могло повысить уровень мирового океана на несколько десятков метров. Однако тут возможны серьезные возражения. Таяние могучих ледяных покровов — не очень-то быстрый процесс. Вряд ли за короткий срок (несколько столетий) ледники могли растаять (значительно) и вновь достигнуть современного уровня. Кроме того, в дождливые эпохи наблюдается не уменьшение, а увеличение ледяных панцирей (за счет выпадения снега).

Более правдоподобная причина — общее движение поверхности суши и дна океанов. Временами Земля

становится особенно беспокойной. При резких толчках или вспучивании океанического дна образуются гигантские приливы.

А почему происходят ливневые и речные потоцы?

Временами на Земле (главным образом в атмосфере) происходило перераспределение влаги. В одни районы атмосферные течения приносили избыток ее: здесь выпадали обильные дожди, снег, катастрофически разливались реки. Одновременно в других районах Земли могли быть засухи.

Но почему дождевые и морские потоцы случались в одни и те же эпохи?

Быть может, они и не были одновременными. Однако есть факты, как будто подтверждающие единый ритм жизни планеты. На берегах морей и рек имеются террасы — плоские ступени. Они словно зарубки на прибрежных склонах. Каждая терраса выточена, выровнена водами моря или реки. Высоты террас различны и порой превышают сто метров. Значит, когда-то на уровнях современных террас плескались воды рек и морей (или, скорее всего, земля была «утоплена» до этого уровня).

Но самое удивительное — одновысокие террасы прослеживаются на сотни, тысячи километров и встречаются даже на разных материках. Конечно, есть исключения из этого правила, но основная закономерность очевидна. Значит, единые колебания суши охватывали огромные территории, почти всю поверхность Земли разом.

А почему были эпохи особенно активных движений Земли и перераспределения влаги? И почему же два эти события случались одновременно?

Периодическая одновременность двух событий должна указывать на их взаимосвязь и зависимость от каких-то общих причин. Эти общие причины, вызывающие резкие колебания климата и даже изменение облика Земли, могут быть связаны с космическими факторами (изменением скорости вращения Земли, горообразованием, пульсацией активности Солнца и т. п.). Известно, например, что за последний миллион лет на Земле несколько раз разрастались приполярные шапки ледников. Наступали оледенения. В промежутках меж-

ду двумя оледенениями может пройти несколько «эпох потопов», подобно тому как минутная стрелка проходит свои круги скорее часовой.

А почему причиной потопов не может быть Луна, которая сравнительно недавно (при жизни людей) могла стать спутницей Земли и вызвать невероятно большие катастрофы на поверхности планеты?

Эту гипотезу приходится считать фантастической: она не подтверждена фактами. Тем более и «потопы» и оледенения сопровождают всю историю Земли.

Ну, а какая же все-таки причина, наиболее вероятная, могла вызвать всемирные потопы?

«Во всем виновато Солнце!» — так обычно отвечают ученые. Наша послушная планета не только кружится вокруг своей звезды, она готова в каждое мгновение чутко отозваться на любое «возмущение» светила.

Примерно через каждые одиннадцать лет происходит увеличение солнечной активности. Усиленные потоки лучей, своеобразные лучевые потопы, заливают Землю. И тотчас реагирует планета. Происходят колебания климата. По-иному откладываются илы в озерах и морях. Даже деревья в память об этом событии оставляют себе наиболее толстые годовые кольца. Имеется мнение отдельных ученых (еще недостаточно четко доказанное), что в это же время активизируются вулканы и землетрясения.

Есть солнечные ритмы и больше одиннадцатилетних. Но крупнейшие из них — многовековые — изучать еще очень трудно. Ведь научные исследования климата Земли и жизни Солнца начались каких-нибудь одну-две сотни лет назад.

Ритмы Земли и Солнца — тема особая, очень сложная и малоизученная. А мы уже прошли свой неблизкий путь от мифов о всемирном потопе к научному факту и, кажется, подобрали ключ к поэтически зашифрованным сообщениям легенд.

КРАТКИЙ ПУТЕВОДИТЕЛЬ ПО СТРАНЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ КНИГ

Здесь перечислены названия некоторых научно-популярных книг по геологии и кое-где даны их краткие характеристики.

Введение в геологию

- Агафонов В. К.* Настоящее и прошлое Земли. (Общедоступная геология и минералогия.) Часть 1 и 2, 1932.
- Белоусов В. В.* Земля, ее строение и развитие. 1963.
- Биленкин Д. А.* Спор о загадочной планете. 1966.
- Бублейников Ф. Д., Щербаков Д. И.* Замечательные геологические явления нашей страны. 1941.
- Вальтер И.* Первые шаги в науке о Земле. 1922. (Общедоступное введение в геологию и наставление к производству наблюдений.)
- Ланге О. К.* Введение в геологию. 1951.
- Малахов А. А.* Краткий курс общей геологии. 1960.
- Малахов А. А.* Под покровом мантии. 1962. Рассказ геолога о своей работе, о проблемах геологии — решенных и нерешенных.
- Неймайр М.* История Земли. Часть 1 и 2, 1896. Хорошо написанный и прекрасно иллюстрированный труд. Кое в чем несколько устарел. Читается с большим интересом.
- Обручев В. А.* Занимательная геология. 1961. «Эта книга написана в популярной форме для широкого круга молодых читателей...» (Из предисловия автора.)

