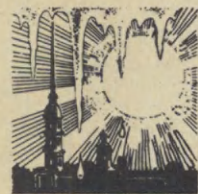


Р. БАЛАНДИН • По холодным следам.

Р. БАЛАНДИН

По холодным следам



ИЗДАТЕЛЬСТВО «ДЕТСКАЯ ЛИТЕРАТУРА»

Р. БАЛАНДИН
По холодным следам



Москва «ДЕТСКАЯ ЛИТЕРАТУРА» 1974



НАУЧНО-ХУДОЖЕСТВЕННАЯ ЛИТЕРАТУРА

***Рисунки автора
и Б. ЛАВРОВА***

Баландин Р. К.

Б20 По холодным следам. Научно-худож. литература. Рис. автора и Б. Лаврова. М., «Дет. лит.», 1974.

208 с. с ил.

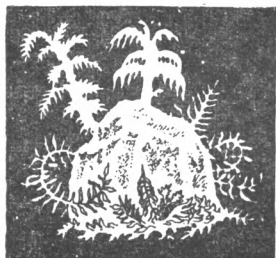
Книга знакомит старших школьников с основами четвертичной геологии. Эта молодая наука изучает современный (четвертичный) период, охватывающий последние один-два миллиона лет геологической истории Земли.

Б 70803—591
М101(03)74 463—74

55

© ИЗДАТЕЛЬСТВО «ДЕТСКАЯ ЛИТЕРАТУРА», 1974 г.

ВВЕДЕНИЕ



Шел по дороге добрый молодец. Видит — большой камень стоит на распутье. Надпись: «Направо пойдешь...»

Когда я начал писать эту книгу, передо мной открылись четыре дороги. Одна вела в Антропоген. Другая — в Ледниковый период. Третья — в Четвертичный, а четвертая — в Плейстоцен.

Все четыре дороги — в геологическое прошлое. Но каждая — особенная.

По дороге в Антропоген то и дело попадают наши древние предки. Люди, похожие на обезьян. Обезьяны, подозрительно смахивающие на людей. Сутулые великаны ростом со слона и с челюстями, которым позавидует лев.

Все это — антропоиды, по-русски говоря — человекоподобные существа. Антропоген — время, когда на Земле появилось множество антропоидов.

Путь в Ледниковый период, как и следует ожидать, устлан снегами и льдами. Он холоден, скользок и труден. Однако эти бескрайние ледники глазами не увидишь. О них приходится судить по различным приметам — так узнают преступника по следам и отпечаткам пальцев.

Четвертичный период встретит нас огромными речными долинами, рыхлыми осадками морей, озер и рек, спрятанными под землей торфяниками, блуждающими по воле ветра барханами, слоями лёссов, напоминающих слипшуюся палевую пудру, и многими другими занятыми вещами, из которых далеко не все встретишь в отложениях более отдаленных эпох.

Некогда геологи считали, что самые первые крепчайшие горные породы родились в первичную эпоху, более молодые — во вторичную, третичную и, наконец, самые поздние — в четвертичную.

Лучше разобравшись в истории Земли, геологи стали делить ее совсем иначе. Забылись названия: первичное время и вторичное. Все реже услышишь о Третичном периоде. А вот название «четвертичный» до сих пор еще не разонравилось.

А в Плейстоцене можно поохотиться (мысленно) на мамонтов и шерстистых носорогов, на гигантских оленей и бегающих птиц, головы которых больше, чем у лошадей. Плейстоцен означает новейшее время. Жило тогда немало причудливых животных. Но преобладали все-таки те, которые сохранились и поныне. Продолжался Плейстоцен один-два миллиона лет.

Впрочем, столько же продолжался и Антропоген. И Четвертичный период столько же. И Ледниковый — тоже. Потому что Плейстоцен, Антропоген, Четвертичный период и Ледниковый — это наименования одного и того же времени в истории Земли.

Стало быть, все наши пути ведут к одной цели. Только подходят туда с разных сторон.

Сейчас мы отправимся в путь сразу по четырем этим дорожкам, чтобы узнать как можно больше о четырех-ликом геологическом периоде в истории Земли: Четвертичном — Ледниковом — Плейстоцене — Антропогене.



Поныне тьма камнейев стопудовых
Валется. Кем брошены они?
Молчит философ. Что ни сочини —
Нет объяснений этому толковых!
Скала лежит — и пусть себе лежит,
А объяснять тут — праздный труд
и стыд.

Одни простые люди смотрят зрело
На это все — их с толку не собьешь;
Народу здравый смысл докажет
все ж,
Что чудеса все эти — беса дело.

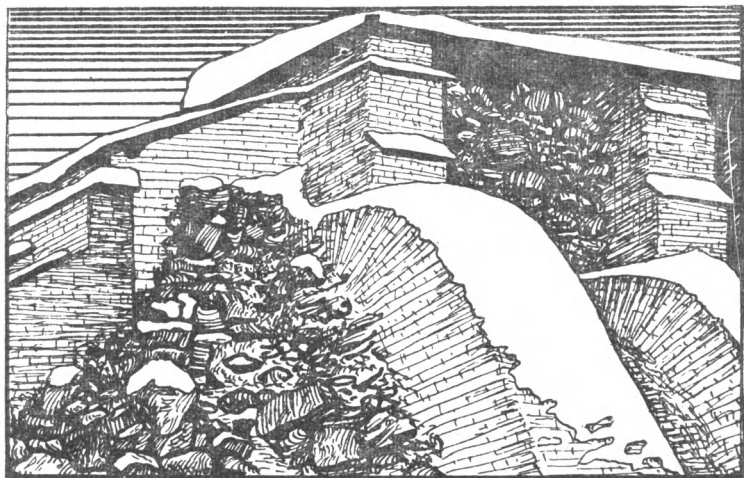
И. ГЕТЕ

НЕМЫЕ ПРИШЕЛЬЦЫ

Испокон веков на великой Русской равнине валяется множество больших и малых камней. Приглядитесь к ним.

В березовой роще на склоне холма притулился под деревом рыжеватый валун, похожий на спящую собаку. На поляне из травы выглядывают камни округлые, как шляпки грибов. Невдалеке выпирает из почвы глыба. Будто тут спрятан каменный истукан, а наружу вынырнула только его лысина. На иных пашнях словно посеял кто-то каменные зерна; собирая картошку, пет-нет да подберешь невзначай булыжник.

Особенно внушительно выглядят большие камни в чистом поле или на вершинах холмов. Под глыбой — неплотная земля, выбивается травка, кусты невдалеке, маленькое болотце. Камень тут чужой, приبلудный, невесть откуда и невесть кем принесенный. Словно он с неба свалился или вылез из глубины земли подышать свежим воздухом.



Золотые ворота Киева, построенные в XI веке из валунов.

А камни-то старые. Трещины как морщины. Некоторые зерна рассыпаются под пальцами.

Смотришь на камень, а он — зернистый, крапчатый — тоже как бы смотрит на тебя множеством прозрачных веселых своих глазков.

Не только былые русские богатыри останавливались перед замшелыми глыбами. Великое множество их в озерной Финляндии, на германских равнинах, на низменностях Англии. Даже в Северной Америке среди вековых лесов и прерий встречаются эти загадочные камни.

Ну и что? Камень и камень. Лежит себе и лежит. Раз он тут — значит, так надо. Может, черт его затащил. Может, и ангел. Хотя вряд ли ангелы станут заниматься такими глупостями. Возможно, так думали наши предки. А скорее всего, и вовсе не задумывались над камнями. Принимали их как должное. Как небо и речку, как пение жаворонка и восход солнца.

Камень мог радовать человека своим блеском и цветом. Мог и напугать: высунется из болота темный и мрачный, как водяной. На громадных «конь-камнях» некогда приносили священные жертвы: убивали живот-

ных. Позже, благословясь, клали валуны в основание церквей.

Не научились только еще люди удивляться необычайным камням. А пока не научились удивляться, не было у них науки. Потому что наука начинается с удивления, а кончается пониманием...

Так вот и лежали камни на холмах и равнинах. Маршировали мимо полки римских легионеров, тесня в леса воинственных германцев. Через одну-две сотни лет германцы погнали воинственных римлян в обратном направлении.

Спустя еще несколько веков, бренча оружием и латами, стали снова по дорогам Европы неугомонные рыцари. По Русской равнине с гиком и свистом мчались лавиной татарские орды, и маленькие степные лошадки спотыкались порой на неожиданных камнях...

Вот уже на берегах американских Великих озер последние из могикиан отстреливаются от жестоких пришельцев, прячась за надежными валунами.

Вот уже армия Наполеона двинулась на восток мимо все тех же неизменных камней.

К тому времени английские геологи стали разбираться в напластованиях древних горных пород, геологи Австрии и Германии рассуждали о первичных, вторичных и третичных периодах, а во Франции волшебники-палеонтологи научились восстанавливать облик вымершего животного по обломку кости.

После того как люди побывали в дальних краях и насмотрелись там разных дикушинок, когда они наладились по горам, намерзлись в полярных льдах и нажарились в пустынях, только после этого заметили они те привычные камни, которые по-прежнему росли из земли возле их собственных домов. Заметили и удивились. Тогда-то, наверно, зародилась наука, которую называют четвертичной геологией. Началась она в конце XVIII века. А чтобы вырасти во «взрослую науку», потребовалось ей еще целое столетие.

Геологи сразу же сообразили, что таинственные камни — чужеземцы. И придумали для них неплохое название: эрратические валуны, то есть блуждающие, бродячие.

В Германии появилось особое геогностическое общество, целью которого было найти родину местных ва-

лунов. На том дело и стало. Объяснить, почему камни эти бродячие, оказалось не просто.

Первой мыслью было, что валуны сползли с каких-нибудь ближних гор или холмов. В горах так всегда и бывает. Однако среди Русской, Германской или Американской равнин вовсе нет гор, а холмы сложены песками и неплотными глинистыми осадками.

Конечно, немало камней несут с собой реки, начинающие свой путь с гор. Однако возле многих бродячих валунов нет никаких следов рек. К тому же река, волоча камни по дну, оббивает и обтачивает их, превращая в округлые голыши. А валуны чаще всего грубы и угловаты, словно недавно оторваны от родимых скал.

Да и размеры иных глыб таковы, что никакая равнинная река их с места не сдвинет. В некоторых — сотни тысяч тонн! Одну из таких глыб в прошлом веке перевезли к зданию Берлинского музея и сделали из нее гигантскую чашу, которая напоминает бассейн для купания.

Другую глыбу, в полторы тысячи тонн, вытащили из болота под Петербургом и несколько лет волочили в тогдашнюю столицу России, чтобы положить в основание Медного всадника.

ПЕРВИЧНЫЕ В ЧЕТВЕРТИЧНЫХ

К концу XVIII века геологи научились неплохо разбираться в горных породах. Они определили, что бродячие каменья состоят преимущественно из «первозданных» пород: гранитов, кварцитов, гнейсов, отличающихся крепостью, плотностью, монолитностью. Обнажаются эти породы в горах. На равнинах они перекрыты толстым слоем осадков.

Российский геолог-путешественник Паллас, составляя одно из первых геологических описаний нашей родины, так описал в 1809 году один из холмов близ Новгорода, у реки Мсты:

«Гора состоит из иловатой земли. На нижней части оной лежит много больших диких камней, состоящих из красноватого, слоями черной бленды изощренного полевого кварца... Самый большой из всех лежал внизу горы подле дороги, был больше трех сажен. Могла ли

вода произвести такой камень, как то вообще обо всех диких камнях утверждают, или не должно стараться иначе изъяснить происхождение всех полевых камней, в числе коих обыкновенно превеликие находятся». Люди, конечно, старались изъяснить происхождение диких камней, и чем пристальнее изучали их, тем больше обнаруживали непонятницы. Почему первозданные камни чудесным образом передвигаются по земле и ложатся, как усталое стадо, где попало, даже на рыхлые, недавно насыпанные ветром или водой осадки? Какие силы прогнали валуны прочь от родимых гор?

Слои земли залегают один на другом, подобно тому, как покрывают человека одежды: нижнее белье, затем костюм и, наконец, пальто. А тут выходило так: шел по улице человек нормально одетый, и вдруг оказалось, что у него поверх пальто красуются клочки нижнего белья.

Было чему подивиться!

Прежде всего требовалось узнать, откуда взялись бродячие камни. Пока геологи осматривали окрестности родных городов, этот вопрос оставался без ответа. Стоило отправиться в путешествие, начались неожиданности.

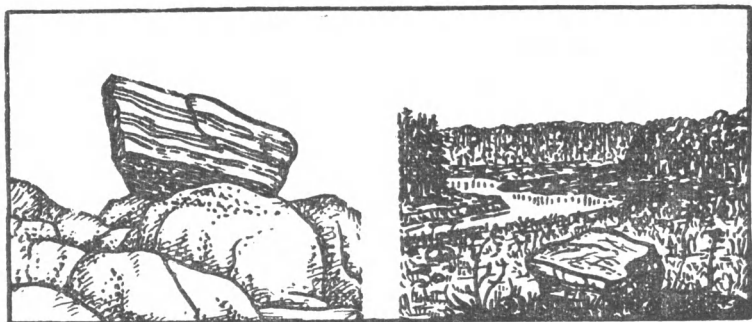
Швейцарский геолог Гораций Бенедикт Соссюр, бесстрашный исследователь Альп, обнаружил в Юрских горах, состоящих из известняков (пород сравнительно молодых, «вторичных»), глыбы первозданных гранитов и гнейсов. Откуда им взяться здесь? Они во множестве залегают в центральной части хребта, но не в Юрских горах. Как они могли попасть сюда, к окраине, миновав по пути долины и перевалы?

Германские геологи-путешественники Леопольд фон Бух и Гаусманн встретили в Скандинавских горах те же самые породы, из которых состоят валуны Германии.

Российские геологи Паллас, Лепехин, Севергин, Разумовский нашли далекую родину бродячих камней Русской равнины. Ею оказались Финляндия и Скандинавия.

Осталось постичь ту силу, которая оторвала валуны от первозданных гор и перенесла за многие сотни верст, сгрудив на холмах и долинах.

Никакая геологическая сила, действующая ныне в горах и на равнинах Европы, не могла бы проделать такую работу. Конечно, горы и теперь разрушаются. Об-



Бродячий камень из Скандинавии в Полесье (справа) и сидячий камень на острове Магерёя в Норвегии (слева).

разуются большие и малые обломки, камушки и глыбы. Но все они скатываются вниз. Если влекут их с собой текущие воды, то и тогда движение направлено от верховий (возвышенностей) к низовьям.

Где это видано, чтобы камни сами собой взбирались на гору? А ведь среди бродячих камней есть и такие. Немало их в Швейцарии. В Англии на острове Мен валуны фоксдейльского гранита оказались поднятыми на четыреста метров вверх по склону от того места, откуда они были отторгнуты.

Еще одно загадочное семейство — «сидячие камни». Так называли валуны, замершие в каком-нибудь необычайном месте. Например, на вершине горы, состоящей из молодых пород — древний валун. Или пристроился на краю ущелья этакий бродячий каменище, неведь откуда взявшийся. Так и норовит рухнуть вниз. Какая же нечистая сила занесла его сюда?..

К началу прошлого века геологи разделились на две группы. Между ними началась «научная война». Она растянулась на сто лет, а некоторые отголоски ее можно услышать и в современных геологических спорах.

Одни геологи назывались нептунистами (по имени греческого бога морей Нептуна). Их противники назывались плутонистами (Плутон — бог подземелья). Первые утверждали, что в геологии важнее всего — вода. А вторые признавали главенство подземного жара и внутренних сил планеты.

Подобные споры бывали еще в Древней Греции, две тысячи лет назад. Но тогда спорили философы, мало знакомые со строением Земли. А теперь настал черед геологам.

Говорят, в спорах рождается истина. Это смотря какой спор. Если он спокойный, вдумчивый, истина и впрямь может появиться на свет. Но когда спор идет яростный, со взаимными нападками и подозрениями, робкая истина остается в сторонке. Каждому хочется любой ценой стать победителем и как следует поколотить противника.

Конечно, и вода и подземный жар — великие геологические силы. Древние греки не думали противопоставлять их друг другу. Нептун и Плутон были для них равноправными богами, достойными поклонения. Античные философы путем долгих размышлений добавляли к воде и огню еще землю и воздух. В борьбе и взаимодействии этих четырех стихий видели они единство природы и ее разнообразие.

Однако в разгар споров нептунистов с плутонистами как-то забылись эти истины. Дело дошло до того, что одни стали объяснять деятельностью воды даже воздымание гор и образование первозданных гранитов. А другие пытались все на свете объяснить действием внутренних сил Земли.

Загадочные валуны тоже были вовлечены в геологическую войну. Плутонисты предложили остроумное решение: Альпийские горы под напором расплавленных масс были недавно подняты на значительную высоту и валуны скатывались с их вершин. Поднятия сопровождалось ужасными содроганиями земли, извержениями вулканов. Отдельные глыбы могли быть извергнуты и разбросаны в разные стороны.

Как писал позже геолог Вильгельм Бёльше, «раз дошли до таких объяснений, то для скандинавских горообразований понадобилось лишь немного усилить предполагаемое действие, чтобы представить себе, что гранитные осколки, заключенные в массе кипящего ила, были переброшены через все Балтийское море...»

Нептунисты не оставались в долгу. По их мнению, только вода могла перенести валуны. Обычным рекам, озерам и морям не под силу такая работа. Значит, потоки воды имели необыкновенную мощь.

Соссюр предполагал, что некогда в Альпийских долинах существовали огромные озера. Небывалые землетрясения и поднятия гор сопровождались дроблением скал. Озерные воды ринулись в бреши, увлекая с собой валуны. Водяная лавина катилась по склонам гор с неистовой силой, сокрушая препятствия; взметалась над горными перевалами и обрушивалась в соседние долины, играючи подбрасывая чудовищные обломки, словно легкие песчинки.

Для альпийских валунов такое объяснение казалось неплохим. Однако в невысоких Скандинавских горах трудно было вообразить озера, прорыв которых закончился бы переброской валунов через Балтийское море на равнины России и Германии.

В начале прошлого века произошел прорыв одного из горных альпийских озер в Швейцарии. Потоки воды и грязи, взрезая рыхлые отложения, прокатились по долине, оставляя на пути своем множество больших и малых камней. Нептунисты торжествовали. Разве не ясно, что именно так произошла великая катастрофа?

СВИДЕТЕЛИ ХОЛОДОВ

Геологи изучали валуны, размышляли о них. Было высказано немало остроумных предположений.

Де Маршалл в начале прошлого века написал, что Земля образовалась из камней, падающих с неба. Поэтому и встречаются в породах отпечатки существ, нигде на земле не живущих. Существа эти неземного происхождения. Если так, то разумно считать валуны посланцами небес... Однако наука нуждается не только в остроумной мысли, но и в точном доказательстве.

Выяснили геологи состав валуна, определили, из каких мест он попал сюда. Разглядели шрамы, царапины и вмятины на его гранях. Что дальше?..

Валуны лежал уютненько на земле, дремал, а загадка, которую он загадал ученым, никак не решалась. Не потому, что не было ответа, а потому, что ответов было слишком много. Выбрать из них единственно верный не удавалось.

Надо было отступить, искать какие-нибудь иные подходы к истине.

В науке нечто подобное происходит обязательно. Редко кто-нибудь нарочно ищет и открывает новые подступы к старым загадкам. Обычно все получается само собой, порой неожиданно. Всем известно, как много открытий совершалось случайно. А ведь когда постоянно происходят счастливые случайности, стало быть, есть тут закономерность.

Никакая научная идея не живет, подобно Робинзону, на необитаемом острове. Вокруг возникают, развиваются и угасают другие идеи, вовсе на нее не похожие. Но время от времени пути их перекрещиваются. Как бы сливаются воедино два ручья. Получается новый, более глубокий поток научной мысли.

Пока мысли геологов вились и сталкивались над бродячими камнями, появились в геологии новые идеи, на первый взгляд очень далекие от проблемы валунов. Они относились к палеонтологии — науке о древней жизни.

Изучение окаменевших остатков животных и растений долгое время не давало никаких научных результатов. К этому занятию относились примерно так же, как относятся сейчас к поискам красивых голышей на пляже или причудливых корней в лесу. Отпечатки и окаменелости объясняли обычно «игрой природы».

Однако к концу XVIII века, когда начались споры вокруг валунов, стало ясно, что ископаемые остатки рассказывают о давней истории Земли. Понять этот рассказ не просто. Ученые, как бы постигая буквы и слова незнакомого языка, учились разбираться в таинственных «письменах».

Человеком, сумевшим постичь грамматику этого «языка», был Жорж Кювье. Он изучал анатомию животных. Его интересовало не только строение отдельных косточек, особенности скелета или форма зубов. Он видел, с каким изумительным совершенством устроено каждое животное. Можно — хотя и грубо — сравнить живой организм с хорошо отрегулированными часами. Все детали точно пригнаны, связаны между собой. Хорошему часовщику достаточно показать одно колесико, одну пружину — и он сообразит, к какому виду часов они относятся.

По тому же принципу действовал Кювье. Он говорил: «Дайте мне одну кость, и я восстановлю животное».

Так и случалось. Найдя в каком-нибудь слое земли окаменевший обломок кости или зуб, он описывал животное, которому эти кости или зуб принадлежали. И почти всегда последующие находки подтверждали точность предвидения Кювье.

У Кювье было несколько рабочих столов и кабинетов, где для каждой интересующей его проблемы были приготовлены книги, бумаги, выписки, образцы, препараты, инструменты. Подчиняясь движению своих мыслей, он переходил от одного стола к другому, от одной проблемы к другой. Это позволяло ему работать по настроению, по вдохновению. (В науке, как и в любом деле, труд без вдохновения скучен и бесплоден.) В голове Кювье сплетались идеи, относящиеся к разным проблемам. И неожиданно возникали новые догадки.

Кювье обратил внимание: ископаемые животные и растения от слоя к слою изменяются. В каждом слое — свои остатки. Естественно было предположить, что жившие некогда существа каким-то образом погибали почти все разом и захоронялись в земле. На смену им приходили новые создания. Их ждала та же участь.

Так появилась мысль о переворотах на поверхности земного шара. Об этом Кювье написал книгу. Ее в нашем веке не столько читали, сколько ругали. Кювье, мол, выдумал ужасные катастрофы, после которых на Земле не осталось ничего живого и бог всякий раз заново создавал животных и растения.

А ведь Кювье этого не писал. Даже первое появление жизни на Земле не считал он внезапным. «Жизнь, которая стремилась овладеть земным шаром, казалось, боролась в эти первые времена с господствующей до того косной (неживой) природой, только после довольно долгого времени она окончательно взяла верх, к ней одной перешло право продолжать и растить твердую оболочку Земли».

Перевороты, случавшиеся на земной поверхности, Кювье считал не чудом, а нормальным геологическим явлением. Он предупреждал, как обманчива внешность плодородных равнин, где струятся тихие воды, где течет спокойная жизнь, существующая испокон веков.

Стоит лишь человеку проникнуть в недра, исследуя слой за слоем, ему открывается прошлое; он видит следы невидимых созданий и необычайных событий:

«Нас поражает мощь человеческого ума, которым он измерил движение небесных тел, казалось бы навсегда скрытое природой от нашего взора; гений и наука переступили границы пространства; наблюдения, истолкованные разумом, сняли завесу с механизма мира. Разве не послужило бы также к славе человека, если бы он сумел переступить границы времени и раскрыть путем наблюдений историю мира и смену событий, которые предшествовали появлению человеческого рода?»

Кювье решил «переступить границы времени» и заглянуть в далекое прошлое. Некоторые его выводы оказались очень интересными. Он первым стал по ископаемым остаткам восстанавливать не только облик исчезнувших животных, но и те климатические условия, в которых они жили.

Он заложил основы науки о древних климатах — палеоклиматологии.

Кювье считал, что большинство катастроф на Земле были внезапными. Последняя из них «двойным движением затопила, а затем осушила наши современные континенты или по крайней мере большую часть их. Она оставила в северных странах трупы крупных четвероногих, которых окутали льды и которые сохранились до наших дней вместе с кожей, шерстью, мясом. Если бы они не замерзли тотчас после того, как были убиты, гниение разложило бы их. С другой стороны, вечная мерзлота не распространялась раньше на те места, где они были захвачены ею, ибо они не могли бы жить при такой температуре. Стало быть, один и тот же процесс и погубил их, и оледенил страну, в которой они жили».

Далее Кювье упоминает и о валунах. «Нужно предположить,— пишет он,— что либо извержения выбросили их, либо впадины, которые могли прекратить их движение, не существовали во время их перенесения, либо, наконец, движение вод, которое их перенесло, превосходило все, что мы можем себе представить в настоящее время».

Последнее предположение казалось Кювье наиболее правдоподобным.

Мысль о великих потопах, происходивших раньше на Земле, была прежде очень популярной среди ученых. И дело не только в том, что всемирный потоп описан в Библии, авторитет которой был очень велик и поддер-

живался всесильной церковью. В пользу «всемирных потопов» говорили серьезные факты.

Окаменелые морские осадки с отпечатками морских животных находят в горах. Значит, некогда в этих местах было море. Судя по чередованию слоев, море не один раз приходило и отступало. Значит — неоднократные катастрофы!

Иные исследователи старались решать с помощью гипотезы потопы любую геологическую загадку. Даже кости мамонтов, по их мнению, принадлежали обыкновенным южным слонам. На это объяснение еще до Кювье хорошо возразил русский геолог Татищев: «Сие почти невозможно, чтобы слоны из Индии в Сибирь водою всемирного потопы перенесены были... может еще и то быть, что слоны тогда жесточайшего естества были». И верно, были прежде необычайные слоны — мамонты — свидетели жестоких климатических перемен.

Выходило, что «последняя катастрофа» сопровождалась не только великими наводнениями. Кювье, как мы убедились, не считал такое заключение единственно возможным. Были и великие холода (в этом выводе Кювье не сомневался). Если объединить две эти мысли, получится, что сравнительно недавно обширные территории суши были затоплены холодными водами...

Сразу же приходят на память полярные моря, украшенные причудливыми айсбергами и покрытые местами плотным белым панцирем льда.

Ну, а какая разница для геолога: есть лед на море или нет? Льдины плавают и тают без следа в море, как облака в небе.

Эта истина казалась ясной, прозрачной, бесспорной. Но для науки нет истины, которую нельзя было бы осмыслить по-новому. Потому что наука все глубже проникает в суть вещей и событий. Как писал поэт-философ Николай Заболоцкий:

Века идут, года уходят,
Но все живущее — не сон:
Оно живет и превосходит
Вчерашней истины закон!



*И поля и горы —
Снег тихонько все украл...
Сразу стало пусто!*

НАЙТО ДЗЕСО

ВТОРЖЕНИЕ С ГОР

Геология начиналась в горах. Тут слои пород взрезаны водой и ветром. Они обнажаются на крутых скалах и в обрывах; видятся ясно.

Иное дело — равнины. Здесь откладываются осадки, сносимые с холмов и гор. Среди однообразных плоских просторов нелегко усмотреть что-либо поражающее воображение. Древние горные породы надежно прикрыты плащом недавних наносов: песками, глинами, супесями.

Одна из достопримечательностей гор — белые шапки на вершинах. Они состоят из снега и льда. На больших высотах и летом холодно. Накопленные зимой снега не тают полностью, а уплотняются, превращаясь в лед.

Изучая Альпы, геологи не могли, конечно, пройти мимо ледников. В начале XVIII века появились первые подробные описания альпийских ледников. Впрочем, значительно раньше, в 1564 году, вышла в свет «Космография» Себастьяна Мюнстера, где были упомянуты глетчеры — медленные ледяные реки, застывшие в долинах.

Когда видишь издалека заснеженные горные вершины, они вызывают ощущение величественного спокойствия, вечности. Но жители гор хорошо знают о каменных и снежных лавинах, которые вдруг с оглушительным грохотом, в клубах снежной пыли обрушиваются с круч, сметая все на своем пути.

У ледников есть и другое движение, не столь бурное. В горах они производят титаническую работу, несравненно превосходящую деятельность яростных горных обвалов. Только постичь это могучее движение ледников не так-то просто: оно происходит без особого шума, постоянно из века в век, тайно, незаметно для глаза. Ученые догадались о нем не сразу.

В начале нашего века один ученый построил каменный домик на леднике в Альпах. Через три года домик оказался в ста метрах ниже по склону. Домик благополучно проделал этот путь вместе с ледником. Движение ледника было зарегистрировано по всем правилам науки.

В 1788 году неугомонный «Колумб Швейцарского ледяного моря» — Соссюр, заканчивая один из маршрутов, бросил во льдах свою походную лестницу. Сорок четыре года спустя, у самого края ледника наткнулся Соссюр на ее обломки. За этот срок лестница, влекомая льдом, неторопливо спускалась со скоростью 115 метров в год.

В 1846 году ледник Талефр любезно доставил в долину ранец одного туриста, потерянный за десять лет до этого высоко в горах.

Сейчас скорости движения ледников регистрируются, почти как результаты бегунов-спортсменов. Рекорд принадлежит леднику Хасанабад в Каракоруме: около 133 метров в сутки (установлен в 1905 году).

Движение ледников напоминает движение рек. В верховьях потока выпадают атмосферные осадки (дождь, снег), превращаются в лед и стекают вниз. Отдельные потоки сливаются воедино, огибают преграды. Скорость движения у поверхности больше, чем близ дна.

Ледники способны течь вверх по склону под давлением километровых толщ льда, напирающих с верховьев.

Ледники усыпаны обломками скал. Они содержат перетертые горные породы, песок, глину, валуны. Когда выяснилось, что ледники текут, стало очевидным: они непрерывно переносят свой груз в долины. Склоны гор до самых подножий усыпаны грудами обломков.

Ученые поднимались высоко в горы и, рискуя рухнуть в глубокие трещины, бродили по ледникам. Однако некоторым достаточно было собственного воображения. К ним относился Гёте. В 1829 году, когда еще редкие геологи догадывались о великой деятельности ледников, он писал в романе «Годы учения Вильгельма Мейстера»:

«В конце концов двое или трое молчаливых гостей захотели призвать на помощь также эпоху сурового Холода и вздумали вообразить погружающиеся далеко вниз, идущие от высочайших горных вершин глетчеры, как бы катки для тяжелых каменных масс из первозданных пород; массы эти должны двигаться по гладкому пути все дальше и дальше. При наступлении эпохи оттаивания они должны были навсегда оставаться на чужой почве...

Эти добрые люди не могли, однако, никого убедить своими холодными соображениями. Признавалось гораздо более естественным, что мир произошел с колоссальным треском и поднятием, с бурными потрясениями и огненными извержениями!»

Русский геолог В. М. Севергин несколько раньше высказал еще более смелую мысль, соперничая в силе воображения с великим поэтом: «Что касается в особенности до гор Финляндских, то вероятно, что оные покрыты были древне вечными льдами... что льды покатили вместе с собой оторванные громады; что часть их оставили отдельно в болотах; стаявшие льды в глубинах произвели озера».

Гёте и Севергин догадывались о великих былых ледниках. Геологи собственными глазами видели современные горные ледники. А жители альпийских долин давным-давно знали о движениях ледников и о том, что прежние ледники были больше нынешних, и от них остались в долинах валуны и песчаные холмы.

Французский исследователь ледников Грюнер в 1760 году записал рассказы жителей горных общин Швейцарии и Франции о том, что когда-то, несколько веков назад, ледники находились далеко в горах, а затем стали медленно заползать в долины. Местные жители помнили предания и легенды, которые веками передавались из поколения в поколение. Однако ученые не придавали большого значения этим рассказам.

Более того, о движениях ледников еще в XVI и XVII веках сообщалось в официальных документах.

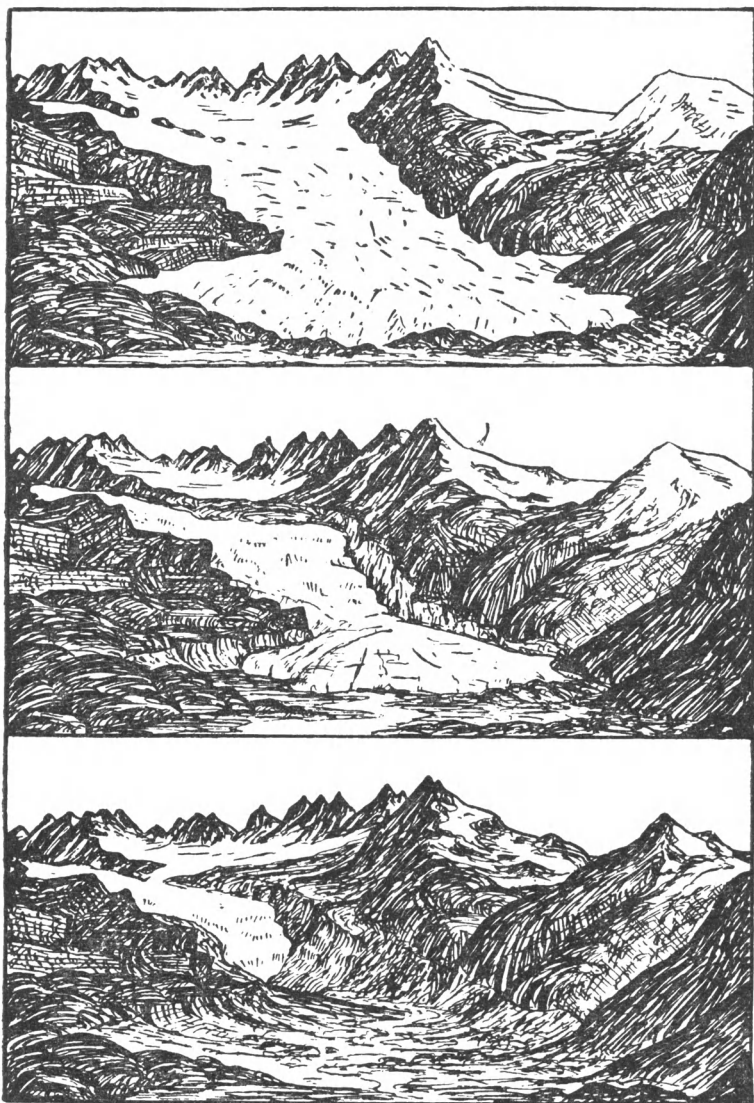
«На склоне этой горы... некогда возвышалась часовня — место паломничества. Огромный ледник теперь навис там. Он полностью покрыл это место. Пришлось отодвинуть дома. Ледник подтолкнул и продвинул впереди себя — о чудо! — поле, деревья, дома» — так писал в конце XVI века настоятель церкви Ханс Ребман о леднике в Гринадельвальде (Швейцарские Альпы). Обратите внимание на сообщение о том, что ледник продвинул впереди себя целое поле с деревьями и домами. Пройдет еще триста лет, прежде чем геологи введут такое явление в науку и дадут ему объяснение. Сейчас подобные сдвинутые глыбы называют отторженцами.

Вернемся к историческим свидетельствам. На вулканическом и ледниковом острове Исландия сохранились поземельные списки, где сообщается о состоянии сельскохозяйственных угодий. В списке, относящемся к 1709 году, сказано об одной ферме: «Четырнадцать лет можно было видеть ее разрушенные постройки, но сейчас все это находится в леднике». В Тироле (Восточные Альпы) хроника 1595 года гласит: «Ледник... с каждым годом становится все длиннее, и он становится все более страшным, холодным и злым, к тому же он раскалывается... и видно, как расширяются его расщелины».

Подобные сообщения — а их немало — очень ценны для науки и столь же далеки от нее. Не было еще в те времена никакой науки о ледниках.

Жители Альп не только писали хроники, но и сочиняли небылицы, обвиняя ледники в колдовстве и злых намерениях, и время от времени борясь с ледниками при помощи... молитв и заклинаний. Был даже епископ, молебны которого признавались наилучшим средством против наступлений ледников. В мыслях местных жителей были неотделимы правда и фантазии о ледниках.

Вот почему особо отмечается то время, когда о движениях и геологической деятельности ледников узнали ученые. Тогда и зародилась наука о ледниках — гляциология. С ее помощью представилась возможность решать многие геологические загадки. Но именно в это время появились новые идеи, вызывающие новые сомнения.



Отступление Ронского ледника в Альпах по рисункам и фотографиям
(сверху вниз): 1777, 1870, 1960 годов.

ВТОРЖЕНИЕ С МОРЯ

В XVIII веке европейские и российские мореплаватели начали успешно осваивать полярные районы. Корабли Беллинсгаузена и Лазарева достигли Антарктиды. Плавания в Атлантике у берегов Гренландии и в Северном Ледовитом океане (вдоль Скандинавского полуострова до Белого моря) были обычным делом.

Там, где ледяные языки спускаются в море, например у берегов Гренландии, то и дело раздается страшный грохот и треск. Это раскалываются ледники, попавшие в воду. С одной стороны на них давят новые массы льда, ползущие по склонам. А с другой стороны на них действует выталкивающая сила воды, в которую они погружаются. Не выдерживая напряжения, ледники лопаются. От них откалываются огромные глыбы — айсберги. Они уносятся течениями прочь от родных берегов и начинают свои странствия в полярных морях.

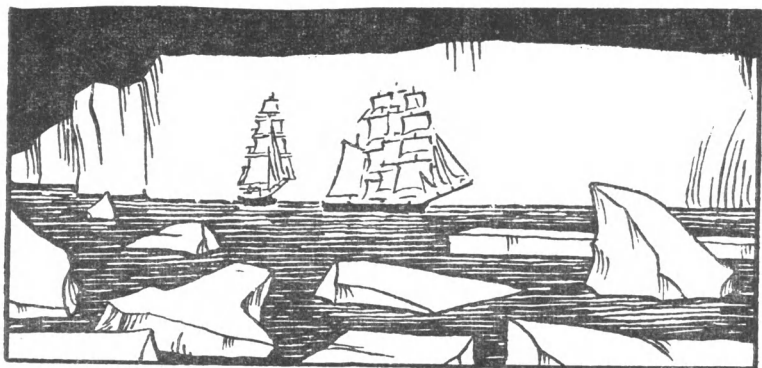
Почти четыре пятых айсберга находится в воде и лишь пятая часть возвышается над водой.

Порой нижняя часть айсберга так сильно растворяется водой, что ледяная гора теряет равновесие и переворачивается «брюхом вверх». На подошве айсберга обнажаются камни, пески, глины — вмерзшие в лед, подобно грязи, налипающей на подошвы сапог. Обычно весь этот материал перемешан и составляет особый слой: донную (подледниковую) морену. Образуется донная морена во время движения ледников. Скользя по склонам, тяжелые ледники сдирают и захватывают верхние слои рыхлых горных пород. Когда айсберг тает, эта прилипшая снизу морена опускается на морское дно.

Некоторым ученым пришла в голову мысль обновить гипотезу потопов с помощью плавающих льдин. Немецкий математик Вреде, не вдаваясь в геологические тонкости, предположил, что валуны Германии перенесены не потоками воды, а плавучими льдами.

Несколько позже, в 1817 году, геолог Вентури использовал ту же гипотезу. Он считал, что некогда Альпы были окружены морями. В эти моря спускались глетчеры и, раскалываясь, уплывали прочь, унося с собой альпийские валуны.

Еще подробнее разработал гипотезу плавающих



Среди айсбергов в Антарктиде.

льдин английский ученый Чарлз Лайель — один из основоположников геологии. Лайель был ярким представителем английской геологической школы, где, в отличие от французской и немецкой, не пользовались популярностью идеи великих катастроф и переворотов.

Грозные явления природы — извержения вулканов, землетрясения, необычайные наводнения — сплошь и рядом оказываются ничтожными по сравнению с не приметными на первый взгляд, но действующими долгие века, неторопливыми геологическими процессами. Гигантские волны — цунами, — высотой с пятиэтажный дом, врываюся порой на берег, сокрушая все на своем пути. Но могут ли они сравняться с теми силами, которые постепенно опускают поверхность земли так, что по истечении тысячелетий целые страны погружаются в море?

В геологии существенна не просто сила, а сила, помноженная на время. То есть работа. Мощный прилив за одни сутки способен разрушить десятиметровую полосу берега. Однако «легкая ласка» волн, уносящая за целый год всего лишь десять сантиметров береговой полосы, за миллион лет продвинет море в глубь суши на сто километров.

Об этом очень убедительно писал Лайель. Вот, например, как определял он суть своей науки: «Геология есть наука, рассматривающая постепенные изменения, происходившие в органическом и неорганическом цар-

стве природы, она разбирает причины этих изменений и то влияние, которое они производили на преобразования поверхности и внешнего строения нашей планеты». Обратите внимание — «постепенные изменения». Лайель постоянно помнил о необычайной длительности геологического прошлого и считал, что именно это придает своеобразие геологии.

Лайель предлагал ученым внимательно присмотреться к геологическим силам, ныне действующим на Земле. Ведь они существовали и в прошлом. Незачем придумывать какие-то необычайные явления вроде потопов, видя следы мощных сдвигов слоев, разрушений гор и образования горных пород. Все можно объяснить действием обычных, наблюдаемых нами сил за долгие промежутки времени.

Следуя такому принципу, Лайель не согласился ни со сторонниками потопов, ни с тем, кто говорил о прежних необычайно обширных ледниках. По его мнению, в Скандинавии существовали глетчеры, но не слишком обширные. В то время Северогерманская низменность могла находиться под водой. Айсберги от скандинавских берегов беспрепятственно пересекали Балтику, плыли далее к югу и таяли на территории нынешней Германии и отчасти Англии.

Мнение Лайеля поддержал Чарлз Дарвин, который к тому же лично наблюдал айсберги во время своего кругосветного путешествия.

Русский геолог Эйхвальд распространил гипотезу плавающих льдин на равнины Восточной Европы. «Нужно согласиться,— писал он,— что страны, в которых встречаются переносные каменья, были покрыты морем и что перенесение произошло с помощью льда или ледяных глыб, плавающих по морю».

Кроме айсбергов, существуют сезонные речные льды, которые тоже производят немалую геологическую работу. О них еще в XVIII веке писал Михайло Ломоносов: «Великие реки поднимают тяжкие свои зимние кровли и, отрывая части от берегов, тянут на себе вниз быстроною. Упирая, стираясь и ударяя в берега безмерными силами, подрывают и опровергают крутые яры и не малые островки сдирают, ломаясь при этом и сами и с великим шумом. Отставая от берегов, отрывают от гор и далее с собою вниз относят вмерзлые в них зимою камни».

КТО ПРАВ?

На равнинах Европы столкнулись две гипотезы. Первая, сошедшая с Альпийских гор, утверждала господство ледников. Вторая, вторгшаяся с северных морей, отдавала предпочтение плавучим льдам.

Каждая из них легко справлялась с валунами, какими бы огромными они ни были. Чтобы выявить, какая из них правдивее, нужно было им помериться силами на других геологических объектах.

В 1821 году швейцарский инженер Венетц прочел доклад в обществе естествоиспытателей. Он рассказал о своих наблюдениях, сделанных в Альпах. Исследуя ледники, спускающиеся в долины, он обратил внимание на кучи песка и валунов, которые громоздили перед собой ледниковые языки. Когда под действием тепла ледники начинали сокращаться в размерах, нагроможденные ими гряды оставались на прежнем месте, отмечая их былую границу.

Венетц обнаружил подобные гряды, расположенные поперек долин, далеко в предгорьях, куда современные ледники и близко не подходят. Следовательно, когда-то ранее альпийские ледники значительно превосходили нынешние.

Идеи Венетца стал развивать его ученик Шарпантье, а следом — геолог и палеонтолог Агассис.

Земляные гряды, образующиеся по окраине ледника, называли, в отличие от донной морены, моренами движения, или конечными моренами.

«Всякая морена,— утверждал Агассис,— отпечаток отодвигающейся пяты ледника. Где бы нам ни встретилась одна из старинных полукруглых насыпей необычайной величины, мы можем быть уверены, что здесь жар и холод спорили о господстве».

Однако сторонники холодных морей не удовлетворялись такими объяснениями. Они указывали на длинные валы вдоль морских побережий. Здесь тоже предостаточно песка и разных обломков. Высокие береговые валы бывают и в долинах рек. При чем тут ледники?

В ответ приводились иные факты.

Еще в 1787 году Соссюр на склонах Альп обнаружил своеобразные каменные завитушки, похожие на застывшие волны. В лучах заходящего солнца они становились



Курчавые скалы («бараньи лбы») в Скандинавских горах.

розовыми, блестящими, словно локоны модных париков (франты для блеска смазывали свои парики бараньим жиром).

Ученый был молод. Не желая изобретать скучный латинский термин, он решил назвать курчавые скалы «бараньими лбами».

Мода на парики прошла. Однако в Альпах и Скандинавии множество скал по-прежнему сохраняют свою древнюю прическу. Кто же мог быть «парикмахером», сделавшим многовековую завивку скалам? Конечно, ледник. Недаром «бараньи лбы» встречаются в альпийских ледниковых долинах.

Что ж, отвечали поклонники айсбергов, высоко в горах ледники действительно полируют скалы. Но у подножий и в низинах то же самое делают воды прибоя, утяжеленные камнями, илом и песком, поднятыми со дна. Они разрушают и обтачивают крепчайшие утесы. Ведь каменные завитушки и сами напоминают волны.

Позвольте, возражали энтузиасты ледников, а чем можно объяснить глубокие борозды и царапины на скалах? В американском штате Огайо описаны желоба и борозды длиной полтора километра. Множество борозд протянулось вниз по склонам Альп и Скандинавских гор. Царапины обычно параллельны и направлены так, как мог бы вычертить только ледник.

Однако и этот довод не был неотразимым. Известно же, что по берегам рек, озер и морей царапать скалы

могут камни, принесенные прибоем или течением. А если учесть действие плавучих льдов, то и вовсе никакой загадки не останется. Весной во время заторов льдины вторгаются на берега, срезая деревья и оставляя валы из гальки, ила, песка. Камни, вмержшие в лед, царапают скалы, шлифуют утесы. По берегам рек на скалах нередко увидишь желоба длиной в десятки метров и глубиной до десяти сантиметров.

Споры длились долгие годы, и не видно было им конца.

Конечно, спорщики редко встречались и выясняли отношения с глазу на глаз. Дискуссия велась чаще всего заочно. Некоторые ученые и не помышляли о ней. Они просто сообщали — устно или письменно — результаты своих наблюдений. Наблюдая один и тот же район, описывая одни и те же геологические образования, ученые высказывали разные мнения об их происхождении.

СКЕПТИКИ

Имелась еще одна группа исследователей, смотревших на разгорающиеся споры с усмешкой. Один из них, Г. Гетчинсон, заметил: «Создалось нечто вроде избранного научного культа льда, целая новая религия».

И впрямь, некоторые из ученых придавали льдам не только огромное значение на Земле, но и в космосе. Высказывались мнения, что глыбы льда блуждают в межзвездном пространстве, что из них состоит Луна.

В чем отличие науки от религии? Одно из главных: наука старается ничему не верить, во всем сомневаться и для любой, казалось бы самой очевидной, истины имеет убедительные доказательства.

Религия, напротив, почти все принимает на веру. «Так велел бог». Или: «Так нас учит пророк». Или: «Так написано в наших священных книгах». Этого вполне достаточно.

Для ученого такие рассуждения, ссылки на авторитет святых книг или святых людей не должны иметь никакого значения. Главное — доказательства.

Так должно быть. Но так бывает не всегда. Когда какую-нибудь идею признают многие специалисты и среди них — почтенные, великие ученые, такая идея на-

чинает казаться абсолютно верной, полностью доказанной, несомненной. Она становится авторитетной. И большинство признает ее, даже не удосуживаясь вникнуть в подробности или предположить что-либо иное. Идею принимают на веру.

Что случается дальше? Ничего хорошего — для научной идеи.

Наука — это непрерывный поток мысли. Она постоянно обновляется. Обновление — это жизнь.

Религия — напротив, утверждает только истины — неизменные и вечные, как гранитные монументы. За сотни, даже за тысячи лет они могут сохраниться почти как новенькие. Вера оберегает их от изменений. От жизни!

Вот почему еще двести лет назад философ и биолог Жан Ламарк пришел к выводу: «Пожалуй, лучше, чтоб вновь открытая истина была обречена на долгую борьбу, не встречая заслуженного внимания, чем чтобы любое порождение человеческой фантазии встречало обеспеченный благосклонный прием».

Сомнения — верный спутник науки.

Однако сомневаться можно по-разному. Некоторые ученые стали просто-напросто ругать сторонников ледниковой гипотезы. Один из них писал так: «Скандинавский ледяной покров... — изобретение господина Кролля, который, будучи одарен блестящим воображением, сидя в покойном кресле, ввел в заблуждение трезвую науку». Еще резче высказался Г. Гетчинсон: «Они, по-видимому, отреклись от способности рассуждать, всецело положившись на пылкое воображение».

С такими словами трудно согласиться. Прежде чем были высказаны ледниковые гипотезы, ученые совершили немало трудных экскурсий, экспедиций, путешествий по горам, равнинам, ледникам, океанам и морям. И очень хорошо, что они не только наблюдали, но и воображали, не только тщательно описывали, но и пытались находить ответы на бесконечные загадки природы.

Фантазия и вдохновение необходимы настоящему ученому не меньше, чем поэту. Мысль наша незримо пронизывает всю Вселенную, проникает в атомы и раскрывает перед нами окружающий мир в его необычайной красоте и вечном многообразии.

Это великое достоинство науки оценили ученые дав-

но. Говоря о нем, даже хладнокровный и рассудительный Чарлз Лайель переходил на язык поэзии:

«Хотя мы только срочные жильцы на поверхности этой планеты, прикованные к одной точке в пространстве, существующие одно мгновение во времени, но ум человеческий в состоянии не только исчислить миры, рассеянные за пределами нашего слабого зрения, но даже проследить события бесчисленных веков, предшествующих созданию человека, проникнуть в сокровенные тайники океана, подобно тому духу, который, по словам поэта, оживляет Вселенную».

ГИПОТЕЗА ЛЕДНИКОВОЙ ЭПОХИ

Новые научные идеи обычно побеждают не в грохоте битв, не после неотразимых логических ударов, а спокойно, неприметно. Противники непривычных идей стареют и умирают. Новые поколения ученых воспринимают эти идеи без раздражения, как нечто само собой разумеющееся.

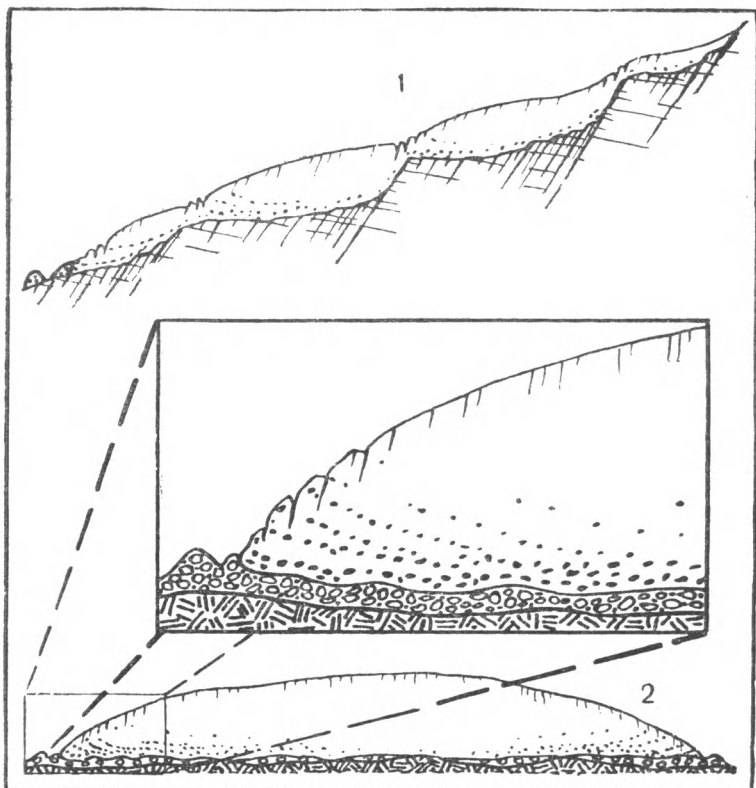
В середине прошлого века так случилось с ледниковой гипотезой. Сторонников устаревших представлений о всемирном потопе, господствовавших в XVIII веке, становилось все меньше и меньше. С ними сдавали свои позиции и энтузиасты плавающих льдов. И понятно: коли уж были большие ледники (а с этим соглашались почти все геологи), но не было необычайно обширных морей, то значит, льды двигались не по морю, а по суше.

Сильный удар по гипотезе плавающих льдов нанесли Лайель и Дарвин, бывшие ее сторонники. Сопоставляя различные сведения и наблюдая в Альпах действующие ледники (это сделал Лайель), они, хотя и с оговорками, признали верность гипотезы великих ледников.

В своем дневнике Чарлз Дарвин описал прогулки, которые совершал под руководством профессора Седжвика.

Они рассматривали холмы и долины, собирали образцы горных пород.

«Ни один из нас,— вспоминал Дарвин,— не заметил следов замечательных ледниковых явлений, окружавших нас со всех сторон: мы не заметили ни отчетливых шрамов на скалах, ни нагромождения валунов, ни боковых



Горный ледник, выпахивающий гигантские котловины — кары (1), и равнинный ледник (2), растекающийся под собственной тяжестью; в подошве и по краям ледника — морены.

и конечных морен... Дом, сгоревший после пожара, не расскажет о том, что с ним произошло, более ясно, чем эта долина. Если бы она все еще была заполнена ледником, эти явления были бы выражены менее отчетливо, чем теперь».

Лайель и Дарвин, сумевшие преодолеть свои прежние воззрения, показали тем самым, что они любят истину больше, чем свое личное мнение, и стремятся познать природу, а не доказывать всеми силами собственную правоту...

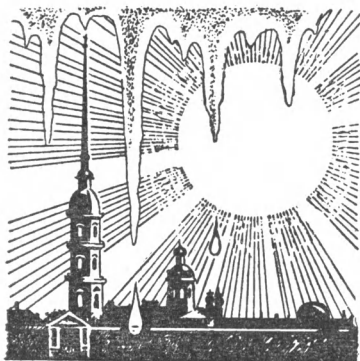
Чарлз Лайель писал: «Гипотеза погружения Швейцарии под уровень моря и перенесение льдинами морен и эрратических камней от Альп к Юре, бывшей в то время островом, как полагал прежде и я, была опровергнута тщательным изучением современного распределения разнесенного материала. Это распределение, как к северу, так и к югу от главной цепи... заставляет убедиться, что камни были перенесены в их настоящее местонахождение гигантскими ледниками, спускавшимися по существующим долинам в то время, когда все большие озера были выполнены льдом, или, иначе говоря, составили часть этих ледников. Совершенное отсутствие морских раковин в ледниковом наносе Швейцарии и Альп подтверждает эту теорию...»

Лайель писал даже о «ледяной эпохе», признавая недавнее сильное похолодание на Земле и широкое развитие ледников. Правда, он придавал большое значение плавучим льдам, а для Скандинавии, России, Северной Америки доказывал их опускание ниже уровня моря и последующее всплывание, не признавая широкое развитие ледников на этих территориях.

Наступление ледниковой гипотезы шло, как говорится, по всему фронту. В результате кое в чем эта гипотеза зашла непозволительно далеко.

Жан Агассис в солидном сочинении «Исследования о ледниках» перешел от альпийских вершин к обобщениям глобальным: «Земля покрылась ледяной корой, простиравшейся от Северного полюса на большую часть Северного полушария». И считал это великое оледенение планеты внезапным, в духе Кювье.

Так появилась мысль не просто об огромных ледниках, но о необычайной ледниковой эпохе, на протяжении которой во всей Европе и в северной половине Азии господствовали снег, лед и морозы. По поводу подобных идей Вильгельм Бельше писал: «Картина ледникового покрова... настолько чудовищна, что фантазия едва способна за ней следовать... Мы вынуждены представить себе такую массу льда, что на первый взгляд становится страшным даже за саму теорию».



*Так связан, съединен от века
Союзом кровного родства
Разумный гений человека
С творящей силой естества...*

ФЕДОР ТЮТЧЕВ

ЛЕДНИК И КАЗЕМАТ

21 марта 1874 года в Петербурге на общем собрании Географического общества был заслушан доклад князя Петра Кропоткина. Кропоткин познакомил присутствующих с результатами своих исследований в Финляндии, приведших его к выводу, что валуны, рассеянные на полях Средней и Северной России, принесены древними ледниками. Отрицалось доселе общепринятое мнение о существовании в недавнем прошлом на месте Русской равнины холодного моря, по которому плавающими льдинами разносились финляндские валуны. Речь шла о недавнем ледниковом периоде геологической истории Земли.

Тридцатидвухлетний князь — с окладистой темной бородой, широким лысоватым лбом и блестящими глазами — был заметно взволнован.

Длительные оживленные прения не прояснили разбираемый вопрос. Трудно было вообразить столь непомерно обширные ледники — на тысячи квадратных верст.

Но и оспорить доводы докладчика было затруднительно.

Подвел итог заседания знаменитый геолог Барбот де Марни: «Был ли ледниковый покров или нет, но мы должны сознаться, господа, что все, что мы говорили о действиях плавающих льдин, в действительности не подтверждается никакими исследованиями».

Новые непривычные идеи редко встречают благосклонный прием. Тем очевиднее был успех Кропоткина, заставившего авторитетных российских геологов усомниться в гипотезе плавучих льдин. Молодому князю было предложено место председателя отделения физической географии.

Он отказался от почетного поста. После заседания поспешил домой, сославшись на усталость (действительно, он выглядел очень утомленным). Дома велел слуге затопить печь, хотя все печи были топлены с утра и хорошо прогрели помещения.

В своей комнате он принялся доставать из письменного стола, с книжных полок, из саквояжа множество бумаг, спешно проглядывать их, сортировать и кидать в печку целыми ворохами. Эту работу он продолжил и на следующий день. В сумерках, наспех собравшись, хотел было уйти, когда горничная шепнула: «Вы б лучше вышли по черной лестнице». Он так и поступил.

Возле ворот стоял извозчик. Оглянувшись, князь вскочил на дрожки и приказал ехать на Невский. На Невском проспекте около здания Думы пролетка была задержана. Агент Третьего отделения при содействии двух полицейских арестовал Петра Кропоткина и препроводил его к прокурору.

Допрос начался в четыре часа утра.

— Вы обвиняетесь,— торжественно произнес прокурор,— в принадлежности к тайному сообществу, имеющему цель ниспровергнуть существующую форму правления.

Князь Петр Кропоткин, потомок Рюриковичей, был революционером-анархистом. На допросе он отказался давать какие-либо показания и был заключен в Петропавловскую крепость.

Тяжелая тишина каменного каземата. Маленькое оконце под потолком, забранное решеткой. Койка, табурет.

Десять шагов из угла в угол. Пройти полтораста раз — верста. Каждый день: две версты утром, две перед обедом, две после обеда и одна перед сном. Повороты — медленные, чтобы голова не закружилась. Дважды в день — гимнастика с тяжелой табуреткой.

Будучи на свободе, князь время от времени переодевался в простонародные одежды и, называясь Бородиным, вел долгие беседы с ремесленниками, ткачами, крестьянами. Он отказывался от должностей в Географическом обществе, памятуя о революционной работе.

А в заточении мысли его занимал неоконченный научный труд.

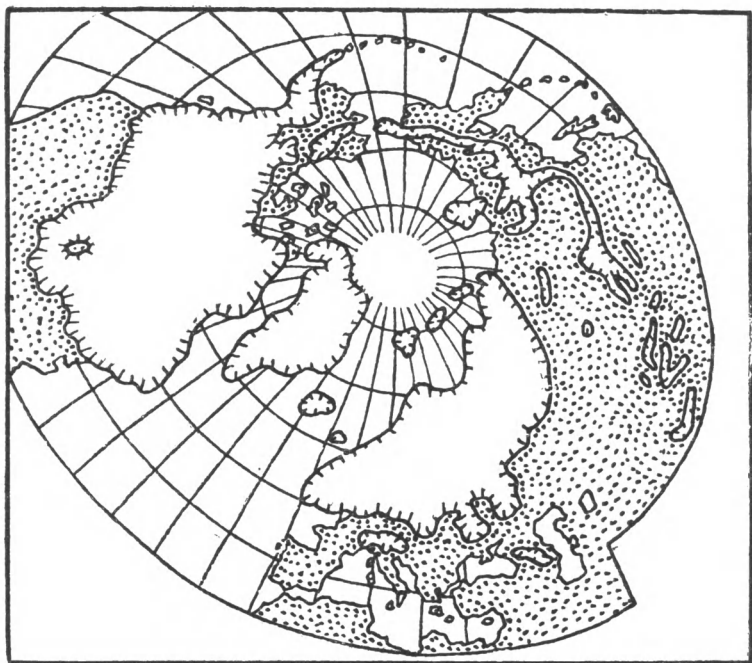
В записке к докладу он изложил основы ледниковой теории. Теперь необходимо было написать отчет об исследованиях в Финляндии с детальным обоснованием своих идей.

В Петропавловской крепости заключенным могли быть предоставлены перо и бумага лишь по личному разрешению царя. Брат Петра Кропоткина, Александр, добился такого разрешения с помощью Академии наук.

«Я согласился бы жить всю жизнь на хлебе и воде, в самом сыром подвале, — признавался Кропоткин, — только бы иметь возможность работать».

Отчет разрастался в два больших тома. Вновь переживал Кропоткин месяцы, проведенные в глухой, нищей окраине России. Именно там странным образом переплетались его крамольные научные мысли с крамольными политическими.

«Наука — великое дело, — писал он позже. — Я знал радости, доставляемые ею, и ценил их, быть может, даже больше, чем многие мои собратья... Когда я всматривался в холмы и озера Финляндии, у меня зарождались новые, величественные обобщения. Я видел, как в отдаленном прошлом, на заре человечества, в северных архипелагах, на Скандинавском полуострове и в Финляндии скоплялись льды. Они покрыли всю Северную Европу и медленно расползлись до ее центра. Жизнь тогда исчезла в этой части Северного полушария и, жалкая, неверная, отступала все дальше и дальше на юг перед мертвящим дыханием громадных ледяных масс. Несчастный, слабый, темный дикарь с великим трудом подерживал непрочное существование. Прошли многие тысячелетия, прежде чем началось таяние льдов...



Карта наибольшего оледенения Северного полушария.

Мне хотелось разработать теорию о ледниковом периоде, которая могла бы... открыть новые горизонты для геологии и физической географии.

Но какое право имел я на все эти высшие радости, когда вокруг меня гнетущая нищета и мучительная борьба за черствый кусок хлеба?

Все эти звонкие слова насчет прогресса, произносимые в то время, как сами делатели прогресса держатся в сторонке от народа, все эти громкие фразы... придумали, чтобы отделаться от разъедающего противоречия...»

Князь Петр Кропоткин не терпел противоречий слов и дела, творчества и жизни. На воле, занимаясь наукой, он вел революционную работу. Заточенный в тюрьму «за политику», он писал научный труд. И думал о побе-

ге, хотя знал, что узникам Петропавловской крепости никогда не удавалось бежать.

Днем в протопленном каземате было жарко, парило. Ночью по полу шел ток морозного воздуха. Становились влажными стены, простыни, тонкое одеяло, борода. Начиналась «зубная боль» в суставах — сказывался ревматизм, нажитый еще во время путешествий по неизведанным краям Сибири.

Кропоткин продолжал писать. Продолжал вышагивать тюремные версты и упражняться с табуреткой.

Был закончен первый том и передан брату для подготовки к печати. Второй том продвигался медленнее. Появились признаки цинги, постоянно болел желудок. Давала себя знать и утомительная умственная работа. Правда, из остальных заключенных, вовсе лишенных работы, некоторые умерли в крепости, а несколько человек сошли с ума.

Минуло два года. Кропоткина перевели в Дом предварительного заключения. Здесь в крохотной камере (четыре шага по диагонали) ему стало еще хуже. Он уже с трудом, отдыхая, мог подняться на второй этаж. «Не дожить тебе, сердешному, до осени», — вздохнул, на него глядя, солдат-часовой.

Должно быть, подобного мнения было и тюремное начальство. По просьбам родственников его перевели в тюремный госпиталь.

Силы больного стали восстанавливаться. Теперь не только рукопись владела его вниманием, но и подготовка к побегу. Работать над вторым томом отчета приходилось до поздней ночи. В тайных шифрованных записках на волю он предлагал и уточнял планы побега.

Наконец все было готово. Домик напротив тюрьмы сняли друзья. В назначенный день — 30 июня — из окон дома слышались звуки скрипки в то самое время, когда Петр Кропоткин был выведен конвоиром на прогулку. Это означало — путь свободен.

Сбросить тяжелый тюремный балахон — две секунды (тренировка!). Бежать! Впереди — двор и открытые ворота. Конвоир оторопел. «Лови его!» — закричали крепстьяне, привезшие во двор дрова.

Как трудно достичь ворот! Сзади нагоняет конвоир. Тычет вперед себя ружье со штыком. Сбоку наперерез бегут трое солдат. Ворота! На улице — пролетка. «Ско-

рее, скорее!» — кричит седок в военной фуражке, держа наготове револьвер.

Бросился в пролетку. Лошадь — призовой рысак — рванула и помчалась крупной рысью. «Держи его, лови!» — неслось вослед. Выстрелов не было.

Быстро набросил на плечи пальто, надел на голову цилиндр. Перед Невским проспектом два жандарма, стоящие у дверей трактира, отдали честь военной фуражке спутника Кропоткина.

Сменили экипаж. До вечера надо было где-то спрятаться. Сбрав бороду, Петр Кропоткин со своим спутником отправился в модный ресторан Донона. Уж тут-то не догадается охранка искать беглеца, которого, согласно приказу взбешенного царя, надлежало поймать во что бы то ни стало.

Позже Кропоткин укрывался в деревне под Петербургом. С паспортом одного из друзей он проехал Финляндию и переправился в Швецию. Оттуда отплыл в Англию.

Северное море бушевало. Кропоткин часами сидел у бушприта. Тяжелые волны наваливались на корабль и, словно вспоротые форштевнем, рассыпались, обдавая сидящего брызгами. Холодно, пасмурно, сыро... И — кипение пены, взрывы ветра, беспечная удадь стихий. Свобода!

ОДИН ИЗ ПЕРВЫХ

Необычайна судьба «Исследования о ледниковом периоде» Петра Алексеевича Кропоткина. Автора этого превосходного научного труда — человека всесторонне одаренного, гениального — следовало бы считать творцом ледниковой теории. Но...

В науке редкие открытия делаются одиночками. Связь ископаемых остатков животных с определенными слоями горных пород независимо открыли англичанин Вильям Смит и француз Жорж Кювье. Теория естественного отбора была одновременно изложена Чарлзом Дарвином и Альфредом Уоллесом. Даже теория относительности Эйнштейна, наделавшая переполох в науке нашего века, выдвигалась физиком и философом Анри Пуанкаре и опиралась на работы прошлого века — Лобачевского, Лоренца, Максвелла и других.

Научные теории вырастают подобно кристаллам в насыщенном растворе. Пока раствор далек от насыщения, кристаллики, попадая в него, растворяются (так в науке не находят отклика преждевременные идеи). Когда раствор созреет, даже мельчайшая частица начинает кристаллизацию. В благоприятной среде кристаллы непременно появятся, как правило, одновременно в разных точках раствора.

Как же создавалась «благоприятная среда» для ледниковой теории?

Ученые, изучавшие современные альпийские ледники, узнали, что ледниками создаются песчаные валы, скопления валунов. Подобные образования, а также ледниковые царапины, борозды и выбоины встречались и в тех альпийских долинах, где сейчас нет ледников. Значит, ледники там были прежде.

Однако выводы эти касались лишь одного из районов Европы. И даже подобные результаты исследований в Скандинавии и Шотландии еще ничего не говорили о судьбе всего Северного полушария, об особой ледниковой эпохе.

Правда, В. М. Севергин еще в 1815 году высказал мысль о том, что ледники стекали на Русскую равнину со Скандинавских гор. Но эта идея оставалась просто догадкой. Ее можно считать научной гипотезой, которая не противоречит известным фактам, но и не имеет убедительных доказательств.

В 1833 году были опубликованы три тома «Основ геологии»; в русском переводе (1866 года) полное название звучало так: «Основные начала геологии, или Новейшие изменения Земли и ее обитателей Чарлза Лайеля». Обычно с выхода этой знаменательной книги и начинают историю современной геологии. В своем сочинении Чарлз Лайель свел воедино почти все сведения о жизни Земли, накопленные к тому времени. Он выделил специальную главу: «Перенесение твердого вещества льдами», не оставив без внимания геологическую деятельность ледников. «Ибо когда камни, крепко сидящие во льду,— писал Лайель,— двигаются вместе с ним по прямому направлению и под сильным давлением, тогда они прорезывают длинные прямоугольные борозды или канавки, параллельные между собою. Присутствие таких знаков в разных местах, лежащих гораздо выше поверх-

ности существующих ледников и находящихся в нескольких милях ниже их настоящих оконечностей, представляет геологическое доказательство, что в прежнее время в Швейцарии и в других странах льды распространялись гораздо далее своих настоящих пределов».

И все-таки плавающие льды, по мнению Лайеля, совершают более значительную геологическую работу, чем ледники.

«Нас могут спросить,— писал Лайель о валунах,— каким образом первоначально оторвались эти каменные глыбы? На это мы ответим, что одни из них упали с обрывистых утесов, другие приподнялись с морского дна, примерзнув своими вершинами ко льду, между тем как некоторые сплавлены реками и глетчерами».

Ученый не предавался досужим выдумкам, а опирался на твердо установленные к тому времени факты.

Научная теория — это результат обобщения фактов, нахождение закономерностей природных процессов. С помощью научной теории не только познается природа, но и представляется возможность предугадывать те или иные новые факты. Например, с тех пор как астрономы познали ход небесных светил, стало возможным предсказывать даты восхода и захода Луны, солнечные затмения и многое другое.

Выводы Лайеля о геологической деятельности плавающих льдов можно было бы считать научной теорией. Вот только как относительно прогнозов?

Из гипотезы Лайеля следовало, что пути разноса валунов должны быть причудливыми, отражающими дрейф айсбергов. Скопления валунов должны уменьшаться по мере удаления от морских берегов и речных долин. Отложения плавающих льдов (песок, гравий, ил) не могли иметь широкого распространения, отлагаясь только в виде отдельных линз в тех местах, где стаивали айсберги. На равнинах, которые некогда затапливались холодными морями (в Европе, России, Северной Америке), следовало бы откапывать на небольшой глубине остатки морских животных и растений.

Подтвердили новые факты эти предположения?

Петр Кропоткин еще во время своей сибирской экспедиции в 1865 году писал в письме брату: «Вот так гольцы довелось посмотреть!.. На них для меня ясны следы ледников. Большие плоскости, совершенно глад-

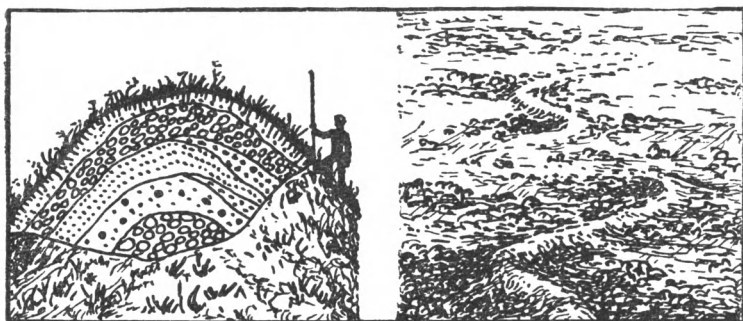
кие, и борозды — некоторые указания на бывшие здесь когда-то ледники. Материалов для обоснования ледниковой гипотезы накапливается много — преимущественно геологических».

Чуть позже, в 1868 году, Кропоткин опубликовал предварительный отчет о своей экспедиции, где была специальная глава: «Ледниковый период в Сибири». Ученый сделал вывод: «Сибирь не избежала того фазиса в жизни Северного полушария нашей планеты, которого обильные следы мы видели в Европе и Северной Америке».

Дальнейшие географические исследования Кропоткина едва не пошли в другом направлении. Он составил проект экспедиции для исследования русских северных морей, где, обобщив имеющиеся сведения о морских течениях, ледяных заторах и выносимых льдами камнях, сделал вывод о существовании неведомого острова северо-восточнее Шпицбергена и северо-западнее Новой Земли. Министерство финансов Российской империи не ассигновало необходимых для экспедиции тридцати — сорока тысяч рублей. (Через два года научное предсказание П. А. Кропоткина блестяще оправдалось: австрийская экспедиция открыла новый остров, назвав его Землей Франца-Иосифа.)

Вместо полярного путешествия Кропоткину была предложена командировка в Финляндию и Швецию. Поездка состоялась летом 1871 года. Тогда-то окончательно сформировалась в уме Кропоткина теория ледникового периода. В отчете об этой поездке Петр Кропоткин первую часть посвятил ледниковым наносам Финляндии и Швеции. Он подробно описал озы — длинные песчаные гряды, валуны, «бараньи лбы» и округленные вершины, группы озер, осадки с обломками горных пород, нагромождения песков и глин с валунами. Кропоткин убедительно показал, что все эти образования свидетельствуют о деятельности ледника, и особо отметил те явления, которые связаны с геологической работой рек, морских прибоев и плавающих льдов.

Во второй части отчета Кропоткин привел множество дополнительных фактов о следах великих ледников в Западной России, Сибири, Северной Америке, Скандинавии, Центральной Европе. Кропоткин также обращал внимание на действие других геологических агентов: те-



Крупный оз на равнине в Северной Америке (справа) и разрез вершины оза в Норвегии.

кучих вод, речных льдов и других. И доказывал своеобразие ледниковых образований.

Особо выделена проблема движения материковых льдов, с привлечением данных физики о пластических свойствах льда. И наконец, Кропоткин объясняет образование всех известных ледниковых форм (озов, морен, изборожденных скал и т. д.) и дает обзор гипотез ледникового периода.

Таким образом, русский ученый всесторонне, на основе данных геоморфологических (о формах рельефа) и литологических (о характере отложений) обосновал гипотезу ледникового периода.

И все-таки правильнее, пожалуй, считать П. А. Кропоткина одним из основателей ледниковой теории, а не первооткрывателем ее.

Первый том работы Кропоткина о ледниковом периоде увидел свет в 1876 году, а второй, задержанный жандармерией, лишь в 1895 году. К тому времени ледниковая теория уверенно входила в геологию. В Шотландии была опубликована книга Джона Гейки «Великий ледниковый период». Там говорилось: «В течение последних 200 000 лет вся Северная Европа и Северная Америка исчезли под толстым покровом льда и снега». И уточнялось, что длительность этой катастрофы не сравнима с нашими обыденными понятиями внезапности. «Ледниковое время иным ученым представлялось как

ряд диких катаклизмов и конвульсий, в действительно-сти — результат долгих изменений...»

В те же годы вышла в свет еще одна фундаментальная монография, посвященная великим ледникам. Написал ее шведский ученый Отто Торелль, который первым детально изучил не только следы древних оледенений Северной Европы, но и современные ледники Альп и острова Шпицбергена. Подобный сравнительный метод исследований придавал его выводам особую убедительность. И сейчас этот метод остается очень актуальным. Как ни странно, до сих пор не много имеется ученых, которые одинаково бы детально наблюдали и поведение существующих мощных ледниковых покровов и результаты их деятельности.

Итак, у ледниковой теории оказалось сразу три первооткрывателя: Кропоткин, Гейки, Торелль.

Кропоткин сам не пожелал всецело заняться наукой. Он был великим человеком, борцом за справедливость, а не только великим мыслителем. На скудных полях Финляндии (в ту пору отсталого задворья царской России) научные размышления Кропоткина перемежались с мыслями о том, как сделать этот край благодатным, как помочь его обитателям. И даже счастье научного творчества не избавляло Кропоткина от мыслей о людях, лишенных этой радости:

«Из дикого смещения фактов, из-за тумана догадок, опровергаемых, едва лишь они успеют зародиться, возникает величественная картина, подобно альпийской цепи, выступающей во всем своем великолепии из-за скрывающих ее облаков и сверкающей на солнце во всей простоте и многообразии, во всем величии и красоте. А когда обобщение подвергается проверке... одни факты оттеняют некоторые характерные черты, другие раскрывают неожиданные подробности, полные глубокого значения. Обобщение крепнет и расширяется, а дальше сквозь туманную дымку, окутывавшую горизонт, глаз открывает очертания новых и еще более широких обобщений. Кто испытал раз в жизни восторг научного творчества, не забудет этого блаженного мгновения. Он будет ждать повторения. Ему досадно будет, что подобное счастье выпадает на долю немногих, тогда как оно всем могло быть доступно в той или другой мере, если бы знание и досуг были достоянием всех».

ВСЯКОЙ НАУКЕ — СВОЕ ВРЕМЯ

Геология немыслима без исчислений многих миллионов лет истории Земли. За это время необычайно изменяются все предметы и силы, действующие на планете. Скалы тают, словно облака, ледники текут, подобно быстрым рекам, морские побережья опускаются в воду и выныривают, как купальщики на мели, леса и луга, озера и горы блуждают по земной поверхности, живые существа проносятся, как пылинки в урагане...

Геология — наука историческая. Она изучает природные процессы в их течении, во времени. А геологическое время очень отличается от привычных нам отрезков жизни. Представить его и понять — дело чрезвычайно трудное.

Теория Дарвина о происхождении видов путем естественного отбора появилась через полвека после работ Кювье. Но ведь Кювье основательно постиг тайны устройства живых существ. Он был великим палеонтологом, изучил множество вымерших видов, а об их эволюции и связи с современными животными ничего толком не сказал, потому что не имел представления о необычайной длительности геологической истории Земли.

После Кювье был Лайель. Он обосновал понятие «геологического времени». И отметил: «Постепенное зарождение новых видов составляет прочное звено в эволюции земной системы». Без этих геологических идей немыслима теория Дарвина.

А ледниковая теория не могла появиться, пока география и геология окончательно не вышли из младенческой поры.

Говорить о ледниковом периоде можно было лишь тогда, когда выяснились, хотя бы в общих чертах, климаты других геологических периодов. То есть возникла наука о климатах прошлого — палеоклиматология.

Крупный геолог конца XVIII века Джеймс Гюттон говорил: «Развалины древнейшего мира видны в настоящем строении нашей планеты». Современный рельеф Земли: долины, гряды, холмы — все несет на себе печать прошлого. Происхождение различных форм рельефа изучает геоморфология. Главным образом на нее опирался Кропоткин, создавая ледниковую теорию.

Наука гляциология изучает современные льды и лед-



Подледная река — из горного ледника на Памире.

ники. Не понимая современности, вряд ли мыслимо постичь прошлое.

Исследования альпийских ледников послужили основанием для первых гипотез о великом оледенении. Еще более укрепились эти идеи после знакомства ученых с Гренландским ледяным щитом. Это уже был не горный ледник, а материковый, покрывающий весь гигантский остров со всеми его холмами, долинами и равнинами. В конце прошлого века геологи пришли к мнению, что Гренландия является не только подобием древних ледниковых покровов Северной Америки и Европы, но и остается пережитком ледниковой эпохи.

На современных глетчерах ученые изучали ледниковые отложения. Географ Креднер в конце прошлого века проник в недра Пастерцкого ледника (Альпы) по подледным гrotам и галереям. Ему удалось описать донную морену в естественном залегании, в процессе ее накопления: «...У сводов ледяной пещеры, между льдом и коренной породой, отлагается настоящая поддонная морена в ее первобытном виде. Она состоит из нежной, а при достаточном количестве воды кашеобразной серой глины, к которой примешаны... мельчайшие зернышки и осколки; кроме того, она переполнена более или менее крупными, угловатыми или округленными, а подчас и исцарапанными валунами, из которых самые значительные плотно втиснуты между льдом и ложем ледника. Описанная поддонная морена, даже в таком размяг-

ченном виде, приближается по своему строению к валунной глинѣ Северной Германии; взятые же мною образцы ее после высушки почти нельзя было отличить от более светлой разности последней».

Кроме географических наблюдений, требовалось геологам умение проникать в геологическое прошлое, восстанавливать его. А для этого необходимы часы. Геологическими часами могут служить, например, остатки живых существ. Виды животных и растений появлялись и вымирали за долгую историю Земли в строгой последовательности. Многие виды жили только в определенный отрезок геологического времени. По ним и можно составить геологический календарь. Этим занимается палеонтология.

Наши предки, ископаемые человекоподобные существа (антропоиды), жили и вымирали закономерно. Они связаны были с переменами в окружающей среде и, в частности, с историей великих ледников. Значит, к нашему перечню добавляются антропология и археология...

Проблемам геологического времени (точнее, поискам и исследованиям «геологических часов») посвящена специальная наука — геохронология.

Нам еще предстоит встреча с науками, так или иначе вошедшими в четвертичную геологию. Некоторые из них в прошлом веке оказали существенное влияние на развитие ледниковой теории. О них и пойдет сейчас речь.

ИСКОПАЕМЫЙ КЛИМАТ

С идеи о ледниковой эпохе началось изучение климатов прошлого, палеоклиматология.

До этого считалось, что Земля была некогда раскалена (капелька Солнца) и до сей поры постепенно охлаждается. Призрак великих оледенений маячил в будущем.

Находки в умеренном поясе ископаемых остатков тропических животных и коралловых рифов подтверждали мнение о непрерывном с тех пор похолодании.

Ледниковая гипотеза предполагала, что сравнительно недавно во многих районах Земли было значительно холоднее, чем ныне. В геологической истории климат

колебался от теплого к холодному и вновь к теплomu. Об этом почти стихами сказал в 1837 году ботаник Шимпер: «В прошедшие времена, когда господствовала стужа, высокие, как горы, древние льды загромаждали даже южные страны, выравнивая и затопляя вершины, подобно морям». Он же считал, что изменения климата в геологическом прошлом вызывали на Земле то расцвет, то некоторое подавление растительности. Этот ученый едва ли не первым связал воедино историю ледников и живых существ.

Но самое удивительное началось несколько позже. В 1855 году английский геолог Рамсей сообщил, что им обнаружены следы ледников в отложениях пермского периода, отдаленного от четвертичного огромным промежутокм времени.

Год спустя другой англичанин, Блэндфорд, сообщил, что в Индии имеются очень древние окаменевшие морены.

Позже выяснилось, что первое сообщение было ошибочным. Второе оказалось совершенно верным. Оно привело к открытию величайших древних ледников. Для ископаемых донных морен придумали особое название — тиллиты.

К началу нашего века было окончательно установлено, что ледниковые эпохи не раз случались в истории Земли. Остатки морен были опознаны даже в отложениях древнейшей архейской эры Северной Америки и Южной Африки.

Следы оледенения Индии относятся к отложениям пермского и каменноугольного периодов. К тому же времени приурочены и тиллиты Южной Африки, мощность которых достигает трех-четырех сотен метров. Скальные породы, лежащие ниже окаменевших морен, исштрихованы ледниковыми шрамами. По направлению шрамов удалось составить карты путей движения древних ледниковых потоков.

И в Австралии, и в Бразилии тоже нашли доказательства пермо-каменноугольного оледенения. Пожалуй, это оледенение было крупнейшим в истории Земли. Оно распространялось на области, лежащие сейчас в теплых краях, охватывая предполагаемый великий древний материк — Гондвану.

Ледниковые отложения являются надежными пока-

зателями холодного климата. А если найдены залежи солей, то предполагается, что они выпарились в сухом и жарком климате. Угольные пласты свидетельствуют о климате теплом и влажном. Коралловые рифы указывают на теплое море и небольшие глубины (в других условиях кораллы не живут).

А современные климатические пояса? Разве непременно требуется определять температуру воздуха для того, чтобы понять, что в тундре холодно? Или надо замерять количество выпадаемых осадков, чтобы убедиться, что в пустыне сухо, а в тропиках влажно?

Имеется прекрасный инструмент для определения климата страны без помощи техники. Это — растения.

Тундра, хвойный бор, смешанный лес, широколиственный лес, растительность степей и пустынь, тропический лес... Распространение их зависит от многих причин. От глубины залегания подземных вод. От подстилающих горных пород и вулканов. Даже от животных, обитающих в этих краях, и, уж конечно, от человека. Но главное — климат.

В земных слоях сохраняются остатки древесины, отпечатки листьев и цветков — словно тонкие гравюры на каменных плитах; окаменевшие шишки и семена. По ним удастся воссоздать облик растений, восстановить характер растительности. А уж там можно судить и о климатических условиях прошлого.

Во второй половине прошлого века изучение ископаемых растений — а точнее, растительности, растительных сообществ — привело к немалым неожиданностям.

Швейцарский ботаник Освальд Геер тщательно изучил флору Арктики третичного периода, предшествовавшего четвертичному. Оказалось, что на нынешних пустынных островах, стывших в Ледовитом океане, произрастали леса. Значит, Северный океан не был Ледовитым, а климат этих мест был умеренно-прохладным. Северная граница пальм достигала Англии и даже Аляски.

Геер «измерил» температуру воздуха в третичной Арктике. Выходило, что для лесов того времени необходима была среднегодовая температура не ниже шести или девяти градусов по Цельсию.

Третичные угли добывают сейчас на острове Шпицберген, на Чукотке и Аляске. Деревья, впитавшие в свою

плоть солнечные лучи, прошли путь подземных превращений и возвращаются к нам, даря свет и солнечное тепло третичного времени. Прежний теплый климат помогает бороться с нынешними холодами.

Однако не всегда отыщешь «ископаемые приборы», по которым можно «измерять» температуру и влажность воздуха в прошлом. Даже отыскав их, нельзя еще быть уверенным в безошибочном определении былых природных условий.

Морены и тиллиты — свидетели оледенений — имеют немало двойников. В горах покров выветренных пород и обломков, сползающий в долины, внешне может напоминать морену. На морских побережьях тоже встречаются сходные образования. По крутым склонам морского дна проносятся порой грязевые потоки, несущие валуны. Нечто подобное происходит в ущельях.

Остатки растений и животных могут переноситься текучими водами на огромные расстояния. Еще дальше улетает пыльца деревьев. К тому же живые существа умеют приспосабливаться к различным условиям.

Вот почему сама по себе палеоклиматология остается очень туманной наукой до тех пор, пока не становится частью более обширной палеогеографии.

География исследует поверхность земли, взаимосвязь климата, рельефа, вод, почв, растений, животных. То же самое, но для отдаленных эпох изучает палеогеография. Она стремится во всей полноте восстановить природные условия прошлого.

Без малого сто лет назад геолог А. П. Карпинский написал «Очерк физико-географических условий Европейской России в минувшие геологические периоды». Он составил карты, где показал бывшее распространение морей, растительных и климатических зон.

Сейчас накоплено так много сведений о природе Земли в прошлые времена, что можно совершать мысленные путешествия по морям, лесам и степям, существовавшим давным-давно и бесследно исчезнувшим. Вот, например, как описал палеоклиматолог Брукс воображаемую экспедицию к Северному полюсу, совершенную в середине третичного периода, сорок — тридцать миллионов лет назад:

«Мы приближаемся к северному Полярному кругу, а мощное теплое течение все еще несет нас к северу. Ра-

стительность на побережьях по-прежнему остается пышной, но постепенно приобретает облик, свойственный более умеренной зоне. Облачность увеличивается, и постоянные дожди... заменяют грозовые ливни, характерные для Центральной Европы. Севернее семидесятого градуса северной широты, как правило, господствует сырая дождливая погода, ясная солнечная погода наблюдается лишь в виде исключения; густые леса, покрывающие восточное побережье океана, часто окутаны туманом. Преобладают западные ветры. Западные побережья океана, в особенности более внутренние области суши, лишены растительного покрова. Мы видим низкие холмы, зимой, вероятно, покрытые снегом; ледники, однако, отсутствуют. Наконец, мы достигаем полюса. Он располагается среди обширного бассейна, заполненного теплыми водами...»

Самое удивительное то, что это фантастическое описание очень правдиво.

Итак, палеоклиматологи установили: ледниковые периоды не раз бывали в истории Земли; разделяли их длительные теплые интервалы; ледяные шапки на полюсах, которыми ныне шеголяет Земля,— сравнительно редкое украшение; значительно чаще полюсы были теплыми и лишь зимние снега напоминали о великих холодах.

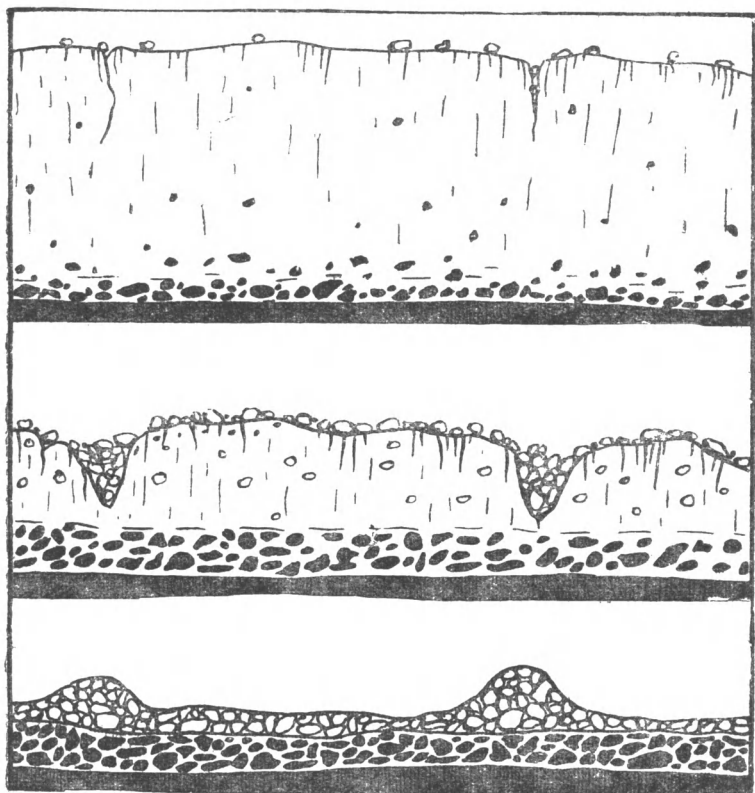
ВЫРАЗИТЕЛЬНАЯ ВНЕШНОСТЬ

Происхождение современного рельефа долгое время оставалось вне пристального внимания ученых. Географы описывали холмы, горы, низменности. Геологи углублялись в земные недра и геологическое прошлое. Как будто настоящее и прошлое существуют обособленно.

В действительности нельзя назвать нечто такое, у чего нет прошлого. Любая кочка, любая гора имеют свою историю. Древние камни и скалы словно выброшены к нашим ногам океаном времени.

Прошлое имеет смысл только тогда, когда оно сохранилось в настоящем. В сегодняшних пологих холмах мы находим следы былых гор, увенчанных ледяными коронами.

Одним словом, надо уметь разглядеть в настоящем



Так при таянии ледника накапливаются обломки подстилающих пород — донная морена (средний слой на нижнем рисунке), а содержащийся во льду и лежащий на леднике материал образует абляционную морену (верхний слой).

следы прошлого. Без такого умения геологическую теорию не построишь.

Холмы и горы растут столь медленно, и реки так неторопливо вытачивают свои долины, и низменности опускаются с такой ничтожной скоростью, что человеческому глазу уследить за этими событиями никак невозможно. О происхождении рельефа рассказывали много небылиц.

Одно из таких объяснений привел Паллас в своем «Путешествии...». Он обследовал Царев курган, расположенный в Жигулях, недалеко от нынешнего Куйбышевского моря.

«Сей холм,— писал Паллас,— бесспорно от прочих гор отделен рекой Соком и сделался круглым от наводнений; но для одного не порядка и конической его фигуры приписано ему по простой сказке другое и весьма удивительное происхождение... В старинные времена шло по сей стране многочисленное войско, предводитель которого для памяти великой своей силы велел каждому воину принести на сие место одну только полную шапку земли; отчего и произошла ныне находящаяся превеликая куча; но она, к опровержению сей небылицы, по большей части состоит из таких больших диких камней, которые ни в какую шапку не вместятся и никакой воин снести не сможет».

В народных преданиях бывал нередко глубокий, не сразу видимый смысл. Так, по одной сказке, холмы, долины и озерные котловины появились во время драки ангела с чертом.

Понимать это можно так, что боролись на поверхности земли две силы: «ангельская», «божественная» — созидаящая и «дьявольская» — разрушающая. В их борьбе и оформился нынешний рельеф.

В таком виде народная мудрость, наряженная в научные одежды, превращается из сказки в научную идею, предваряющую выводы геоморфологии.

На Земле трудно отыскать полностью неподвижное место. В одном районе идет опускание поверхности, море постепенно накатывается на сушу. В другом — происходит поднятие, которое за миллион лет может воздвигнуть высокие горы.

До сих пор остается неясным, что за силы движут земную твердь. Но они существуют и вполне могут сойти за «светлые силы созидания», какие бы там «духи подземелья» ни присоединялись к ним.

А на поверхности земли властвуют воздух, вода, ветер, солнце, мороз. Как только где-то начинает расти возвышенность, эти «мрачные силы разрушения» (и солнышко попадает сюда, да уж теперь что поделаешь!) принимаются крошить, царапать, дробить, разъедать ее. Крепчайшие скалы бессильны противостоять такому на-

пору и разрушаются рано или поздно, превращаясь в пыль, песок и глину. Пыль, песок и глина уносятся прочь и оседают в низинах.

Американский геоморфолог Дэвис в конце прошлого века решился применить к рельефу те эпитеты, которые мы привыкли относить к живым существам. Если на поверхности господствуют силы созидания, то рельеф находится в стадии роста, стадии юности. Позже рельеф резко расчленяется, выделяются горы, долины, ущелья, низменности. Это — стадия зрелости. Ее сейчас переживают Кавказские горы, Альпы и многие другие «растущие» горные страны.

Старость рельефа — это господство разрушительных сил. Они старательно сглаживают поверхность, придают округлость возвышенностям, плавность долинам и простор низменностям.

В дряхлом рельефе трудно обнаружить следы его молодости, роста и красоты: поверхность земли гладка, как лысина, и лишь пологие увалы, озерные котловины и невысокие валы сохраняют слабую память о былых временах.

Конечно, в действительности не так все толково разграничено. Природа богата на выдумки, и наше воображение не успевает за нею.