- Рид Максвелл* Следы на камне. (Обработка Л. Савельева.) 1936. Книга написана образным языком, читается легко, как приключенческая повесть. Гипотеза о происхождении Земли, приведенная в ней, ныне считается устаревшей.
- Синегуб Е. С.* Как собирать коллекции горных пород и минералов. 1951.
- Ферсман А. Е.* Воспоминания о камне. 1958. «...история целой жизни, история своеобразной любви к природе, искания разгадок природных тайн в течение почти пятидесяти лет». (Из предисловия автора.)
- Ферсман А. Е.* Занимательная минералогия. 1953.

К главе 1 (геодезия, картография)

- Бублейников Ф. Д.* Очерк развития представлений о Земле. 1955.
- Голицын С. М.* Хочу быть топографом. 1954. Популярный рассказ о практической геодезии (топографии), о том, как надо проводить измерения на местности и о работе топографа.

К главам 2 и 3 (геофизика, геохимия)

- Бончковский В. Ф.* Внутреннее строение Земли. 1955. Четко изложены факты и гипотезы с таблицами, графиками, формулами, которые помогают разобраться в геофизических данных о Земле.
- Бончковский В. Ф.* Загадки Земли. 1949.
- Володин А. Г.* Земля и жизнь. 1963. Крупный советский палеонтолог рассказывает об этапах развития биосферы Земли.
- Гэскелл Г. Ф.* Под глубинами океана. 1963. С 1950 по 1953 г. британское

- научное судно «Челленджер» находилось в кругосветном путешествии. О плавании, об изучении морей, о недрах океанов и суши непринужденно рассказывает научный руководитель экспедиции.
- Девис К. и Дэй Дж.* Вода — зеркало науки. 1964. Вода — не только самый драгоценный минерал, но и одно из самых загадочных веществ Земли.
- Кастере Н.* Тридцать лет под землей. 1959.
- Кринов Е. Л.* Вестники Вселенной. 1963. О «падающих звездах» и о науке метеоритике.
- Кусто Ж., Дюма Ф.* В мире безмолвия. 1957.
- Сидоров А. Н.* Проникновение в недра Земли. 1927.
- Ферсман А. Е.* Занимательная геохимия. 1959.
- Ферсман А. Е.* Очерки по минералогии и геохимии. 1959. Как и все, написанное Ферсманом, эти статьи — редкий сплав глубоких научных идей с увлекательным и ярким изложением.

К главе 4 (планетарная геология)

- Кропоткин П. Н.* Эволюция Земли. 1964. Известный советский геолог пересказывает просто и ясно современные взгляды о строении и развитии земной коры.
- Личков Б. Л.* Движение материков и климаты Земли. 1935. Один из крупнейших советских геологов развивает гипотезу Вегенера. Новейшие факты, подтверждающие эту гипотезу, приведены в книге Кропоткина П. Н. «Эволюция Земли».
- Планета Земля.* 1961. Сборник научно-популярных статей крупных иностранных ученых — геофизиков и астрономов.

Хаин В. Е. Происхождение материков и океанов. 1961.

К главе 5 (геохронология)

Бубнов С. Н. Основные проблемы геологии. 1960. Первая глава книги посвящена проблеме времени в геологии. Остальные главы вряд ли заинтересуют негеологов.

Завельский Ф. С. Время и его измерение. 1961.

Павлов А. П. Представление о времени в истории, археологии, геологии. 1925.

Харлей П. М. Возраст Земли. 1962.

К главе 6 (палеонтология)

Аугуста И., Буриан З. По путям развития жизни. 1951. Эта и другие книги авторов превосходно иллюстрированы и очень интересно написаны.

Лункевич В. Подземный мир. 1937.

Рождественский А. К. За динозаврами в Гоби. 1957.

Ружичка Б., Диттлер К. О чем рассказывают окаменелости. 1964. Авторы приглашают читателя в путешествие: «Мы вернемся к истокам жизни, проследим за ее развитием и победоносным шествием... Нашим проводником будет воображение, руководимое данными науки».

Чижевский Г. В. В дебрях времени. 1949. Еще одно путешествие в геологическое прошлое на воображаемой машине времени.

Штернберг Ч. Жизнь охотника за ископаемыми. 1930. Автор всю свою жизнь посвятил поискам окаменелых остатков древних животных в Северной Америке. Прилагается очень интересная статья А. Борисяка «Русские охотники за ископаемыми».

Эндрюз Р.