«Светлые силы созидания» подчас занимаются «уравниловкой», вздымая глубокие впадины и погружая возвышенности. А «темные силы разрушения» вычерчивают причудливые профили скал и украшают равнины холмами и долинами.

Если у человека молодость безвозвратно склоняется к старости, то у рельефа — иначе. Он не может быть только старым или только молодым. Он одновременно и молод и стар. Другими словами, если человек «со временем» стареет, то рельеф стареет «в пространстве», в какой-то своей части, тогда как в другой части он обязательно молодеет. У рельефа старость сопровождается молодостью.

Например, имеется старая равнина, которую стараются сгладить текущие воды и ветер. Однако пыль, глину и песок приносят они обычно издалека, с поднятий, которые сейчас размываются. Значит, беспокойная молодость этих понятий — спутник старости равнины.

Поверхность земли постоянно движется вверх или

вниз. Значит, одни районы «омолаживаются», а другие «стареют». То, что теряет бурная молодость, накапливает и сохраняет степенная старость.

Все это относится и к деятельности ледников. Вильям Дэвис находил много сходства между реками и ледниками, применяя свои принципы по отношению к рельефу, выработанному ледником. Он писал, что когда ледники молоды и еще только начинают течь под уклон, увеличиваясь в размерах, они не производят большой выпаживающей работы. Зрелые ледники напором льда и камнями, впившимися в их ледяную подошву, срезают землю, образуя широкие корытообразные долины. А древние ледники заполняют низменности и выработанные прежде долины. Они умирают при общем потеплении климата и при недостатке питания (на последнюю причину во времена Дэвиса обращали мало внимания).

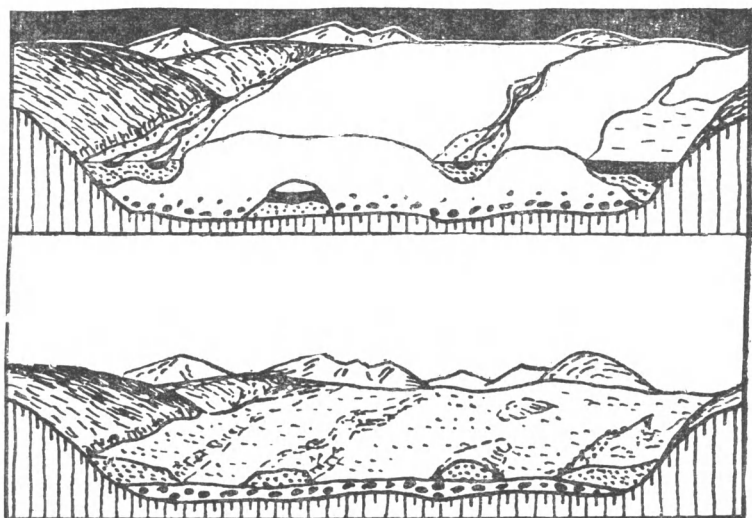
И с ледниками не так-то просто разобраться. Они сглаживают возвышенности и, стало быть, относятся к мрачным силам разрушения. Но они же образуют немало своеобразных форм рельефа.

В Карелии и Финляндии аквамариновые цепочки озер тянутся преимущественно с севера и северо-запада на юг и юго-восток. Будто некогда земля здесь была содрана гигантской теркой. Это — работа ледников.

В тех же направлениях змеятся длинные песчаные гряды, похожие на гигантские железнодорожные насыпи. Они сложены слоистыми грубыми песками. Это — озы. Они были детально описаны Кропоткиным и шведским ученым Хуммелем. Происхождение озов каждый из этих ученых представлял себе по-разному. Кропоткин считал, что нижняя часть ледника под огромным давлением сминается в складки и здесь накапливаются рыхлые пески. А Хуммель предполагал, что озы созданы ледниковыми водами, и, по-видимому, он оказался прав.

Из-под ледника там и сям вырываются потоки талых вод. Они пронизывают холодную плоть ледника, подобно сосудам, ветвящимся в живом теле. Это — подледные ручьи и реки. Они несут с собой песок, ил, камни, вымытые из льда, и откладывают все это в своих подледных руслах.

Подобные водотоки встречаются и на поверхности ледников. Здесь они выпиливают ледяные долины, подобно тому, как делают это реки в скалах, но только



Вверху — ледник в долине; видны надледная и подледная реки, ледниковое озеро и слой морены. После ледника остаются его отложения, заметно меняющие рельеф местности.

несравненно быстрее. Накапливают на своем пути рыхлые слои.

Когда ледник тает, русла надледных и подледных рек, заполненные осадками, остаются на поверхности земли. Это и есть озы.

А цепи холмов, перпендикулярные озам, — это конечные морены, накопленные перед фронтом льда. Порой они возвышаются на десятки метров и содержат в недрах своих всякую всячину — все, что содрал и сдвинул на своем пути ледник.

Выходит, ледники умеют громоздить возвышенности и углублять низины и потому могут считаться созидателями.

В горных странах, стекая с вершины, ледники вытаскивают «бараньи лбы», срезают и царапают скалы, выпаживают в них длинные и глубокие борозды, расширяют ущелья и долины. Особенно характерны царапины и борозды на скалах.

Каменные шрамы встречаются в изобилии по бортам долин и направлены вдоль склона. Порой они поднимаются на перевалы, пересекают плоские возвышенности, следуют изгибам гор.

«Все эти явления,— писал Кропоткин,— могут быть объяснены только при допущении, что бороздившие камни были заключены в такое твердое тело, которое, вместе с тем, было бы совершенно пластично — и сообразовалось бы в своих движениях со всеми неровностями своего ложа, подобно массе воды или другой жидкости, или полужидкости».

ТВЕРДАЯ ЖИДКОСТЬ

Странным на первый взгляд кажется предположение, что «твердое тело» вместе с тем и «совершенно пластично». Словно твердый камень сродни мягкому тесту.

Ну, а когда мы в своем воображении легко сдвигаем ледники с отлогих склонов или даже заставляем их течь в гору, когда мысленно видим растекание огромных масс льда под собственной тяжестью, разве мы не признаем за ледником пластичных свойств? Однако всем прекрасно известна хрупкость льда. При больших морозах лед становится еще тверже и еще более хрупким.

Выясняя этот вопрос, приходится вторгаться в обширные владения геофизики, изучающей физические свойства горных пород.

Еще в середине прошлого века было высказано предположение, что ледники перемещаются, подобно вязким телам — воску, смоле. Позже в глетчерном льду обнаружили множество кристаллов (речной лед подобен одному кристаллу, а фирновый — скоплению мелких и крупных кристаллов и обломков льда). Под давлением ледника силы сцепления между кристаллами и обломками льда нарушаются, ледяные частицы начинают перемещаться и скользить одна по другой.

Чтобы не теряться в догадках, ученые принялись изучать поведение льда на опытах.

Из льда выпиливали пластины и изгибали их при низких температурах. Пластины меняли форму и вновь возвращались в прежнее положение. Если давление на лед было невелико и изгиб проходил постепенно, непри-

метно глазу, никаких трещинок во льду нельзя было обнаружить. Удавалось даже скручивать ледяные пластины винтом.

Лед оказался очень податливым материалом. Только надо было воздействовать на него осторожно, медленно, постепенно. Поторопился — и он раскалывается на куски.

В ледяную массу (все опыты проводились на морозе) легко вдавливался тяжелый лом — сам по себе, словно тонул в пластичной глине.

Однако примерно в то же время, когда проводились эти опыты (середина прошлого века), известный исследователь ледников Кролль писал: «Ледниковая глина — гораздо более рыхлое вещество, чем лед, ее сопротивление сдвигу должно быть гораздо меньше, чем сопротивление льда; между тем громадные массы ледниковой глины будут лежать целые века на склоне горы, столь крутом, что едва решишься карабкаться на него, тогда как ледник будет сползать по долине, которой уклон едва заметен для глаз».

Казалось бы, логично и убедительно. На самом деле нет геологического взгляда на поведение ледников.

Струя воды, если резко ударить по ней, расколется, как сосулька. Жидкость в короткие интервалы времени ведет себя словно твердое тело. А любое твердое тело за геологическое время под напором внешних сил изменяет форму и способно растекаться, подобно жидкости.

Сравнительно недавно были открыты своеобразные жидкие кристаллы. А стекла, пластмассы, смолы стали называть твердыми жидкостями.

О том, что разница между жидкостью и твердым телом зависит от выбранного нами масштаба времени, интервала наблюдения, говорил и Кропоткин:

«...До сих пор постоянно еще ставится вопрос: какими особыми, специальными свойствами льда, то есть хрупкого, а следовательно — предполагалось — непластичного, негибкого тела можно объяснить себе пластичные изменения формы в больших ледяных массах... Я полагаю, однако, что давно пора окончательно изменить постановку вопроса; теперь речь должна идти уже не о ледниках и даже не о специальных свойствах льда: ибо кусок льда обладает той же гибкостью и пластичностью, как и кусок железа, стекла и воска; различие между ними — только в степени подвижности частиц, в числен-

ной величине коэффициента жидкости; речь должна, следовательно, идти о причине пластичности всех вообще твердых тел».

Приходится только удивляться, как много самых различных, порою очень глубоких идей высказывал Кропоткин!

Пластичность и текучесть твердых тел изучает сейчас специальная техническая наука — реология. А поведение горных пород в течение длительных интервалов геологического времени, не только за многие тысячи, но и за многие миллионы лет, до сих пор остается трудной, интересной и не выясненной окончательно проблемой.

ГЛЯЦИОЛОГИЯ

Коли уж речь у нас зашла о науках, которые помогли ученым составить представление о ледниковой эпохе, нельзя не упомянуть о гляциологии. Мы уже говорили об изучении альпийских ледников. Оно началось с описаний и зарисовок ледяных языков. Затем ученые стали серьезно задумываться о том, как образуются горные ледники.

Дело это было не такое простое, как может показаться на первый взгляд. Для формирования ледника требуются десятки, сотни лет. Ледники имеют немало характерных особенностей (например, способность преодолевать пологие возвышенности), о которых очень не легко догадаться. Даже лед, слагающий ледники, своеобразен и называется фирновым.

Жизнь могучим ледникам дают легкие снежинки.

Они невесомо сыплются с неба. Наслаиваясь и соединяясь, они приобретают новые свойства. Тают днем под лучами солнца, а ночью смерзаются в плотные кристаллы.

Снежные слои ложатся на землю, твердеют. Нижние — сдавливаются. Крошатся и слипаются мелкие ледяные иголки. Образуются крупные ледяные зерна — фирн. Чем больше скапливается снега, тем толще и плотнее слой льда.

Весною с крыш домов сползают крохотные ледники, закручиваясь под карнизы.

А по склонам гор стекают гигантские массы льда.

Не всякое скопление льда дает начало леднику. Рыхлые снежные массы налипают на гребнях гор, на склонах ущелий и нередко обрушиваются вниз.

Для рождения ледника необходима в горах, выше границы вечных снегов, обширная и не слишком покатая котловина. Сюда будет сметаться ветром и сползать со склонов снег. Здесь он вылежится, уплотняясь в лед. Наконец, под собственной тяжестью лед начнет медленно и вязко вытекать из котловины и двигаться, выбирая поначалу самые крутые и гладкие склоны. А уж потом, обретя силу, двинется напролом, заполняя долины и переваливая через невысокие седловины и гряды.

Еще одно неперенное условие — обновление. Ледник движется до тех пор, пока в его верховьях выпадают снега и дожди. Ледники непременно должны питаться и обновляться, как живые существа. В противном случае они постепенно отомрут — растают или испарятся.

Чтобы предугадать судьбу ледника, еще не достаточно изучить его. Ледник может выглядеть могучим и «полноледным». Он может бодро двигаться вперед и сиять на солнце, как миллион белозубых улыбок. Ничто, кажется, не предвещает трагедии. А в это время где-то далеко от него меняет направление теплое морское течение, или медленно вздымается горный хребет, преграждая дорогу влажным ветрам, или происходят еще какие-нибудь изменения, в результате которых ледник будет получать все меньше и меньше пищи и зачахнет.

ПОДЗЕМНОЕ ОЛЕДЕНЕНИЕ

Раз уж речь идет о ледниках, то почему непременно о наземных? Лед может накапливаться и под землей.

В одной из русских рукописей конца XVI века сказано о Новой Земле, что в июне здесь на берегах снег еще не таял и олени не могли себе пищу приобрести. «Вина же таковой стужи есть се: зане солнце... лучи своя скось к земли оной низпускает, того ради силы не имеет, еже бы снег и льды разтять и мрачные мглы разгнати, и для того на тех землях никаких древес, ни лесов, ни человека не обретается, но токмо великие и высокие снежные и ледяные горы».

Позже с берегов Лены воеводы сообщали в Москву, что земля в тех краях «и среди лета не растаивает». В конце XVII века в Якутске начали бить в мерзлой земле колодец. Глубина его достигла тридцати метров. Но земля была накрепко сцементирована льдом.

Известный геолог конца прошлого века Леопольд Бух считал подобные сведения «совершенно ненадежными». К тому времени якутский колодец стараниями служащего русско-американской компании Федора Шергина достиг стометровой глубины, но так и не прошел всей толщи мерзлых пород. «Хозяин упомянутого колодезя,— писали в журнале «Северная пчела»,— не пугается неудачей: теперь копают из одного любопытства». Значит, ради науки.

Тогда же начались измерения температуры мерзлых пород (она часто оказывалась значительно ниже нуля). Замеры проводились и в колодцах, и в скважинах. Начали изучать верхний слой мерзлых пород, который летом оттаивал на различную глубину (причин много: и состав мерзлых пород, и положение их в рельефе, и близость текучих вод, отепляющих землю, и присутствие подземных вод...).

Во второй половине прошлого века стали исследовать подземные льды. Началась новая наука — мерзловедение, или геокриология («гея» — «земля», «криос» — «лед»).

Оказалось, что мерзлые породы по трещинам пронизаны жилами льда. При замерзании воды трещины расширяются под давлением льда. Образуются со временем ледяные клинья, «вбитые» подчас на десятиметровую глубину. А когда вода замерзает в виде подземного слоя, образуются пласты и линзы льда. Расширяясь, лед вспучивает вышележащие породы. Подземные льды нередко вытаивают (особенно активно при общем потеплении климата). Образуются впадины.

Все это, конечно, сказывается на условиях строительства в районах «вечной мерзлоты» (в Сибири, например). В конце прошлого века это подчеркивали многие русские инженеры и ученые, работавшие на прокладке Транссибирской железной дороги.

Основные споры начались вокруг причин появления вечномерзлых пород. Одни объясняли все существующим суровым климатом. А известный геолог, исследова-

тель альпийских оледенений Пенк высказал мнение, что вечная мерзлота — это остаток ледниковой эпохи.

В мерзлых породах происходит немало неожиданных явлений. На горных перевалах можно увидеть камни, аккуратно уложенные в кольца: крупные по краям, мелкие — в середине, а в центре — пыль и песок. Порой камни стоят ребром. На равнинах в земле словно выпажана сеть борозд. На склонах слой почвы и обломков сползает вниз, как будто горы линияют, и образуетверху ступени, а внизу — продольные гряды.

Со временем удалось выяснить в общих чертах причины этих явлений. Камни выдавливаются, вымораживаются на поверхность при попеременном оттаивании и замерзании земли. Происходит это так: под камнем накапливается влага; превращаясь в лед, вода расширяется и подталкивает камень вверх. По тому же принципу выпирают из земли неглубоко врытые столбы или даже фундаменты домов.

Борозды в низинах возникают при протаивании ледяных клиньев. А с гор «сползает кожа», потому что мерзлые породы, оттаивая, лишаются прочности и не могут удержаться даже на пологих склонах. Да и легко им скользить по поверхности мерзлых пород.

Только в начале нашего века удалось детально ознакомиться с жизнью вечномерзлых пород. И сразу же в тех районах, где сейчас и в помине нет вековой мерзлоты (например, в Центральной России), исследователи заметили странные песчаные клинья, прорезающие сверху слои рыхлых пород; необычайные смятия слоев, как будто они текли, словно жидкость; валуны, которые направлены своей вытянутой стороной преимущественно вверх, как будто бы они стремились вынырнуть на поверхность. Все это стали объяснять тем, что здесь в ледниковое время была тундра. А когда великие ледники растаяли, пропала и мерзлота, которая, к счастью, оказалась не вечной.

ЛЕДЯНАЯ ОБОЛОЧКА

О сферах Земли и космоса говорилось издавна. Но лишь сто лет назад австрийский геолог Зюсс перевел поэтические догадки на язык науки. Он предложил выделять геосферы.

По строению своему Земля напоминает капусту: «Тысяча одежек...» В центре — гигантское ядро, окруженное многослойной мантией. Еще выше — тоненькие слои, составляющие земную кору. На ней, и вовсе уже крохотной толщины (всего лишь в среднем два километра), — гидросфера, область наземных и подземных вод. И наконец, тропосфера, стратосфера, ионосфера и радиационные пояса, теряющиеся в космосе.

Зюсс увидел на Земле еще одну, особенную оболочку и назвал ее биосферой — областью жизни. Охватывает она и как бы соединяет воедино тропосферу, гидросферу и верхи земной коры.

В начале нашего века геологи, разобравшись в масштабах воздействия человека на природу, заговорили о переходе биосферы в ноосферу (область проявления разума) или в техносферу (область деятельности техники).

Казалось бы, основные открытия тут сделаны. Однако в 1924 году советский геолог Добровольский предложил выделить криосферу. Его поддержал Вернадский:

«Все же прав А. Добровольский, говоря о существовании на нашей планете криосферы — ледяной оболочки. Она сосредоточена в биосфере. Ее наиболее яркую форму дают подвижные снежные тучи и рассеянные на неограниченном пространстве снежные тропосферы...»

Снежные тучи опускаются в наши низины — на высотах... должны они преобладать. И можно рассматривать эти холодные пространства как сплошную ледяную или снежную оболочку в атмосфере».

В другой своей работе Вернадский, умевший с удивительной глубиной вскрывать самые различные проблемы многих наук, вновь обратился к идее криосферы. Он связал ее с великими оледенениями Земли:

«Теснейшая связь ледниковых периодов с областями охлаждения совершенно ясна... Ледниковый период — это период, отвечающий расширению области охлаждения. Он ярко и бесспорно указывает, чем бы он ни был вызван, что области охлаждения... не являются чем-то неизменным и неподвижным в земной коре... Есть пульсация криосферы на нашей планете. Пульсациями криосферы будут ледниковые периоды».

Итак, ледяная оболочка окутывает Землю. Здесь в воздухе витают снег и лед. Эта оболочка касается горных вершин. И на них появляются ледяные колпаки.

Криосфера опускается к полюсам и даже вторгается под землю. В ее владениях, при достатке влаги, даже на невысоких горах вырастают ледники, сползая в низменности. А если сравнительно сухо, криосфера прячется глубоко в землю, украшая и скрепляя горные породы игольчатыми кристаллами льда.

Значит, ледниковый период — это время расцвета криосферы, захвата ею огромных территорий суши и океана...

Американский геолог Макларен еще в 1842 году предположил, что образование ледников на суше должно обеднить водой Всемирный океан. А таяние великих ледников должно заметно поднимать уровень воды в океане. Подсчеты ученых подтвердили эту мысль. Таяние великого ледникового покрова должно поднять уровень океана на десятки (до сотни) метров.

В 1865 году шотландский геолог Джессон высказал другую неожиданную идею. По его мнению, под тяжестью ледников земная кора должна прогибаться, а освободившись от гнета, медленно восстанавливать прежнюю высоту, как бы всплывая. И эта мысль пришлась по душе геологам (хотя, конечно, не всем).

Так гипотезы, связанные с ледниками и ледниковыми периодами, развивались, питаемые идеями и фактами других наук: палеонтологии и палеогеографии, геоморфологии, геофизики, гляциологии... И сами эти гипотезы входили в смежные науки, наталкивали ученых на непривычные мысли. Можно сказать, великие ледники скрепили содружество множества геологических наук.

Не насторожило ли вас утверждение Вернадского, что ледяная оболочка «сосредоточена в биосфере»? Какая имеется связь между льдом и жизнью? А если биосфера становится ноосферой и техносферой, то не должна ли быть связь ледяной оболочки с появлением человека разумного и техники?

Так мы, пройдя немалый путь к великим ледникам, замечаем в них свое собственное отражение.

Бесплодна и горька наука дальних странствий:

Сегодня как вчера, до гробовой доски —

Все наше же лицо встречает нас в пространстве...¹

¹ Ш. Бодлер, перевод М. Цветаевой,



— Кондуктор! Где я нахожусь?
В каком я обществе?! В каком
веке я живу?!

— А вы сами-то кто?

А. ЧЕХОВ

БЕРЕГ СЛОНОВОЙ КОСТИ

До начала нашего века одним из главнейших центров мировой торговли слоновой костью был... Якутск.

С 1887 по 1914 год в Сибири продавалось ежегодно до двух тысяч пудов слоновой кости. За три столетия более ста тысяч бивней. Многие из них привозили из Заполярья, с Новосибирских островов.

В Европе находки костей, бивней и зубов древних «слонов» были редки. Предприимчивые комбинаторы составляли из них скелеты великанов, напоминающих людей, и возили по городам, к удивлению почтеннейшей публики. Ученые люди признавали в костях остатки древних животных. Например, тех боевых слонов, которых привел с собой Ганнибал, воюя с великой Римской империей.

Сибирские находки давали мало пищи для кривотолков. Бесспорно, в этих морозных краях бродили несметные слоновьи стада. Или, как иные предполагали, скелеты южных слонов были заброшены сюда неистовыми водами всемирного потопа.

В прошлом веке стали все чаще поступать сообщения о находках в сибирской мерзлой земле целых огромных туш с клочьями рыжей жесткой шерсти. Собаки якутов-проводников отведали мяса чудовищ. Люди не рискнули откусать столь древней и не слишком приятно пахнувшей «слонятины».

Волосатые слоны получили название мамонтов.

Было ясно, что мамонты, имевшие теплую шерсть и жирные горбы, без труда переносили морозы. То же относилось и к волосатым носорогам, остатки которых, порой вместе с кусками задубевшей кожи, тоже встречались в Сибири. Что-то погубило этих гигантов или решительно изменило их облик.

Детеныши современных тропических слонов и носорогов появляются на свет волосатыми и лишь позже «лысеют». Не достались ли эти «детские шубки» слонятам и носорогчикам в наследство от их волосатых северных предков? Если так, то север — родина нынешних слонов и носорогов.

В прошлом веке люди познакомились со многими причудливыми животными, от которых осталось, как говорится, одно воспоминание.

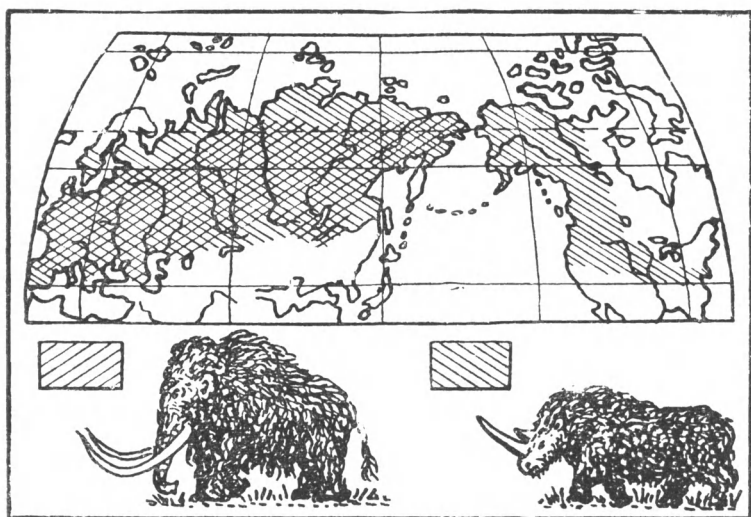
Из торфяных болот Ирландии выкопали скелеты исполинских оленей. Головы их украшали рога более трех метров в размахе и весом около пуда... Вспомнилась старинная германская легенда о герое Зигфриде, охотившемся на гигантского оленя.

Знаменитый городок Тараскон был назван по имени чудовища Тараска, с которым, по старой французской легенде, некогда сражался славный рыцарь.

В немецком городе Клагенфурте сохранился череп дракона, жившего в пещере и опустошавшего страну. И тут не обошлось без славного рыцаря. Позже выяснилось, что череп принадлежит ископаемому носорогу.

В пещерах Европы валялись медвежьи кости необычайных размеров. Пожалуй, с такими великанами не могли соперничать даже могучие пещерные львы, остатки которых тоже имелись в Европе.

Не менее удивительны древние обитатели Америки. Еще на исходе XVIII века в пампасах нашли исполинские кости неведомого животного. Их выставили в Мадридском музее. Кювье назвал животное мегатерием (то есть «большим животным».) Оно напоминало ленив-



Распространение мамонтов и шерстистых носорогов.

ца, но было массивнее слона. Строение костей говорило об огромной физической силе.

«Образ жизни этого животного,— писал Дарвин,— был совершенной загадкой для естествоиспытателей, пока профессор Овен не разрешил ее с замечательным остроумием. Зубы этого животного указывают своим простым строением, что оно... питалось растительной пищей... Многие известные естествоиспытатели утверждали, что, подобно тихоходам, к которым он очень близок, он проводил жизнь, лазая по деревьям и питаясь листьями. Это была смелая, чтобы не сказать — нелепая, мысль — представить себе даже допотопные деревья с ветвями достаточно крепкими, чтобы удержать животное величиной со слона. Профессор Овен предполагает с гораздо большей вероятностью, что они, вместо того чтобы лазить на деревья, ломали ветки у одних и вырывали с корнями другие — меньшие и таким образом питались листьями... Стоя прочно на земле посредством большого хвоста и громадных ног, точно на треножнике, они могли свободно проявлять всю силу своих могучих рук и больших ногтей».

В 1882 году было сообщено о находке в североамериканском штате Невада отпечатков гигантских голых ступней почти полуметрового размера. Значит, во времена животных-великанов бродили по степям и великаны люди? Выяснилось, однако, что отпечатки принадлежат, скорее всего, какому-то виду гигантского вымершего ленивца.

Современником мегатерия был и огромный броненосец глиптолон. Под его панцирем могли бы спрятаться несколько человек.

А в Индии, в предгорьях Гималаев, два энтузиаста-любителя Фальконер и Котли, ставшие после известными палеонтологами, встретили остатки необычайного четырехрогого создания, названного сиватерием. Сиватерий имел зубы, похожие на жирафьи, и рога как у некоторых антилоп. Головой он напоминал быка, но имел хоботок, как тапир. Челюсть его походила на челюсть буйвола, только была вдвое крупней.

Вместе с сиватерием находились обломки панцирей гигантских черепах. Размеры панцирей поразили ученых. Фальконер предположил, что эти остатки навели древних индусов на мысль о великой черепахе, которая держит на спине наш мир.

И в далекой Австралии водились в ту пору великаны. Один из австралийских грызунов — дипротодон — по своим размерам не уступал слону. Исполинская птица моа, на которую охотились новозеландцы до прихода европейцев, заставляет вспомнить легендарную птицу Рок арабских сказок. Правда, моа не летали. Это и определило их судьбу. Новозеландцы, вооруженные копьями, легко расправлялись с гигантами птичьего царства.

Кроме великанов, поражающих наше воображение, до ледникового времени жили на земле не менее занимательные создания. Были, например, карликовые слоны, не более теленка, разные виды носорогов и диких лошадей, трехпалые лошадки гиппарионы и другие большие и малые животные.

С начала ледникового периода множество животных стало вымирать. На заснеженных равнинах Европы, Азии, Северной Америки появились звери, одетые в теплые шубы: мамонты, носороги, овцебыки, бизоны, лоси, северные олени. Значит, в Северном полушарии силь-

но похолодало. Кювье назвал это катастрофой. Лайель писал о постепенном изменении природных условий. По нашим привычным масштабам времени (год, век) перемены шли чрезвычайно медленно, а по геологическим (миллионы лет) — очень быстро, катастрофически.

Геологи в истории Земли выделяют эры и периоды по степени изменения животных. Исследуя последние страницы геологической истории, Лайель убедился, что животный мир за это время претерпел существенные перемены, позволяющие выделить особый период — «плейстоцен», что значит «новейший».

Сто лет спустя русский геолог А. П. Павлов предложил для этого периода иное название — антропозой, или антропоген, время рождения человека.

Позже удалось с помощью замечательных «радиоактивных часов» (по степени распада радиоактивных минералов) измерить в годах продолжительность каждого геологического периода. Плейстоцен — антропоген ледниковый — четвертичный период оказался мимолетным по сравнению со всеми остальными. Всего миллион лет или немногим больше (а другие периоды — десятки миллионолетий)... Но ведь бывает в жизни один день богаче, чем месяц или год.

ТРОГЛОДИТЫ

В давней древности называли окружающий нас мир космосом. А духовный мир человека — микрокосмом. Маленьким миром внутри великого мира.

Крохотный мир человека бесконечно велик. Мыслью своей охватываем мы всю Вселенную, достигаем отдаленнейших звезд. И вся Вселенная, лучи всех звезд входят в человека. Человек впитывает Вселенную своим телом и разумом. А она несет его в себе, как океан несет пылинку.

В конце XVIII века Радищев писал: «Человек — единокровный сородственник, брат всему на земле живущему, не только зверю, птице, рыбе, насекомому, черепokoжему, полипу, но растению, грибу, мху, плесени, металлу, стеклу, камню, земле».

Коли меняется окружающий мир, то должно меняться и его микроскопическое искаженное отражение — че-

ловек. Эта нехитрая мысль долго не приходила в голову мудрецам. Да и сам окружающий мир прежде признавался неизменным, созданным единым разом и навечно.

Даже великие биологи XVIII века, составившие описания тысяч животных, теряли уверенность, когда речь заходила о человеке. Правда, Линней объединил человека и обезьян в одну группу человекоподобных (антропоморфных) и назвал их господствующими (приматами). Находились мыслители (Ламарк), предполагавшие, что длительные изменения животных привели сначала к появлению обезьян, а затем человека.

Впрочем, близкое родство человека с обезьяной прекрасно понимали жители Индонезии, назвавшие одну из обезьян орангутангом, то есть «лесным человеком». А в Африке существовала легенда о превращении обезьян в людей. Ее пересказал Редьярд Киплинг:

Дали им плуги и косы,
Велели им строить мосты,
Посадили в темницы из глины
И... отрезали им хвосты.

А настоящие обезьяны, напуганные столь ужасной судьбой, стали прятаться в лесах:

Мы к ним подойти не смеем,
Потому что, узнав нас, тотчас
Земледельцы придут в наши чащи
И заставят работать и нас.

Однако все эти догадки были плодом воображения. Во времена Кювье не было известно ни одной достоверной находки каких бы то ни было предков человека. «Ископаемых человеческих костей не существует», — утверждал Кювье в своей книге о переворотах. Но тотчас уточнял (суровые критики Кювье почему-то забывают это):

«Итак, все заставляет нас думать, что вид человека не существовал в тех областях, где находят ископаемые кости (животных), погребенные в эпоху переворотов... Отсюда, однако, я не хочу делать вывода, что человек совершенно не существовал до этой эпохи. Он мог жить в каких-нибудь небольших областях, откуда мог заселить землю после этих ужасных событий...»

Первым из ученых Кювье связывал судьбу человека с ледниковой эпохой (он считал, что последняя катастрофа связана с великими похолоданиями). Но этот его вывод был надолго забыт.

Лишь в середине прошлого века появились факты, доказывающие древность человека.

Больших успехов достигла сравнительная анатомия, область биологии, занимающаяся сравнением строения тела различных животных. Были тщательно изучены многочисленные подобию и несущественные отличия в строении человека и обезьян. Даже мозг у них оказался очень сходен. А умственная деятельность человека, благодаря трудам физиологов (Сеченова, например), стала терять покрывала таинственности.

В некоторых пещерах Франции и Испании обнаружены странные человеческие черепа и кости, отличные от современных. Каменных орудий, изготовленных явно человеком, находить стали так много, что для подобных сообщений был создан в 1864 году специальный археологический журнал. В том же году была найдена пластинка из мамонтовой кости с выцарапанным изображением мамонта.

В 1860 году Французская академия запретила палеонтологу Ларте (кстати, это он отыскал пластинку с рисунком мамонта) сделать доклад о древности рода человеческого. А три года спустя в Англии вышла книга Лайеля «Древность человека». Знаменитый геолог отметил, что каменные орудия нередко находятся среди костей давно исчезнувших животных.

И все-таки в те годы проблему происхождения человека (а то и всех вообще живых существ) некоторые ученые считали недоступной для науки. Палеонтолог и исследователь ледников Луи Агассис заявил: «Каждый отдельный вид в мире животных и растений это — облеченная в телесную форму творческая мысль бога». А там, где ссылаются на бога, свободной научной мысли делать нечего.

Требовалось не просто добыть новые факты или придумать точные и убедительные законы природы. Достаточно было из имеющихся фактов создать стройное «тело» научной теории и пронизать, оживить его имеющимися идеями. Эта задача оказалась под силу Дарвину.

Труды Дарвина о естественном отборе и происхождении человека пробили огромную брешь в обветшавшем здании прежней биологии. Сюда устремился могучий, все возрастающий поток научной мысли.

Находки древних каменных орудий следовали одна за другой. На костях вымерших животных обнаруживались следы удара и дробления. Среди костей были остатки северных оленей, мамонтов, овцебыков. И это во Франции и Испании! Стало ясно: здесь обитали во время великих холодов пещерные люди — троглодиты. Каково им жилось в мрачных пещерах, среди гигантских животных и враждебных племен?!

Идея Дарвина о «борьбе за существование» во второй половине прошлого века овладела умами биологов. Ее стали распространять без оглядки на весь живой мир, и на человеческое общество в том числе.

Фридрих Энгельс предупреждал от такого чрезмерного энтузиазма. «Все Дарвиново учение о борьбе за существование,— писал он,—является просто-напросто перенесением из общества в область живой природы Гоббсова учения о войне всех против всех и буржуазного экономического учения о конкуренции, а также Мальтусовской теории народонаселения. ...Очень легко потом опять перенести эти учения из истории природы обратно в историю общества; и весьма наивно было бы утверждать, будто тем самым эти утверждения доказаны в качестве вечных естественных законов общества».

Многие дарвинисты все дальше отходили от глубоких и осторожных идей Дарвина. Они красочно описывали жестокость извечной борьбы за жизнь.

«Животный мир находится на том же уровне, что и борьба гладиаторов. Животных хорошо кормят и выпускают их на борьбу: в результате — лишь наиболее сильные, наиболее ловкие и наиболее хитрые выживают для того только, чтобы на следующий день тоже вступить в борьбу», — писал известный биолог Гексли. И продолжал, изображая существование древних людей:

«Наиболее слабые и глупые обречены на гибель, в то время как выживают наиболее хитрые и те, которых труднее пронять, те, которые лучше сумели приспособиться к обстоятельствам... Жизнь была постоянной всеобщей борьбой... война каждого против всех была нормальным состоянием».

И как-то забылись негромкие слова Дарвина: «Те общества, которые содержат наибольшее количество сочувствующих друг другу членов, будут наиболее процветать и оставлять по себе наибольшее количество потомства».

И как-то недосуг было обдумать: почему человек разумный появился и оформился именно в скоротечное время великих ледников, великих испытаний для множества видов животных и растений? Был ли древнейший предок наш самым сильным, самым хитрым и самым ловким из всех тогдашних обитателей Земли?

Войны и разрушения сопровождали движение цивилизации. Но были какие-то иные, более могучие силы, которые сохраняли человечество в самые трудные времена. Иначе бы цивилизации разрушились, подобно песчаным дюнам под ураганными ветрами. Недаром же сохраняют люди чувства взаимопомощи, любви, самопожертвования. Доброта, честность, признательность — это не случайные качества. Они имели отношение к выживанию людей и распространению их на планете...

Путь к познанию человека шел через познание животных. В середине прошлого века оформилась наука о человеческом обществе — социология. С этой же поры ученые стали пристально приглядываться к сообществам высших животных и насекомых. Выяснилось, что общественные животные процветают, господствуют на Земле.

Объединение, взаимосвязь, взаимная помощь — это как бы закон «всемирного тяготения» в живой природе. Подчиняясь закону тяготения, слипаются в космосе частицы, образуя туманности и планеты. Подчиняясь закону взаимосвязи, объединяются живые существа в сообщества.

Об этом в начале нашего века написал прекрасную книгу Петр Кропоткин. Он назвал ее «Взаимная помощь, как фактор эволюции». Он проследил развитие социальных связей от сообществ животных к первобытным людям и, наконец, до современного общества.

Кропоткин утверждал, что закон взаимопомощи более важен, чем закон борьбы за пищу, за существование. Тяжелые условия жизни сплавляют сообщества. Выживают преимущественно те виды, где господствует взаимопомощь.

«Не любовь и даже не симпатия,— писал Кропоткин,— побуждают стадо животных или лошадей образовывать круг с целью защиты от нападения волков; вовсе не любовь заставляет волков соединяться в своры для охоты... Здесь выступает инстинкт общительности, который медленно развивается среди животных и людей в течение чрезвычайно долгого периода эволюции, с самых ранних ее стадий и который научил в равной степени животных и людей сознавать ту силу, которую они приобретают, практикуя взаимную помощь и поддержку, сознавая удовольствия, которые можно найти в общественной жизни».

«Человеческое общество,— продолжал Кропоткин,— основано на чувстве солидарности, взаимной зависимости людей». Сознательно или бессознательно каждый человек ощущает свою полную зависимость от окружающих, связь своего личного счастья со счастьем всех. Он ощущает ту силу взаимной поддержки и взаимной заботы, которая объединяет не только людей ныне живущих между собой, но и тех, кто был до нас, и тех, кто будет позже нас,— каждого бывшего, будущего и живущего человека в одно великое целое — человечество.

КИРПИЧИ ОТ ВОЗДУШНЫХ ЗАМКОВ

Если действительно в Европе и Северной Америке недавно были великие ледники, то люди их видели. А если люди видели такую необычайную вещь, то должны были бы задумываться и рассказывать своим детям о белых холодных горах, ползущих по равнине.

Некоторые ученые пробовали добыть полезные сведения о ледниковой эпохе, изучая древние легенды. Должно же человечество — свидетель оледенения — сохранить в своей памяти это событие!

Легенды живут веками, тысячелетиями. Бесследно тающие слова нередко бывают долговечнее, чем люди, утварь, жилища. Об этом хорошо написал Иван Бунин:

Молчат гробницы, мумии и кости,
Лишь слову жизнь дана.
Из тьмы веков на мировом погосте
Звучат лишь письмена.



Белые лапы ледника тянутся в долину (Исландия).

Что говорят звучащие письма об оледенениях?

В Скандинавских горах, как считается, рождались и пропадали великие ледники. Не там ли начинались и легенды? В таком случае надо внимательно исследовать сборник древних скандинавских сказаний «Эдду».

В детстве обычно кажется, что современные мысли — самые мудрые, а книги — самые сложные. Мол, авторы их знают то, что было раньше, и потому придумывают нечто точное, верное и сложное. Стало быть, чем древнее, тем проще и глупее.

На деле иначе. «Эдду» постичь труднее, чем курс высшей математики.

Из Эливагара по каплям тек яд.
Он мерз, оплывая, и в Йотуна вырос.
И все мы отсюда пошли исполины,
Поэтому нрав наш суров.

Оказывается, Эливагар — олицетворение водной стихии. Уж не ледник ли великан Йотун? Или другое чудище, о котором сказано:

Обитает к востоку от Эливагара
Гимир, Йотун могучий у края небес.

В его владения пришли боги, среди которых был Тир и Торр.

Тир бабуку увидел свою ненавистную:
Девять сотен голов исполинша имела.
Но другая хозяйка сияла золотом,
И браги гостям принесла светлобровая.
И Торр увидел, что с востока за Гимиром
К ним шло из пещер многоглавое племя.

А если это выползали на равнину ледники из бесчисленных горных ущелий? Сияющая голова доброй хозяйки — вечные снега, а брага — пенная, ломающая зубы талая ледниковая вода. Может быть, великий ледник — это Гимир могучий, отец ледяных великанов?

Ох, не прост язык легенд! Возможно, они рассказывают совсем не о том. Возможно, исполины йотуны — это просто горы или острова, открытые древними скандинавами. Тогда боги — это те из людей, которые открыли новые земли... Или есть объяснение иное, вовсе не связанное с географией и геологией?

Определеннее высказался римский поэт Вергилий. Теплые ныне берега Дуная и Азовского моря, где прежде жили скифы, он описал так:

...на поле

Не появляется там травы, ни листвы на деревьях;
Но безобразны, лежат под сугробами снега и толстым
льдом просторы земли...

Вечно зима, и вечно там дышат холодом Кавры.

Кавры (северо-западные ветры) — не дыхание ли ледника? Хотя Вергилия трудно счесть певцом оледенения. Жил он у берега теплого моря каких-то две тысячи лет назад (для геологов это современность). Скорее всего, пересказал он описания римских путешественников. Южанам, побывавшим в далекой Скифии, она могла показаться неуютным и холодным краем света, в особенности зимой. Великие ледники тут, пожалуй, ни при чем.

Среди сказок американских индейцев есть одна, где говорится о необычайно суровой и снежной зиме, после которой начался всемирный потоп. Но и это, пожалуй, не имеет отношения к великим ледникам.

В древнеиранском сборнике легенд «Авеста» говорится о холодных временах, когда снег покрывал всю землю. Похоже, что и тут речь идет о некотором похо-

лодании в Северном полушарии незадолго до нашей эры. Или другое: племена, создавшие легенду, в давнее время обитали в холодных северных краях и лишь позднее пришли на юг.

Последнее предположение особенно привлекательно. У чукчей есть сказка о гигантском черве, глотающем зверей и людей. Ясно, речь идет об удаве. Но удавы водятся в тропиках. Значит, чукчи некогда жили там, где водятся удавы. К такому выводу пришел писатель и ученый Богораз-Тан.

Тот же принцип исследования использовал популяризатор науки Евгений Елачич в книге «Крайний север, как родина человечества», датированной 1910 годом.

Древние иранцы, арийцы, считали своей родиной некую страну, на которую злой бог наслал холод и снег. Зима становилась все длиннее и суровей, а лето сократилось до двух месяцев. В стране нельзя уже было жить. Тогда один из богов посоветовал человеку сделать большой дом и поселить туда овец, коров, птиц, собак, людей и пылающий огонь. Человек так и поступил.

Некоторые знатоки «Вед» (сборник легенд Древней Индии) находили там старинные описания расположения звезд, необычайных рассветов, длинных дней и ночей. Если предположить, что речь идет о полярных районах, тогда все становится ясным: где еще рассветы, дни и ночи так длинны и необычайны?

Евгений Елачич исследовал легенды. Но, кроме того, приводил и другие соображения в пользу северной родины людей. Ведь именно здесь, на севере, очень резко менялся климат, и людям приходилось напрягать все свои силы, весь свой разум, чтобы остаться в живых.

Как бы остроумны ни были догадки ученых, а в великом множестве легенд, мифов и сказаний различных народов почти невозможно отыскать мало-мальски ясного сообщения, даже легкого намека на былые оледенения.

Может быть, тысячелетия, прошедшие со времен великих холодов, слишком большой срок для легенд и сказаний. За это время они отмирают, забываются. Так же, как исчезают или перерождаются древние языки, как теряются в прошлом имена людей и названия племен.

Да и всегда ли мы верно разгадываем легенды? У них нет обязательного и точного ответа, как в школьных

задачниках. Сочинившие их люди по-своему судили обо всем на свете. Мир для них был юным, его надо было постоянно открывать, осмысливать и додумывать.

Поначалу кажется, что не слишком трудно очистить легенды от фантазий, обнажив «рациональные зерна» — пищу для науки.

Но разве вымысел в легендах — это шелуха? А если вымысел и есть то самое зерно, ради которого создавались легенды?

Изучая быт, обряды, верования «примитивных народов», этнографы стали лучше понимать психологию древних людей. И тогда пришлось отказаться от мнения, будто в легендах непременно зашифровано какое-то сообщение, какое-то воспоминание о реальных событиях.

Духовный мир человека — микрокосм — имеет свои законы.

Оруло, жена шамана, пояснила Кнуту Расмуссену, изучавшему культуру полярных народов: «Мы, эскимосы, не занимаемся разрешением всех загадок... И если в рассказах о прошлом не хватает как будто связности, то ведь есть еще много непостижимых событий, которые наша мысль уловить не может... Вы всегда хотите, чтобы эти сверхъестественные вещи были доступны пониманию. А вот мы, мы не беспокоимся на этот счет. Мы не понимаем их, и тем не менее мы вполне ими удовлетворены».

Ученый старается все упростить, перевести на четкий язык формул, графиков и чертежей. Он изучает частицу жизни, чтобы сделать из нее схему. Так накалывают булавкой и засушивают редкое насекомое или делают чучело птицы.

А выдумщики и мудрецы древности — поэты рассказывают о своих впечатлениях и фантазиях. Они переживают, а не рассуждают. Им нет дела до истины, которой поклоняются и к которой безнадежно стремятся ученые. На свете нет вообще истины вечной и полной, достигнутой раз и навсегда. Всякая истина постепенно дряхлеет, меняется и когда-то становится лживой старушкой. На смену ей приходят новые, чтоб тоже расцвести и увянуть.

Настоящая поэзия, возвышенные чувства человеческие — вот что невозможно отменить или опровергнуть.

Поэзию можно постичь и пережить, ею можно восхищаться, ее можно забыть, наконец, но не превзойти.

Наука напоминает строительство здания, кварталов, городов. Факт за фактом, как тяжелые кирпичи, ложатся в фундамент, слагают стены. Теоретики оглядывают строение и стараются вообразить его целиком, в законченном виде. Но если не пайдется подходящих кирпичей, теорию придется менять, дополнять и уточнять. Так приходится переиначивать проект любого здания, если нет подходящих строительных материалов.

А поэты — строители воздушных замков. Они умеют силой слов возвести прекрасные дворцы, украсить их немислимыми узорами, населить людьми и наделить историей. Недаром известный ученый, знаток языков многих зверей, птиц и рыб Конрад Лоренц назвал великих поэтов единственными настоящими волшебниками, существовавшими на земле.

Ученые смотрят на поэзию и легенды не только как на волшебный мир, живущий по законам чудес. Они изучают этот мир.

Легенды о всемирном потопе привели некоторых географов к мысли, что бывают эпохи высокой увлажненности, «потопов» — обильных дождей, могучих разливов рек, необычайных морских наводнений. Идею потопов развивает в наше время советский географ А. В. Шнитников, собравший огромный материал, подтверждающий периодическое резкое увлажнение Северного полушария.

Многие животные были обнаружены после того, как путешественники узнали о них из рассказов и легенд местных жителей (так обнаружили в Африке — окапи, а в Сибири — остатки мамонтов). Когда-то и город Трои считали мифическим, выдуманным Гомером. А в прошлом веке эта легенда подтвердилась и вошла в науку.

Подобных примеров можно привести немало для разных наук, в том числе и геологических. Серьезное отношение к легендам со стороны ученых вполне оправдано. Но могут ли легенды что-либо рассказать о времени великих холодов и оледенений, до сих пор остается загадкой.

ИЛЛЮСТРАЦИИ В ЛЕДНИКОВОЙ ЭПОХЕ

Ледники текут неприметно для глаза. Сверху они обычно грязны. Движущиеся по равнинам белые ледяные горы — это наша фантазия. Такого зрелища человек не мог увидеть.

Задолго до прихода ледника надвигались холода и снега. Постепенно менялась растительность, редели леса, расплзались по водоразделам и равнинам тундры. Звери уходили на юг, отмирали теплолюбивые растения. Люди покидали привычные места в поисках теплых краев.

Но холода настигали людей даже далеко на юге, среди холмов Франции, ныне покрытых виноградниками, и на юге Русской равнины.

Центральная Европа находилась в ледяном плену. С севера ползли ледники. С юга, навстречу им, стекали с горных хребтов (с Пиренеев, Альп, Карпат, Кавказа) другие ледники, вытягивающие свои белые лапы из горных долин и ущелий.

Все живое спасалось от ледяного потопа. Северные олени, пещерные медведи, овцебыки, мамонты и шерстистые носороги, бизоны, множество жителей хвойных лесов, тундр и холодных степей переселилось в края, куда не дотягивались когти ледников. За животными кочевали люди. Им пришлось приручить огонь — нечаянный дар небес. Пришлось напяливать на себя обрезки звериных шкур. Пришлось искать убежища и тепла у матери-земли, в пещерах.

Так ли все происходило? Да, так. Об этом рассказывали сами древние люди. Вернее, словесные рассказы забылись, но сохранилось нечто более точное — рисунки.

Когда в конце прошлого века были обнаружены в Испании и Франции пещерные картинные галереи, то ученые долго не могли поверить: неужели доисторические люди, троглодиты, дремучие существа, могли создать такие превосходные рисунки? Даже краски как будто не поблекли! Уж не подлог ли это?

В пещере Альтамира (Испания) изображены десятки бизонов. В Кесслерохе (Швейцария) на оленьем роге великолепно запечатлен пейзаж с северным оленем. Кинжал из рога северного оленя с рукояткой в виде оленя оказался в Южной Франции. Грот Камбарелль (Фран-

ция) украшен фигурой мамонта. В древнем поселении Костенки (Воронежская область) на плитке мергеля выцарапан мамонт. А мамонт из пещеры Ла-Мадлен (Франция) — гравюра на мамонтовой кости. В пещере Коломбьер изображен шерстистый носорог...

Необычайная точность, живость изображений не оставляют сомнений: художники прекрасно знали облик и повадки тех животных, о которых более поздние поколения и не слыхали. Вот мамонт, попавший в ловушку. Вот бизон, пронзенный копьями.

Стада северных оленей, бизоны, мамонты и шерстистые носороги топтали когда-то долины Южной Европы, и человечество сохранило воспоминания об этом. Точнее, запоминание, зарисовки. Как будто нарочно старались наши предки оставить память о себе, о своей жизни и своем времени.

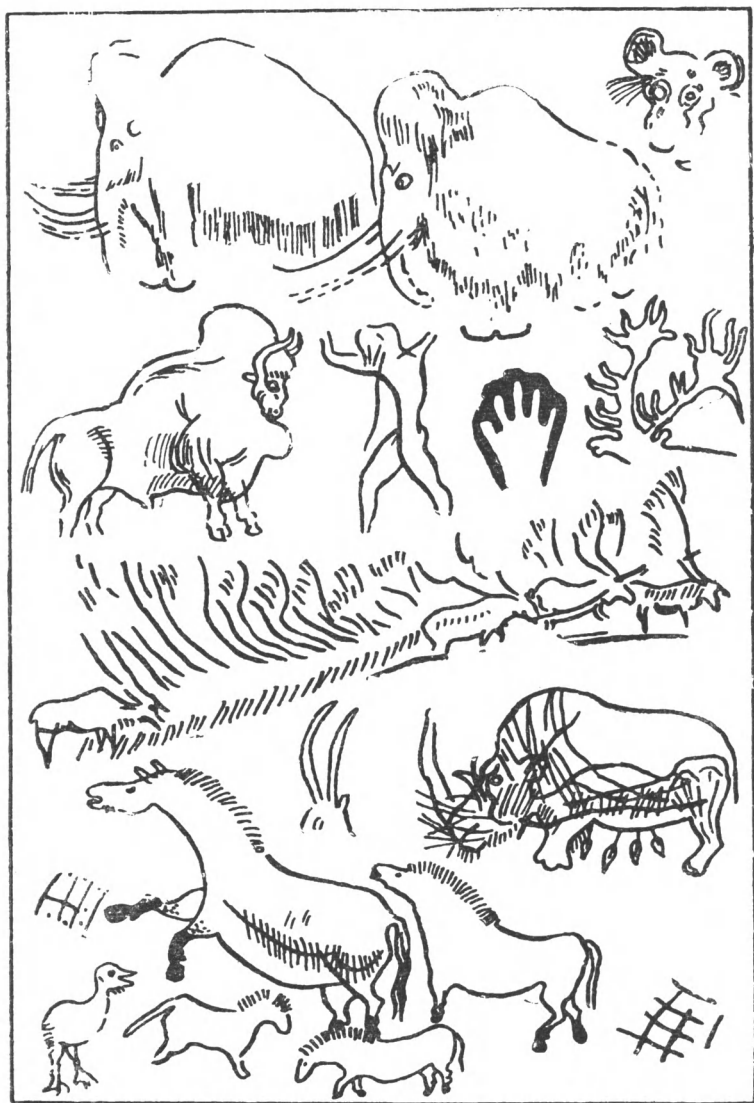
Конечно, о далеком будущем никто тогда не задумывался. И слова «память в веках» не приходили в непричесанные головы. Люди жили, думали и выдумывали, горевали и радовались, плясали и охотились. Они просто жили, не теряя человечности в самые трудные времена, и за это им наша вечная благодарность.

Одно из чудес истории — искусство (живопись, скульптура) появилось и достигло расцвета в трудные морозные времена, когда, как говорится, «быть бы живу»! В ту пору на земле жило два вида людей: неандертальцы и кроманьонцы. Они были во многом похожи, умели изготавливать орудия из камня. И объем мозга у них был примерно одинаков. Но развитое искусство было только у кроманьонцев.

Неандертальцы вымерли. А кроманьонцы переродились в нас с вами. Они превозмогли все беды ледниковой эпохи. Возможно, помогло им в этом искусство.

Даже у животных есть нечто похожее на искусство. Известны птицы, украшающие свои гнезда. Говорят, волки — большие любители хорового воя: они издали сбегаются на свои спевки. Танцы японских журавлей, змей и рыбок засняты на киноленту. Некоторым шимпанзе так нравится размазывать краски по холсту, что это занятие они не променяют на спелые бананы.

Множество исследований посвящено пению птиц. Одни считают, что главная «тема» их песен — любовь. Другие уточняют: кроме серенад, не менее часты боевые



Рисунки древних людей из разных пещер и гротов Европы.

песни (приводят пример соловьев). А третьи добавля-
ют: иногда поют только потому, что петь хочется! То
ли небо особенно синее, то ли солнце особенно яркое, то ли
настроение хорошее. С этим часто не соглашаются: у
людей, мол, действительно так бывает, а уж у зверей
или птиц — простите, не выдумывайте всяких пережива-
ний. У них все просто.

Но некоторые птицы поют и в одиночестве. И поют
после того, как они высидят птенцов. И поют в клетке,
где нет нужды горланить боевые песни. Значит, дело не
только в пользе.

Рождение искусств связано с трудом, развитием тех-
ники и взаимосвязей между людьми. Первые песни сла-
гались в ритме работы. Первые рисунки частенько имели
колдовские цели: поразив изображение животного, охот-
ник рассчитывал так же точно расправиться с живым
зверем. Танцы помогали людям объединять свои усилия,
настраиваться на войну или отдых, репетировать охоту,
славить победителей. Многие древние рисунки могли
быть иллюстрациями к легендам. Люди рисовали не
только то, что видели, но и свои выдумки.

Однако на первобытных рисунках почти нет расте-
ний, грибов, ягод, птичьих яиц, рыб, змей и птиц. А все
это, конечно, имело немалое значение в жизни людей.
Советский археолог А. А. Формозов написал по этому по-
воду: «Искусство каменного века не откликнулось на це-
лый ряд практических запросов той эпохи, вдохновляясь
подчас сугубо «бесполезными» темами».

Колдовской рисунок, помогающий охотиться, можно
заменить молитвой. Можно обойтись и без этого, как об-
ходились наши звероподобные предки, не имевшие ис-
кусства и религии.

Человеку, кроме всего прочего, необходимо выразить
свои впечатления. Он томится, как от немоты, ищет вы-
хода своим чувствам, впечатлениям, страстям. Не так ли
начинается искусство?

И этот свет, загорающийся в туманном сознании ди-
каря, это тепло от разгорающихся чувств были подобны
свету и теплу костра в студеной пещере на краю ледяной
пустыни.



Большинство сознает, что все наше знание представляет только небольшую часть того, что нам неизвестно. Такие просвещенные люди не лишают себя свободы исследования и не подчиняются рабски преданиям и предписаниям авторитетов...

ВИЛЬЯМ ГАРВЕЙ

ОТРАЖЕНИЕ В КАМНЕ

Древние произведения поэзии, искусства помогают геологам восстанавливать некоторые события прошлого. И все-таки геологи предпочитают иметь дело не с выдумками людей, а со следами былых событий: с морскими и речными осадками, валунами, отпечатками растений, костями животных.

Вот, скажем, камень округлый, будто облизанный леденец. Он увесист. Лежит на плоской террасе, недалеко от реки. Значит, принесен он сюда и обточен по пути речными водами.

Вот еще камень. Массивный, угловатый, со шрамами. Пришелец издалека. Что ж, и его разгадать можно. Это — ледниковый валун.

А вот еще камень. Плоский, как ладонь. С одной стороны заостренный. На гранях ряды мелких выбоин. Какая геологическая сила придала ему такую форму?

Камень выглядит необычно. Словно он создан по заранее продуманному плану, с каким-то умыслом. Такие

камни издавна называли «громовыми топорами», или «громовыми стрелами». Считалось, что связаны они с молниями. Как всякая редкостная вещь, эти находки были окружены туманом легенд и поверий.

Подобные камни в прежние времена не раз попадали в руки ученых, но оставались по-прежнему загадочными. Ведь ученые должны прежде всего исходить из известных, признанных в науке принципов. А до середины прошлого века не была доказана даже древность людей. Правда, некоторые племена «дикарей» Африки, Австралии, Южной Америки выделявали и использовали каменные ножи, наконечники стрел и копий.

Великие географические открытия XV—XVI веков (Колумб, Васко да Гама, Магеллан) широко раздвинули пределы мира, известного европейцам. Путешественники, отправляясь в неведомые страны, прежде всего хотели добыть побольше богатств: золота, драгоценных камней, плодородных земель, сильных рабов.

Позже пришла пора осваивать духовные богатства «первобытных» племен: легенды и мифы, поверья и обряды, трудовые навыки и искусство. Стали изучать и каменные орудия, которые использовали древние племена для обработки шкур, заклятия жертвенных животных, перетирания зерен.

Было обращено внимание на явное сходство формы современных каменных изделий африканских племен и австралийских аборигенов с «громовыми топорами». Все чаще стали поговаривать о допотопном человеке — создателе «громовых топоров».

...Река изменила направление. Вода сошла, и обнажился облизанный ею булыжник.

...Ледник растаял, испарился, исчез. На месте его остались груды грубых исцарапанных валунов.

...А человек умер, стал землей и прахом. Сохранилось его создание, его труд: обработанные орудия.

Значит, появилась на земле новая геологическая сила, по-особому обкалывающая камни, по-особому переносящая их с места на место на многие километры. Однако если обработанных камней встречается немного, стало быть, геологическая сила человека еще слабовата.

В прошлом веке находки древних каменных орудий стали обычным делом. Датский археолог Томсен пытался привести в порядок собранные к тому времени

орудия труда, утварь, оружие первобытного человека. Он установил, что наиболее древние орудия сделаны из камня. Позже появилась бронза (сплав меди с оловом), а еще позже — изделия из железа. По материалу, из которого изготавливались орудия людей, Томсен предложил выделить каменный, бронзовый и железный века.

Археологи кропотливо и тщательно вели раскопки, зарисовывая и записывая положение каждой найденной вещи. Обнажали слой за слоем, заглублялись на несколько метров. В каждом слое были свои особенные орудия. Слои земли накапливаются веками и тысячами. Все это время тут жили люди.

Археологи научились по неприметным постороннему глазу признакам отличать каменные изделия разных времен: по размеру и форме, по качеству обработки, по характеру выбоин, по разнообразию орудий.

При раскопках была обнаружена общая закономерность: с глубиной каменные орудия становятся все более грубыми, неаккуратно оббитыми. Это и понятно: не сразу человек научился каменному делу.

То далекое время, когда люди пользовались каменными орудиями, назвали палеолитом («палео» — «древний», «литос» — «камень»), то есть древним каменным веком. Его разделили на две части: ранний (нижний) палеолит, в котором каменные изделия сравнительно однообразны и грубы. И поздний (верхний) палеолит, где созданные людьми орудия становятся многочисленными и хорошо обработанными.

И уж вовсе многообразны и искусны были поздние каменные изделия. Их отнесли к неолиту — новому каменному времени (между палеолитом и неолитом выделяют мезолит — средний каменный век).

Труднее было познакомиться с теми, кто изготавливал все эти каменные орудия. Впрочем, остатки людей неолитического времени — не редкость. Неолитические люди от нас ничем не отличаются.

Люди, оббивавшие камни в позднем палеолите, тоже, как показали раскопки, имели наш облик. Они относятся к виду «человек разумный», как и мы.

С середины прошлого века стали изучать остатки людей конца раннего палеолита — неандертальцев. По сравнению с более поздними людьми (их называли кро-маньонами, по названию грота Кро-Маньон, где най-

дены были их кости) неандертальцы выглядели более грубыми, «неотесанными»: большие головы, низкие лбы, сутулость, длинные руки, толстые кости.

Еще более древние люди, судя по их остаткам, еще больше походят на обезьян. А изделия их еще более грубы и «неотесанны».

Часто на стоянках древних людей встречаются кости животных: и мамонтов, и шерстистых носорогов, и диких лошадей, и пещерных медведей, и северных оленей, и многих других спутников ледниковой эпохи. Все эти животные за долгий четвертичный период почти не изменились. А вот изделия рук человеческих и сами мастера изменялись очень быстро.

ЧЕТВЕРТИЧНЫЕ ЧАСЫ

Четвертичная геология — наука историческая. Сведения о последнем геологическом периоде в истории Земли остаются разрозненными и во многом непонятными, если не удастся выстроить их в определенном порядке. Поэтому ученые стараются узнать время тех или иных геологических событий (например, наступления ледников).

Мы привыкли отсчитывать время по часам. А как быть с определением «геологического времени», когда требуется отсчитывать не минуты и часы, а тысячелетия и миллионы лет?

Геологи научились узнавать возраст ископаемых остатков, горных пород и прочих древностей с помощью своеобразных «геологических часов». В четвертичной геологии применяется несколько их видов.

Самые простые — «стратиграфические часы», определяющие возраст по залеганию слоев («статум» — «слой»). Обычно чем глубже слой, тем глубже в прошлое уходит его история; нижний слой древнее верхнего. Только при этом не выяснить, давно ли образовались слои и насколько один из них древнее другого.

Очень распространены в геологии «палеонтологические часы», определяющие время по появлению и вымиранию отдельных групп растений и животных. Если, скажем, в слое встречены кости мамонта, то слой относится к четвертичному времени (мамонты жили только

тогда). И для других существ были свои периоды жизни. Палеонтологи выяснили последовательность появления и вымирания организмов, остатки которых помогают определять «геологическое время». Но и в этом случае никак не узнаешь, сколько лет назад жили вымершие существа.

Древние изделия людей — это «археологические часы». По ним специалист с большой точностью определяет археологическую эпоху, к которой они относятся. Недостаток «археологических часов» в том, что они показывают относительный возраст: моложе или древнее слой, но не отвечают на вопрос: каков же абсолютный возраст слоев (то есть возраст, выраженный в годах)?

Существуют «литологические часы», определяющие геологический возраст по особенностям накопления осадков. Морены определенно указывают на ледниковый период. А количество морен, залегающих одна над другой, указывает на число оледенений.

И тут свои трудности и неточности. Особенно когда речь идет о моренах; нередко донная морена одного и того же ледника расслаивается на два или три горизонта, которые легко принять за отложения разного возраста.

В конце прошлого века шведский геолог Де-Геер обнаружил слои четвертичных пород, чередующиеся последовательно, как листки календаря. Эти слои откладывались в приледниковых озерах.

Весной в паводок реки несут в озера грубые осадки — песок, гравий. Сила потоков постепенно слабеет, и осадки становятся все более тонкими: пыль, супесь. После летнего расцвета жизни осенью откладываются органические остатки. А зимой медленно осаждаются тончайшая муť, образуя слой глины.

Так повторяется из года в год. Получается слоеный пирог, где один определенный слой — один год. Подсчитаешь количество таких слоев, узнаешь, как давно они образовались. Можно упростить подсчет. Если имеется слоистая толща мощностью пять метров, а в каждом сантиметре разреза насчитывается в среднем два годовых слоя, то во всей толще: два помножить на пятьсот — тысяча годовых слоев.

Таким способом Де-Геер пересчитал слоёчки глины в котлованах послеледниковых озер. Получилось двена-

дцать тысяч слоев. Значит, озера образовались двенадцать тысяч лет назад: тогда эта местность (юг Швеции) освободилась ото льда.

Подобные «литологические часы» словно секундная стрелка наших обычных часов. Они отмеряют крохотные интервалы геологического времени (годы!).

Конечно, можно использовать в «литологических часах» слои, отмечающие более крупные отрезки времени: например, отложения донных морен. Но в таком случае мы сразу же теряем возможность определять возраст в годах. Грубая слоистость донной морены не связана с определенными интервалами времени. Нередко тоненький слой морены накапливается тысячи лет, а более мощный слой — в несколько раз быстрее.

Имеются и «геоморфологические часы». Это уже знакомые нам речные и морские террасы. Нередко они располагаются в строгом порядке и прослеживаются на сотни километров. Однако они показывают только относительный возраст.

Сравнительно недавно получили геологи «радиоактивные часы», которые по продуктам радиоактивного распада или по соотношению изотопов позволяют определять возраст слоев в годах (об этих часах пойдет у нас речь позже).

Казалось бы, если объединить вместе показания разных часов, история четырехликого периода необычайно прояснится.

Попробовали все сопоставить и... ничего не получилось.

Показания «геологических часов» оказались совершенно разными.

Появление и вымирание холодолюбивых животных доказывает как будто, что была одна мощная волна холода, породившая ледники.

Развитие древних людей и орудий труда происходило несколькими ступенями и, кажется, нисколько не соответствовало нарастанию волны холода и сопровождающим ее изменениям в живом мире.

Количество террас на реках или морских побережьях неодинаково. Можно сказать, у каждой реки свои «террасовые часы». Иногда показания их сходятся, но чаще — нет.

А «часы слоев»? В них исправно действует только

«секундная стрелка» — годовая тонкая слоистость. Так можно отсчитать сотни, тысячи лет. А далее слои пропадают и начинается чередование ледниковых пород... Одним словом, очень неудобно пользоваться часами с одной лишь секундной стрелкой.

Как будто природа специально приберегает до поры до времени ответы на некоторые нелегкие свои загадки! И как только ученые доказали бывшее оледенение, обосновали ледниковую теорию и собирались уже отдохнуть от затянувшихся споров, выяснилось нечто такое, что заставило вновь изумляться, искать, спорить и сомневаться.

СКОЛЬКО ИХ?

Как мы уже знаем, во второй половине прошлого века были опубликованы три работы, обосновавшие идею ледникового периода.

Джон Гейки в своем труде использовал преимущественно геологические данные. Он изучил слои моренных глин и подстилающих их песков. Оказалось, что в некоторых районах обнаруживаются два слоя донной морены. А между ними — слои песка, глины и торфа.

Получился как бы бутерброд: сверху и снизу — донные морены, создания льда, а в середине — торфяники, продукт жизни.

Первой мыслью было: глыбы льда, текущие по равнинам, сдирали словно гигантской теркой торфяники, передвигали их на новые места и здесь оставляли, перемешав с моренами.

Но и слои ледникового и слои теплого времени залегали горизонтально. Строение торфяников показывало, что они не сминались ледником, не волочились и не сгруживались как попало. Они залегали ровными слоями среди таких же слоистых песков.

Для Гейки сомнений не оставалось: каждый слой морены соответствует самостоятельному оледенению. Два слоя морены — два оледенения. Торфяники между ними — доказательство теплого межледниковья.

Подобные «двухслойные» морены были вскоре обнаружены в Швейцарии, Германии, Америке и России.

В конце прошлого века известный русский геолог

Александр Петрович Павлов, обнаружив в Приалатырском крае два горизонта морен, пришел к мнению, что это свидетельствует о двух былых оледенениях. То же подтвердил Криштофович, знаток древних животных и растений.

Южнее Калуги, на берегу реки Оки, возле Лихвина, был обнаружен под слоем морены торф. В нем оказалось много остатков растений. Изучение этих остатков, начатое в конце прошлого века, продолжается до настоящего времени.

В лихвинском разрезе выделяется шесть основных слоев. Снизу — пески с валунами, среди которых имеются пришельцы с Кольского полуострова. На песках лежат слои глины и суглинка: зеленовато-серые, черные, темно-серые, голубые. Они осаждались в озере. В этих слоях были найдены листья бука и древесина тиса, а также отпечатки пресноводных рыб.

Выше залегают глины с прослоями песка (здесь обнаружена чешуя окуня) и пылеватые, подобные спрессованной пудре, суглинки, в которых найдены кости мамонта и волосатого носорога. Эти слои сверху перекрывает донная морена, содержащая многочисленные валуны. А на морене залегают пески и пылеватые суглинки со следами древних почв.

Значит, было два оледенения?

До 1909 года был издан трехтомник Альбрехта Пенка и Эдуарда Брюкнера, посвященный древнему оледенению Альп. Эти ученые с удивительным искусством восстанавливали историю ледниковой эпохи в Альпах.

Прежде всего они исследовали террасы, оставленные в предгорьях былыми водными потоками. Основных террас оказалось четыре. Пенк и Брюкнер предположили, что каждой террасе соответствует свое оледенение. Они отыскивали на террасах донные морены (или, по крайней мере, слои, очень похожие на донные морены).

Значит, было не одно и не два, а четыре оледенения! Ученые называли их (от самого древнего к самому молодому): гюнц, миндель, рисс, вюрм (по названиям альпийских рек и озер). В книге Пенка и Брюкнера появилась первая схема расчленения ледникового периода на ледниковые и межледниковые эпохи. Эта схема позже не раз уточнялась и изменялась, но все-таки остается классической.

Ознакомившись с этой замечательной работой, геологи разных стран стали искать у себя на родине следы четырех ледниковых и межледниковых эпох.

Одни ученые утверждали, что им удалось подтвердить выводы Пенка и Брюкнера при исследованиях в Северной и Восточной Европе и в Северной Америке. И названия оледенений приняли «альпийские»: гюнц, миндель, рисс и вюрм.

Другие ученые считали подобные сообщения подгонкой под готовый ответ. Почему альпийскую схему надо распространять на всю территорию? Вовсе не обязательно. Надо для каждого района находить доказательства, сколько бы оледенений при этом ни оказалось.

И тут началась неразбериха. Из Скандинавии сообщили, что найдены достоверные следы одного или по крайней мере двух оледенений — не больше. В Америке еще раньше предполагалось существование трех больших оледенений. Позже некоторые геологи довели это число до одиннадцати. А на Русской равнине геологам удавалось выделить не только три, но и четыре, пять... да что там! Некоторые обнаружили здесь следы двенадцати оледенений.

. ТОЧКА ОПОРЫ

Четвертичный период оказался очень коварным. Он перессорил специалистов, пытавшихся постичь его историю.

Даже исследователи Альп стали оспаривать классическую схему Пенка и Брюкнера. Что уж говорить о геологах, изучающих другие районы!

Среди жарких споров о количестве оледенений послышались сначала робкие, а затем все более уверенные и дружные голоса, вовсе отрицающие ледниковую эпоху.

Как же прийти к соглашению?

Не принять ли для каждой территории свое число оледенений? Да и что считать ледниковой эпохой, а что межледниковой? Не лучше ли говорить о наступлении и отступлении единого ледникового покрова? Почему были ледниковые эпохи? А если никаких великих ледников не было?..

Так уж случилось, что в нашем веке, когда леднико-

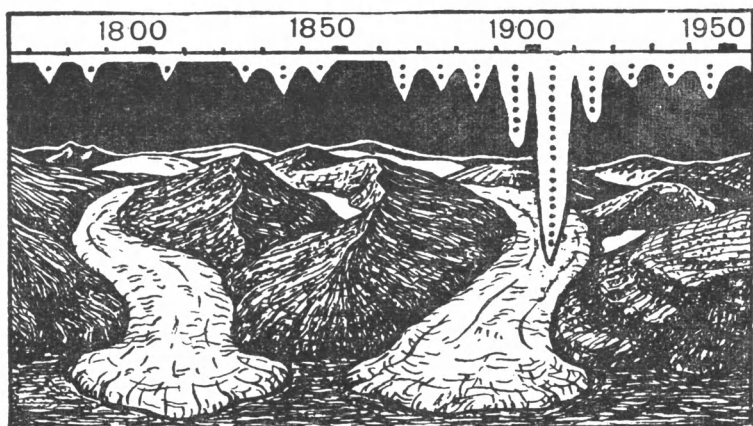


График числа ледниковых гипотез. Каждая гипотеза — точка.

вая теория была доказана и общепризнана, когда она вобрала в себя сведения из многих наук, когда она, казалось, объяснила множество загадок прошлого, вдруг оказалось, что прекрасное здание этой теории вот-вот рухнет. И не потому, что ледниковая теория не могла объяснить какие-то факты, события прошлого, геологические явления. Напротив: она предлагала слишком много объяснений, из которых не удавалось выбрать одно, самое верное. Даже на такой принципиальный вопрос — сколько же было оледенений? — ответы предлагались разные. Что уж там говорить о продолжительности холодных и теплых эпох, о судьбе растительного и животного мира, о тех необычайных воздействиях, которые должны были оказывать великие ледяные щиты на жизнь всего земного шара...

Всякая наука временами испытывает кризисы. В середине прошлого века математики усомнились в геометрии Евклида, после двухтысячелетнего ее господства. Обнаружились другие геометрии, другие миры. Они открыли новые области знания и подготовили расцвет теории относительности Эйнштейна.

Вслед за математикой к концу века пришел черед классической физике Галилея — Ньютона. Были открыты атомы и электроны, измерена скорость света, изучены

электромагнитные волны — настала эра новой физики, проникающей в микромир элементарных частиц и в мегамир всей нашей Вселенной. Пришлось пересмотреть и прежнюю химию, и в знаменитой таблице Менделеева постичь новый, ранее неведомый смысл, и по-новому представлять взаимодействие атомов и молекул.

Так, волна за волной, начиная с математики, преобразались старые науки, которым было уже не под силу справиться с новыми фактами.

С геологическими науками дело обстоит сложнее. Они опираются на достижения физики (геофизика), химии (геохимия), биологии (биогеохимия) и многих других областей знания. И когда эти области изменяются, в геологии начинается неразбериха.

В это смутное время идет «естественный отбор» научных теорий.

Вот и для ледниковой теории обстановка сложилась трудная. Чем больше набирали геологи сведений о жизни Земли в четвертичный период, чем внимательней прослеживали судьбу животных и человека, чем скрупулезней исследовали следы былых ледников, тем больше появлялось сомнений.

Чтобы как-нибудь объяснить новые факты с помощью старой теории, приходилось придумывать множество оговорок и гипотез. Подобно тому, как к зданию, не вмещающему растущее количество жильцов, приходится приделывать разные надстройки, балкончики, флигелечки. От этого, конечно, здание лучше не выглядит, да и жить-то в нем неуютно.

Особенно заметно было такое «брожение умов» и полная неразбериха, когда речь заходила о причинах возникновения ледниковых эпох. Немецкий геолог Шварцбах построил очень наглядный график, где показал важнейшие гипотезы в науке о ледниковом периоде в порядке их появления до второй мировой войны.

На графике Шварцбаха отчетливо видно, что расцвет идей о ледниковом периоде приходится на начало нашего века. В то время было предложено много новых гипотез, из которых некоторые сохранились в науке до наших дней. Однако до сих пор не удается выявить «самую верную» из них. Возможно, такой гипотезы и не существует. Все чаще геологи говорят о многих причинах, сочетание которых вызывает ледниковые эпохи.



При гипотезе принимается во внимание какой-нибудь один или несколько важных признаков явления и на основании только их строится представление о явлении, без внимания к другим его сторонам. Научная гипотеза всегда выходит за пределы фактов, послуживших основой ее построения...

В. И. ВЕРНАДСКИЙ

ПОЛЬЗА ОТ „ПОЧЕМУ“

Ребенок-почемучка может замучить своими вопросами даже мудреца.

Почему солнце светит? Происходят в нем термоядерные реакции. Почему происходят? Распадаются и создаются атомные ядра. Почему? Почему трава растет? Почему птицы поют?..

Очень каверзный вопрос «почему?». В прежние времена любили отвечать на него просто: «Так бог создал». Позже многие ученые стали утверждать, что в науке важно постичь, как все происходит, а уж «почему» — не столь важно.

Но никакими отговорками не охладить человеческую любознательность.

Ученые задумываются над теми вопросами, которые сами же признавали необязательными для науки. И приходят к интересным выводам. И затевают бесконечные споры. И придумывают новые гипотезы. И обосновывают новые теории.

Для науки нет запретных вопросов. Мудрено заранее догадаться, какая проблема открывает путь к новым идеям.

Таков и вопрос о причинах оледенений. В принципе можно бы и не отвечать на него. Не все ли равно, какие причины? Важно выяснить, как все произошло, в какое время, в какой последовательности.

Ну, а если не удастся точно восстановить историю великих оледенений? Если даже не совсем ясно, происходили оледенения разом по всей Земле или в Северном и Южном полушариях поочередно?

Очень важно догадаться о причинах оледенений. Если это связано с неземными силами, тогда оледенения должны наступать регулярно и точно, как календарные даты.

А если они вызываются сочетанием случайностей, то и в оледенениях не будет никакого порядка.

Ледниковые эпохи — время необычайных изменений климата. Узнав, почему случаются такие изменения, можно предсказать их на будущее. Или даже бороться с ними. Размышляя о причинах великих оледенений, ученые не ставили себе каких-то практических целей. Они не собирались управлять климатом. Им просто было интересно разобраться в сложной головоломке, решить мудреную задачу со многими неизвестными. Но чистая любознательность ученых может в конце концов обернуться большой практической пользой для всех людей. Ведь и электричество некогда считалось забавной выдумкой физиков, занимательной игрушкой, а ученым оно казалось любопытным природным явлением, вовсе не связанным с хозяйственными нуждами.

До сих пор некоторые люди смеются над любознательностью ученых. Наука, мол, должна сейчас же приносить практическую пользу. Вот некоторые биологи изучают всяких червячков, букашек, мушек. Тешат свое любопытство. А толк-то от этого какой? Никакого. Червячки не дают молока, букашечки — мяса, а мушек и вовсе не разводить надо, а уничтожать.

А оказывается, с помощью мушек можно получать больше молока и мяса. На мушках очень удобно изучать законы наследственности. Постигнув эти законы, можно вывести новые, наилучшие породы коров, свиней, овец, кур.

Настоящие ученые — это вечные Колумбы, отправляющиеся на поиски новых земель. Колумб плыл в Индию, а открыл Америку. И ученые не всегда достигают той цели, к которой стремятся. Но то, что они открывают, возможно, через несколько лет окажется «новой землей», необычайно обширной и богатой.

Надо только верить науке. И не спешить. Ведь то, что сегодня нам кажется пустой забавой, может завтра обернуться расщепленным атомом или космической ракетой.

БОРЬБА С ГИПОТЕЗАМИ

«Гипотез предложено много, а где обилие гипотез, там нет **хороших** гипотез, нет удовлетворительного научного объяснения явлений», — писал геолог И. Д. Лукашевич в статье о причинах ледниковой эпохи (1915 год). Действительно, к тому времени так много появилось гипотез о ледниковой эпохе, что можно было прийти в отчаяние.

Как навести порядок в этом нагромождении противоречивых идей?

Старый испытанный способ — построить гипотезы в «шеренги» по порядку номеров.

Так мы и сделаем.

Всего можно выделить пять групп гипотез о причинах ледниковой эпохи.

В первой объясняется все земными причинами.

Во второй обращается внимание на изменчивость положения Земли относительно Солнца и на колебания скорости вращения ее вокруг своей оси.

В третьей указывается на «солнечные» причины оледенений.

В четвертой группе поиски причин уводят в космические дали.

А к пятой группе относятся «смешанные» гипотезы, учитывающие ряд причин в совокупности.

За последние десятилетия геологи постарались отобрать из гипотез наиболее правдоподобные, но мы познакомимся с основными гипотезами об оледенениях, существовавшими в начале нашего века, некоторые из которых считаются безнадежно устаревшими.

Казалось бы, стоит ли возвращаться к прошлому? До-

статочно пересказать то, что признано в настоящее время.

Но раз уж нет окончательного ответа, современные идеи не обязательно окажутся в будущем самыми верными; как знать, не расцветут ли когда-нибудь те гипотезы, которые теперь нам кажутся старыми и убогими?

Множество научных гипотез исчезает бесследно из-за противоречия с фактами. Немало и таких, которые через некоторое время возрождаются, питаемые новыми фактами и идеями. Выделить их наперед невозможно.

НЕ ОТРЫВАЯСЬ ОТ ЗЕМЛИ

Гипотез, объясняющих оледенения земными причинами, очень много. Некоторые из них сложны и требуют длительных пояснений. Такие гипотезы придется пересказать упрощенно.

Во времена Кювье господствовала мысль о постепенном остывании нашей планеты. Ее развивал известный естествоиспытатель Бюффон. Он даже изучал скорость остывания чугунных ядер, чтобы прикинуть, за какой срок мог остыть земной шар (учитывая его огромный диаметр).

Результаты получились очень сомнительными: ведь температура земных глубин до сих пор точно не определена. Сравнение земного шара с чугунным ядром допустимо только с позиций геометрии: подобие облика двух фигур — и только. Чугунный шар находится в атмосфере Земли, а планета — в космосе. В шаре и на планете действуют совершенно разные силы. Например, даже на глубине нескольких десятков километров (тончайшая оболочка Земли, радиус которой превышает шесть тысяч километров) любые самые прочные вещества под гигантским подземным давлением неузнаваемо меняют свои свойства.

Если Земля постепенно остывает, это должно привести в конце концов к великим холодам и оледенениям.

К сожалению, столь простая и убедительная гипотеза столь же просто и убедительно опровергается.

Главное: оледенения сопровождают всю геологическую историю Земли. Следы их наблюдаются в осадках, возраст которых миллиард лет. После очень крупного

оледенения, каменноугольно-пермского (двести пятьдесят миллионов лет назад), почти на всей поверхности планеты было тепло. А еще раньше тоже были оледенения.

Но это еще не значит, что Земля образовалась обязательно «холодным путем», при скоплении космической пыли или метеоритов. За последние годы немало известных астрономов (среди них академик В. А. Амбарцумян) пишут о возможном образовании Солнца и планет в результате взрывов ядер галактик.

Космические взрывы непостижимой силы уже много раз наблюдали астрономы. Космос развивается не только медленно, регулярно, но и катастрофически, со взрывами, рождающими новые звезды и, возможно, планеты.

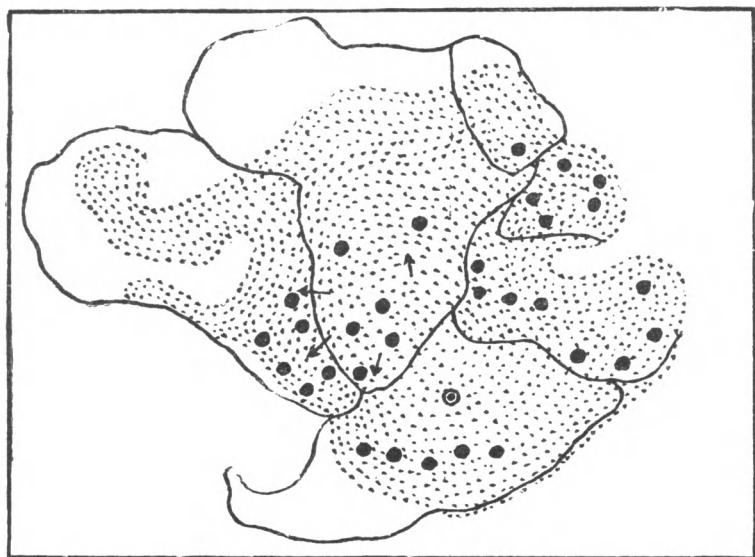
Но если даже Земля была когда-то раскаленной каплей солнечного вещества, она должна была основательно остыть за первые один-два миллиарда лет своей космической истории (геологическая история Земли начинается со времени образования на ней первых осадочных пород — два-три миллиарда лет назад). Если некоторое остывание Земли продолжалось, то происходило оно все медленнее и, наконец, прекратилось.

От Солнца поступает к поверхности нашей планеты в тысячи раз больше энергии, чем из глубоких недр. За последний миллиард лет (или более) главным «кормильцем» Земли было Солнце. Если солнечное излучение ослабнет хотя бы на сотую долю, это заметнее скажется на природных условиях у поверхности Земли, чем уменьшение теплового потока из недр в два или три раза.

Другая группа земных причин связана с изменчивостью положения полюсов Земли.

Двести лет назад философ Гердер предположил, что полюсы земли перемещаются. Позже эту мысль использовали геологи для объяснения оледенений. Действительно, если бы вдруг Северный полюс переместился в район Скандинавии, то почему бы там не образоваться великим ледникам?

К началу нашего века астрономам удалось установить незначительные колебания земной оси (на десятки метров от среднего положения). Теперь наблюдений ведется так много и они столь точны, что имеются карты перемещения полюсов, и явление это совершенно доказано.



Древний материк Гондвана, объединявший Южную Америку, Африку, Индию, Австралию, Антарктиду. Точками отмечена бывшая суша, черными кружками — местонахождения древних морен, стрелками — направления движений древних ледников.

Однако для того, чтобы земная ось отклонилась на двадцать градусов от своего нынешнего положения (как предполагали сторонники этой гипотезы), требуется гигантская космическая сила. Даже обыкновенная юла, вращаясь, приобретает устойчивость. С увеличением массы и скорости вращения устойчивость эта возрастает. Для земного шара она необычайно велика.

Если бы и удалось отклонить ось вращения Земли, за этим последовали бы великие геологические преобразования. Земной шар начал бы сжиматься в одних областях и раздуваться — в других. Начали бы очень быстро вздыматься горные пояса и опускаться впадины морей. Наступила бы эпоха всеобщих катастроф на Земле, а не только ледниковых. Да и сила, способная существенно сдвинуть земную ось, остается неизвестной.

Во времена Гердера была высказана оригинальная

мысль, как бы «выворачивающая наизнанку» идею этого философа: земная ось остается неизменной, а перемещаются материки.

В начале нашего века эту мысль геологически обосновал оригинальный ученый, смелый путешественник Альфред Вегенер. С той поры она обычно называется гипотезой Вегенера.

Суть ее в том, что на нашей планете существует земная кора двух типов: континентальная, толщиной сорок — семьдесят километров, и океаническая, сравнительно тонкая (в несколько километров). Ниже находится мантия, плотное вещество которой, под огромным давлением недр, находится как бы в пластичном состоянии. Материки могут плавать в мантии подобно тому, как перемещаются в океане айсберги среди тонких полярных льдов.

По предположению Вегенера, до каменноугольного времени существовал единый материк Пангея («Всеземля») в едином Мировом океане. Позже он раскололся, и части его расплылись, образовав Северную и Южную Америку, Евразию, Африку, Австралию, Антарктиду и цепи островов — как бы обломки материков.

Споры вокруг гипотезы Вегенера не утихают до настоящего времени. Однако она как будто в общем оказалась верной. Во всяком случае, некоторое перемещение континентов теперь признают едва ли не все геологи.

Вегенер (и позже советский геолог Б. Л. Личков) для доказательства своей гипотезы приводил сведения о древних ледниках.

Если взглянуть на карту, где отмечены следы древнего каменноугольно-пермского оледенения, ясно видно, что вырисовывается единая область в Южном полушарии, охватывающая юг Америки, Африки, Индии и часть Австралии. Ледниковые шрамы на скалах подтверждают как будто, что ледники двигались так, словно континенты в то время были соединены вместе.

У гипотезы Вегенера есть немало подтверждающих ее фактов, хотя и есть некоторые сомнительные стороны (например, остается невыясненной сила, разорвавшая материк). Но для объяснения последнего, четвертичного оледенения, она вряд ли пригодна.

За последние один-два миллиона лет континенты почти наверняка существенно не меняли своего положения. По некоторым подсчетам, перемещение континентов дол-

жно идти со средней скоростью два — пять сантиметров в год. За два миллиона лет это составит не более пятидесяти километров.

И разве дело только в том, чтобы материк оказался близ полюса? Разве непременно после этого должно начаться оледенение?

В Верхоянске бывают лютые морозы. Здесь, а не на Северном полюсе располагается полюс холода нашего полушария. Ледников в этих краях нет. Для ледников нужен не только холод, но и много «пищи» — атмосферных осадков. В Верхоянске осадков выпадает мало. Ледники здесь таят под землей.

Поэтому появление великих ледников нередко связывают с общим поднятием суши.

Вверх по склонам гор через каждый километр подъема температура воздуха снижается на пять — семь градусов. На высоких горах круглый год белеют снега. Оттуда в теплые долины стекают ледники.

Даже в тропиках, выше четырех-пяти километров над поверхностью земли, царствует криосфера, холодная оболочка планеты, где вода превращается в лед.

В те геологические периоды, когда поверхность земли в целом невысоко поднимается над уровнем океана, на планете должно быть тепло. А если земная поверхность поднята сравнительно высоко, она приблизится к границе криосферы и начнет охлаждаться.

Около тридцати — пятидесяти миллионов лет назад начались могучие движения земной коры на материках. Подсчитано, что к современной эпохе поверхность суши поднялась на 300—600 метров.

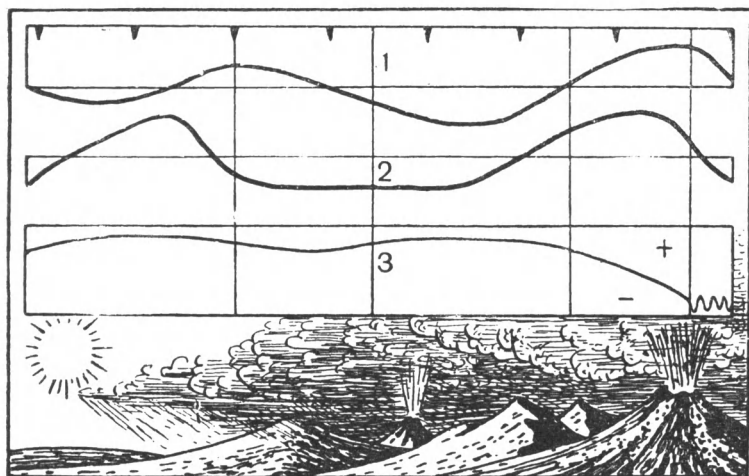
Возникали высокие горные хребты (Гималаи, Альпы, Кавказ, Кордильеры).

Они, достигая холодных слоев воздуха, отдавали им тепло, накопленное землей.

Общее поднятие суши увеличивает ее площадь за счет сокращения поверхности морей и океанов. Вода — хороший аккумулятор тепла. Она задерживает солнечную энергию дольше, чем суша. Поэтому с уменьшением водной поверхности на Земле должно холодать.

Горы влияют на течение воздушных потоков, преграждая им путь или отклоняя их в сторону.

В тропической зоне солнечные лучи разогревают воздух. Теплые потоки поднимаются вверх и направляются



Колебания среднего уровня суши (верхняя кривая), вулканической активности (средняя) и температуры в Европе за последние 70 миллионов лет. Вертикальные линии — границы геологических периодов (слева направо): эоцен, олигоцен, миоцен, плиоцен и четвертичный.

Видно, как температура постепенно снижалась к ледниковому времени.

к полюсам. Они стремятся распределить солнечное тепло по всей поверхности планеты.

Если бы Земля была совершенно гладкой и равномерно покрыта водой, воздушные потоки преуспели бы в своем «благородном деле», выравнивая температуры поверхности планеты. Но это не происходит. Горные хребты, имеющие широтное направление, преграждают путь теплову и влажному воздуху тропиков. За Гималайской стеной находится великая сухая и холодная пустыня Гоби. В Сибири сухо и морозно.

Общее поднятие суши и воздымание горных хребтов могут вызвать похолодание на Земле.

Ну, а если в четвертичный период было несколько ледниковых и межледниковых эпох? Не могла же поверхность земли так часто колебаться вверх-вниз, а океаны так стремительно увеличивать и сокращать свою площадь!

Даже если великое наступление ледников в Северной Америке и Евразии прошло один раз за последний миллион лет, то и тогда общее поднятие и опускание суши выглядит неправдоподобно быстрым.

Как известно, для рождения и роста ледников одного мороза недостаточно. Требуется еще много атмосферных осадков.

Существует мнение (подкрепленное графиками и расчетами), что для появления в Скандинавии мощных ледников достаточно растопить белый панцирь Северного Ледовитого океана!

Выходит и вовсе странно: некоторое потепление у полюса должно привести к ледниковой эпохе.

Обосновывается эта идея так. Когда исчезнет лед на Северном океане, воды его начнут усиленно испаряться. Пар станет осаждаться на берегах океана дождем и снегом. Слой зимних снегов будет велик. За полярное лето он не успеет растаять. Возникнут ледники.

Основная мысль тут правильная: без обильных осадков не может быть великих ледников. Но ведь и холода тоже нужны!

А возможно, как раз наоборот: ледниковое время началось именно тогда, когда Северный океан стал Ледовитым.

Это мнение поддерживает академик К. К. Марков. «На протяжении кайнозойской эры, — пишет он, — очертания материков изменились таким образом, что увеличилась изоляция арктического бассейна. Поступление в него теплых атлантических и тихоокеанских вод сократилось, уменьшился вынос льда.

Постепенно Арктический бассейн превратился в Северный Ледовитый океан, а его поверхность стала самостоятельным фактором дальнейшего охлаждения. Альbedo (отражающая способность) поверхности льда вчетверо больше среднего альbedo Земли, не покрытой льдом. Благодаря увеличению среднего альbedo Земли, ее поверхность дополнительно охладилась. Весьма вероятно, что замерзание Арктического бассейна началось не в плейстоцене, а ранее».

На первый взгляд такая точка зрения прямо противоположна предыдущей и они взаимно исключают друг друга. Но дело обстоит сложнее. Обе могут взаимно дополняться. То есть ледниковый период не может про-

должаться без замерзания и оттаивания Северного океана. Но об этом мы еще будем говорить подробнее.

Связывают великие ледники и с атмосферными причинами.