Диковинные звери. 1963. Автор — палеонтолог, охотник за исчезающими животными, и вместе с тем прекрасный рассказчик. В его описаниях оживают необычайные животные — их словно видишь наяву.

К главе 7 (геотектоника)

Апродов В. А.

Дыхание Земли. 1963. Рассказ о землетрясениях и вулканах.

Варсанофьева В. А.

Жизнь гор. 1950.

Горшков Г. П.

Землетрясения. 1949.

Кузнецов С. С.

Геология (динамическая геология). 1956.

Кузнецов С. С.

Катастрофы на Земле. 1928.

Панов Д. Г.

Происхождение материков и океанов. 1961.

Тазиев Г.

Вулканы. 1963.

К главе 8 (палеогеография, легенды о всемирном потопе)

Кювье Ж.

О переворотах на поверхности земного шара. 1937. Великий палеонтолог Кювье верил во всемирные катастрофы и в самую последнюю из них — всемирный потоп.

Марков К. К.

Палеогеография. 1960.

Овидий Публий Назон

Метаморфозы. 1937. Среди прекрасных стихов о мифических превращениях — глава о Девкалионе и Пирре, переживших великий потоп.

Рухин Л. Б.

Основы общей палеогеографии. 1959.

Эпос о Гильгамеше.

1961. Перевод древнейшей книги (глиняных табличек). В последней главе — легенда о потопе.

О Г Л А В Л Е Н И Е

В В Е Д Е Н И Е	5
<i>Глава 1.</i> Лик божественной геи	9
<i>Глава 2.</i> Сферы хрустальные	33
<i>Глава 3.</i> Вслед за профессором Лиденброком	59
<i>Глава 4.</i> Пылинка в космическом вихре	81
<i>Глава 5.</i> Загадочный владыка мира	103
<i>Глава 6.</i> Царство теней	133
<i>Глава 7.</i> Каменные волны	165
<i>Глава 8.</i> Легенды о всемирном потопе	197
Краткий путеводитель по стране геологических книг	219

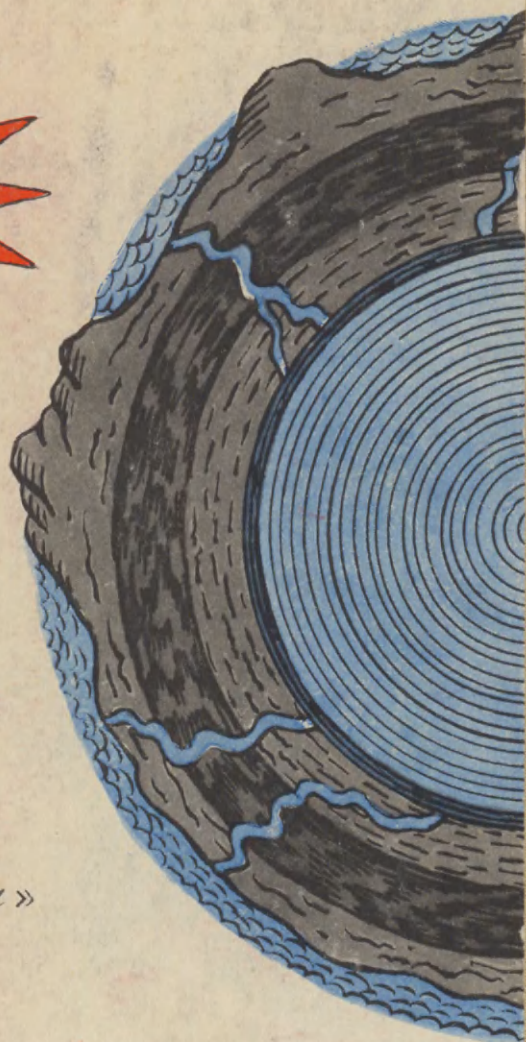
Д Л Я С Р Е Д Н Е Г О И С Т А Р Ш Е Г О В О З Р А С Т А

Баландин Рудольф Константинович

КАПЛИ ДЕВОНСКОГО ДОЖДЯ

Ответств. редактор В. С. М а л ь т. Художеств. редактор Н. З. Л е в и н с к а я. Технический редактор Т. В. П е р ц е в а. Корректоры Т. П. Л е й з е р о в и ч и Э. Н. С и з о в а. Сдано в набор 16-X 1967 г. Подписано к печати 11-VI 1968 г. Формат 84×108¹/₃₂. Печ. л. 7. Усл. печ. л. 11,76. (Уч.-изд. л. 10,97). Тираж 75 000 экз. ТП 1968 № 557. А 05702. Цена 46 коп. на бум. № 1. Издательство «Детская литература». Москва, М. Черкасский пер., 1. Ордена Трудового Красного Знамени фабрика «Детская книга» № 1 Росглавополиграфпрома Комитета по печати при Совете Министров РСФСР. Москва, Суцэвский вал, 49. Заказ № 1489.

Цена 46 коп.



ИЗДАТЕЛЬСТВО
*«Детская
литература»*

Л