Криосфера находится преимущественно в воздушной оболочке нашей планеты. Нельзя ли объяснить расширение криосферы какими-нибудь изменениями воздушного океана?

Предположим, из-за активных извержений вулканов значительно повысилось содержание вулканической пыли в атмосфере. Она будет рассеивать часть солнечных лучей и снижать температуру воздуха в низах тропосферы.

В 1912 году взорвался вулкан Катмаи на Аляске, выбросив двадцать один кубический километр пыли и пепла. После этого в Калифорнии и в Алжире было отмечено ослабление интенсивности солнечного излучения на двадцать процентов.

Известный климатолог Брукс высказал мнение, что все холодные годы, начиная с XVIII века, следовали за крупными извержениями вулканов. Вообще о похолоданиях, связанных с атмосферной пылью, известно немало.

Так, еще до революции, в Сибири после особенно больших лесных пожаров (воздух целых три месяца был мутен из-за дыма и пепла), средние годовые температуры снизились на 2—3 градуса.

Однако разные вещи — вызвать годовые похолодания или повлиять на климат целого геологического периода. Пыль в атмосфере долго не держится (стратосфера слишком разрежена, а тропосфера достаточно скоро очищается дождями и снегом). К тому же четвертичный период вовсе не отличается необычайной активностью вулканов. Доказывают это материалы, собранные Бруксом. Он подсчитал, сколько содержится вулканических пород среди отложений различных геологических периодов. Оказалось, продуктов вулканической деятельности особенно много в карбоне-перми и эоцене. А оледенения были в кембрии, карбоне-перми и в четвертичное время.

Значит, оледенения непосредственно не связаны с вулканической активностью. Единственным исключением может быть оледенение, происходившее в конце карбона и начале перми.

Изменения химического состава атмосферы тоже могут заметно влиять на климат.

Особую роль в атмосфере играет углекислый газ. Он задерживает часть солнечных лучей и способствует «оттепленнию» поверхности Земли. По некоторым подсчетам, уменьшение содержания углекислоты в атмосфере в два раза должно понизить среднегодовые температуры в средних широтах на четыре-пять градусов. А увеличение содержания углекислоты в два-три раза подняло бы температуру приполярных областей на восемь-девять градусов.

Много углекислого газа поступает в атмосферу через жерла вулканов. Усиление вулканической деятельности поэтому должно охлаждать атмосферу (обилие пыли) и оттаивать ее (обилие углекислоты).

Возможно, последствия этих двух явлений взаимно уничтожаются.

Но и тут, пожалуй, дело обстоит сложнее.

Во-первых, нельзя забывать, что при увеличении содержания углекислого газа в атмосфере он будет усиленно поглощаться водами океанов (до установления газового равновесия в воздухе и воде). Во-вторых, углекислый газ является пищей для растений и некоторых простейших и беспозвоночных животных. Они тоже будут стремиться «выесть» излишки атмосферной углекислоты. Отмирая, эти организмы будут захоронять соединения, содержащие углерод и кислород.

Если атмосфера обогатится углекислым газом, за этим последует расцвет растений и животных, питающихся им. Позже, когда будут «съедены» запасы этого соединения, атмосфера заметно им обеднеет. Недостаток углекислоты нарушит тепловое равновесие в атмосфере в сторону общего похолодания.

В таком виде гипотеза выглядит довольно внушительно. Перед эпохами оледенений действительно наблюдалось некоторое усиление активности вулканов и расцвет растений или животных, поглощающих углекислоту. Так было в силуре (перед нижнедевонским оледенением), в карбоне, в плиоцене (незадолго до современной ледниковой эпохи). Правда, неясным остается вопрос с оледенением в кембрийское время. Но вполне возможно, что прежде него находились в расцвете микробы, питавшиеся углекислотой и не оставившие после себя явных остат-

ков, как это случалось позже с многими скелетными животными и растениями.

Но и тут не совсем ясно: если были неоднократные наступления четвертичных ледников, то как связать это с колебаниями химического состава атмосферы? Почему могли происходить такие колебания? Непонятно...

И наконец, некоторые ученые связывают изменение климата с жизнью Мирового океана.

Известно, как сильно влияют морские теплые и холодные течения на климат прилегающих участков суши (благодаря Гольфстриму климат Скандинавии значительно мягче, чем на тех же широтах в Сибири). Направление морских течений может периодически меняться при опусканиях или поднятиях значительных территорий по берегам морей, или при переменах течения атмосферного воздуха, или при образовании новых архипелагов и т. д. Тогда изменяются климатические условия на значительных территориях. И, скажем, отсутствие Гольфстрима настолько охладит Скандинавию, что здесь вырастут ледники.

Имеются гипотезы, связывающие похолодание климата с изменением солености Мирового океана, гидросферы. В простейшем случае, если некогда общая соленость океанических вод была ниже, чем теперь, они должны были бы замерзать при температурах чуть ниже нуля. Это могло бы объяснить существование древнейших оледенений. Однако и ныне, при значительной солености океана, продолжается ледниковая эпоха.

Конечно, влияние океанических течений на климат суши велико. Но вряд ли оно может играть главную роль. Ведь оледенения охватывали огромные территории континентов, порой удаленные на тысячи километров от океанов. Да и сама смена океанических течений предполагает какие-то предшествующие события (подъемы и опускания суши, расползание материков и т. п.). Значит, эта гипотеза сводится, в конце концов, к какой-нибудь из тех, о которых мы говорили ранее.

МЕСТО ПОД СОЛНЦЕМ

Все гипотезы о земных причинах оледенения имеют один общий недостаток. Они не объясняют, почему же произошли на Земле те или другие изменения. Почему вдруг стали особенно часто и мощно извергаться вулканы? Почему перемещаются материки? Почему вздымаются суша или опускаются океанические впадины? Почему образуются горные цепи?

Издавна ищут геологи ответы на такие вопросы. И до сих пор окончательных ответов не найдено. Неясно даже, какие силы в основном направляют развитие земной поверхности: внутренние или внешние.

Из внутренних сил обычно предполагаются две: энергия радиоактивного распада и течения вещества мантии Земли.

Энергия распада радиоактивных элементов, содержащихся главным образом в земной коре, действительно велика. Но достаточно ли ее, чтобы расплавлять горные породы, вспучивать возвышенности, создавать вулканы?

Поток тепла из недр, как показали многочисленные измерения, примерно одинаков на континентах и в океанах. Континентальная земная кора содержит значительно больше радиоактивных элементов, чем океаническая. Значит, тепло земных недр вряд ли существенно связано с имеющимися там радиоактивными элементами.

Известны богатые урановые месторождения, где содержание радиоактивных элементов в тысячи раз выше среднего для земной коры. А ведь горные породы на этих месторождениях не расплавлены.

Возможно, в далеком прошлом, когда многие радиоактивные элементы еще не успели распасться, общее содержание их в земной коре значительно превышало нынешнее. Энергия их распада заметно сказывалась на жизни поверхности Земли. Но на последние полмиллиарда лет, во всяком случае, радиоактивная энергия недр вряд ли играла большую роль в геологических процессах.

О потоках вещества мантии Земли нам и вовсе ничего не известно. Возможно, они существуют. Возможно, их и вовсе нет. Возможно, они вызывают поднятия гор и опускание дна морей. А возможно, именно колебания по-

верхности Земли влияют на мантию и заставляют ее течь...

Можно исходить из некоторых более общих соображений.

В физике существует второе начало термодинамики. Для нашего случая суть его можно выразить просто: внутренние силы Земли должны со временем ослабевать. Если бы только они вызывали движения земной поверхности, то движения эти становились бы все слабее и слабее. Уменьшалось бы количество накопленных осадков. И вообще бы жизнь земной коры постепенно затухала.

Однако этого нет. Напротив, геологические процессы, пожалуй, увеличивают со временем свою активность. Во всяком случае, о затухании их не может быть и речи.

Значит, Земля «питается» энергией, поступающей от каких-то внешних источников.

Каким же образом происходит это питание? Для ответа следует обратиться к астрономам.

На Землю воздействуют силы притяжения Луны и Солнца. Приливы возникают не только в морях и океанах, но и в каменной массе планеты. Временами приливы достигают особой силы. Однако и тогда они остаются сравнительно слабыми и кратковременными для того, чтобы вызвать значительные изменения рельефа Земли или даже морских течений.

Существеннее может быть влияние неравномерности вращения Земли вокруг своей оси. Замедляется вращение притяжением Луны и Солнца и даже перемещением гигантских потоков воздуха в тропосфере или изменениями в верхних слоях атмосферы и в ионосфере, связанными со вспышками солнечной активности.

При огромной массе нашей планеты даже незначительное ускорение или замедление скорости ее вращения высвобождает колоссальное количество энергии. Ее вполне хватает на то, чтобы сдвигать материки, коробить земную поверхность, менять направление потоков атмосферного воздуха, вызывать землетрясения и вулканические извержения.

С помощью одной лишь этой гипотезы нельзя еще объяснить наступление ледникового времени. Зато она поясняет возможную причину «первого толчка». Цепь дальнейших явлений, приведших к ледникам, требуется

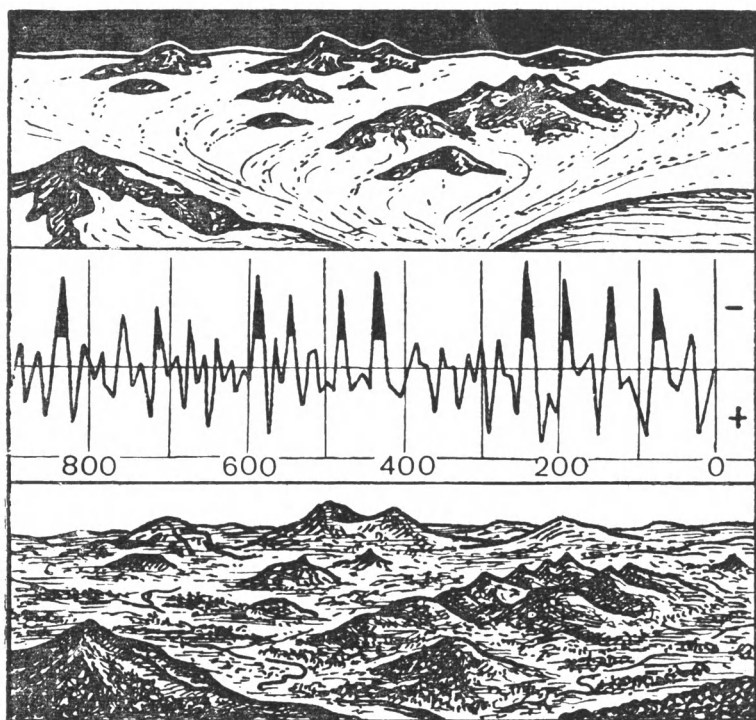


График Миланковича. Ледниковые эпохи закрашены. По горизонтали шкала времени в тысячах лет.

достраивать с помощью каких-нибудь иных, «земных» гипотез.

Особенно детально разработана и пользуется немалой популярностью гипотеза, которую связывают с именем югославского астронома Миланковича. Она сравнительно сложна, и мы не будем углубляться в ее детали. Суть ее такова.

Как известно, Земля вращается вокруг Солнца по эллипсу. Расстояние от нее до светила то увеличивается, то сокращается. От этого и солнечной энергии поступает на Землю то чуточку больше, то меньше.

Кроме того, Земля напоминает юлу, которая, кру-

жасть, плавно покачивается из стороны в сторону. От этого периодически сильнее нагреваются солнцем то одни территории, то другие (в зависимости от угла падения солнечных лучей).

От этих и некоторых других причин для каждого района из века в век изменяется количество солнечного тепла. Чередуются похолодания и потепления.

Миланкович построил график, на котором показал, как изменялось со временем количество солнечного тепла для определенной широты Северного и Южного полушария в зависимости от положения Земли относительно Солнца. И прежде такие графики составлялись учеными, однако материалы Миланковича считаются наиболее полными и обоснованными.

Кривые солнечной радиации Миланковича охватывают почти весь четвертичный период. Согласно им, в Северном полушарии 230 600 лет назад было холодное лето. То же было и 20 300 лет назад. И, между прочим, некоторые геологи именно к этим тысячелетиям относят наиболее мощные оледенения.

На графиках Миланковича максимум похолоданий повторяется приблизительно каждые сорок тысяч лет. Геологическими данными это не подтверждается. Правда, Миланкович уточнил: оледенениям благоприятствуют годы с холодным летом и теплой зимой. Но и в таком случае должно было бы произойти девять великих оледенений за последние шестьсот тысяч лет.

Некоторые ученые обобщили кривые и составили более грубую схему, которая, в общем-то, хорошо согласуется с альпийской схемой оледенений Альбрехта Пенка.

И все-таки как ни привлекательны графики астрономов, есть у них серьезные изъяны. Астрономы не учитывают каких-то главных причин оледенения, хотя точно определяют второстепенные причины.

Почему же изменение положения Земли относительно Солнца нельзя считать основной причиной оледенений?

Вспомните, что до четвертичного периода климат Земли в общем был теплым. Периоды великих оледенений бывают на планете сравнительно редко. Положение Земли относительно Солнца менялось и до ледникового периода. Но ледники тогда не возникали.

Есть и другие возражения против гипотезы Миланко-

вича, но это — главное. Если уж и привлекать астрономические причины для объяснения оледенений, то только как второстепенные, а не основные.

Однако, кроме периодических явлений, существуют и непериодические, которые тоже могли бы существенно влиять на климат планеты.

Было высказано предположение, что Луна некогда (на ранних этапах геологической истории) отделилась от Земли. От этого Земля бы уменьшилась в размерах, и пропорционально возросла бы скорость ее вращения. Солнечное тепло равномернее бы распространялось по поверхности планеты. Возможно, и расстояние от Земли до Солнца в прошлом было меньше, чем теперь. Не этим ли объясняется господство теплых климатов на протяжении почти всей геологической истории?

Или еще одна причина. Если земная ось в прошлом была наклонена на тридцать пять градусов к плоскости вращения планеты вокруг Солнца, то все широты получали бы приблизительно равное количество солнечного тепла. Тогда бы повсюду господствовал субтропический климат. А изменения наклона оси могли бы приводить к ледниковым эпохам.

Все эти гипотезы трудно и доказать и отвергнуть.

ПУЛЬС ЗВЕЗДЫ

Ночью в небе мерцают звезды. Это оптический обман, нечто вроде миража. Но большинство звезд действительно пульсирует. Их пульс слишком медлен или слишком быстр для того, чтобы его можно было заметить глазом.

Возможно, излучение всех звезд — переменное. Только колебания звездной активности порой слишком слабы или слишком медленны (период колебания — века, тысячелетия), и приборы не в силах еще их уловить.

Наше Солнце относится к разряду переменных звезд. Вполне доказана одиннадцатилетняя ритмичность его излучения. В целом излучение Солнца изменяется ничтожно, такими колебаниями можно было бы пренебречь. Зато резко возрастает интенсивность его излучения на коротких волнах. Именно это излучение и вызывает целую серию процессов на Земле. В первую очередь реагируют на них радиационные пояса Земли, уходящие далеко

в космос. Затем приходит черед верхам атмосферы (в частности, расцветают полярные сияния), и, наконец, отзываются на солнечную активность тропосфера и гидросфера (например, образуются циклоны) и вместе с ними живые существа.

По-видимому, существуют, кроме одиннадцатилетних, и более длительные ритмы солнечной активности. Если так, то с заманчивой простотой можно объяснить наступление всепланетных похолоданий длительным уменьшением солнечной активности.

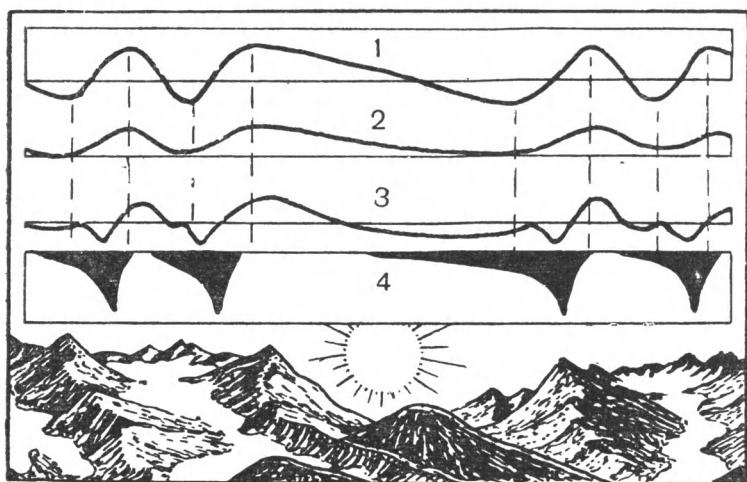
Солнечные ритмы очень не просто влияют на климат нашей планеты. Нелегко отыскивать следы влияния на Землю возможных долгопериодических колебаний излучения Солнца.

Географ А. В. Шнитников в своих работах обосновывает существование климатического ритма с периодом около тысячи восьмисот лет. Через этот промежуток времени, возможно, наступают эпохи повышенной увлажненности материков Северного полушария (эпохи потопов, «малые ледниковые эпохи»). Только не совсем ясно, то ли отражаются тут солнечные колебания, то ли действуют какие-нибудь иные причины. О более длительных колебаниях и вовсе трудно судить. Существование такого климатического ритма еще нельзя считать доказанным.

Некоторые астрогеологи (ученые, изучающие влияние космических сил на Землю) убеждены, что великие климатические изменения на Земле связаны, безусловно, с солнечными воздействиями.

«Мы считаем,— писал советский астрогеолог М. С. Эйгенсон,— что по крайней мере некоторые холодные, в частности ледниковые, периоды в истории Земли могли быть геофизическим эффектом длительно (на тысячи или миллионы лет и более) ослабленной (нулевой) солнечной активности». Дело, стало быть, сводится не просто к уменьшению солнечного тепла, но, главное, к очень слабым перемещениям потоков атмосферного воздуха и океанических вод. Солнечное тепло очень неравномерно распространялось по поверхности Земли. Где-то сильно теплело, где-то холодало... Ведь солнечная активность, как считается, усиливает общую циркуляцию атмосферы.

«Наоборот, некоторые теплые, межледниковые эпохи,— продолжает Эйгенсон,— по нашему предположе-



Возможное влияние колебаний солнечной активности (вверху) на общее количество осадков (ниже), температуру воздуха и развитие оледенений (черные сосульки).

нию, были нормальными эпохами весьма активного вмешательства этой великой — и новой для научного познания — силы природы в управление земными делами... В эти теплые эпохи шел интенсивный теплообмен и воздухообмен между полярными холодильниками и тропическим нагревателем, в результате чего температуры выравнивались... При этом... климат в среднем теплел, потому что площадь полярных шапок меньше площади экваториального пояса».

Английский метеоролог Симпсон попытался оценить влияние на климат крупных колебаний солнечной активности.

Предположим, началось усиление солнечной радиации. Средняя температура на Земле повысится. Усилится испарение, увеличится облачность и количество выпадающих осадков. Активизируются движения воздушных потоков и вихрей в атмосфере. В северных районах начнет расти снеговой покров, а на горных склонах — ледники. Значит, некоторое потепление Земли вызовет ледниковую эпоху.

При дальнейшем усилении солнечного излучения начнется таяние снега и льда. Наступит теплое и влажное межледниковье.

Когда солнечная активность начнет затухать, все повторится в обратном порядке. Похолодает. Грядет новая ледниковая эпоха.

Но к моменту, когда солнечная активность ослабнет и заметно уменьшится поступление солнечного тепла, климат Земли, в общем, станет холодным и сухим. А в холодном сухом климате ледники не растут (вспомните Сибирь). Значит, вернется своеобразная межледниковая эпоха: холодная и сухая.

Новая волна солнечной активности повторит все заново. Значит, чтобы вызвать четыре ледниковых эпохи, достаточно всего лишь два солнечных всплеска...

Существование длительного холодного и сухого межледниковья не подтверждается геологическими данными. Схема Симсона выглядит как-то абстрактно. И неясно, почему вдруг Солнце дважды за четвертичный период резко увеличивало свою активность, а многие миллионы лет не делало ничего подобного.

ЗВЕЗДЫ И ТУМАННОСТИ

Очень простое предположение: Солнечная система в своем галактическом путешествии минует более или менее теплые участки космического пространства. Только вот не обнаружено еще в космосе теплых и холодных мест. Значит, гипотеза остается совершенно недоказанной.

Другая гипотеза: периодически меняется интенсивность излучения Млечного Пути, нашей Галактики. Шестьдесят лет прошло с той поры, когда было впервые высказано это мнение. Никаких прямых подтверждений ему не получено.

Однако появились некоторые косвенные подтверждения этой гипотезы. За последнее время астрономы обнаружили, что ядра некоторых галактик очень активны. Наблюдались колоссальные, мощностью в миллионы солнц, извержения звездного вещества из галактических ядер. Такие процессы, возможно, не редкостные фейерверки космоса, а характерные черты, глубокие законо-

мерности его жизни. Галактики могут пульсировать, подобно звездам... И все-таки нельзя забывать, что нет прямых доказательств влияния излучения Галактики на климат Земли.

В начале нашего века была предложена еще одна гипотеза. В межзвездном пространстве «тихо бродят без следа облаков неуловимых волокнистые стада». Облака космической пыли! Когда Солнечная система мчится сквозь них, прозрачность космоса уменьшается. Космическая пыль поглощает и рассеивает часть солнечных лучей, предназначенных Земле. Планета охлаждается.

Когда в туманности случаются просветы, на Землю падает неослабленный поток солнечного тепла. Ледниковая эпоха сменяется теплым межледниковьем.

«Изложенная гипотеза,— писал известный советский климатолог, географ и биолог Л. С. Берг,— по моему мнению, наилучше объясняет чередование геологических климатов».

Последующие математические расчеты опровергли гипотезу. Выяснилось, что плотность космических туманностей очень мала. На сравнительно коротком расстоянии от Земли до Солнца влияние пыли почти не сказывается.

Другие исследователи связывают с неоднородностью космического пространства повышение, а не ослабление солнечных излучений. Если космические облака содержат водород — горючее для термоядерных реакций,— проходя сквозь них, Солнце будет «разгораться» ярче. Тогда холодные эпохи будут вызваны «прогалинами» в космических водородных облаках.

И наконец, имеется еще одна гипотеза. Ее обосновал один из основателей астрогеологии Б. Л. Личков. По его мнению, один оборот Земли вокруг центра Галактики — так называемый галактический год, продолжительностью около ста пятидесяти миллионов лет,— можно разделить на несколько этапов. На протяжении одного из них Солнечная система (в частности, наша Земля) испытывает влияние повышенных гравитационных сил (сил притяжения) со стороны окружающих звезд и галактик. На другом этапе гравитационные силы ослабевают.

Земля в связи с этим испытывает поочередные сжатия и расширения (они особенно ярко проявляются в определенных поясах, «критических широтах» планеты).

Происходит усиленное горообразование и целый ряд процессов, приводящих в конце концов к ледниковым эпохам.

В этой гипотезе заманчиво то, что она учитывает не только климатические изменения, но и другие геологические процессы. Например, по Личкову, на определенные «сезоны» галактического года приходятся эпохи, во время которых происходили массовые вымирания живых организмов на Земле. Эти эпохи, заставляющие вспомнить теорию катастроф Кювье, действительно происходили в геологической истории (хотя и в тысячи раз «спокойнее», чем предполагал Кювье). До сих пор они окончательно не объяснены.

И все-таки трудно принять идею галактического года. Самое главное: эпохи «катастроф» (или, как принято сейчас называть, диастрофизма) происходят не регулярно в истории Земли. Ближе к нашему времени они учащаются. Или это вызвано неравномерностью хода наших «галактических часов» (то есть ускорением вращения Галактики или перемещением Солнечной системы ближе к ее ядру), или гипотеза не верна.

КОКТЕЙЛЬ ИЗ ИДЕЙ

Среди ученых ярко выраженным даром пророчества наделены астрономы. Это их давняя привилегия. Недаром первые халдейские астрономы считались чародеями.

В древних китайских рукописях упомянуты два астронома, казненные за то, что не сумели точно предсказать солнечное затмение. Случилось это за две тысячи лет до нашей эры.

О неудачливых геологах-предсказателях ничего подобного как будто не писали. Если бы геологов карали столь строго за неточные предсказания, профессия геолога годилась бы только для самоубийц.

Движения небесных тел изумительно точны. По ним часы проверяют. С жизнью Земли все несравненно сложнее. Здесь переплетается так много различных геологических и космических сил, закономерных и случайных событий, что учесть и точно оценить их нет никакой возможности. Сколько противоречивых факторов влияет на климат планеты! И общая площадь суши, и новые моря

и горы, и течения в атмосфере и океане, и Солнце, и Луна, и наклон земной оси, и звезды, и Галактика... всего не перечесать. Много еще остается неразгаданного в геологическом прошлом нашей планеты. Основания для предсказаний слишком ненадежны.

Даже наш беглый обзор гипотез о причинах ледникового периода показал, что вряд ли можно из них выбрать одну основополагающую, непротиворечивую и объясняющую все полностью. Значит, остается испытать различные сочетания гипотез. Этих сочетаний можно придумать очень много. Обсуждать их мы, конечно, не будем.

Еще шестьдесят лет назад И. Д. Лукашевич постарался объяснить наступление ледникового периода несколькими причинами.

Общее охлаждение Земли, начавшееся задолго до ледникового времени, он связывал с ослаблением солнечной радиации (предлагал и другой вариант: уменьшение атмосферной оболочки Земли — «воздушного одеяла» — благодаря рассеиванию из нее в космос водорода и гелия).

На фоне общего похолодания резко проявились колебания климатов. Они были вызваны широкими наступлениями моря на сушу (отчего температура суши повышалась) и отступлениями моря, приводящими к понижению температуры и некоторому усилению атмосферных осадков, благодаря стоку в океаны сравнительно теплых вод из морских бассейнов.

Незначительное общее охлаждение Земли сопровождалось резким падением температуры полярных областей. В тропиках обильные водяные пары атмосферы способствуют сохранению тепла.

К полюсам влажность воздуха значительно падает, и поэтому охлаждение идет сильнее.

Усугубилось похолодание общим подъемом суши.

Лукашевич подчеркнул главные причины: «Небольшое общее охлаждение Земли, резкое падение температуры в ее полярных странах и наличие огромных масс теплой воды в океанах — вот те обстоятельства, которые вызвали в плейстоцене обширное оледенение суши».

Любопытно, что Лукашевич говорит об одном-единственном оледенении. Если ж ледники наступали неоднократно, объяснение Лукашевича должно выглядеть очень неубедительным.

Казалось бы, за последние десятилетия наука ушла так далеко вперед, так много теперь ведется метеорологических наблюдений — на всех морях и океанах, на всех континентах и даже высоко в космосе, с помощью специальных космических ракет и лабораторий-спутников, что уж столь важный вопрос (причины великих климатических перемен на Земле) должен выясниться.

И все-таки до сих пор ученые не могут прийти к единому мнению даже по ряду важнейших вопросов.

Географ академик К. К. Марков указывает: «Надо прежде всего проанализировать изменение географических особенностей самой земной поверхности, а не торопиться прибегать к астрономическим и космическим гипотезам».

Мнение американского ученого Э. Дж. Эпика прямо противоположное: «При нормальном развитии звезды, подобной Солнцу, превращение водорода в гелий в ее недрах совместно с диффузией газа должно создавать зоны неустойчивости и перемешивания. Это в свою очередь приводит к временному ослаблению солнечного излучения и вызывает на Земле оледенение. При восстановлении равновесия на Солнце интенсивность излучения вновь возрастает и возвращается теплый климат».

Советский климатолог М. И. Будыко утверждает: «Можно полагать влияние длительных колебаний вулканической активности вероятным фактором развития оледенений. Это заключение подтверждается соответствием основных эпох четвертичных оледенений периодам значительного усиления вулканической активности...»

Другой ученый, П. М. Борисов, дополняет: «Необходимо признать, что причинами частых и крупномасштабных изменений климата в четвертичном периоде являются звенья длинной цепи. Она берет начало в деятельности Солнца и замыкается в физико-географических особенностях земной поверхности...»

Вот ведь как получается: не выяснено даже, какие основные силы вызывают оледенения: космические или земные. А выяснить это важно не столько для познания прошлого, сколько ради прогнозов на будущее.

Наиболее уверенно судят о грядущих изменениях на Земле ученые, связывающие изменения климата (или вообще основные геологические процессы) с астрономиче-

ческими явлениями. Они рассчитывают на теплое и солнечное будущее.

В Галактике наша Солнечная система движется в районы, где количество темных туманностей меньше. Если они вызывают оледенение, у нас потеплеет. Если же дело в волнах многовековых колебаний солнечной активности, то и тогда должно продолжаться потепление, которое уничтожило бы последний ледниковый покров в Северном полушарии.

Однако, если верить графику Миланковича, впереди маячит бледный призрак будущего оледенения или, по крайней мере, значительного похолодания.

Анализ земных причин оледенения приводит к не менее грустным выводам. Продолжаются в наше время движения суши и океанического дна. Сравнительно велико в атмосфере количество вулканической пыли (к ней еще добавилась наша хозяйственная). Кроме того, древние оледенения длились несколько миллионов лет. Не столько ли времени придется и нам дожидаться конца ледникового периода?..

Итак, на ближайшие тысячелетия прогноз неопределенный. И ничего тут странного нет. Даже точное предсказание погоды на завтра — задача головоломная. Не решить ее полностью и с помощью «умных машин». Вмешаться могут случайности: лесные пожары, взрывы вулканов, вспышки на Солнце... Что уж говорить о предсказаниях на тысячелетия вперед!

Правда, мудрый Ходжа Насреддин любил уверенно судить о далеком будущем, рассчитывая, что или сам до него не доживет, или помрут те, для кого он пророчит, или вообще забудутся предсказания. Но когда речь идет о всей Земле и о всем человечестве, цена ошибок не столь уж мала.

Людам надо уточнять будущее не из любопытства. Сейчас, вооруженные всесильной техникой, мы приобретаем власть над Землей. И одновременно вынуждены быть исключительно осторожными и предусмотрительными. Потому что теперь даже наша малая ошибка может обернуться большой бедой.

Если даже впереди нас ждет очередная ледниковая эпоха, каковы бы ни были ее причины, людям под силу бороться с оледенениями или, во всяком случае, значительно ослабить их...



Когда люди вынуждены выслушивать обе стороны, то есть надежда, что они познают истину; но когда они слышат только одну сторону, тогда заблуждения укореняются, превращаясь в предрассудки, тогда сама истина утрачивает все свойства истины и вследствие преувеличения становится ложью.

ДЖОН МИЛЛЬ

ОТ ВЫМЫСЛА К ВЫМЫСЛУ

Научные гипотезы чем-то напоминают легенды. В них переплетаются выдумка, правда и предсказания, как в хорошем фантастическом рассказе.

Но существуют еще научные теории. Они устанавливают прочные связи между фактами, не позволяя далеко уклоняться от них.

Еще есть эмпирические обобщения. Или, другими словами, обобщения опыта. Они и вовсе не отступают от фактов, строго описывая то, что происходит в действительности.

В естественных науках до сих пор — изобилие гипотез и немало эмпирических обобщений. А теорий мало. Ледниковая теория — одна из немногих, которую можно считать убедительно доказанной. Хотя и с ней обстоит дело не так-то просто.

Чем более законченна, совершенна наука, тем больше в ней законов и правил и тем меньше гипотез. Хороший пример тому — классическая математика или физи-

ка. И в геологических науках можно отыскать почти неоспоримые истины. На них-то и приходится опираться.

Известный американский геолог Р. Флинт, посвятивший великим ледникам солидную монографию, лишь вскользь упомянул о возможных причинах оледенений. Он старался опираться на факты и предложил выделить наиболее доказанные и существенные закономерности ледникового периода. Получились примерно такие эмпирические обобщения.

1. Было несколько оледенений и межледниковий. В последнем межледниковье отчетливы колебания климата (возможно, так было и прежде). За последние тридцать тысяч лет эти колебания происходили приблизительно одновременно в Европе и Северной Америке. За последние десять лет одновременные колебания испытывали ледники Северного и Южного полушарий.

2. Снеговая линия в горах сдвигалась вниз и вверх на тысячу двести метров (на экваторе чуть меньше).

3. Средние температуры воздуха изменялись на несколько градусов (в низких широтах больше, чем на экваторе).

4. Ледники обязательно связаны с горами или возвышенностями. Даже те ледники, которые заливают обширные низменные территории (как, например, в Гренландии).

5. Основные закономерности жизни ледников в прошлом были примерно такими же, как сейчас. Изучая современные ледники, можно лучше понять историю ледникового периода.

6. Ледники наступали приблизительно в одном направлении. Это доказывается параллельностью гряд конечных морен.

7. Климатические зоны за весь четвертичный период смещались на юг или на север. Однако их взаимосвязь и взаимное положение сохранялись...

8. Изменения климата происходят очень постепенно, если сравнить их с продолжительностью человеческой жизни. Общее постепенное охлаждение Земли длится много миллионов лет и началось задолго до четвертичного периода.

9. Во время максимумов оледенений климат становится более засушливым. Годовой объем осадков меньше, чем теперь.

10. Ледниковые эпохи были и до четвертичного времени. В истории Земли они случались редко и занимали сравнительно небольшие отрезки геологического времени.

11. В четвертичное время произошли значительные изменения растительного и животного мира Земли. Они начались еще в предыдущие периоды, а в четвертичный ускорились и проявились особенно ярко.

12. Наиболее быстро «прогрессировал» человек: увеличивались объем и сложность его мозга. Создавая орудия труда, он постепенно освобождался от безоговорочной власти природной среды (отчасти попадая под власть техники)...

Можно было продолжить перечень. С одной существенной оговоркой: не все из этих обобщений можно считать общепринятыми; более того, за последние тридцать лет среди несмолкаемых споров геологов-четвертичников все отчетливее слышатся голоса:

— Да были ли ледники? А может быть, великих ледников и не было?

АНТИГЛЯЦИОЛИЗМ

«Анти»—«против», «гляцио» — «лед». Антигляциолизм — течение в четвертичной геологии, отрицающее великие ледники.

За последние сто лет господство ледниковой теории стало безоговорочным. Казалось бы, фактов, подтверждающих великие оледенения, накоплено предостаточно. И гипотез разных изобилие... Это изобилие и вызывает многие трудности.

Сколько было оледенений? Какими причинами вызвана ледниковая эпоха?

На столь важные вопросы едва ли не каждый крупный исследователь имеет особое суждение, отвечает на них по-своему, доказывает свою правоту и опровергает чужие мнения.

И тогда кто-то решился:

— А король-то голый! Нет никакого нового платья, выдуман великий ледниковый покров!

Четвертичники откликнулись тотчас с величайшим возмущением: разве позволительно усомниться в великой процветающей ледниковой теории?!

Однако в науке сомнения не только позволительны, но и необходимы. Живое дерево науки то и дело перерастает пределы тесной теплицы, определенные ему нашим ограниченным сегодняшним знанием.

Одно уж это оправдывает антигляциализм, каким бы нелепым ни казался он на первый взгляд. Во всяком случае, следует внимательно выслушать противников оледенений. Или даже попробовать согласиться с ними. Любознательность и сомнение не должны позволять нашей мысли пребывать в спокойствии.

«Только со смертью догмы начинается наука», — утверждал Галилео Галилей.

А не похожа ли ледниковая теория на окаменевшую догму?

Некогда Петр Кропоткин писал: «...ледниковая гипотеза должна буквально шаг за шагом отвоевывать у гипотезы плавающих льдин каждый клочок земли в Средней Европе, в России, в Америке и в Азии». И оправдывал трудности этой борьбы тем, что «ученый, привыкший объяснять явления плавающими льдинами, хотя бы и без всякого обоснования, уже в силу привычки не легко принимает новое объяснение. Но вынужденный, наконец, на уступку, он старается удержать за собою хотя бы часть поля сражения: он соглашается признать ледниковый покров, но спешит оговорить, что явления в каких-то областях или такие-то группы явлений он предпочитает объяснять действием моря...»

Так было. Но теперь, после долгого безраздельного господства ледниковой теории, не стало ли все наоборот? Не пора ли отвоевывать у ледников территории, которые отвела им теория вопреки законам научной объективности, пользуясь своим могуществом и непререкаемым авторитетом?

Правда, антигляциалисты не собирались довольствоваться отдельными отвоеванными клочками земли. Они решили «освободить» всю Европу, всю Азию и Америку и начали беспощадную войну до полной победы, до полного разгрома ледниковой теории.

Один из вождей антигляциализма, украинский академик И. Г. Пидопличко, причислил сторонников ледниковой теории к мистикам и фантазерам, повторяя через столетия обвинения Гетчинсона. Идею о многократных оледенениях Пидопличко представил как «классический при-

мер псевдонаучного учения, изобилующего фантазией и домыслами, не считающегося с фактическими данными, не обнаруживающего в своем содержании логичности и малейшей последовательности».

Такие слова вряд ли можно сравнить с перчаткой, брошенной к ногам противника, или с гордым вызовом Святослава: «Иду на вы!» Вряд ли такое начало спора похоже на попытку спокойно и рассудительно выяснить истину, какой бы она ни была. Некоторые выражения и вовсе далеки от языка науки: «Неоднократно тема о наступающем ледниковом периоде использовалась всякими литературными проходимцами для... затуманивания сознания широких масс».

Но, в конце концов, не в этом суть дела. Антигляциализм — научное течение, хотя и идущее наперекор основному потоку идей четвертичной геологии. Главный вывод, сформулированный Пидопличко:

«Что же касается прошедших веков четвертичного периода, то если исключить горную Скандинавию, горную Шотландию, полярный Урал, то на всей остальной площади Европы допускать развитие ледников в прошлом нет никаких оснований».

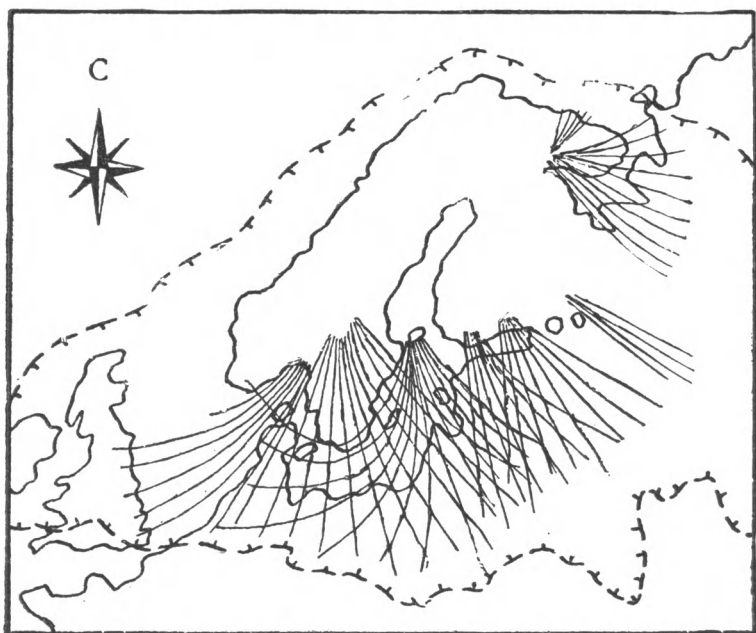
Вслед за Пидопличко поддерживали это мнение некоторые советские ученые, преимущественно географы и палеонтологи.

Из каких же идей и фактов складывается антигляциализм?

ВОДА ПРОТИВ ЛЬДА

Нам уже кое-что известно о противоречиях и «многоликости» плейстоцена — антропогена — ледникового четвертичного периода. Один из точно доказанных фактов: холодолюбивые животные лишь однажды появились и достигли расцвета в Северном полушарии. Тем самым, казалось бы, подтверждается одно (не более) значительное похолодание. Но это еще, как говорится, только начало.

В четвертичной геологии имеются загадки, для решения которых проще всего... отказаться от ледниковой теории! Касаются они не только отдаленных окраин предполагаемых владений великих ледников, но и самого



Перенос валунов в Северной Европе.

центра, колыбели европейского оледенения — Скандинавии, Балтики, Кольского полуострова.

Валуны скандинавских пород рассеяны по равнинам Европы самым причудливым образом. Пути их порою пересекаются, отклоняются в сторону или даже резко меняют направление. Это отражено на многочисленных картах переноса ледником валунов некоторых пород, характерных для Скандинавии и Финляндии. Даже Северное море не было помехой для ледников, переташивших скандинавские валуны в Англию.

Ледниковые штрихи и борозды в горах Скандинавии нередко взаимно пересекаются и даже для одних и тех же районов направлены в разные стороны. Лишь обобщенное среднее направление штриховки позволяет говорить о какой-то единой могучей силе, царапавшей скалы. Такой силой, конечно, мог быть ледник. Но что же тогда вызывало изменение направления царапин? Не поработа-

ли ли тут айсберги? Ведь они движутся прихотливо, по воле морских течений и ветра. Они легко могли доставить скандинавские валуны в Англию.

В Норвегии среди ледниковых отложений найдены куски бурого угля. Самое удивительное — по своему составу уголь оказался родственным юрским углям балтийского острова Борнхольм и Англии. Это уже вовсе странно. Не могли же ледники течь вспять!

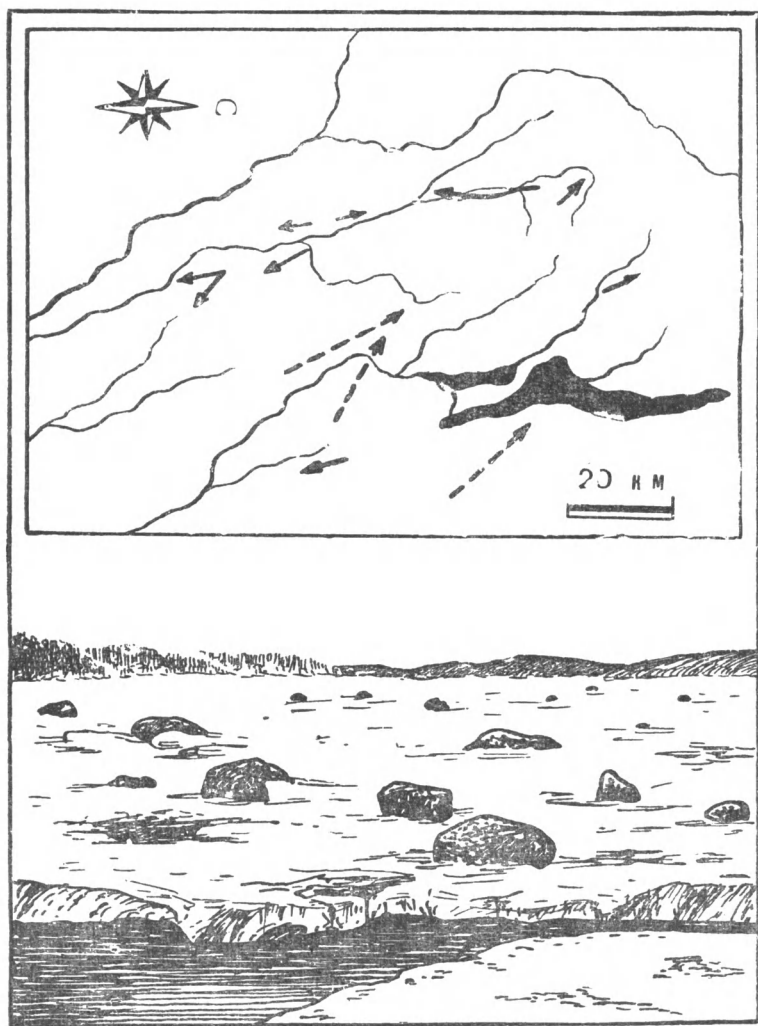
Геологи В. Чувардинский и И. Киселев, работавшие в мурманской экспедиции, сообщили о своих наблюдениях и выводах (в журнале «Знание — сила» за 1968 год):

«Как показали исследования, проведенные на Кольском полуострове в последние годы, реальные пути переноса валунов часто не совпадают со схемами движения предполагаемых ледников. Получается, что валуны нередко переносились против «установленного» движения ледника, то есть как будто ледники двигались навстречу друг другу, взаимно «просачиваясь» один сквозь другой. Еще чаще пути валунов из разных мест пересекаются, то есть ледники как бы переползали друг через друга. Не странно ли вели себя ледники четвертичного периода?

А «морская» гипотеза удачно выходит из этого положения. Направление переноса валунов плавучими льдами зависит от ряда причин: от направления течений, ветров, конфигурации берегов. Деятельность этих факторов время от времени меняется, и льдины с валунами могут менять направление своего дрейфа. Например, в Канда-лакшском заливе Белого моря вынос валунов плавучими льдами обычно идет на юго-восток. В то же время льдины с валунами часто дрейфуют и на юг, и на запад, и на север. Вот и пересекаются основные и второстепенные пути рассеивания валунов.

Советские океанологи... прослеживали в Охотском море, как льды переносят валуны иной раз за пятьдесят километров!»

Внимательное знакомство со скандинавскими моренами — наиболее характерными остатками ледников — тоже пробуждает некоторые сомнения. В этих моренах встречаются остатки морских ракушек — и в немалом количестве. Раковины в моренах встречены не только на побережьях, но и на возвышенностях (около ста шестидесяти метров над уровнем моря).



Перенос валунов и ледниковые борозды в одном из районов Норвегии (вверху). Валуны диаметром до одного метра на льдах в Канда-лакшском заливе (внизу).

В. Чувардинский и И. Киселев очень сомневаются в ледниковом происхождении подобных отложений:

«Нередко можно видеть: «морена» полностью состоит из продуктов разрушения местных пород... Иногда в такой «морене» встречаются обломки пород, снесенные с ближайших склонов гор...

Давно известно, что валуны переносят и плавающие льды — речные, морской припай, айсберги. Широко эти процессы развиты и в Белом море, где морской лед, припай, образующийся у берегов и на мелководьях, переносит валуны до двух метров в поперечнике! Мощные арктические льдины и айсберги переносят глыбы и побольше. На дне северных морей, в том числе и в Белом море, сейчас на наших глазах образуются отложения — типичные «морены». А не морского ли происхождения «морены» Скандинавии?»

А вот как располагаются осадки в разрезе на острове Блуме (Норвегия), на высоте пятнадцати метров над морем.

Ниже почвы залегает слой галечника и песка общей мощностью один метр. Под ними лежит «типичная, сильно уплотненная морена» мощностью около полутора метров. А под ней — ил, глина и галечник, в которых обнаружены остатки растений и животных: кости северного оленя, китов и тюленей (не правда ли, странное соседство?), множество птичьих костей, в частности вымершего вида пингвинов; обломки древесины ольхи, тиса, пихты и множество раковин моллюсков.

По этому разрезу можно установить условия накопления осадков. Сначала (нижний слой) было не холоднее, чем сейчас, и, пожалуй, нынешняя суша была залита морем (иначе бы откуда взяться костям китов и тюленей; да и стволы деревьев, скорее всего, плавали в море, вынесенные сюда реками из южных районов).

Затем надвинулся ледник, оставивший слой морены...

Позвольте, но если толщина льда здесь, в сердце оледенения, доходила до одного или двух километров (так обычно предполагается), если ледник стачивал скалы в «бараньи лбы» и царапал своими валунами крепчайшие слои, то как же уцелел тут непрочный галечник и вовсе уж мягкий ил? И почему вообще в Фенноскандии встречаются под моренами рыхлые осадки? На Кольском полуострове, например, во многих местах, на значитель-

ных территориях, сохранилась очень древняя и очень непрочная кора выветривания скальных пород. Почему ее пощадили великие ледники?

Пора вспомнить межледниковые илы, торфяники и глины, встреченные под моренами на равнинах Европы, Северной Америки, Сибири. Каким образом сохранились они под тяжелой пятой ледника?

Один кубический сантиметр плотного льда, содержащего песок и гравий, весит, грубо говоря, один грамм. Если толщина ледника один километр, то на каждый квадратный сантиметр подстилающего слоя ледник давит с огромнейшей силой — сто килограммов!

Как считается, под этим давлением рождается спрессованная, очень плотная морена. Почему же тогда сохраняются рыхлые, непрочные слои? Ведь для того чтобы смять или выдавить напрочь торф, достаточно давления два-три, максимум пять килограммов на один квадратный сантиметр. А тут давление в десятки раз большее, а торфяники целехоньки и даже ничуть не смяты.

Вот если то, что считается мореной, образовалось в море или в реках и озерах, все становится понятным. Тогда это нормальные осадки. Никакими особыми разрушениями и смятиями слоев они не должны сопровождаться. Ледники — вестники катастроф. Речные и морские воды — символ медленного и постоянного развития.

Между прочим, курчавые скалы — «бараньи лбы» — нередко встречаются на современных побережьях северных морей. Они выточены неутомимыми волнами прибоя и прибрежными льдами.

Разве не могли скандинавские валуны проделать сложный путь «на перекладных» от места своего рождения до нынешних обиталищ? Сначала они сползали по горным склонам в долины. Оттуда горными реками сбрасывались к побережью моря. Здесь, вмерзая в льдины, дрейфовали на юг. Или по древним долинам рек (направление которых порой не совпадает с нынешним) переносились водой и речными льдами в низменные районы.

Но мы забыли о ледниковом рельефе, который встречает нас на равнинах Северной Европы и Северной Америки. Песчаные гряды конечных морен, длинные насыпи озов. Мыслимо найти для них неледниковое происхождение?

Оказывается, мыслимо. По берегам рек обычно накапливаются длинные песчаные валы. В морях образуются подводные валы и песчаные косы. И возможно, не случайно в некоторых озерах найдены морские ракушки и остатки водорослей.

Выходит, там, где предполагается действие одной могучей геологической силы — ледника, могло действовать несколько других сил: морские, озерные и речные воды, морские, озерные и речные льды, сползание пород со склонов, выветривание. И тогда легко найти ответ на некоторые загадки, перед которыми сторонники ледников останавливаются в глубоком и трудном раздумье.

ЖИЗНЬ ПРОТИВ ЛЬДА

О геологических событиях прошлого рассказывают, как известно, не только рельеф местности и слои горных пород, но и остатки животных и растений. За долгие тысячелетия четвертичного периода появлялись или вымирали отдельные виды живых существ; перемещались целые географические зоны по поверхности земли. Многочисленные виды животных и растений не оставались неизменно на одних местах, а подобно морским волнам накатывались и отступали, захватывали огромные пространства и «сжимались», сохраняясь лишь в ограниченных районах. Распределение их и путешествия (миграция) изучает биогеография.

Выводы этой науки далеко не всегда согласуются с ледниковой теорией. Подчас противоречия столь значительны, что ученые просто не знают, как от них избавиться. Палеоботаник профессор В. Н. Васильев высказался так: «Биогеографические данные в корне противоречат ледниковой гипотезе, и эта гипотеза непригодна в любом ее варианте».

О каких же данных идет речь?

Опять требуется вернуться в Скандинавию. Так уж получилось, что именно здесь, на своей родине, великому леднику стало очень неудобно.

Шведскими и норвежскими учеными найдены кости и зубы мамонтов, рога оленей и остатки мускусных быков в отложениях, лежащих под мореной. Значит, некогда в Скандинавии было вовсе не холодно, растительность бы-

ла достаточно богата, чтобы утолять аппетит гигантов — мамонтов. Или это следы теплого межледникового, как считают сторонники ледников, или...

Говоря о древних животных, чаще всего мы удивляемся великанам вроде тиранозавров, диплодоков, индрикатериев, мамонтов. Однако история некоторых лилипутов животного царства обнаруживает ничуть не меньше удивительного.

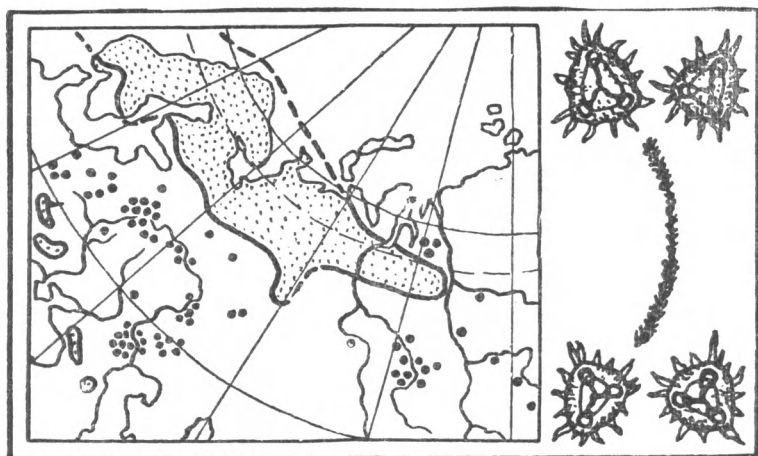
На возвышенностях Скандинавского и Кольского полуостровов обитает северный лемминг — маленький зверек, напоминающий мышь. Ближайший его родственник, обский лемминг, живет в тундрах Сибири и на северо-восточной окраине Европы.

Оказывается, северный лемминг сохранился в Феноскандии со времен последнего межледникового. В ледниковую эпоху он не покидал эти края, лишь переселялся на западное или северо-западное норвежское побережье.

Не менее удивительна судьба некоторых скандинавских растений. Они, жители высокогорья, как было установлено еще в начале нашего века, ни в коем случае не могли откуда-нибудь переселиться сюда после последнего оледенения. Они здесь ухитрились «перезимовать» великую ледниковую эпоху. Сторонникам ледниковой теории приходится допускать существование в центре оледенения каких-то оазисов, не только свободных ото льда (такие встречаются в Антарктиде), но и достаточно теплых для жизни высших растений.

«Особый интерес представляют дикie горные маки, ближайшие родственники которых произрастают на Фарерских островах, в Исландии и в арктических районах, — пишет сторонник ледников У. Хольтедаль. — Более подробные исследования этих растений, которых ранее относили к одному или немногим видам, обнаружили необычайное разнообразие форм с многочисленными подвидами, свойственными различным районам, особенно в северной части Скандинавского полуострова. Эти разновидности являются чисто местными, и, таким образом, «теория перезимовки» находит вполне объективное подтверждение.

Согласно этой теории, в течение всего последнего ледникового века не только должны были существовать свободные ото льдов районы, но в таких районах существовали условия, благоприятные для произрастания высоко-



Современное распространение холодолюбивого плаунка (точки) и находки ископаемой пыльцы плаунка (кружочки). Видно, что прежде зона холода смещалась далеко к югу. Справа — плаунок и его пыльца, увеличенная в 500 раз.

развитых растений. На основании того, что нам известно относительно максимального распространения материковых льдов... возникают серьезные общие трудности, связанные с этим предположением. Но так или иначе все же вполне естественно допустить (как это большей частью и делается), что даже во время наиболее сильного оледенения на побережье оставалась свободная ото льдов и сравнительно невысоко расположенная от уровня моря территория...»

Объяснение ученого звучит неубедительно. Оно напоминает рассуждения Кювье о переворотах на земном шаре: была великая катастрофа, но некоторые виды перетерпели ее в потайных убежищах в «спокойных» районах, откуда позже вновь распространились по обновленной земле. Хольтедаль и сам понимает сомнительность гипотезы перезимовок:

«Трудно сказать, где на территории Норвегии в период максимума последнего оледенения могли находиться «убежища» высокогорных растений или леммингов.

Низменные части побережья к началу отступления льдов были покрыты морем, а в возвышенных районах условия, по-видимому, также были для этого не слишком благоприятными».

Если уж возникают такие затруднения с «перезимовкой», то не лучше ли вовсе отказаться от ледниковой теории?

ЛЮДИ ПРОТИВ ЛЕДНИКОВ

Кости мамонтов, северных оленей и других холодолюбивых животных в изобилии встречаются на стоянках первобытных людей. Наскальные росписи подтверждают: даже на юге Европы некогда было холодно. Казалось бы, наши предки оставили нам доказательства ледниковой эпохи. К тому же все известные до недавнего времени стоянки первобытных людей даже близко не подходят к Полярному кругу.

И вдруг — новая неожиданность. На дальней северо-восточной окраине Европы найдены грубые каменные орудия неандертальского человека.

Об этом была написана популярная статья одного из авторов находки, геолога Е. Тимофеева. Я кратко перескажу ее.

Осенью 1961 года в Геологическом институте слушался доклад о стоянке первобытного человека, обнаруженной на реке Печоре, у Полярного круга, близ деревни Бызовой. Доклад признали сомнительным. Ведь столь далеко на север не мог забраться первобытный человек. Там был великий ледник.

Прошло три года. Раскопками у деревни Бызовой занялись археологи. Они нашли новые каменные орудия и несколько тысяч костей мамонта, северного оленя, дикой лошади, шерстистого носорога. Некоторые кости были расколоты: древние люди доставали из них мозг, на других сохранились следы надрезов, ударов и сверления каменными орудиями.

Невдалеке от этого места была обнаружена новая стоянка, двухслойная. В нижнем древнем слое галечника — грубые каменные орудия неандертальского человека (ранний палеолит), в верхнем слое — прекрасно обработанные каменные ножи, скребки, резцы, амулеты из клыков песка и речных раковин — изделия нашего бли-

жайшего родственника, кроманьонского человека (поздний палеолит).

Как ни странно, каменные орудия обнаружили отчетливое сходство (родство?) с орудиями из южных стоянок Русской равнины (кубанских, донских). Да и кости были, в общем-то, от одних и тех же видов животных.

Определили возраст приполярных стоянок. Оказалось, что люди жили здесь... пятнадцать — двадцать тысяч лет назад. Во время оледенения!

Автор статьи сделал вывод: «Печора, еще недавно бесспорный центр оледенения, даже в представлении многих убежденных гляциологов, выпала из ледниковой схемы. Среди древних людей, населяющих Крайний Север Восточной Европы, ледникам не нашлось подходящего места».

Чем же объяснить вторжения первобытных людей на север? Наступлениями морей. Известно, что и Каспийское и северные моря в отдельные эпохи захватывали огромные территории. В Бызовской стоянке, например, в пятистах километрах от берега Ледовитого океана встречены кости белого медведя, жителя моря. Люди и животные оттеснялись морями к возвышенным местам.

«Льды этих блуждающих морей,— заключает Е. Тимофеев,— вероятно, и приносили «моренный» материал, который долго путал карты и вроде бы подтверждал, что на севере был ледник».

С огромным задором и жаром принялись антигляциологи уничтожать великие ледники прошлого. И как будто ледяная стена устоявшегося мнения под их напором стала чуточку подаваться и таять.

ИСКУССТВО НАУЧНОГО СПОРА

Легендарный Иисус Христос предупреждал: «Не вливайте молодое вино в меха старые». Однако в науке «молодое вино» новых фактов вливается в «старые меха» признанных теорий и гипотез. Некоторые меха трещат и лопаются по швам, другие требуют срочного ремонта, а третьи становятся более полными и весомыми.

Странная история случилась с ледниковой теорией. Из года в год накапливались данные, подтверждающие ее. Но одновременно накапливались и факты, ее опро-

вергающие. И наконец последних стало столько, что смогло образоваться «противотечение» ледниковой теории.

Правда, за границей если и есть антигляциалисты, то голоса их не слышны на фоне сторонников ледниковой теории. Хотя основания для сомнений имеются.

Некоторые мхи Северной Америки обитают очень странно: в зоне умеренного климата (почти подходя к тропикам) и на Аляске, на самом севере, за Полярным кругом. А между ними в огромной полосе, включающей почти всю Канаду, этих мхов нет.

Говоря о причинах такого географического распространения мхов, американский ботаник В. Стир перечисляет несколько вероятных объяснений (среди них — дрейф континентов). Он ни словом не обмолвился о гипотезах антигляциалистов. По его мнению, мхи просто-напросто «переживали ледниковый период в убежищах... или в обширных низменностях наподобие арктической Аляски, где температура и количество осадков были низкими». Еще он предположил, что в прошлом через Берингов пролив проникало в Ледовитый океан теплое течение, смягчившее климат арктических побережий. Совершенно неожиданными были находки костей гигантского ленивца на Аляске, холодолюбивого лемминга — на юге североамериканских равнин, а жителя тропиков, тапира, — вблизи Великих озер, в Пенсильвании.

Могло ли быть на юге американских равнин так же морозно, как в Заполярье, где теперь обитают лемминги? Могли ли тропики подходить к Великим озерам? Мало вероятно. И американские ученые сделали вывод: «Современные климаты с их резкими сезонными колебаниями температуры и влажности не типичны для плейстоцена». И предлагают не судить о климатах недавнего прошлого на основе знания современных климатов Земли.

Загадочно и поведение мамонтов. Имеются данные, что они ухитрились перейти из Сибири на Аляску в самый разгар оледенения!

На Аляске бывшие ледники немногим превосходили нынешние. Казалось бы, Заполярье, омываемое с севера и юго-запада океанами, непременно должно было попасть под власть великих ледников. Этого не случилось.

Однако, несмотря на все эти «антигляциальные» факты, никто из американских геологов даже не пытался усомниться в ледниковой теории.

А разве мало еще более наглядных и загадочных фактов известно скандинавским ученым? Почему же они не желают сделать из этого «соответствующие выводы»?

В нашей стране противниками ледниковой теории выступают преимущественно украинские ученые и исследователи северных районов. На Украине и на побережье Ледовитого океана оканчивался предполагаемый ледяной покров. Заранее можно согласиться, что здесь может быть немало районов, несправедливо захваченных ледниковой теорией.

По редким ископаемым остаткам мудрено судить о природных условиях прошлого. Животные подчас уходят за сотни километров от мест своего постоянного обитания. Птицы и рыбы совершают кругосветные путешествия. Одни и те же растения обитают в разных географических зонах. В тундре, например, встречается не только типичная полярная растительность (мхи, кустарнички, карликовая береза): в долинах рек нередки ольха, тополь, ива, осина.

Но это еще полбеды. Стволы и ветви деревьев, кости животных часто переносятся на сотни километров реками и морскими течениями. Порой они вымываются из древних слоев и переоткладываются в более молодые. То есть перемещаются не только с места на место, но и из века в век (каждый слой — это страничка прошлого).

Главная задача палеонтологов — восстановить облик вымершего животного по его остаткам, а то и по одним лишь следам (от некоторых животных по сей день сохранились одни лишь следы). А в каких слоях встречены кости, какие другие ископаемые соседствуют с ними, какие геологические силы изменяли и превращали в камень остатки — эти вопросы считались второстепенными.

Наконец палеонтологи разобрались с главной задачей и восстановили множество вымерших видов животных и растений. К этому времени зародилась новая, очень интересная наука (сейчас она близится к расцвету) — экология. Она изучает живые существа в их взаимосвязи между собой и со средой обитания. Ее интересует жизнь сообществ в определенных географических условиях.

Экология от современности стала углубляться в прошлое. Появилась палеоэкология — подобная мосту, связывающему геологию с биологией (палеонтологией). Однако наука еще очень молодая.

Чтобы восстановить географическую обстановку прошлого, требуются не единичные находки ископаемых, а массовые, требуется кропотливое исследование слоев, содержащих остатки. Нужны знания биологии, экологии, географии, геологии. В этих науках немало остается «белых пятен». Да и знания отдельных ученых (ведь открытия делают конкретные ученые) ограничены.

Геологи восстанавливали историю ледникового периода, исследуя современный рельеф, четвертичные отложения, валуны. Палеонтологи стремились к тому же, изучая ископаемые остатки. Как бы две бригады пробивали туннель с разных сторон горы. Ничего удивительного, если при встрече оказалось, что штольни не очень точно стыкуются между собой.

Значит, вовсе не обязательно пугаться некоторых противоречий и головоломок. Они неизбежны. Тем более, когда науки молоды, фактов очень много, а знания наши — тоже неизбежность! — ограничены.

Известный русский биолог Н. К. Кольцов говорил: «Наука есть искание истины». В. И. Вернадский писал о необходимости полной свободы в этих исканиях:

«Ученые — те же фантазеры и художники; они не вольны над своими идеями; они могут хорошо работать только над тем, к чему лежит их мысль, к чему влечет их чувство. В них идеи сменяются, появляются самые невозможные; они роятся, кружатся, сливаются... И среди таких идей они живут, и для таких идей они работают».

В науке вряд ли есть теории, не вызывающие совершенно никаких возражений и абсолютно непротиворечивые. Природа остается многообразнее и сложнее, чем наши выдумки о ней.

То, что имеются факты, противоречащие современной ледниковой теории, — очень хорошо! Они служат залогом дальнейших улучшений, дальнейшего совершенства теории.

В науке постоянно взамен старых теорий приходит новая, не отменяющая их, но обобщающая. Через какое-то время оказывается, что некоторые факты противоречат и ей. Значит, должна появиться еще более полная теория... Противоречия — двигатель научной мысли, они помогают постигать окружающий нас мир, в котором между прочим, тоже предостаточно противоречий.



Старое не разрушается, но исчезает, расплывается благодаря созданию нового, и часть этого нового оказывается сущою в старом, хотя она и не была в нем видна.

В. И. ВЕРНАДСКИЙ

ДВИЖЕНИЕ МЫСЛИ И ТЕХНИКА

Наука — искание истины. История науки — история идей и теорий, движения научной мысли. Казалось бы, при чем тут техника? Для быстроты движения людей техника необходима. Но что она дает для быстроты движения бесплотных идей?

Очень много. С помощью техники наука стала развиваться с космической, никогда прежде не виданной скоростью. Например, число научных работ в нашем веке увеличивается в геометрической прогрессии.

Могла ли существовать наука без техники? Без часов, микроскопов, телескопов, призм, химических реактивов, электрических приборов и великого множества других приспособлений, выдуманных и построенных человеком?

Одними лишь рассуждениями науку не создать. Наши биологические приборы — органы чувств — имеют очень ограниченные возможности. Глаз видит крохотную часть спектра электромагнитных волн и предметы лишь очень ограниченных размеров. Ухо ощущает незначитель-

ный диапазон звуковых волн, да и тот с годами убывает. Еще более ограниченны (даже в сравнении с животными) возможности обоняния, вкуса, осязания.

Наши органы чувств имеют еще один серьезный недостаток, с точки зрения науки. Они не у всех людей одинаковы. Даже цвета большинство людей воспринимают по-разному. А уж о звуках или вкусовых ощущениях и говорить нечего.

Галилей проводил физические опыты, используя вместо секундомера удары своего сердца. Однако известно, как сильно различаются между собой пульсы разных людей. У одного и того же человека сердце то колотится очень часто (при возбуждении), то успокаивается и бьется медленно (во время сна). Что бы вышло, если бы каждый ученый полагался лишь на биение собственного сердца?

У техники этих недостатков нет. Она необычайно расширяет окружающий нас мир, открывая нам его мельчайшие малости (атомы, ядра атомов, элементарные частицы) и огромные огромности (световые годы астрономии, миллионы лет геологической истории). Физик О. Винер предлагал считать технику продолжением человеческих органов чувств и движений.

Техника бесстрастна, объективна. Большинство людей видят листья зелеными, а немногие — дальтоники — синими или серыми. Для техники цвета и вовсе нет. Есть просто излучение или поглощение световых волн определенной частоты. Вот и все. Так же как вместо «громко» или «тихо» прибор отмечает количество децибеллов — число, определяющее силу звука. Конечно, и приборы не все одинаково точны. Но уж одно то, что они дают цифровые показатели вместо неопределенных слов «много» или «мало», «сильно» или «слабо», делает их незаменимыми для науки.

Почти всеми своими успехами наука обязана технике. А современная техника была бы невозможна без науки.

Без поддержки техники некоторым идеям невозможно войти в науку. Так, атомы, выдуманные древнегреческим философом Демокритом, более двух тысяч лет ждали того времени (прошлый век), когда они стали доказанным научным фактом. Предположения о великой древности Земли, высказанные некогда мудрецами Древней Индии, лишь через три тысячи лет укрепились в науке

(тоже прошлый век) после создания стройной системы геологии.

Нечто похожее происходит в истории каждой науки. Вдруг появляется новый прибор или новый метод анализа, после которого следует лавина новых фактов. Она сметает одни идеи и вливает силы в другие. Она пробуждает новые мысли и гипотезы.

Так случилось и с четвертичной геологией. Еще сравнительно недавно, пятьдесят лет назад, она, казалось, стала выдыхаться и многие споры геологов-четвертичников заходили в безнадёжные тупики.

Сколько было оледенений? По количеству террас и отложениям ледников и теплых межледниковий судить невозможно. Для каждого района разное получается количество. Потому что число террас, высота их, число слов морены или древних торфяников очень изменчиво. Сопоставить разные районы и разные континенты и вообще затруднительно. Как узнаешь, одновременно или нет протекали оледенения в Европе и Америке? Надо отыскать такие «геологические часы», которые одинаково и одновременно действовали на обоих этих континентах.

Вышло так, что в каждом мало-мальски значительном районе в пределах великих ледников появилась своя собственная, местная схема оледенения.

Есть легенда о строительстве Вавилонской башни. Люди захотели возвысить ее до небес, чтобы достичь обители богов. Поднялась башня к облакам. Да помешало людям многоязычие. Они говорили на разных языках, не понимали друг друга, все чаще ссорились и, в конце концов, переругавшись окончательно, забросили великую стройку и разбрелись по всему миру.

Подобный конец стал угрожать строителям великой ледниковой теории. Почти в каждой европейской стране появилась своя особенная схема истории четвертичного периода. В некоторых странах подобных схем оказалось несколько. В нашей стране число их, пожалуй, перевалило за десяток. Геологи, работающие в соседних районах, давали (и дают) предполагаемым оледенениям и межледниковьям имена по названиям местных рек, озер или деревень своего района. И количество оледенений у этих исследователей-соседей часто не совпадает.

Четвертичная геология заходила в тупик (не тогда ли проклюнулись первые ростки антигляциологии?). И не

было видно выхода из него, местные схемы и названия множились, дробились, враждовали.

Четвертичная геология преодолевает теперь этот кризис при помощи двух новых методов исследований: радиогеологии и спорово-пыльцевого анализа.

ПЫЛЬ НА СТРАНИЦАХ КАМЕННОЙ КНИГИ

В двадцатых годах нашего века исследователи болот стали обращать внимание на споры и пыльцу растений, заключенных в торфяниках. Болотоведам для различных целей важно знать состав растительности, остатки которой слагают торф. Однако не все остатки сохраняются за долгие века и тысячелетия.

Высшие растения размножаются при помощи пыльцы и спор. Эти мельчайшие половые клетки рассеиваются растениями ежегодно в неисчислимых количествах. Они витают в воздухе неделями, путешествуют из страны в страну, а подчас и с континента на континент. Они плавают в речных, озерных и морских водах, попадают в легкие животных, в пищу, в почву.

Обычно пыльца и споры имеют очень прочные, устойчивые оболочки. Они противостоят химическим воздействиям, почти не разрушаются в воде и на воздухе и способны очень долго сохраняться в горных породах. Споры и пыльца растений разных видов достаточно характерны. По ним можно определить вид растения.

Метод определения растений по спорам и пыльце называли спорово-пыльцевым анализом. В конце сороковых годов была основана новая наука — палинология («палино» — «разбрасывать, распылять», «пале» — «тонкая мука», «логос» — «учение»).

Оказалось, что споры и пыльца растений могут быть использованы для разных целей. Они помогают в расследовании преступлений, в производстве лекарственных препаратов, в определении сортов меда. Они интересуют и медиков, так как пыльца может быть причиной некоторых заболеваний (например, эпидемий сенной лихорадки), и металлургов, так как при тонком фасонном литье модели осыпают спорами плавуна. Когда потребность в этих спорах сильно возросла, пришлось проводить спе-

циальные научные изыскания, чтобы найти им подходящую замену.

И все-таки наиболее ценные результаты, пожалуй, получены палинологией в четвертичной геологии.

Как определить, образовались глинистые и песчаные слои в студеном ледниковых озерах и реках или в теплых межледниковых водоемах? Чем отличаются отложения разных межледниковых эпох?

На эти очень важные вопросы дает ответ спорово-пыльцевой анализ. Ответ не всегда точный, но это все-таки несравненно больше, чем полное отсутствие ответа.

Предположим, в береговом обрыве обнажены межледниковые отложения. Из каждого слоя отбирают образцы и отправляют в лабораторию. Здесь их растирают в порошок, обрабатывают химическими реактивами и с помощью центрифуг отделяют пыльцу и споры от прочих частиц и растительных остатков.

В результате от полукилограммового образца остается крохотная щепотка пыльцы, спор и не отделенных от них клеток водорослей и растительной ткани.

У палинологов имеется множество таблиц, по которым они сличают увиденные под микроскопом частички. Это напоминает определение минералов. Только здесь главное не цвет, а форма зерен. Пыльца и споры напоминают микроскопические округлые кристаллики. Иногда у них есть воздушные мешочки, иногда они подобны пропеллеру. Если еще учесть, что размеры пыльнок — сотые и тысячные доли миллиметра, то не удивительны их длительные, едва ли не кругосветные путешествия.

Правда, пыльца некоторых растений (лиственницы, например) не очень устойчива и плохо сохраняется в ископаемом состоянии. Это, конечно, снижает возможности анализа. Способность пыльцы к большим перелетам усложняет реконструкцию природной обстановки: пыльца, встреченная в образце, могла принадлежать растениям, находящимся в десятках и сотнях километров от этих мест.

Отдельные пылинки могут попасть в образец случайно. К тому же важно знать не только какие растения жили здесь в то время, когда осаждался слой, но и выделить среди них главенствующие и редкие. Для этого подсчитывают количество в образце спор и пыльцы каждого вида растений.

Если, к примеру, в образце содержится пятьдесят процентов пыльцы ели и тридцать — пыльцы луговых растений, в этих местах росли когда-то еловые леса среди лугов.

Конечно, сложностей и неопределенности в спорово-пыльцевом методе много. Однако для выяснения природы межледниковий он дает незаменимые материалы. Крупные растительные остатки, кости животных и каменные орудия человека встречаются сравнительно редко. А пыльца и споры присутствуют почти во всех слоях. Лишь в ледниковых отложениях да в хорошо перемытых речных песках их мало.

Спорово-пыльцевой анализ получил особенно широкое распространение в нашей стране. Одним из первых было исследовано на споры и пыльцу знаменитое лихвинское обнажение. Палинологический анализ подтвердил, что климат во время лихвинского межледниковья был несколько теплее современного. В районе Калуги тогда, судя по ископаемой пыльце, росли широколиственные леса, с обилием граба. Было немало и хвойных деревьев: ели, пихты. Жили здесь вечнозеленый тис, грецкий орех, кувшинки Эвриала и бразения и некоторые другие растения, сохранившиеся с более древнего, третичного времени. Такие необычайные для современных ландшафтов растения в составе флоры получили название экзотов.

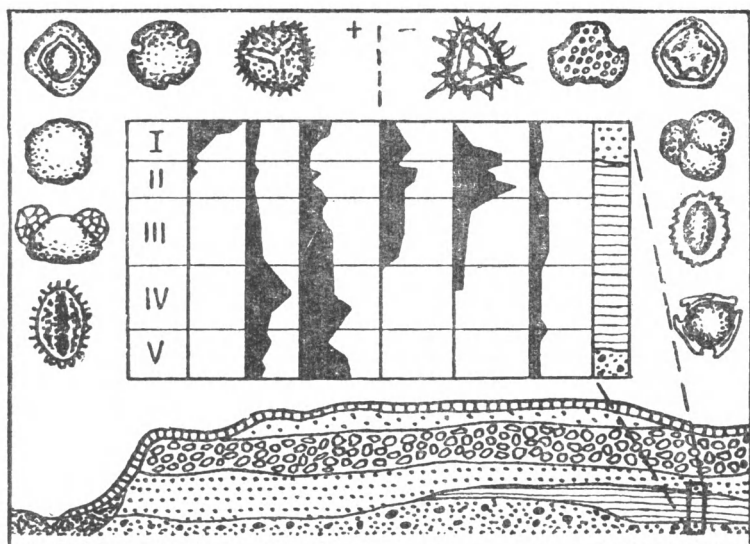
Палинологический анализ позволяет определить относительный возраст слоев горных пород. Чем больше пыльцы экзотов, тем обычно древнее слой. Чем больше пыльцы современных растений, тем слой моложе.

Еще существеннее другой признак: последовательность появления видов растений в пачке слоев.

В лихвинском разрезе сразу же ниже морены (в которой содержится ничтожное количество спор и пыльцы) залегает суглинок с обилием пыльцы ели: следы еловых лесов.

Во втором слое появляется пыльца сосны и широколиственных пород — дуба, черной ольхи, ясеня, а также пыльца экзотов — папоротника Осмунда, живущего теперь лишь в Юго-Восточной Азии. Очевидно, во время накопления этого слоя местный климат был мягче современного.

В третьем слое преобладает пыльца ели и дуба, а



На геологическом разрезе, внизу: межледниковые лихвинские глины (горизонтальная штриховка), лежащие между слоями ледниковых песков, под мореней. Выше — пыльцевые диаграммы лихвинского разреза (слева направо): содержание пихты, сосны, ели, дуба, граба и березы. Фазы изменения растительности (снизу вверх, от настоящего к прошлому): еловые леса (V), сосново-еловые (IV), елово-широколиственные (III), дубово-грабовые (II), смешанные дубово-грабовые и елово-пихтовые (I). Вверху слева — пыльца некоторых растений, характерных для межледниковых эпох, справа — для ледниковых.

также граба и дальневосточной кувшинки бразении. Это свидетельствует о теплом и влажном климате.

В следующем, четвертом слое содержание в образцах пыльцы граба достигает сорока — шестидесяти процентов, а дуба — снижается до двадцати процентов. Обнаружена здесь и пыльца некоторых теплолюбивых водных растений, сохранившихся теперь лишь на юге Азии или Европы. Известно, что граб любит климат влажный (шестьсот — семьсот миллиметров осадков в год) и теплый, со среднегодовой температурой не ниже $+6^{\circ}$. Следовательно, остатки граба могут служить неплохим «геологическим термометром».

Следующий слой беден пыльцой граба и дуба. Главенствует пихта. На смену широколиственным приходят хвойно-широколиственные леса.

И наконец, в нижнем, шестом слое преобладает пыльца ели (до семидесяти восьми процентов), сосны, березы. Редки — ольха, ива.

Так менялась растительность в лихвинское межледниковье: еловые леса постепенно обогащались широколиственными породами, становились из елово-сосновых — елово-дубовыми. Затем пришел черед широколиственным грабово-дубовым лесам. Позже в них вновь стали появляться хвойные (пихта, ель). И завершается все, как и началось, еловыми лесами...

Обычно результаты спорово-пыльцевых анализов представляются в виде диаграмм. По вертикали наносится геологический разрез. Цифры о содержании откладываются напротив каждого исследованного образца. В целом по разрезу видно, что растения как бы накатывались и отступали, подобно волнам.

Порядок чередования господствующих растений обнаруживает ясную закономерность: холодолюбивые леса сменяются теплолюбивыми и возвращаются вновь. Значит, сначала было холодно (нижний слой), затем тепло. Позже вновь наступили холода, и, наконец, надвинулся ледник (отложилась морена). Для межледниковья — вполне правдоподобная картина.

А в Рославле, южнее Смоленска, и в некоторых других местах обнаружены между двумя моренами межледниковые отложения, где пыльца широколиственных теплолюбивых растений встречается в большом количестве дважды. Образует как бы две волны.

Судя по пыльцевым диаграммам, история растительности в это время была такова. Сначала (нижние слои), после таяния ледника, росли здесь еловые леса, сменившиеся сосновыми борами и чуть позже березовыми рощами. Началось потепление. В лесах стали преобладать дубы и вязы, хотя сохранилось немало ели. Но вновь, по-видимому, похолодало: широко распространилась береза, затем ель и снова береза. Пока, наконец, не вернулось тепло (пыльца дуба, вяза, липы, лещины).

В лихвинское межледниковье было как будто одно потепление. Росло немало третичных видов и в значительном количестве пихта. А в рославльских отложе-

ниях — сразу две волны потепления, разделенные прохладным интервалом. И мало экзотов, нет пихты.

Судя по всему, это две разных межледниковых эпохи: лихвинская — древняя, рославльская — более поздняя.

На берегу реки Мги, недалеко от Ленинграда, между двумя моренами залегают отложения рек, озер и морей (песок, глина), в которых пыльцевые спектры отличаются от лихвинских и рославльских.

Над нижней мореной лежит слой, где чередуются тонкие прослои глин и песков. Такие слои называются «ленточными глинами».

Каждый слой песка или глины подобен годовому кольцу дерева. Как мы уже знаем, подобные годовые слои можно использовать в качестве «геологических часов». Одновременно они могут служить неплохими индикаторами климатов прошлого.

В ленточных глинах и песках мгинского разреза обнаружены пыльца и споры тундровых мхов и кустарничков с преобладанием карликовой полярной березы. Последующее потепление оттеснило тундру на север, уничтожило вечную мерзлоту. Появились березовые и сосновые перелески, постепенно превратившиеся в сплошные леса.

Потепление продолжалось, открывая путь пришельцам с юга — широколиственным деревьям: дубам и вязам. В лесах некоторое время росло очень много орешника.

Позже дубово-вязовые леса стали замещаться елово-грабовыми. А на смену им пришла таежная растительность: сначала сосново-еловые леса с примесью широколиственных деревьев, а затем сосново-березовые леса. Вновь началось похолодание. И наконец, слой морены — свидетельство вторжения ледника.

Чередование волн растительности этого межледниковья достаточно своеобразно. Надо еще учесть, что под Ленинградом верхняя морена, оставленная последним ледником, имеет возраст десять — двадцать тысячелетий (подсчеты велись, в частности, по ленточным глинам). Далеко на юг она не заходит. Она явно моложе рославльской верхней морены. Значит, мгинское межледниковье моложе рославльского.

Спорово-пыльцевой анализ позволяет выделить на

Русской равнине отложения по крайней мере трех межледниковых эпох, которые разделяют четыре ледниковые эпохи. Возможно, имеется и более древнее межледниковье и соответствующая ледниковая эпоха. Об этом геологи спорят до сих пор.

Для Русской равнины обычно приняты такие названия (от древних эпох к современности):

- окская ледниковая эпоха;

- лихвинское межледниковье;

днепровская ледниковая эпоха (в это время, как считается, ледники достигали наибольшей величины и простирались по Днепру до широты Киева);

- рославльское (одинцовское) межледниковье;

- московская ледниковая эпоха;

- мгинское (микулинское) межледниковье;

валдайская ледниковая эпоха (ледники доползали лишь до Валдайской возвышенности);

- последледниковое время, голоцен.

В таком виде основные этапы четвертичной истории Русской равнины напоминают «классическую» альпийскую схему:

- оледенение гюнц;

- межледниковье гюнц-миндель;

- оледенение миндель;

- межледниковье миндель-рисс;

оледенение рисс (оно обычно считается самым обширным);

- межледниковье рисс-вюрм;

- оледенение вюрм.

Некоторые исследователи Альп отмечают еще древнейшее догюнцское похолодание (дунайскую ледниковую эпоху), так же как некоторые исследователи Русской равнины пишут о доокском оледенении.

Однако классическая альпийская схема за последние десятилетия так усложнилась, что оледенений порой насчитывают более десятка. Одних только дунайских оледенений — три да миндельских — три...

Между прочим, ученые Северной Америки обычно признают четыре оледенения:

- небрасская ледниковая эпоха;

- афтонское межледниковье;

- канзасская ледниковая эпоха;

- ярмутское межледниковье;

иллинойская ледниковая эпоха;
сангамонское межледниковье;
висконсинская ледниковая эпоха (наиболее значительная).

Чем вызвано сходство «классических схем» расчленения четвертичного периода России, Америки и Европы? Или действительно «холодные волны» ледников накатывались одновременно в разных местах? Или просто ученые ненароком приводили свои наблюдения и выводы к признанным схемам Пенка и Брюкнера?

Трудно ответить на этот вопрос. Сопоставлять слои горных пород, растительность и животный мир районов, удаленных один от другого на тысячи километров, — дело очень деликатное.

Отдельные виды животных или растений могут распространяться из одного центра, подобно волне от упавшего в воду камня. Они достигают отдаленных районов не вдруг. И за то время, пока они распространяются все шире и шире (обычно в полосе одной климатической зоны), в центре, откуда они вышли, обстановка может измениться. Не исключено их полное вымирание у себя на родине и сохранение лишь в отдельных районах. Поэтому остатки одних и тех же мамонтов Азии и Америки могут встречаться в слоях разного возраста. Ведь мамонты переходили из Азии на Аляску. Ко времени их процветания в прериях и тайге, окружающей Великие озера, они могли полностью исчезнуть в неуютных нагорьях Сибири.

Возможно, одни и те же виды образуются независимо в нескольких районах. Так, первобытный человек вовсе не обязательно произошел от одного предка. Есть мнения о «двух ветвях» предков человека, давших начало современным расам. Некоторые антропологи предполагают несколько таких ветвей. Тогда родословное древо современного человечества уподобляется настоящему дереву с разветвленными корнями, соединяющимися в единый ствол — *Homo sapiens*, человек разумный.

Правда, проследить родословную человека нелегко. Она до сих пор не выяснена полностью. Лучше обстоит дело с орудиями труда.

Каменные палеолитические орудия разных народов на разных континентах обнаруживают очень много общего. Первые орудия грубо оббиты, неровны, часто по-

лучены случайными сколами, однообразны. Затем, этап за этапом, идет улучшение их качества, красоты, орудия становятся разнообразнее.

Более сложные и совершенные произведения следуют за простыми и несовершенными. И поэтому одни и те же этапы развития каменных орудий отмечаются и у бушменов Африки, и у аборигенов Австралии, и у индейцев Америки, и у древних жителей Европы.

Предположим, вы нашли каменные рубила, обработанные так, как это делали в верхнем палеолите. Одно рубило — под Москвой, другое — в американских прериях, третье — в африканской саванне, четвертое — в Новой Зеландии.

Можно ли утверждать, что эти рубила изготовлены одновременно? Можно. Ведь все орудия изготовлены в одно и то же «археологическое время», в эпоху верхнего палеолита.

Но как признать одновременность появления этих орудий, если, скажем, в Европе рубило изготовлено соток тысяч лет назад, в Америке — двадцать, в Африке — десять, а в Новой Зеландии — тысячу лет назад? Выходит, «астрономическое» время появления этих орудий разное.

«Археологическое» время не совпадает с «астрономическим». Первое показывает как бы местное время для отдельных районов. А второе — всеземное время, солнечное.

То же и с «палеонтологическим» временем, отмечающим появление, расцвет, вымирание различных видов животных и растений. Спорово-пыльцевые диаграммы — один из видов «палеонтологических часов». Если в нескольких районах получены сходные спорово-пыльцевые диаграммы, значит, можно говорить о палеонтологической одновременности событий. Но из этого вовсе не следует, что события происходили в один и тот же год — одновременно по «астрономическим часам».

Однако сравнительно недавно ученым открылись пути для преодоления трудностей, связанных с расхождением в показаниях разных «геологических часов».

ВСЕЗЕМНОЕ ВРЕМЯ

В начале нашего века для каждого более или менее значительного района существовали свои собственные «геологические часы» (так мы условились называть любой способ определения последовательности событий прошлого: палеонтологические остатки, ступени террас, слои горных пород).

Как сопоставить между собой показания всех «геологических часов» для всей Земли?

До нашего века попытки изобрести такие всеобщие часы кончались неудачей. Правда, для последних тысячелетий оказалось возможным подсчитывать астрономические годы по ленточным глинам, по годовым слоям. Но уж слишком мал измеряемый интервал.

Любые измерения невозможны без ошибок, неточностей. Даже для истории четвертичного периода несколько тысячелетий не имеют существенного значения. Но что делать, если невозможно сравнить историю нескольких районов, а расхождение часов достигает сотен тысячелетий?

В 1909 году появилась книга Джона Джоли с названием «Радиоактивность в геологии». Идеи физиков о радиоактивном распаде атомов из лабораторий перешли в геологию. Один из основателей современной геохимии В. И. Вернадский опубликовал несколько работ о значении исследований радиоактивности для познания Земли. В России по его инициативе была организована радиевая экспедиция (1909 год), а позже — Радиевый институт.

Родилась новая наука — радиогеология.

При радиоактивном распаде излучается тепло. Количество радиоактивных атомов в земной коре очень велико. Распад их происходит постоянно. По некоторым подсчетам, излучаемого при этом распаде тепла должно хватить на то, чтобы плавить земную кору, вспучивать горные гряды и прогибать каменную твердь на многие километры.

Геологи очень обрадовались. Наконец-то найден основной источник энергии Земли, главная сила, направляющая течение геологических процессов!

Но радость была преждевременной. Позже выяснилось, что значение радиоактивности в жизни Земли

было сильно преувеличено. Сказалась излишняя увлеченность новыми идеями.

Значительно счастливее сложилась судьба других идей радиогеологии, связанных с измерением геологического времени в годах, или, говоря иначе, с абсолютной геохронологией.

Радиоактивные минералы оказались превосходными часами. Распад этих минералов («ход часов») идет непрерывно. На него не влияют как будто физические и химические воздействия извне. Чем не идеальные часы! Единственная сложность: радиоактивные часики ничтожно малы, порою и в микроскоп неразличимы. Узнавая по ним время, приходится проделывать исключительно сложные лабораторные исследования и непростые расчеты.

Геофизическая техника за последние десятки лет развивается так быстро (как и вся техника вообще), что замеры времени по «радиоактивным часам» давно перестали удивлять даже неспециалистов.

Суть этих измерений вы, наверное, знаете. Если распадаются атомы какого-то элемента, накапливаются продукты распада. Чем больше их, тем больше распалось атомов. Зная скорость распада (она постоянна, зависит лишь от строения атома) и измерив количество продуктов распада, можно подсчитать, за какой срок они накопились.

Предположим, некогда остыла и затвердела вулканическая лава, содержащая кристаллики радиоактивных минералов. Кристаллики будут распадаться, а продукты распада — накапливаться в окружающих кристаллах. «Часы» пущены в ход.

Правда, дело осложняется тем, что продукты распада подчас просачиваются из минерала. Тогда определяемый возраст будет занижен. А если в минерале и без того содержались те элементы, которые образуются при распаде, то измерения возраста дадут завышенное значение.

Радиоактивный распад атомов разных химических элементов идет с различной скоростью. То есть каждые «радиоактивные часы» идут по-своему. Показатель их хода — период полураспада: то время, за которое распадается половина всех атомов этого радиоактивного элемента.

Например, период полураспада изотопа рубидия-87 равен пятидесяти миллиардам лет. За всю жизнь Земли (около пяти миллиардов лет) распалось всего лишь пять процентов содержащегося в ней рубидия-87. Эти «часы» идут слишком медленно.

Есть другие изотопы, распад которых происходит в несколько дней или часов. Для измерения геологического времени такие скорости слишком велики.

Геофизики ищут для пород, образовавшихся в разное время, наиболее подходящие «радиоактивные часы». Для геологов-четвертичников пришлось подбирать специальные часы — изотопные. Они основаны на измерении содержания радиоактивных изотопов углерода-14.

Этот изотоп образуется в атмосфере из азота. Под ударами космических лучей разрушаются ядра некоторых элементов. Осколки ядер — нейтроны и протоны. Нейтроны, попадая в ядра азота, превращают их в ядра углерода-14.

В атмосфере весь углерод вовлекается в химические реакции. В большом количестве он поглощается и выделяется живыми организмами. Часть углерода захороняется в осадках, погружается в землю (например, вместе с остатками растений). Теперь это — часы. Количество углерода-14 в них будет убывать по закону радиоактивного распада.

В растениях, оставшихся на поверхности Земли, количество этого изотопа по-прежнему будет постоянным. Потому что здесь углерод все время обновляется под действием нейтронов (под землю они не проникают).

Значит, если мы сравним содержание углерода-14 в погребной древесине и в ныне живущих деревьях, можем узнать, как долго пролежала древесина в земле. Чем дольше, тем меньше в ней будет содержаться углерода-14.

Такой метод дает неплохие результаты, когда измеряемый отрезок времени несколько тысячелетий. Потому что период полураспада изотопа пять тысяч семьсот лет. Выходит, «часы» эти с довольно быстрым «ходом».

Историкам известны даты некоторых событий, происшедших несколько тысячелетий назад. Например, дата смерти египетского фараона Сесостриса III. Найдено было похоронное судно фараона. Кусок его палубы исследовали на содержание изотопа-14. Получился

возраст 3700 ± 400 лет, согласующийся с данными историков.

Неоднократные проверки такого рода убедительно доказали точность и надежность этих «радиоактивных часов». Единственный их недостаток — невозможность без грубых ошибок измерять возрасты более сорока тысячелетий. Слишком уж мало тогда остается в образце углерода-14.

Большое преимущество этих «часов»: углерод содержится в веществах, связанных с деятельностью живых организмов и технической деятельностью людей (в торфе, раковинах, древесине, костях, угле, деревянных и костяных орудиях). Благодаря этим часам удалось проследить как бы в едином потоке времени историю последнего великого оледенения Земли, закончившегося около десяти тысяч лет назад.

Особенно популярны радиоуглеродные измерения в Америке. С их помощью хорошо изучены этапы последнего висконсинского оледенения. Например, возраст обломка ели в морене южной Дакоты (глубина 8 м) — двенадцать тысяч лет; раковин моллюсков в предледниковой толще песков — около сорока тысяч лет.

Геофизикам известны еще некоторые «радиоактивные часы», пригодные для четвертичников. Период полураспада урана-234 — двести пятьдесят тысяч лет, а тория-230 — семьдесят пять тысяч лет. Прекрасные часы! Одна беда: слишком редки эти элементы.

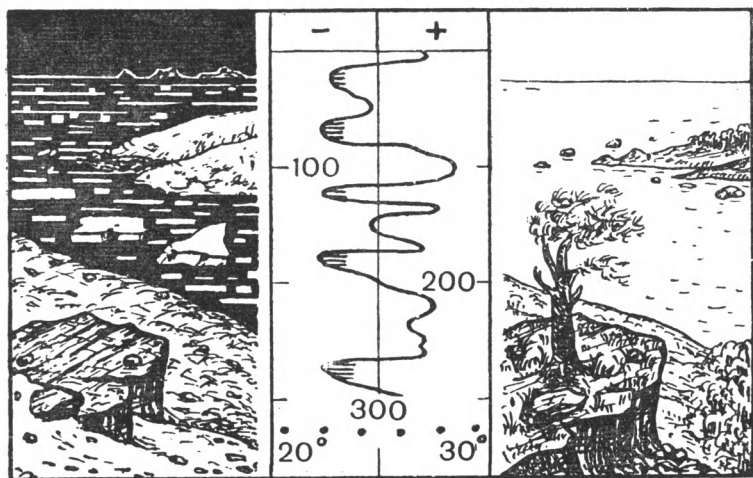
ТЕМПЕРАТУРА ИСЧЕЗНУВШИХ МОРЕЙ

Радиогеоологи изобрели не только необычайные часы, но и необычайные градусники. Ими можно измерять температуру морей и океанов... бывшую тысячи и миллионы лет назад! Даже температуру тех морей и лиманов, которых и в помине нет. Снова помогли ученым изотопы.

Живые организмы различают изотопы: кислород-18 и кислород-16. Почему и как — неясно. Но различают.

В любом организме отношения кислорода-18 к кислороду-16 постоянно. Его можно определить, используя, например, раковины, содержащие известь.

Еще более удивительный факт: содержание изотопов в морских организмах зависит от температуры воды. Чем



Температура океана (средняя линия — 25 градусов) за последние 300 тысяч лет (сверху вниз — от современности в прошлое).

холоднее вода, тем охотнее живые существа усваивают кислород-18.

Если температура воды падает на один градус Цельсия, то в раковинах начинает накапливаться на две сотых процента больше кислорода-18, чем кислорода-16. Измерив содержание в раковине двух этих изотопов, можно судить о былой температуре воды, в которой раковина жила.

Геологи пробурили с корабля скважины в морском дне Атлантики. Здесь в осадках много раковин. В них измеряли отношение изотопов. Оказалось, что в северной части океана обогащение кислородом-18 достигло одной десятой доли процента. Значит, температура воды в Северной Атлантике некогда снижалась на шесть — восемь градусов.

Исследования были продолжены и расширены. Теперь определялось в образцах со дна моря не только отношение изотопов кислорода («геологический термометр»), но и содержание углерода-14 («геологические часы»). Удалось выяснить, как колебалась температура атлантических вод за последние десятки тысячелетий.

В общем, эти данные совпадали с материалами, накопленными при изучении суши. Оледенения, конечно, существенно влияли на температуру воды в океане. Во время оледенений она заметно падала.

Казалось бы, прекрасное согласие данных двух независимых исследований.

Что может быть лучше?

Но тут снова подали свой голос научные «скептики» и «перестраховщики». В нашей обыденной жизни мы недолюбливаем таких людей.

Однако научные скептики не позволяют успокоиться на достигнутом, а научные перестраховщики заставляют постоянно контролировать и уточнять результаты исследований.

Великие ледники требовали огромного количества пресной воды. А она попадает в атмосферу из гидросферы. Чем больше накапливается льда на суше, тем меньше воды остается в океане. Выпаривание и потеря воды, переходящей в лед, должны приводить к увеличению общей солености океана на три процента, а плотности — на два процента.

Если изменялась не только температура, но и вдобавок соленость и плотность океанических вод, это могло заметно повлиять на жизнедеятельность раковин. Значит, не следует полагаться на точность геологических термометров.

Был высказан и другой довод. Американский специалист по изотопным методам У. Брёкер указал на некоторое несоответствие показаний «геологических термометров» с данными, полученными другими методами.

«Отступление ледниковых покровов и последовательность пыльцевых спектров в прилегающих областях свидетельствуют, что конец последнего ледникового периода характеризовался значительными колебаниями климата, тогда как океанические данные лишь однозначно указывают на довольно резкий переход от холода к теплу».

Действительно, благодаря достаточно точной датировке некоторых событий выяснилось, что уровень Мирового океана испытывал за последние двадцать тысяч лет значительные колебания на фоне общего поднятия. Об этом, в частности, свидетельствуют ступени океанических террас.

Колебания были вызваны, скорее всего, изменениями ледниковых покровов (об этих изменениях говорят, например, гряды конечных морен). Когда покровы сокращались, уровень воды в океанах повышался за счет теплых вод. При некотором увеличении ледников океан чуть-чуть «мелел».

Но разве обязательно должна столь же заметно колебаться температура океанических вод? Правда, если оледенения были вызваны ослаблением излучения Солнца и общим похолоданием на Земле, то и океаны должны были бы реагировать достаточно чутко на пульсацию светила. Хотя и в этом случае океан имеет «приспособления» для поддержания устойчивости температуры воды.

При понижении уровня океана осушаются огромные территории прибрежных мелей и шельфов. С уменьшением общей площади океана уменьшаются и потери тепла, расходуемого на испарение. Ведь при испарении вода сильно охлаждается. Величина испарения зависит от площади водной поверхности, от температуры и солености воды, от температуры воздуха. Все эти показатели при общем охлаждении Земли изменяются так, что потери на испарение уменьшаются.

Вода лучше удерживает тепло, чем суша и тем более атмосферный воздух. Частые перемены температуры воздуха сопровождаются более плавными, сглаженными колебаниями температуры земной поверхности, а вода на эти изменения реагирует еще более замедленно.

Выходит, на великие холода сферы Земли должны реагировать по-разному. Атмосфера — наиболее чутко. Поверхность суши — отзываясь лишь на более или менее длительные (вековые) воздействия. А для гидросферы существенны, пожалуй, лишь тысячелетние перемены. На более частые колебания она почти не отзывается.

ВТОРАЯ МОЛОДОСТЬ НАУК

За последние годы с помощью новой техники обновились старые науки: география, метеорология, океанология и многие другие.

Огромное значение для четвертичной геологии приобрели полярные исследования на современных великих ледниковых щитах; в Гренландии и в Антарктиде.

Ракеты, тонкими иглами пронзающие атмосферу, проводят измерения температур и движений воздуха. Паря над планетой, спутники глазами приборов взирают на облачный покров, фотографируют его, передают сведения на землю. Множество новых фактов и идей открылось климатологам.

Точные геодезические измерения позволили уловить очень медленные поднятия и прогибания земной коры. Геофизические приборы все проникательнее вглядываются в глубокие недра.

Океанологи провели бесчисленные замеры морских глубин, открыли неизвестные доселе подводные хребты, трещины, впадины; геологи установили возраст многих островов.

Интереснейшие материалы были получены при измерениях магнитности горных пород. Они позволили уточнить положение земной оси (полюсов) в прошлом.

Более того, определения бывшего положения полюсов, проведенные на разных континентах, дали ошеломляющие результаты. Для каждого континента получалось свое положение полюса. Наиболее простое и убедительное объяснение этому несоответствию: континенты перемещались относительно друг друга.

Когда-то намагниченные частицы, осаждаясь, ориентировались подобно стрелке компаса. Осадки окаменели, и частицы замерли в первоначальном положении.

Если слои сохранили свое прежнее положение, то намагниченные частицы должны до сих пор указывать на то место, где во время их осаждения находился геомагнитный полюс. То есть — в одно и то же место со всех континентов, как показывают и теперь стрелки компасов. А раз их показания не сходятся, значит, континенты перемещались. О перемещениях континентов свидетельствуют и многие другие факты (хотя до сих пор эту проблему нельзя считать окончательно выясненной).

Невозможно перечислить все интересные и важные новые сведения, полученные геологами за последние десятилетия. Вспомните хотя бы великие лунные достижения человечества!

И все-таки, как ни велик прогресс техники геологических исследований, как ни много получено новых фактов, геологические теории чуточку отстают. Мысль не поспевает за делом. Лавина мелких сообщений и за-

меток захлестывает геологию. Больших обобщающих работ немного.

К настоящему времени проведены тысячи определенных абсолютного возраста четвертичных пород. Подробно исследованы современные ледники и зоны вечномерзлых пород. Спорово-пыльцевые анализы; находки ископаемых остатков животных плейстоцена; раскопки многочисленных поселений и временных охотничьих стоянок древних людей; сотни тысяч буровых скважин, шурфов и описанных обнажений с четвертичными породами; определения палеотемператур различными методами; детальный анализ ледниковых форм рельефа, а также морских и речных террас; тщательные измерения современных движений земной коры; наблюдения за действующими вулканами, колебаниями уровня воды в реках, озерах и морях, за горизонтальными перемещениями земной поверхности, за миграциями животных и растений и смещениями географических зон... Десятки различных наук предоставляют материалы для исследователей четвертичного периода. Такое непомерное обилие сведений — уже не благо, а беда. Возможно ли охватить мыслью все эти порою противоречивые материалы?

Быть может, из-за этого и по сей день не смолкают горячие споры геологов-четвертичников. Даже ученые, изучающие один и тот же район, высказывают противоречивые мнения. По-прежнему остается множество местных названий, как бы местных геологических языков и диалектов. Тут, пожалуй, с наибольшей полнотой оправдывается старая поговорка: сколько специалистов, столько и мнений.

ПРОТИВ ЛЕДНИКОВ?

В лавине новых фактов можно, конечно, отыскать и такие, которые противоречат современной ледниковой теории. Современной потому, что теория, как все живое, растущее, меняется со временем, приспосабливается к новым фактам.

Мы сейчас вернемся чуточку назад и вспомним некоторые мысли и факты, приводимые антигляциалистами.

Чем объяснить, что в плейстоцене лишь один раз

достигли расцвета холодолюбивые животные? Если великие ледники наступали на Северное полушарие несколько раз, то почему холодолюбивые животные не появлялись и не вымирали несколько раз, в соответствии с числом оледенений?

Возможен достаточно простой ответ. Живые существа не способны к быстрым превращениям. Они не меняют свой облик, подобно облакам, сразу же приспособляясь к изменчивым условиям среды.

Каждое живое существо передает свои признаки по наследству при помощи микроскопических клеток, в которых имеются специальные, исключительно сложные соединения — гены, спиральные белковые молекулы. Они, словно свитки древних летописей, содержат описание признаков данного существа. Наиболее важные, главные признаки «записаны» наиболее точно и долговечно. А второстепенные признаки могут сравнительно легко исправляться и уточняться. Поэтому мы видим бесчисленное множество разнообразных человеческих лиц, тогда как общее строение черепа и тканей у всех одно и то же.

Для появления нового вида живых существ требуется, чтобы изменилось хотя бы несколько главных признаков. Так, например, всех отличий между современными европейцами, неграми, китайцами, арабами совершенно недостаточно, чтобы говорить о разных видах людей. Вид один — человек разумный. Даже удивительное разнообразие пород собак — от крохотных болонок до медведеподобных сенбернаров — укладывается в рамки одного вида.

Биологи, изучающие закономерности эволюции живых существ, определили, что для создания нового вида требуется (в естественных условиях) по крайней мере сотни тысяч или миллионы лет. Даже активным искусственным отбором за несколько тысячелетий не удалось людям вывести новые виды животных и растений.

Если виды образуются так нескоро, то ледниковые эпохи, длившиеся лишь десятки тысячелетий, не должны всякий раз преображать облик животных или растений. И только весь ледниковый период, общее среднее похолодание на Земле способно было заметно воздействовать на живое вещество планеты, «перечеканить» его хотя бы в одной лишь приполярной зоне. В результате

появились мамонты, шерстистые носороги, северные олени, овцебыки.

Труднее объяснить тот факт, что некоторые виды животных и растений ухитрились пережить оледенения в самом их центре, в Северной Европе.

Гипотеза «перезимовки» не столь уж безнадежна, как это представляется на первый взгляд. Даже в Гренландии, почти полностью покрытой ледяным щитом, на обнаженных ото льда нагорьях и побережьях развит растительный покров и живут некоторые высшие животные, приспособленные к суровому климату. Мускусный бык, например, питается зимой замерзшей подснежной травой и обитает на плоскогорьях высотой около километра, где ледников, как ни странно, нет.

Да и не покрывали, пожалуй, ледники сплошь всю ледниковую область.

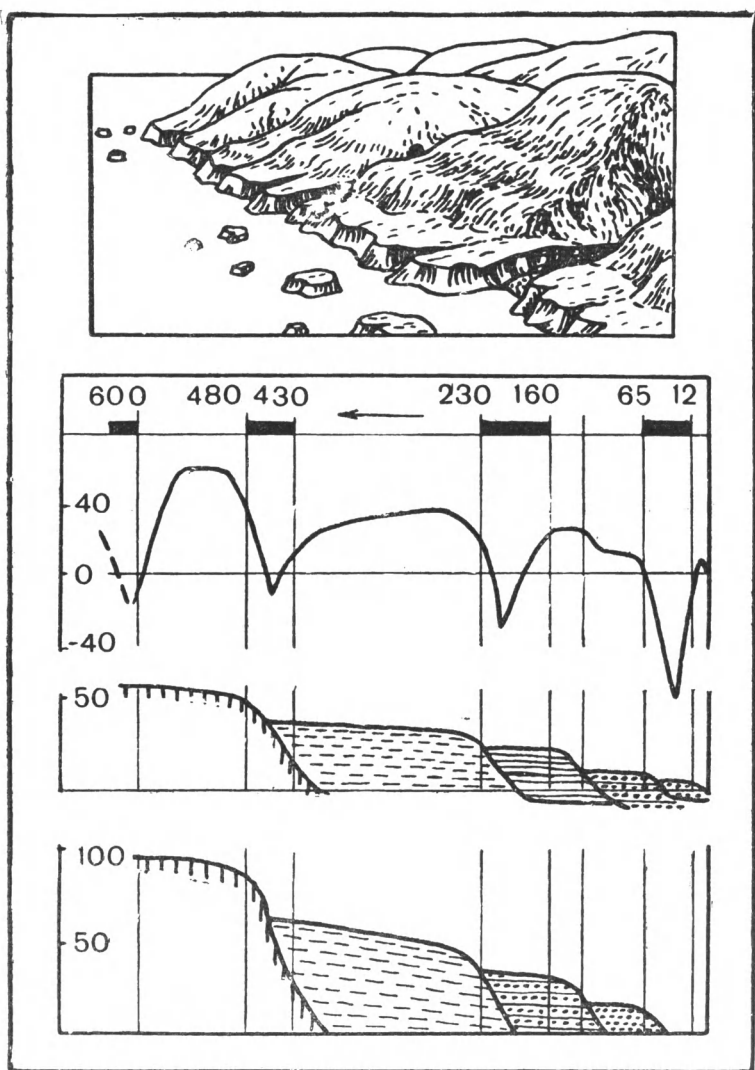
Американским геологам удалось установить, что почти на всей Аляске и на северо-западных полярных островах Канады ледников не было. И Гренландия, возможно, не была полностью погребена подо льдами. И в Скандинавии должны бы сохраниться нагорья, недоступные ледникам.

Движения материковых ледников не так просты, как это иногда кажется. Покрылась, мол, Скандинавия ледниками, и потекли они медленно и дружно во все стороны с возвышенности.

В Северной Америке удалось восстановить историю некоторых ледниковых языков. Они порой вторгались на сотни километров к югу, и очертания их были достаточно сложны.

Ледники вели себя, подобно чудовищным амебам. Они то вытягивали, то сжимали свои «отростки». Они перетекали с места на место, и центры их перемещались в зависимости от того, где накапливалось больше льда. Вовсе не обязательно, чтобы эти центры всегда были только в горных странах. Великие ледники начинали свою жизнь в горах. Достигнув расцвета, они должны были переползать с возвышенностей, образуя местные центры оледенений.

Об этом можно судить хотя бы по нынешним ледникам Гренландии. На гигантском острове ледяная шапка сидит немножко набекрень. Наиболее толстый слой льда — в восточной части Гренландии, несмотря на то



Вверху — морские террасы севернее Сан-Франциско. На графике, сверху вниз: шкала времени в тысячах лет от настоящего, ледниковые эпохи закрашены. Линия колебаний уровня Черного моря. Схема черноморских террас. Схема средиземноморских террас. Слева — шкала высот над современным уровнем моря, в метрах.

что здесь подо льдом никаких гор или возвышенностей нет и поверхность земли находится на уровне моря. Зато здесь выпадает наибольшее количество осадков, которые накапливаются, образуя гигантские ледяные возвышенности. Толщина льда и поведение ледников зависят не только от среднегодовых температур и высоты гор, откуда стекают первые ледяные потоки, а и от того, откуда и каким образом питаются ледники снегом и влагой, насколько активно идет их таяние.

Материковые ледники существуют лишь за счет непрерывного питания (поглощения вещества и переработки его) и столь же непрерывного отмирания и обновления своих отдельных частей. (Сквозь живые существа также беспрестанно течет поток атомов и молекул, и все наши клетки со временем обновляются. Еще Кювье отметил, что жизнь — это вихрь атомов. А ледник можно считать круговоротом воды и льда.)

Своевольное поведение материковых ледников делает очень правдоподобной гипотезу «перезимовки». Ведь когда говорится о центре оледенения, то имеется в виду тот район, откуда предполагается течение первых ледников. Со временем центр этот должен перемещаться. И ничего удивительного, если некоторые нагорья Скандинавии избежали ледяного плена. Подобные безледные районы — безжизненные оазисы — есть в Антарктиде, а обитаемые — в Гренландии.

По нынешним географическим зонам трудно судить о географических зонах ледниковой эпохи. Обычно считается, что материковый ледник сдвигал все эти зоны к югу и как бы сжимал их.

Но, кроме того, и перестраивались географические зоны. Они более или менее отличались от нынешних.

Придя к такому выводу, ученые выделили особую предледниковую «перегляциальную зону», в которой оформлялась особая перегляциальная растительность и животный мир. Нечто подобное можно видеть и сейчас (об этом писал еще Чарлз Дарвин) на юге Южной Америки: «...ледники спускаются в долину и текут мимо деревьев и вечнозеленых кустов, где охотятся пантеры и порхают экзотические бабочки».

Перегляциальная флора не была такой, как нынешняя тундровая. В ледниковые эпохи растения образовывали своеобразные сообщества, где вместе с предста-

вителями арктических тундр уживались обитатели степей: эфедра и некоторые формы полыни.

В ледниковые эпохи отдельные группы первобытных людей могли временами заходить далеко на север, к Полярному кругу. Эпохи оледенений, как выясняется, не были подобными долгой и суровой полярной зиме. Скорее, они напоминали зиму в нашей средней полосе: преобладают морозы, но случаются порой и сильные оттепели.

Подобные «оттепели» отмечаются в истории последнего оледенения. В Северной Америке, например, граница последнего ледника в области Великих озер за последние тридцать тысяч лет дважды сдвигалась к югу.

Можно считать, что некоторые загадки истории растительности, животного мира и человека в четвертичный период не дают еще основания для отказа от ледниковой теории. Без ледниковой теории они вряд ли объясняются проще.

А вот деятельность морских, речных и озерных вод и льдов действительно нередко недооценивается сторонниками ледниковой теории. Иногда почти невозможно отличить следы действия льдов от размывающей деятельности морских волн. Отложения, неотличимые от морены, могут накапливаться вдоль морских берегов при сносе песка, глины, пыли и обломков скал с суши или при оползании крутых береговых и подводных уступов.

Впрочем, обо всем этом пишут и сторонники ледников. Даже Кропоткин, боровшийся против гипотезы «дрейфа айсбергов», не исключал обширных холодных морей. Точнее, он пришел к заключению, что после таяния ледника образуются на некоторое время обширнейшие озера, нечто вроде холодных пресноводных морей. В дальнейшем с этой идеей согласились многие исследователи. А оригинальный мыслитель Б. Л. Личков предложил несколько иной вариант: у края отступающего ледника создавались великие речные равнины.

Изучение ледниковых отложений Русской и Североамериканской равнин показало, что здесь действительно широко распространены древние озерные и речные песчано-глинистые слои, в которых содержатся остатки холодолюбивых растений. Слои эти обычно залегают на донных ледниковых моренах. Значит, после великих

ледников наступало время великих рек и озер, за которыми следовало теплое межледниковье.

На морских побережьях тоже наблюдается нечто подобное: выше моренных отложений залегают морские осадки. Стало быть, и тут после великих ледников наступала пора великих наводнений, вторжений моря. О том же говорят и ступени террас на берегах морей.

Чем же были вызваны речные, озерные и морские «потопы»? Казалось бы, ответ очевиден: таяли ледники, и от этого увеличивалось общее количество воды на планете.

Если растопить все нынешние ледники, то по подсчетам ученых уровень моря поднимется «всего лишь» на полсотни метров. Следовательно, если морские террасы были образованы в результате подъема уровня моря при таянии великих ледников, то самая высокая терраса должна находиться на высоте порядка пятидесяти метров.

Однако на Кольском полуострове описаны следы послеледникового наступления моря на сушу, во время которого морские волны плескались там, где теперь находится плоская ступенька террасы — на ста тридцати метрах над современным уровнем моря.

Нечто подобное наблюдается и в Скандинавии, и на северо-востоке Северной Америки. Некоторые морские террасы четвертичного возраста возвышаются на сто пятьдесят метров над уровнем моря!

Выходит, образование морских четвертичных террас нельзя связывать только с таянием великих ледников. Причины тут более сложные и интересные.

ГЛЯЦИОТЕКТОНИКА

Тектоника — это наука, изучающая движения земной коры, смятие в складки и дробление слоев горных пород. А гляциотектоника изучает ледовую тектонику. Она связана не только с поведением ледников, но и с воздействием ледников на подстилающие горные породы и в целом на земную кору.

Ледник давит на свое ложе и деформирует его. Вдобавок ледник течет и движением своим тоже производит немалую работу...

Совсем недавно с помощью сейсмических наблюдений была обнаружена странная закономерность. В некоторых районах, где построены большие водохранилища гидроэлектростанций, начинаются усиленные подземные толчки, возникает угроза крупных землетрясений. Геологи стали искать причины этого явления. Выяснилось, что подземные толчки усиливались по мере накопления воды: чем «тяжелее» становилось водохранилище, тем чаще происходили землетрясения. Значит, все дело в дополнительных нагрузках на земную кору.

Масса воды в крупных водохранилищах достигает миллиарда тонн. Под таким грузом земная кора начинает чуточку прогибаться. В результате подобных движений образуются землетрясения.

Земная кора имеет глыбовую структуру. Она напоминает сплошное ледяное поле, сложенное смерзшимися льдинами разных размеров и толщины. И плавает на очень плотной, но в тоже время текучей мантии.

Водохранилище располагается на одной глыбе или на линии контакта нескольких. Оно своей тяжестью чуточку вдавливают эту глыбу в мантию. Приходят в движение и соседние глыбы.

Вертикальные движения обломков земной коры называются изостатическими, то есть движениями выравнивания. Ведь благодаря им глыбы земной коры стремятся к равновесию.

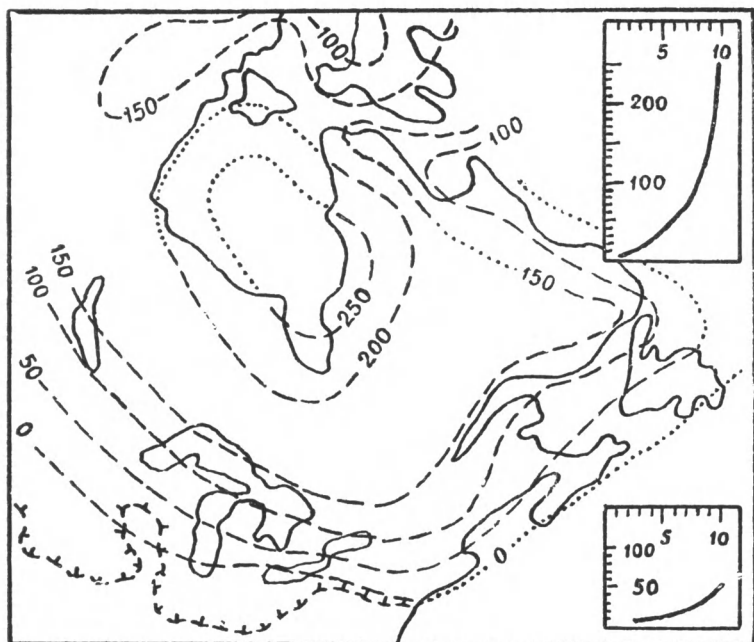
Какое же тогда действие должен оказывать на земную кору и на ее глыбы (блоки) гигантский ледяной покров?

Плотность мантии, на которой «плавает» земная кора, в три раза превышает плотность льда. Значит, каждые тридцать метров ледяного покрова будут, в соответствии с законом Архимеда, вытеснять десятиметровый слой вещества мантии (надо только помнить, что мантия вязкая, подобна смоле, и вытесняется медленно, столетиями).

Толщина Гренландского ледяного покрова около трех тысяч метров. Значит, под его тяжестью остров погрузился в море на один километр. Когда ледник растает, остров станет расти из моря, как гриб после дождя.

А теперь вспомним о морских террасах.

Всплыванием земной коры, освобожденной от ледя-



Карта послеледникового поднятия Северной Америки; горизонтали через 50 метров. На врезках: послеледниковое поднятие района Осло (в метрах) и южной Швеции (внизу) за 10 тысяч лет.

ного пресса, объясняют некоторые геологи необычайно высокий уровень отдельных морских террас, расположенных на северных окраинах Америки и Евразии. Это явление хорошо изучено геологами в Скандинавии и Северной Америке. Наиболее быстро всплывают именно те участки, где предполагаются центры оледенений.

Об этом явлении геологи догадались еще в середине прошлого века. Сейчас, с помощью специальных приборов, его даже удается измерить. Обнаружено, что в центрах оледенений до сих пор сохраняется «излишняя» прогнутость земной коры (до пятнадцати метров). Значит, изостатические движения здесь должны еще долго продолжаться. До сих пор наибольшее поднятие земной коры отмечено на востоке Гудзонова залива —

триста метров. Считается, что скорость «всплывания» достигает одного метра в сто лет. Это очень большая скорость: за миллион лет десять километров...

Американские ученые связывают изостатические движения не только с ледниковым покровом, но и с гигантскими послеледниковыми озерами. Масса воды в этих озерах была велика — не всякому морю столько отпущено. Заполнение водой и высыхание озер должны были вызывать движения земной коры.

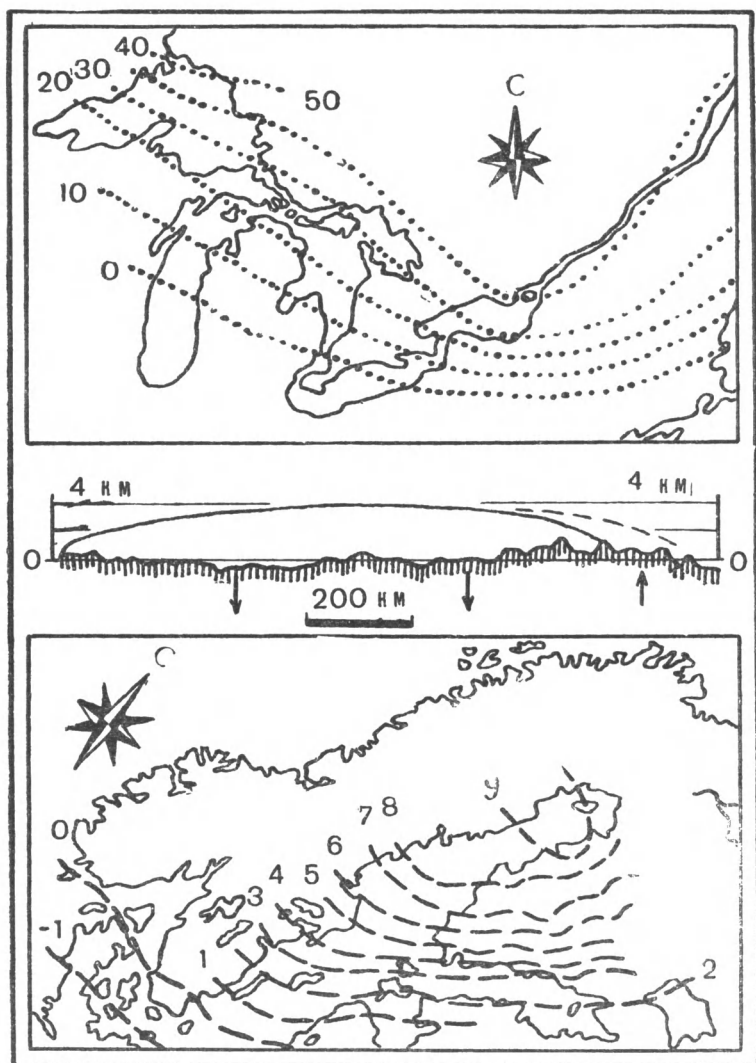
Но если земная кора в одном месте вспучивается, то в другом она должна прогибаться, иначе между корой и мантией будет образовываться вакуум. При гигантских давлениях земных недр это невозможно.

На схеме современных движений поверхности земли в Северной Европе и Северной Америке видно, что зоны поднятий окружены зонами погружений. Эти погружения как бы восполняют поступление вещества в поднимающихся зонах и поэтому называются компенсационными. Подобные выгибания земной коры и смещения отдельных блоков сопровождаются землетрясениями, обновлением старых разломов, а в некоторых местах — вулканическими извержениями.

Под ледниками происходят и менее внушительные процессы: уплотнение одних горных пород, дробление других, смятие и выживание третьих, наименее устойчивых. И все это лишь за счет тяжести льда. Если бы вместо ледника была иная порода, ничего в принципе не изменилось бы. Важен добавочный вес, давящий на земную кору, а с чем он связан, не имеет значения. Другое дело гляциодислокации, связанные с течением ледников.

Под брюхом ползущего ледника сдираются слои подстилающих пород, перетираются и перемешиваются, образуя донную морену; на поверхности земли в этих местах остаются впадины, выбоины, ложбины и гряды. Под напором льда срезаются отдельные бугры, «втягиваются» в тело ледника и переносятся на многие километры. Известны случаи, когда такие крупные обломки и целые слои (их часто называют отторженцами) имели солидные размеры и сдвигались на сотни километров от мест своего первоначального залегания.

Датский ученый Джонstrup сто лет назад исследовал геологическое строение островов Мен и Риген в



Карты скоростей современного поднятия района Великих озер Северной Америки (в метрах за 1000 лет) и Скандинавии (в метрах за 100 лет). В центре — широтный разрез Гренландского ледникового щита. Стрелками показано прогибание земной коры под тяжестью ледника и поднятие — при таянии (отступании) ледника.

Балтийском море. Он описал здесь перемятые и сдвинутые слои горных пород, местами разорванные и нагроможденные один на другой. Он отметил, что сила, которая вызвала эти нарушения, была направлена с севера, со стороны Балтийского моря, и предположил, что сползавший с возвышенной Скандинавии ледник основательно «покорезжил» оказавшиеся на его пути острова. Позже ученые предположили, что здесь происходили обычные вертикальные и горизонтальные перемещения блоков земной коры, не имеющие никакого отношения к ледникам. Но сравнительно недавно геологи вновь вернулись к идеям Джонструпа.

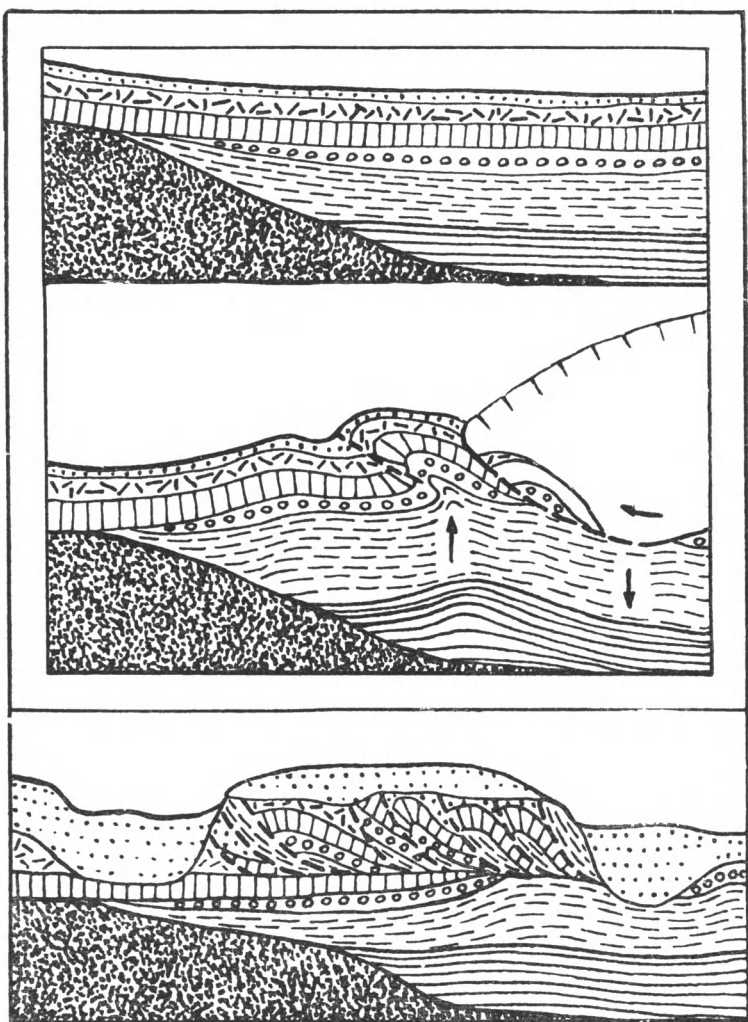
Победа ледниковой теории позволила по-своему осмыслить природу давно обжитых и изученных мест.

В Киевской области возле города Канева были известны значительные нарушения слоев горных пород. Геолог Дмитрий Соболев предположил, что это — гляциодислокации. Ему поначалу не хотели верить. В ту пору, пятьдесят лет назад, многие ученые еще не представляли себе необычайной мощи великих ледников.

Чуть позже Соболева опубликовали свои работы и другие исследователи, объяснявшие геологические особенности некоторых районов Европы и Русской равнины развитием гляциодислокаций. Так, возвышенности между Вышним Волочком и Торжком, образование которых прежде связывали с поднятиями блоков земной коры, теперь признаны нагромождением отторженцев. Известный геолог-четвертичник Москвитин исследовал древние породы, слагающие Вышневолоцко-Новоторжский вал. Оказалось, что это — отторженцы, сдвинутые с Валдайской возвышенности. Они проделали вместе с ледником путь в сто пятьдесят километров.

За последние полвека изучены отторженцы в современных ледниках Шпицбергена. Обычно отторженцы залегают в виде линз в грядах конечных морен. Возможно, иногда ледник тащит отторженец перед собой, подобно бульдозеру (по-видимому, такое явление наблюдали жители Альп более трехсот лет назад; помните, об этом мы писали в начале книги).

В современных ледниках наблюдать отторженцы трудно. Они надежно спрятаны в толще льда. Поэтому вернее можно судить об этих оригинальных геологических образованиях, изучая следы великих оледенений.



Гляциодислокации у г. Канева на Днепре. Вверху — слои дочетвертичных пород перед вторжением ледника. В центре — смятие пород под давлением льда. Внизу — современное геологическое строение района.

Если огромная линза древних отложений залегает в более молодой четвертичной толще, если выше или ниже ее встречена морена и если поблизости нет никаких гор, откуда могла бы сползти эта линза, то надо сделать вывод, что перед нами отторженец.

Трудно найти более убедительное подтверждение ледниковой теории. Гигантские отторженцы не могла бы оторвать от коренных пород и передвинуть по равнине в целости и сохранности на многие километры никакая иная геологическая сила, кроме ледников. Айсберги не переносят таких больших линз. Ведь некоторые из отторженцев столь обширны, что на них можно уместить небольшой городок.

По-видимому, в образовании крупных отторженцев принимал участие не только ледник, но и приледниковые изостатические колебания земной коры. Не случайно крупные отторженцы обычно приурочены к зонам разломов земной коры. На окраине ледника, под тяжестью ледяной толщи опускались блоки горных пород, а перед ледником — поднимались. С этих поднятых блоков, вероятно, и «состругивал» ледник линзы отторженцев.

Если бы антигляциолистам как-нибудь по-своему удалось объяснить происхождение отторженцев, в ледниковой теории появилась бы опасная брешь.

ЛЁСС

Среди многих загадок четвертичного периода одна связана с необычайной горной породой — лёссом. Лёсс встречается только в отложении четвертичного периода и образует слои мощностью до 150 метров.

В недавно вышедшей солидной научной монографии, посвященной лёссу, сказано: «Едва ли можно сейчас высказать какое-либо мнение о происхождении лёсса, не приобретая этим себе многочисленных научных противников. До сих пор среди исследователей нет согласия по многим основным вопросам лёссовой проблемы».

Лёссом геологи интересуются уже полторы сотни лет. Ему посвящены тысячи научных работ. И — «нет согласия»! В чем же дело? У лёсса несколько особенностей.

В нем порой больше воздуха, чем твердого минерального вещества. Как говорят геологи, у лёсса очень высокая пористость. Поры видны невооруженным глазом.

Толщи лёсса не обнаруживают заметной слоистости. Этим они напоминают донные морены. Но если морены содержат в себе и микроскопические глинистые частицы, и метровые валуны, то лёсс исключительно однороден. Он растирается в пудру, в порошок, потому что он почти сплошь состоит из пылеватых частиц диаметром в сотые доли миллиметра. В породе содержится до семи процентов известковых частиц, и она шипит и пучится, если капнуть на нее соляной кислотой.

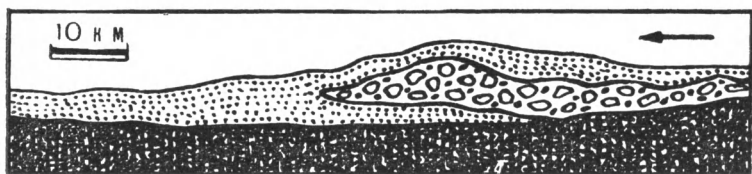
Цвет лёсса палевый и желтовато-серый. Лёсс легкий, порист. На нем охотно живут растения.

Лёсс не любит воду, особенно если находится под нагрузкой (скажем, в основании дома). Намокая, он резко уменьшается в размерах, рушатся крохотные перегородки между порами, порода проседает, образуются провалы. Сооружения, построенные на лёссах, порой трескаются и рушатся.

Некоторые особенности лёсса наводят ученых, изучающих его, на довольно смелые сравнения: «Успехи современного грунтоведения позволяют показать, что лёсс, подобно живому организму, приспосабливается к современной географической среде и меняет свои свойства при изменении этой среды».

Так считает автор упомянутой монографии о лёссе, советский ученый Н. И. Кригер. Возможно, в словах его есть доля преувеличения. Любая горная порода, лежащая близ поверхности земли, открыта воздействиям географической среды (например, изменению влажности) и «приспосабливается» к ним. Вообще все на свете — живое и мертвое — изменяет свои свойства под воздействием окружающей среды. А живые существа вдобавок способны сами изменять среду, размножаться, изменяться (сохраняя свои основные качества), реагировать на раздражения... Одним словом, как ни загадочен лёсс, а тайны жизни несравненно сложнее и многообразнее. Тем не менее лёсс был и остается загадочной горной породой. О нем еще будет высказано немало интересных мнений.

Идеи о происхождении лёсса менялись в соответствии с общими успехами геологических наук. Сначала указывали на связь его с наводнениями (потопами) и ката-



Лёссовые породы (отмечены точками), разделенные линзой морены. Ледник двигался справа. Судя по разрезу, лёссы накапливались вблизи ледника.

строфическими подъемами и опусканиями земной поверхности. В середине прошлого века, когда геологи для познания прошлого стали внимательнее изучать современные геологические процессы, было отмечено сходство лёсса с пылеватыми осадками озер, рек и морей. Кропоткин и Зюсс находили лёссовидные отложения в ледниковых озерах и среди водно-ледниковых толщ. А некоторые ученые обратили внимание на сходство частиц, слагающих лёсс с пылью, разносимой ветром.

К концу прошлого века были высказаны десятки мнений о происхождении лёсса. Связывали его и с извержениями вулканов (вулканическая пыль), и с космической пылью, и с выветриванием, и с оледенением.

Несколько позже, в период расцвета почвоведения, Л. С. Берг обосновал почвенную гипотезу происхождения лёсса. В лёссе к тому времени были обнаружены слои ископаемых почв, остатки степной и отчасти тундровой растительности, а также беспозвоночных наземных животных. Да и пустоты в лёссе расположены вертикально, словно они созданы корнями растений.

Исследования мерзлотоведов показали, что в условиях вечной мерзлоты, где замедлено биологическое разложение горных пород, дробление идет в основном до образования зерен диаметром в сотые доли миллиметра, то есть — типично лёссовых частиц.

Распространение лёсса на Земле тоже имеет свои закономерности. Лёсс «любит» среднюю полосу с умеренным климатом. Много его в Европе, особенно на Украине, в Средней Азии, в Китае, в Северной и Южной Америке. Нет его вовсе в пустынях и влажных тропиках, мало — в Африке и Австралии.

Успехи четвертичной геологии позволили уточнить и время широкого распространения лёсса. Он наиболее часто появлялся во вторую половину плейстоцена. Его образование связывают с ледниковыми эпохами. Ученые Северной Америки выделяют чаще всего четыре основных горизонта лёсса — столько же, сколько и моренных горизонтов (по числу главных оледенений). И даже лёсы висконсинской (последней) ледниковой эпохи разделяют на две части — так же, как и эту эпоху.

Во всяком случае, должна быть какая-то связь лёссов с оледенениями. Если бы для лёссов достаточно было только пустынь и ветров, то вокруг нынешней Сахары их было бы в избытке. А их там нет.

За последние годы выяснилась невозможность связать происхождение лёсса с какой-то одной причиной: деятельностью ветра, воды, морозного выветривания почвенных процессов. Стали предлагаться комбинации двух или нескольких идей.

Если они и проседают при замачивании, то не очень сильно.

Другое дело — настоящий лёсс. Его проблема окончательно еще не решена. Возможно, загадку его происхождения лучше всего разделить на четыре главных вопроса:

откуда взялись лёссовые частички,
как они переносились и накапливались,
чем вызваны основные особенности лёсса,
как ухитрился лёсс не потерять свои нынешние свойства за долгие века своего существования?

Если лёсс — типично четвертичная порода, подобно моренам, то и познать ее можно только в связи с историей всего четвертичного периода. Так же как жизнь человека невозможно понять, не зная той исторической эпохи, в которую жил этот человек.

Сейчас нас интересует лёсс не только как любопытный природный объект. На лёссах стоят заводы и дома, на лёссах строят дороги и аэродромы, лёссы употребляются как строительный материал. И конечно, лёсс немало может нам рассказать о природных условиях ледниковой эпохи.



Наши мысли и силы, несомненно, возникают только из организации нашей Земли и стремятся к изменению и превращению.

ГЕРДЕР

ЖИЗНЬ И СМЕРТЬ ВЕЛИКИХ ЛЕДНИКОВ

До сих пор мы знакомились с тем, что знают и думают ученые о четырехликом плейстоцене — антропогене — ледниковом — четвертичном периоде. Рассказ можно было вести от третьего лица. Для большей объективности даже приходилось на время переходить на позиции антигляциологов. Так шахматист, оценивая обстановку, должен временами представлять себя на месте своего противника.

Пора выглянуть из-за чужих спин. Теперь мы попытаемся восстановить в общих чертах историю четвертичного периода. Для этого придется выбрать из богатого набора гипотез те, которые кажутся наиболее убедительными и умолчать о тех, которые представляются наименее обоснованными.

По-видимому, надо согласиться с большинством исследователей четвертичного периода: оледенения были, и не один раз. Скорее всего, главных оледенений было четыре, а до них было малое, предварительное оледенение.

И средние годовые температуры, например в Центральной Европе, колебались в достаточно больших пределах.

Почему же началось великое оледенение Земли и ледники наступали и отступали несколько раз?

Прежде всего надо оговориться: не обязательно похолодания и потепления должны были охватывать разом всю Землю. Они могли проходить по-своему в каждом более или менее значительном районе. Потому-то и трудно четвертичникам найти общий язык.

«На Земле в плейстоцене невозможно найти такой образцовый район, природные изменения которого можно рассматривать в качестве модели (эталона) и всей земной поверхности. Различные природные районы... носили в себе и свои особенности изменений во времени». Так считает известный географ К. К. Марков.

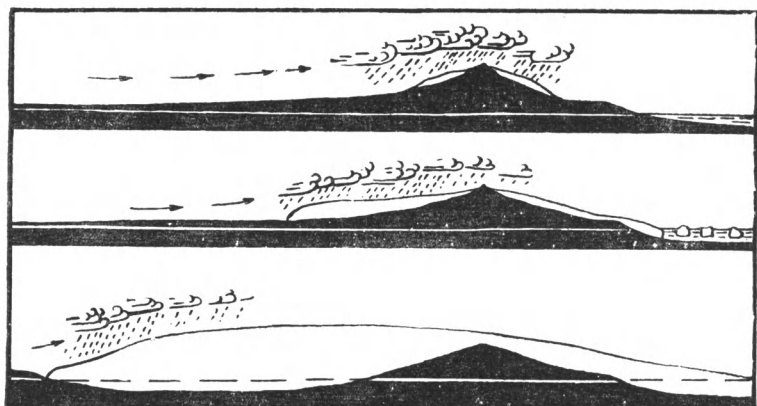
Возможно, ледники в Северном и Южном полушарии развивались не синхронно. Вообще полярные районы нашей планеты во многих отношениях различны. На Северном полюсе — океан, на Южном — континент. На Северном — вокруг океана суша. На Южном — континент окружен морями и океанами. Антарктида значительно холодней Арктики. Южный и северный геомагнитные полюсы планеты противоположны, как два полюса магнита.

В обоих полушариях полюсы холода (станция «Восток» в Антарктиде и Оймякон в Сибири) приходится на сушу, потому что климат суши в среднем заметно суровее морского.

После того как примерно сорок миллионов лет назад в олигоцене началось общее отступление морей и поднятие суши, климат на Земле (если допустимо говорить о всеземном климате) стал суровее: среднегодовая температура на планете, возможно, понизилась на несколько градусов. Особенно заметное похолодание должно было происходить в Северном полушарии, где преобладают континенты.

Климат, как известно, зависит и от движения суши (вверх — вниз) и от направления океанических и атмосферных потоков. Когда потоки воздуха (или течения вод) беспрепятственно переходят из тропиков к полюсам, они переносят с собой тепло и распределяют его равномерно по планете.

В олигоцене вокруг Северного океана начали стеной вырастать холмы и горы, а суша, вздымаясь, стала коль-



Образование ледникового щита.

цом стягивать северный Полярный круг. Теплые морские течения с трудом проникали на север. А теплые воздушные потоки все чаще отклонялись от привычного пути и «загибались» на запад или восток. Росла замкнутость северной полярной зоны. В то же время на противоположной макушке планеты продолжали властвовать моря. Возможно, задолго до четвертичного времени в Антарктиде появились мощные ледники. Для этого здесь достаточно холодно (среднегодовые температуры значительно ниже нуля), а влажные морские ветры прежде, до образования сплошного ледяного покрова, должны были приносить вдоволь снега. (И сейчас на окраине Антарктического ледяного щита выпадает немало осадков, до 200—300 миллиметров в год. По-видимому, именно отсюда, с окраин, началось образование ледников Антарктиды.) Чем холоднее делался Северный океан и выше суша, тем резче обособлялись климатические зоны в Северном полушарии. Материки охлаждались сильнее, чем моря, особенно в зимнее время. Растительность, приспосабливаясь к климату, еще более резко подчеркивала разницу климатических зон (растительный покров задерживает влагу, накапливает солнечную энергию и вообще смягчает местные климаты).

Влажный и сравнительно холодный воздух с полярно-

го океана стекал к югу. В зимнее время, охлаждаясь над северными окраинами континентов, воздушные потоки осыпали землю обильным снегом. Снежный покров от зимы к зиме утолщался. Он отражал лучи весеннего солнца и все дольше задерживал зиму. Наконец, на северных склонах гор начали оставаться перелетки — белые шапки снега и льда. Чем обширнее они становились, тем сильнее влияли на климат окружающих территорий.

Ледники превратились в ловушки дождя и снега, в зеркала, отражающие тепло солнечных лучей. Обнаженные горные породы поглощают более восьмидесяти процентов энергии солнца, а ледники — в пять раз меньше.

Перед четвертичным периодом Скандинавские горы были, пожалуй, выше нынешних. Сейчас Скандинавия поднимается. Возможно, так продолжается со времени гибели последнего здесь ледника. Нынешняя высота полуострова — это промежуточное положение. Высота гор сравнительно недавно, один-два миллиона лет назад, могла быть выше на километр или даже более.

До четвертичного периода морозная оболочка планеты — криосфера — лишь в немногих местах, на высоких горах да на полюсах, касалась суши или океана. Только там и были небольшие ледяные шапочки. Общее поднятие суши привело в конце концов к тому, что многие горные хребты доросли до криосферы — главным образом там, где она располагалась невысоко над землей, в приполярных районах Евразии, Северной Америки и в Антарктиде. Впившись в криосферу, горы стали как бы перекачивать ее «холод» к поверхности земли.

Итак, со Скандинавских гор и приполярных возвышенностей Северной Америки поползли первые ледники в то время, когда Северный океан еще не был Ледовитым. Он питал ледники водой и снегом. А они раздавались вверх и вширь, истекали ледяными потоками, сползали все ниже и ниже к подножьям гор.

Это было похоже на сказочный котел. Ему сказали: «Котел, вари». И полезла из него каша неостановимо.

Ледники заполняли полярные моря и океан. Они еще больше охлаждали воду, отражали солнечные лучи и мешали испарению. Холода накатывались на все Северное полушарие. В горных системах Альп, Кавказа, Пиренеев, Кордильер начали расти обширные горные ледники. От этого, конечно, теплее не становилось.

А все началось с пустыков: с небольшого поднятия материков, изоляции полярного океана и с белых многолетних шапочек на вершинах. На другом конце Земли, в Антарктиде, в те времена уже были ледники, сплотившиеся в почти сплошной ледниковый щит. Полярные ледяные шапки должны были изменить общий характер воздушных потоков. Стены холодного воздуха препятствовали теплым ветрам вторгаться к полюсам.

Итак, было сказано волшебное слово.

Центры оледенений блуждали по северным окраинам континентов, приспосабливаясь к меняющимся условиям питания, испарения и таяния. Горное оледенение превратилось в континентальное. Возникли четыре великие ледниковые империи: в Северной Европе, Гренландии, Северной Америке и Антарктиде.

Толща льда местами превышала два-три километра. Образовался исполинский слой необычной горной породы. На каждый квадратный километр земли подо льдом давила тяжесть в один-полтора миллиарда тонн. От такого непомерного груза прогибалась земля. Материки, как перегруженные корабли, начали медленно опускаться. На фоне общего похолодания приполярных зон на их климате должны были сказываться и некоторые неземные силы. Тут пора вспомнить о графиках Миланковича. Северное полушарие, судя по всему, периодически получало то меньше, то больше солнечного тепла. На это отзывались ледники: то вытягивая свои щупальца далеко на юг, то поджимая их к самым предгорьям.

Великие ледники не только рождаются и растут, но и стареют.

В величии ледников таились причины их гибели. Ледяные потоки залили почти всю Европу, Северную Америку и часть Азии. Полярный океан, скованный ледяным панцирем, стал более подобен суше, чем океану. Толпы ледников заполнили почти половину материков Северного полушария и всю Антарктиду.

Ледяная империя была слишком обширна. Скопление на континентах непомерных масс льда должно было влиять даже на скорость вращения Земли. Обеднилась влагой атмосфера. Заметно уменьшился Мировой океан (уровень его понизился на десятки метров). От этого еще больше становились материки, холоднее — климат, меньше — океан, суше — атмосфера.

И вот наступил кризис ледниковой империи. Кризис питания. На Земле было достаточно «холода». А вот влаги... Северный океан теперь вовсе «не испарялся» из-под льда. Площадь поверхности других океанов сократилась — тоже уменьшилось испарение. Да еще добавилось общее похолодание вод Мирового океана (испаряемость холодных вод меньше, чем теплых).

Великие ледники умирали от недостатка пищи: снега и дождя. Изменилось общее направление воздушных потоков: они беспрепятственно пересекали во всех направлениях обширные ледовые «плоскогорья». Здесь, как ныне в центре Антарктиды, воздух был очень сух и неоткуда было ожидать поступления влаги: вокруг материки!

Там и сям в ледниковом панцире появлялись проплешины — словно проталины весной в снегу. Обнажались скалы, отложения ледников и другие горные породы. Солнце нагревало их. Здесь же рождались озера. Они, как и земля, впитывали солнечное тепло. Образовались в ледниках оазисы, которых немало сейчас в Антарктиде.

Но главное — ледники чахли без пищи. «Худели». А земная кора все еще оставалась опущенной. Она как бы помнила былую тяжесть ледников. Понижения стали затопляться морскими и тальными водами.

Возможно, к этому времени Южное полушарие страдало от избытка влаги, и в Антарктиде ширились ледники. Возможно, Северное полушарие усиленно облучалось Солнцем, согласно подсчетам Миланковича. Но и без всего этого великие ледники были обречены. Чем обширнее становились их владения, тем более слабела их власть и тем скорее приближался кризис.

Полярный океан все еще оставался подо льдом, на высоких горах еще белели снеговые шапки, а на равнинах уже буйствовала «геологическая весна». Среди огромных озер и обильных рек зеленели острова. И лишь кое-где темнели грязные ледяные глыбы и целые поля «мертвых льдов». Вслед за ледовой катастрофой наступила пора «всемирных потопов».

Суша постепенно поднималась, материки как бы всплывали. Они освобождались ото льда и излишка воды. Повышался уровень Мирового океана. И полярный океан тоже становился обширнее, разрывая свою ледяную скорлупу. Теплые воздушные и морские тече-

ния вторгались в него с юга. Таяли льды. В Северном полушарии наступило «геологическое лето».

А потом все началось сначала. Как только освободился ото льда полярный океан и поднялась поверхность материков, холодные и влажные северные ветры обрушились на возвышенности. Снега зимой накапливалось все больше и больше. Кое-где на вершинах стали сохраняться перелетки. Началась новая «геологическая осень». Возвращалась ледниковая эпоха...

Так ли все происходило? Возможно, в основных чертах наше описание верно.

ВРЕМЕНА ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ГОДА

В наших средних широтах каждый год случается привычное чудо осеннего увядания и весеннего пробуждения природы.

Зимой жизнь приглушена. Под снегом — слой мерзлой земли. Снег у земли уплотняется и нередко превращается в лед. Под покровом снега и льда сглажены неровности рельефа. И возникают новые гряды и впадины — там, где скапливается или откуда сдувается снег.

Весна — царство воды. Ручьи прорезают снег. Некоторые — журчат под снегом, в туннелях. В снежных и ледяных запрудах образуются лужи. И долго еще прячется по оврагам последний снег — грязный, замусоренный, обреченный.

В конце весны, когда подсохнет слой грязи, оставленный снегом, начинаются пыльные ветры. До тех пор, пока не встанет первая трава.

И летом, при долгой засухе, ветер взбивает тучи пыли. И поздней осенью, если сухо, со студеной голой земли сдувает ветер пыль. А там вновь начинает промерзать почва и ложится на нее первый легкий снежок.

И в истории великих ледников есть четыре этапа, «сезона», которые для простоты мы будем именовать «временами геологического года».

Осень. Поднимаются материки. Изолируется полярный океан. В северных горах выпадает много снега. Океан охлаждается. На вершинах появляются первые ледники. Начинается горное оледенение.

Зима. Снега и льды усиливают охлаждение океана

и материков. Ледники сползают на равнины, сковывают панцирем полярный океан.

Рождаются материковые ледники, живущие по своим особым законам. Под их тяжестью оседают огромные блоки континентов и вздымаются другие, не нагруженные. Наступает эпоха великих оледенений. В целом на Земле заметно холодает. Влияние ледников сказывается на всех климатических зонах.

Весна. Над великим ледяным покровом — жестокие морозы и почти полная сушь. Нарушено питание ледников. Испарение и таяние летом идет быстрее, чем поступление новых порций снега. Первыми освобождаются ото льда вершины невысоких гор и холмов. Поверхность земли все еще расположена низко: земная кора не успела подняться, освободившись от гнета ледников. Моря глубоко вторгаются на материки, талые воды, реки и озера наводняют сушу. Наступает эпоха «потопов».

В сухую пору ветры развевают пыль, оставшуюся после ледников и морозного выветривания. Растительность еще слишком скудна, чтобы помешать этому. Накапливаются мощные толщи пылеватых лёссов.

Впрочем, лёссы могут образоваться и позже, в межледниковье, и в «геологическую осень». Главное, чтобы в это время было сухо, и растительность была бы скудной, и было бы обилие пылеватых частиц. Для рождения настоящих лёссов должны объединить свои усилия по крайней мере три геологических агента: лед и мороз (чтобы перетереть породы в тонкий порошок и чтобы подавить активность жизни, которая всегда готова переработать этот питательный порошок для своих нужд); ветер — чтобы сортировать, переносить и накапливать пыль; степные растения — чтобы скреплять эту пыль своими корешками и немножко обрабатывать химически; они завершают создание лёссов как горной породы.

Лето. Великие ледники исчезают. Полярный океан становится все менее ледовитым. Земная кора поднимается после «ледникового прогиба» почти на прежнюю высоту. Освобождаются от излишков воды низины и долины. В память об эпохе потопов остаются высокие уступы прежних террас. Достигает расцвета жизнь...

Но чем выше поднимаются материки, тем холоднее становятся горы и замкнутее полярный океан, освободившийся ото льда... Близится «осень».

Если верить этой схеме, то мы сейчас живем в начале «геологического лета». Обильные воды схлынули с материков. На севере преобладают поднятия суши. Ледовитый океан соединен с Атлантическим и Тихим, а льды его медленно (и неравномерно) убывают. Лёссы перестали накапливаться.

Сторонники «великих ледников» (гляциологи) и «великих потопов» (антигляциологи) не обязательно должны опровергать друг друга. Ледники вовсе не исключают «потопов», а, напротив, делают их чуть ли не обязательными в истории континентов.

Конечно, вообразить общую картину оледенений легче, чем доказать ее правильность. Там, где для любознательного читателя проблема кажется более или менее выясненной, для профессионального ученого только еще намечаются пути для серьезного и значительного исследования.

Подсчитать вязкость и упругость земной коры. Изучить современные движения суши в бывших ледниковых и приледниковых областях. Прикинуть скорость таяния льдов и подъема поверхности земли. Составить схему движений воздуха над великими ледниками летом и зимой.

Подсчитать возможный подъем морей и океанов при таянии ледников с учетом низкого стояния материков.

В последние годы ученые стали изучать историю великих ледников с помощью кибернетических машин. Например, братья Сергины — географ и кибернетик — построили схему, учитывающую главные особенности великих ледников. Машина рассчитала, как должны были бы вести себя ледники в соответствии с этой схемой. Получилось, что оледенения должны периодически усиливаться и затухать. Схема подтвердила выводы геологов. Появление великих ледников «расшатывает» устойчивые климаты Земли, колеблет криосферу. Можно сказать, они вызывают климатическую лихорадку планеты: то холод, то жар.

После подобных прикидок можно переходить к обобщениям. И предсказать новые факты, которые **должны** быть обнаружены, если обобщения верны.

Ну, а мы кончим уточнять историю великих ледников именно там, где должно начаться профессиональное научное исследование.

ИСТОРИЯ АНТРОПОГЕНА

Истинный писатель переживает множество человеческих жизней. И не только человеческих. Оноре Бальзак, закончив однажды рассказ, сказал, что он побывал и кучером, дремлющим на козлах, и лошадью, бегущей рысью по дорожкам парка, и молодым повесой, не торопящимся на свидание, и влюбленной девушкой, и кленовым листом, который, прежде чем опасть, вспыхнул на солнце, как маленький факел.

А науки уведят нашу фантазию в такие дали, куда она самостоятельно не проникает никогда.

Геология легко переносит нас в минувшие тысячелетия, позволяет разом перейти немыслимую грань, отделяющую сию минуту от какого-то давно сгоревшего дня какой-то далекой геологической эпохи.

Ученый способен пережить историю всего человечества и даже историю всей жизни на Земле...

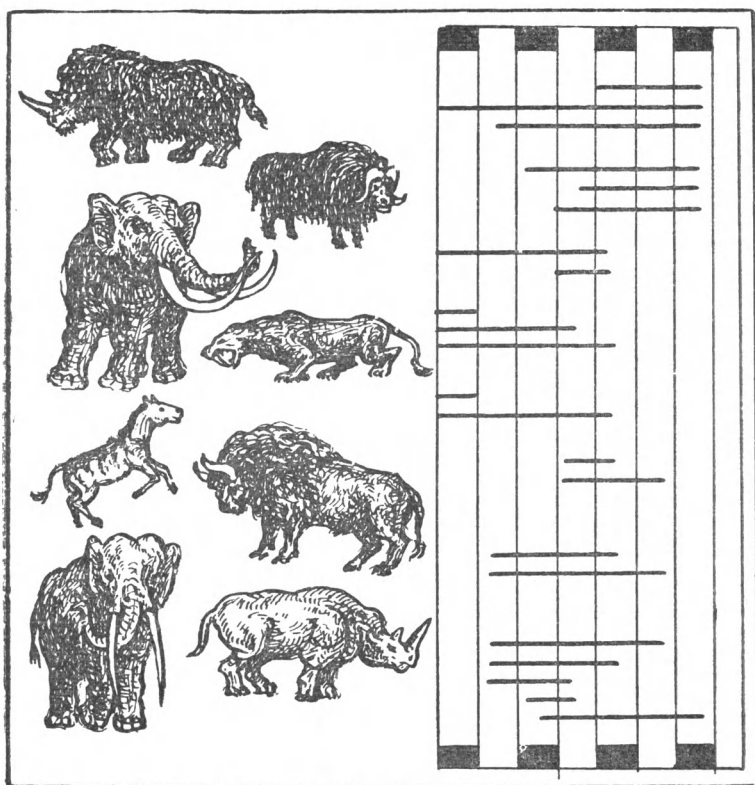
Вот и сейчас, воображая великие ледники, приходится торопить тысячелетия, как минуты, и мгновенно переходить с гор на равнины, оттуда — в Северный Ледовитый океан, а там и вновь на континенты.

Надо немножко погодить и приглядеться к предгорьям и равнинам Земли, где совершается много удивительных превращений. Меняют свой облик животные. Среди них можно разглядеть и наших далеких предков.

Если бы Земля была вечным райским садом, где постоянно тепло, в меру влажно и вообще созданы все условия для жизни, то вряд ли история живых существ походила бы на нынешнюю...

Дополним идею о геологических временах года. Если «осенью» надвигается волна поднятия суши, «зимой» — волна оледенений, а «весной» — потопов, то следующая волна — это расцвет жизни. В «геологическое лето», когда много низменностей и обширных долин, когда исчезли ледники и схлынули воды великих наводнений, континенты должны больше всего походить на райские сады. Плодородные речные и морские наносы, теплые и влажные ветры, близкое к поверхности земли залегание грунтовых вод — все благоприятствует жизни.

В ледниковое время сравнительно небольшие территории суши оставались заселенными растениями и животными. Жизнь, как пружина, сжималась на ограничен-



Распространение в ледниковые (затемнены) и межледниковые эпохи на разных континентах: шерстистого носорога, овцебыка, тронгтериевого слона, саблезубого тигра, гиппариона, длиннорогого бизона, древнего слона и носорога Мерка.

ном пространстве. Запасов пищи здесь было маловато. Обострялся естественный отбор, конкуренция у организмов, «борьба за существование». Одновременно совершенствовалась взаимопомощь, сотрудничество живых существ. Конечно, оставались теплые края, тропические районы, где заметных похолоданий не было. Но климат и этих мест испытывал резкие перемены. Найденные в Сахаре наскальные рисунки доказали, что здесь сравни-

тельно недавно были болота и леса, водились гиппопотамы, жирафы, слоны.

Климат обычно изменяется веками. За этот срок луга, леса или саванны перемещаются по земле. Мы привыкли к неподвижности каждого отдельного растения. Однако их сообщества редко задерживаются надолго на одном месте. Особенно хорошо это заметно в речных поймах. Река перемывает берега, петляет из стороны в сторону. И вместе с ней перемещаются сообщества луговых трав и кустарников, заболоченные земли, песчаные наносы.

Вслед за растениями кочуют травоядные животные. А за ними — хищники.

Растительные сообщества вытесняются со своих обжитых территорий главным образом при переменах температурных условий, общей увлажненности или химических особенностей почв и горных пород. Но им не суждено найти где-нибудь места, такие же, как прежние. Двух в точности одинаковых районов нет на Земле. Значит, к новым условиям надо приспосабливаться. В сообществе одни растения процветают, другие угнетаются, третьи — пропадают, четвертые — появляются. Чем дольше путешествуют сообщества растений, тем значительно они преобразуются. Вместе с ними невольно меняются и животные. Или вымирают.

В ледниковую эпоху образуется множество обособленных районов. Льды, тундры, горы, пустыни — немало преград надо преодолеть жителям суши, чтоб захватывать новые земли. Люди могли питаться и растениями, и травоядными, и хищниками, умели оборудовать жилище, использовать орудия труда. И все-таки они полностью зависели от окружающей среды.

Как предполагается, внутренние замкнутые моря и большие озера, расположенные к югу от области оледенения, в холодное время расширяли свои пределы, а уровень воды в Мировом океане понижался (за счет образования на суше ледников). Морские побережья и равнины сильно менялись (а ведь именно здесь процветала жизнь).

Например, археологи отмечают сходство каменных орудий палеолитических людей, живших на Урале и в Сибири, и некоторое отличие их от орудий обитателей более западных и южных районов; а позже, в неолитическое время, происходил постоянный обмен орудиями и

трудовыми навыками между племенами Сибири, Урала, Восточной Европы и Кавказа; каменный инвентарь во всех этих районах стал, в общем, одинаков.

Советский археолог О. Н. Бадер сделал отсюда вывод, что в палеолитическое время Урал и Предуралье, с их животным миром и населением, были как бы западной окраиной Сибири и отделялись от Европы с севера великим ледником, а с юга — разлившимся древним праж-Каспием. Геологи, изучающие историю Каспия, подтверждают относительную одновременность его разливов (трансгрессий) и наступлений ледников.

В межледниковье, в «геологическое лето», кончались невзгоды и замкнутость. Растения, животные и племена людей, пережившие нашествие льдов, теперь переселялись на новые места, охватывали обширные пространства. Создавались новые сообщества. На больших территориях господствовали сравнительно немногие выжившие виды животных и растений.

При резких переменах климата в каждом замкнутом районе быстро преображались прежние существа и возникали новые. Это происходило не только по законам генетики и естественного отбора, но и по законам взаимодействия с окружающей средой.

У каждого района свои геологические особенности: избыток или недостаток некоторых химических элементов, разные горные породы и минералы, состав почв и природных вод. Все это влияет на живые существа, в чем-то изменяет их химический состав, наследственность, а вместе с этим и облик. Получаются как бы отдельные лаборатории, где ставятся опыты с живыми организмами.

Самым трудным временем для жизни должен быть конец «геологической зимы», когда начинают таять ледники и на недолгий срок материка попадают под власть великих потопов. Резко меняется климат в разных районах, даже далеких от ледников.

Особенно тяжело приходится тем живым существам, которые хорошо приспособились к каким-то определенным местным условиям.

Можно представить это так. Имеется несколько видов сельскохозяйственных машин. Одни сеют пшеницу, другие ее убирают, третьи сажают картошку, четвертые убирают овес и так далее. Все они — самоходные, самостоятельные и годные для больших и ровных полей.

Но вот по какой-то причине изменился климат. Перестала вызревать пшеница. Часть полей изрезали овраги. Механизмы, связанные с пшеницей, станут ненужными. На маленьких полях нельзя будет применять большие машины. Придется выписать из соседних районов машины поменьше и предложить туда взамен из своих те, которые теперь стали ненужными. Если и там они не требуются, придется или выбросить эти машины, или серьезно их переделать для новых условий работы.

Так и с животными. Каждый вид непременно зависит от каких-нибудь определенных растений. Даже львы и тигры зависят, потому что они питаются травоядными, для которых растения необходимы.

Выстраивается цепочка: от геологических условий (подъем и опускание земной коры, образование ледников) зависят природные воды и климат; от природных вод и климата зависят почвы (состоящие почти сплошь из микроорганизмов, простейших, червей и продуктов жизнедеятельности); от почв зависят растения; от растений — травоядные животные, от них — плотоядные. А как же человек?

Не случайно антропогенный период был одновременно и ледниковым. Во время резких перемен в геологических условиях на материках должны были появиться особые существа, умеющие использовать орудия труда.

Вспомним о машинах. Какие из них будут особенно ценными при постоянных изменениях условий работы? Ясно, что не устройства, предназначенные для конкретных работ. Самыми удобными будут машины, с помощью которых можно использовать другие, менее сложные.

По этой причине в наше время сплошь и рядом заменяются моторчики, к которым можно приспособить несколько инструментов (например, набор сверл для дрели или разные наконечники для бурения). А в сельском хозяйстве стараются сделать как можно больше разных прицепов к трактору: начиная от повозок саней и кончая сенокосилками, сеялками и молотилками.

Одна машина становится универсальной — с помощью многих других, более простых «придаточных» машин и приспособлений.

Универсальность, умение использовать (а прежде — изобретать и делать) разные орудия труда и с помощью их приспосабливаться к различным условиям — главная

особенность человека. Как только появились существа, имеющие хоть небольшие способности к использованию орудий, природа ледникового периода открыла для них все условия для улучшения этих способностей. И чем искуснее становились создатели орудий, тем больше получали они преимуществ перед всеми другими животными.

Взять, к примеру, мамонта. Он был огромен и силен, покрыт густой шерстью, имел большой горб, где накапливался жир. Питался он ветвями хвойных деревьев, шишками, осокой, мхами, травами, цветами.

Но что было делать этому великану, если начиналось потепление или редели леса? Сбросить свою шубу или избавиться от жирового горба он не мог. Приспособиться к новой пище, особенно если она делалась скуднее, ему тоже было не под силу. Оставалось ему умереть, или изменить свой облик в соответствии с новыми условиями, или перемещаться вместе с теми географическими зонами, вне которых он не мог жить. Лишь в последнем случае мамонт оставался мамонтом.

Все три пути были открыты для мамонтов в ледниковый период. Мамонты вымирали, перерождались и сохранялись. У разных видов — разная судьба.

Во время великих оледенений расширялись прохладные районы, где обитали мамонты. Великанов становилось особенно много. После потопов и межледниковий мамонты сохранились только в северных районах и позже начинали впереди ледников свои новые вторжения на юг.

Но почему же тогда вымерли мамонты? Ведь они могли бы и сейчас бродить где-нибудь в лесотундрах или в тайге.

По одной из гипотез мамонтов погубили люди. Во время последнего оледенения появилось немало племен, научившихся прекрасно охотиться на мамонтов. Смекалки и ловкости людям было не занимать, а силу свою они умножали с помощью орудий, каменных глыб и охотничьих ям и загонов.

Пока продолжалось оледенение, мамонтов было достаточно и охотников на них тоже. Однако с наступлением «геологической весны» количество мамонтов резко убавилось. Спасаясь от тепла и потопов, великаны двигались на север. От них не отставали многочисленные охотники. Их поселения достигали Полярного круга. И наконец, мамонты стали встречаться все реже и реже.

А люди? Если были среди них племена, которые «жить не могли без мамонтов», которые слишком хорошо охотились на этих зверей и мало заботились о других охотничьих навыках, то такие племена могли исчезнуть вместе с мамонтами. Но был и другой путь: изменить свой образ жизни, приспособить орудия для охоты на других животных, отработать новые способы охоты, научиться собирать съедобные растения.

Скорее всего, каждое племя приспособлялось по-своему. Одни совершенствовались в каком-то определенном искусстве (рыболовство, охота, собирание ягод, грибов, меда и т. п.). Другие учились всему понемногу.

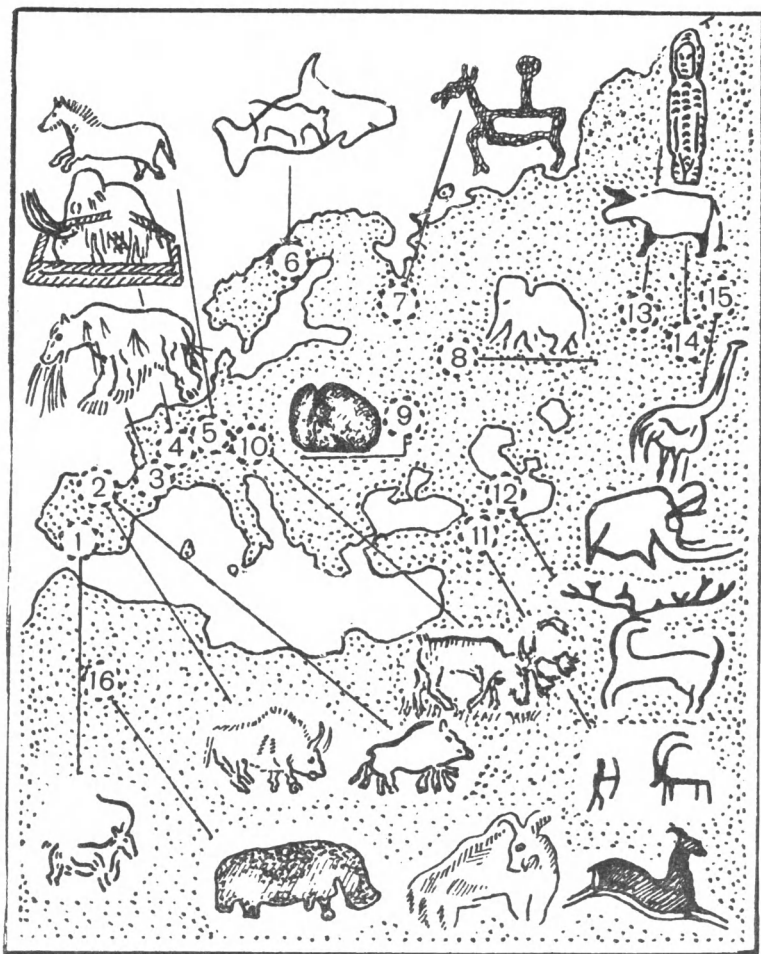
Некоторые палеолитические племена Западного и Центрального Закавказья, Молдавии и Одесщины охотились почти только на одних пещерных медведей (встречаются стоянки, где более девяноста процентов костей пещерных медведей и лишь десять процентов — кости других животных, убитых людьми). Жители юга Русской равнины предпочитали бизонов, племена Приднестровья — мамонтов, а древние крымчане — диких ослов или гигантских оленей и лошадей.

На стоянке у деревни Бызовой найдено более двух тысяч костей мамонта. Значит, здесь, как, и в Воронежской области, обитали охотники на мамонтов.

В то же время известно много стоянок, возле которых валяются кости разных животных, а также рыб (особенно на побережье морей и крупных рек). Остатки птиц встречаются редко: в палеолите еще не изобрели лука со стрелами. Это изобретение появилось после того, как были истреблены (или вымерли по другим причинам) многие гиганты ледниковой эпохи. Людям пришлось приспособляться к мелкой, подвижной и осторожной добыче. Любые другие хищники к таким превращениям не способны. Вообразите-ка тигра, отслеживающего мышку!

Человек стал как бы «универсальной машиной». У него появились разнообразнейшие «приставки», приспособления (одежда, жилище, орудия труда). Чтобы делать и употреблять их, ему было достаточно иметь ловкие руки и умную голову.

Чем искуснее становился человек, тем больше появлялось у него новых орудий труда. Разнообразнее и совершеннее становилась техника. Полтора миллиона лет назад все началось с обломков деревьев и грубо оббитых



По рисункам и скульптурам древних людей можно судить о климатах и животных далекого прошлого: 1 — Ля Пилета; 2 — Альтамира и Пиндаль (Испания); 3 — пещера «Трех братьев»; 4 — Фон де Гом; 5 — Ляско (Франция); 6 — Лейкнесс (Норвегия); 7 — Прионежье; 8 — Капова пещера; 9 — Авдеево; 10 — Сицилия; 11 — Армения; 12 — Азербайджан; 13 — Буреть и 14 — Шишкино (Предбайкалье); 15 — Цойт-Цэнкер (Монголия), Тассили (Сахара). Видно, что в Европе было холодно (жили северные олени, мамонты), а в Сахаре — влажно (бегемоты, буйволы).

камней. А теперь — миллионы видов машин, механизмов, приборов, инструментов, предметов обихода, сооружений.

Человек все больше распрямлялся, словно избавляясь от излишней власти земли. На его плечах зрела, как удивительный плод, голова. Шире раскрывались глаза. Тоньше и четче становились черты лица. Человек словно оставлял технике все необязательные «звериные» качества: остроту клыков, цепкость когтей, силу, прочность, стремительность.

Ничего подобного с другими живыми существами не происходило. За полтора-два миллиона лет антропогена общее количество видов растений, по-видимому, уменьшилось. Для Русской равнины это как будто доказано.

Из общего количества видов животных, свидетелей великих ледников, до наших дней сохранилось сравнительно немного. Совсем мало гигантов. А прежде, судя по ископаемым костям, их было предостаточно.

Великаны не выдержали потрясений ледникового периода. Они вымерли так же быстро, как и появились. Не перенесли невзгод и гигантские человекоподобные существа: мегантропы, гигантопитеки. Они были слишком сильны — сильнее любого хищника! Им не требовалась техника. Им не было необходимости помогать друг другу, объединяться. И потому жили они небольшими группами, разрозненно и вымерли при первых же крупных изменениях климата.

ТЕХНОЗОЙСКАЯ ЭРА

Геологи спорят, когда начался четвертичный период: один, полтора, два или три миллиона лет назад? Есть даже мнение, что начался он «всего лишь» двести тысяч лет назад.

А когда кончился этот период? Считается, будто он продолжается до сего дня. Никто и не задумывался серьезно, в какое геологическое время мы живем. А с этого вопроса, возможно, начинаются новые науки, для которых еще и названий не придумано.

Как же правильнее именовать современную эпоху?

Ледниковый период? На Земле осталось сравнительно немного ледников. И они как будто продолжают отступать. Человек способен предотвратить новое оледенение,

если оно будет угрожать планете. Это можно сделать при помощи современной техники. Пишут же о проектах перекачки теплых вод Атлантического или Тихого океана в Северный Ледовитый. Есть и другие способы борьбы с ледниками, например зачернение их поверхности. Дело нетрудное.

Антропоген? Но биологическое развитие человека за последние десятки тысячелетий замедлилось. Человек создан. Люди современного вида существуют на Земле сорок тысяч лет, и за это время практически не изменились. Возможно, биологическая эволюция человека прекращается: человек, не меняясь сам, может неограниченно усовершенствовать и разнообразить технику. Вместо биологической эволюции — техническая.

Плейстоцен (самое новое время)? В чем выражается эта новизна? В появлении новых видов животных или растений, новых ландшафтов? Но за последние тысячелетия новые виды животных и растений не появляются... Впрочем, во множестве появились породы животных и сорта растений, выведенных человеком, селективным (техногенным, искусственным) путем. Именно за несколько последних тысячелетий!

Четвертичный период? И снова надо признать, что сейчас своеобразные четвертичные породы — лёссы, донные морены — образуются в ничтожных количествах... Зато появились сотни, тысячи новых химических соединений (минералов) и накоплены целые слои, миллиарднотонные массы новых горных пород, созданных с помощью техники. И это нечто совсем иное, не бывалое прежде.

Последние тысячелетия никак не укладываются в рамки плейстоцена — антропогена — ледникового — четвертичного периода. Они совершенно не похожи на всю предыдущую историю Земли.

Мы живем в необычайное время, в особый геологический период, даже, пожалуй, в новую геологическую эру. Теперь не живые существа определяют геологическую историю, а техника. Не биологические, а технические силы властвуют на Земле. Человек, вооруженный техникой, переиначивает природу.

Если предыдущая эра, куда относится и антропоген, называется временем новой жизни (кайнозой), то современная... технозой. Технозойская эра. Время техники и жизни. Время создания необычайной оболочки нашей

планеты — техносферы (области техники, человека, разума), исподволь созревшей в биосфере за ледниковый период.

В наше время только еще создаются науки о геологической деятельности человека, о техносфере, о необычайной эпохе, в которую мы живем.

Учебники наперебой пересказывают нам историю разных государств, империй, царей, немногих знаменитых политиков и полководцев. В школе мы зубрим даты войн и сражений, переворотов, рождений и смертей. Но ведь все события эти — словно малые волны могучего потока. Внешнее, слабое и отдаленное выражение тех сил, которые движут историю и определяют зависимость человека от природы.

Все человечество, несмотря на вечные наши разногласия между собой, непримиримую борьбу и кровавые войны, остается единым биологическим видом: *Homo sapiens faber* — человек разумный, созидающий. От этого родства никак не откажешься.

Есть еще знания, искусство, мораль, философия — все то, что составляет духовную жизнь и отличает нас от видов и сообществ животных. А еще — техника. С ее помощью человек преобразует природу Земли. Или, как считал Карл Маркс, природа при помощи человека преобразует сама себя. Потому что человек — часть природы. Хотя и очень оригинальная ее часть.

Из недр извлекают люди больше веществ, чем извергают вулканы. Подземные и поверхностные воды химически преобразуются под воздействием производства и городов. В атмосфере присутствуют массы технических паров и пыли. На земле господствуют растения и животные, выращенные человеком. Город — это особый геологический район со своим климатом, рельефом, строением.

Тысячи фактов подтверждают: действительно, новая сфера существует. Она живет по своим непростым законам и связана с человеком и техникой. Именно техника, управляемая человеком, преобразует природу планеты. И время, когда техника стала могучей геологической силой в биосфере, необходимо выделить особо.

Последнее великое оледенение, как считают, прекратилось десять — пятнадцать тысяч лет назад. Все это время относят к голоцену (по-гречески «голоцен» означает «новейший»). Разделяют его по смене раститель-

ности в районах, освободившихся от ледников. И еще по эпохам развития техники: верхний палеолит, мезолит, неолит, бронзовый и железный век.

Во второй половине голоцена появились первые классы и великие государства, объединяющие миллионы людей. Достигло расцвета земледелие и животноводство, искусственное орошение оплодотворило обширные территории, выросли на равнинах крупные города.

С этой поры развитие природы на громадных пространствах в Европе и Северной Африке, в Южной и Восточной Азии, в Северной и Центральной Америке определялось не только климатом, движениями земной коры, разливами рек и морей. Здесь господствовали прежде всего человек и техника.

Не отсюда ли надо начинать технотехническую эру? В таком случае она продолжается около четырех тысячелетий. Приблизительно тогда появился новый, не встречаемый в естественных условиях техногенный минерал — бронза, стали развиваться цивилизации металла.

Технотехническая эра началась в плодородных долинах рек субтропической зоны. «Четыре древнейших великих культуры все зародились и развились на берегах больших рек. Хоанхо и Ян-Тзе-Тзян орошают местность, где возникла и выросла китайская цивилизация; индийская, или ведийская, культура не выходила за пределы бассейнов Инда и Ганга; ассирийско-вавилонская цивилизация зародилась на берегах Тигра и Евфрата — двух жизненных артерий Месопотамской долины; наконец, Древний Египет был, как это утверждал Геродот, «даром» или созданием Нила». Так писал в начале нашего века историк Л. И. Мечников, посвятивший целую монографию исследованию связи цивилизаций с великими реками.

Но условия географической среды недолго определяли развитие культуры.

«Вино культуры как бы вспенивается, бродит и разъедает вмещающую его географическую чашу, — развивал идеи Льва Мечникова этнограф Богораз-Тан. — А по всей периферии возрастает напор варварских народов, уже усвоивших себе некоторые обрывки культуры... и ставших сильнее и организованнее, но именно оттого привлекаемых богатствами внутреннего круга... Рано или поздно происходит прорыв. Варварство врывается внутрь, а вино

культуры выливается наружу. Наступает катастрофа, истечение соков культуры и стремительное понижение ее от общего уровня...

Культура, просочившись и пролившись за ограду, никогда не исчезает бесследно. Она размножается, растет сперва молекулярно, а потом и более широкими участками, и в конце концов обозначается новый культурный круг, концентрический прежнему, но значительно более широкий... А там происходит новый напор зарубежного варварства, прорыв и катастрофа».

Надо бы добавить, что и внутри этих «кругов цивилизации» происходит непрерывное брожение. Появляются новые идеи и технические устройства, новые социальные группы и классы. Цивилизация временами взрывается изнутри.

Нечто подобное происходило и в биосфере с очагами, где появлялись и откуда распространялись новые виды животных и растений, новые сообщества живых существ.

Развитие ледников, как и живых организмов, тоже направляется преимущественно извне. Если бы на Земле не происходило никаких значительных перемен (климата, рельефа и т. п.), великие ледники, возможно, никогда бы не появились, а живые существа изменялись бы столь неторопливо, что до наших дней не возник бы не только человек, но и каракатица.

В голоцене не было существенных изменений природной среды. А человеческое общество проделало гигантский путь от каменных орудий к космическим ракетам. С началом технозойской эры движение это почти вовсе не зависело от «естественных» перемен на поверхности Земли, а определялось законами развития человеческого общества, идей, науки, орудий труда, техники... И еще, конечно, многое зависело от наших человеческих чувств, от стремления к познанию и добру.

Технозойская эра приближается к расцвету. Волны современной научно-технической революции прокатываются по всей планете. «Только в последнее время, с начала двадцатого века,— отметил пятьдесят лет назад Богораз-Тан,— культура получает очертания всемирные. Отдельные разбросанные эллипсы, культурные круги... сливаются вместе, стремясь сплотиться в общий круг, периферия которого, по формуле Паскаля, будет расположена везде, а центр нигде».



Пытливости нашей нет конца... Удовлетворенность ума — признак его ограниченности или усталости. Ни один благородный ум не остановится по своей воле на достигнутом: он всегда станет притязать на большее, и выбиваться из сил, и рваться к недостижимому. Если он не влечется вперед, не торопится, не встает на дыбы, не страдает, — значит, он лишь наполовину жив... Пища его — изумление перед миром, погоня за неизвестным, дерзновение.

М. МОНТЕНЬ

ГЕОЛОГИЯ НАЧИНАЕТСЯ...

Обычная закономерность: чем моложе слои горных пород, тем ближе к поверхности должны они залегать. Выходит, четвертичные (плейстоценовые) породы слагают привычную нам поверхность земли, лежат у нас под ногами...

С чего начинается геология?

Крутые ступени скал — к облакам. Таежная глухомань. Крупицы золота на дне лотка. Молоток с длинной рукояткой — почти как у альпинистов. Рюкзак с драгоценными самородками. Дремучая борода, обветренное лицо.

Когда-то так думал я. Пока не стал геологом.

Карабкался по крутым ступеням скал. Молотком оббивал мшистые камни в безымянных падах. Не видал

крупниц золота на дне своего лотка. И рюкзак мой оттягивали (ударяя при каждом шаге ниже пояса) вовсе не драгоценные самородки. Много еще было всякой геологической всячины, прежде чем открылась мне простая истина: геология начинается от подошв наших ботинок.

Даже если мы стоим на земле.

Даже если под нами асфальт шоссейной дороги.

Даже если мы — на крыше дома. Или в самолете.

И уж конечно, если мы забрались на гладкую лысину валуна или карабкаемся по горной тропе.

Геология изучает горные породы и все, что с ними связано, что создает и разрушает их, образует вулканы, горные страны, долины — одним словом, принимает участие в жизни планеты. Имеют отношение к геологии растения и животные (они создают особые породы), асфальтированная дорога или дом, который влияет на лежащие снизу грунты и сам, как они, состоит из минералов. Имеем отношение к геологии и мы с вами, все человечество и вся созданная нами техника — новая могучая геологическая сила, изучение которой только еще начинается.

Исследовать отложения стомиллионного возраста сплошь и рядом проще, чем стотысячелетнего. Даже геологу, привычному к научным дискуссиям (в любой геологической науке бездна спорных проблем), становится как-то не по себе при знакомстве с головоломками последних сотен тысяч лет истории Земли. Вокруг одних только лёссов полтора столетия не утихают споры специалистов.

Существует четвертичная геология, изучающая четвертичный период. И нет геологии третичной, меловой. Выделяется, правда, геология докембрия. Но ведь докембрий-то длился в тысячу раз дольше четвертичного периода!

Так почему же — четвертичная геология?

Причин, пожалуй, несколько. Главная: геология начинается от нашего времени. Верхние слои горных пород обычно имеют четвертичный возраст. На них стоят наши дома, плотины и синхрофазотроны. По ним колесят машины и шлепают босые ноги. От них начинают ракеты путь в космос.

ЧЕТВЕРТИЧНОЕ ВРЕМЯ И ТЕХНОЗОЙ

Пленка жизни, покрывающая нашу планету, в одних местах сгущена, в других — тонка и неплотна. Сгущения жизни — на берегах рек и морей, в мелких озерах, в речных устьях. Почти вовсе нет жизни на ледниках и в глубинах океана.

Техносфера сгущена в городах и промышленных районах. А кое-где, в особенности на заповедных территориях, будто бы не существует человека и техники.

Очаги техносферы зажигаются в самых неожиданных местах. Вот в завьюженной Антарктиде появились поселки. Вот батискаф Пикара погрузился в глубочайшую океаническую впадину. Спутники обживают околоземный космос. Люди ходят по Луне.

Преобразование природы обычно начинается с сельскохозяйственного освоения территории. Выжигаются и вырубаются леса, распахиваются степи, пойменные луга превращаются в выгоны для скота, устраиваются запруды, дренажные каналы или оросительные системы.

Позже приходит черед промышленности, горным промыслам, городам и транспортным магистралям.

Кристаллы домов, разрастаясь, опустошают поля и врезаются в лес. Заводы и города требуют много воды. Ее начинают откачивать по скважинам из земли и сооружать обширные водохранилища. От промышленных площадок поднимаются столбы дыма и пыли, которые расплываются по небу наподобие плоских облаков.

Из конца в конец пересекают промышленные районы шоссе. На них непрерывно рокочут автомобили. От этого дороги гудят, как пчелиные ульи. Так же напряженно гудят провода электролиний.

На нынешней земле повсюду видны необычайные преобразования природы — печать технозойской эры. И даже таежная глухомань, бескрайние ледяные поля Северного Ледовитого океана, даже морозная ледниковая пустыня — Антарктида не избежали этой участи. Изменяется вся воздушная оболочка планеты — атмосфера. В ней появились новые газы, техническая пыль, радиоактивные вещества. Это влияет на климат всей Земли.

А в городах и промышленных районах все создано людьми. Еще в 1909 году академик А. Е. Ферсман писал: «Скорый поезд проносил меня через промышленные рай-

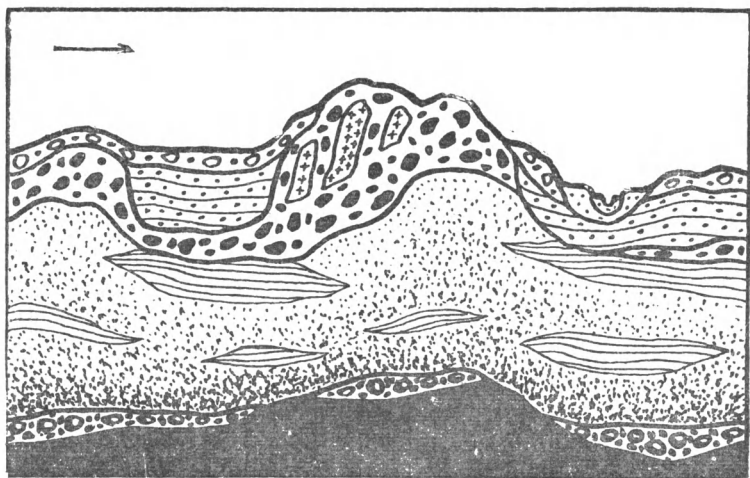
оны Бельгии и Прирейнских округов: металл и уголь перевозятся из глубоких шахт, накапливаются горы пустой породы, целые долины засыпаются шлаками, дымятся тысячи труб, вынося в воздух угольную кислоту; идет огромная лаборатория химических превращений».

Четвертичная геология не занимается изучением всех этих преобразований. И все-таки она связана с ними. Во-первых, почти все инженерные сооружения воздвигаются на четвертичных отложениях. Очень важно знать свойства этих отложений и условия их залегания для того, чтобы устойчиво стояли дома, плотины, фабричные корпуса. Во-вторых, в четвертичных породах содержатся разнообразные полезные ископаемые.

...На северные равнины Европы, Америки, Сибири напозлали ледники. И подледные реки клокотали в них, и валуны важно двигались со льдом — заморские варяжские гости. И огромные озера разливались на окраинах ледниковых покровов, и могучие реки начинали отсюда свой путь. А позже наступала теплая пора межледниковий, хмурых хвойных лесов и солнечных дубрав, топких болот на месте зарастающих озер. Теперь все это застыло в земле слоями песков, глин, плотных морен и податливых торфяников. Геологи-четвертичники кропотливо осматривают обнажения, бурят многочисленные скважины, отбирают образцы пород, исследуют их свойства, ищут ископаемые остатки животных и растений, под микроскопом определяют пыльцу, сохранившуюся с давней поры, проводят изотопные анализы.

Очень много тратится сил и средств, без усталости работают специалисты, не только изучая живую природу, но и читая бесчисленное множество научных статей и толстенных монографий, учатся студенты в высших учебных заведениях, а затем продолжают учиться всю последующую жизнь, углубляясь в науки. А для чего?

Бесконечные научные споры, сомнения, поиски и находки — какой прок от этого? Конечно, приятно потешить свое любопытство, разузнать о растаявших ледниках — искать прошлогодний снег. Интересно представить себе межледниковые леса и степи с необычными животными. Но уж не слишком ли далеки теории от практики? Если потребуется — можно изучить как следует то место, где предполагается строить город или завод, или те отложения, в которых есть надежда отыскать полезные ископа-



По геологическому разрезу через Солигорский район в Белоруссии можно читать геологическую историю этих мест. На древних породах (нижний черный слой) залегают линзы морены—остатки самого древнего ледника. Выше — пески (следы рек) с линзами глин (следы озер) и торфяников лихвинского межледниковья. Они перекрыты мореной среднего (днепровского) оледенения с отторженцами древних пород (отмечены крестиками). В ледниковые отложения врезаны речные осадки следующего, одинцовского межледниковья. Местами они напрочь срезают ледниковые слои. Выше залегает морена последнего, московского оледенения, которую в одном месте прорезает долина реки. Стрелка показывает направление движения ледников. Вертикальный масштаб сильно преувеличен. Схема очень упрощена.

емые. А зачем узнавать о великих оледенениях, о движениях давно исчезнувших ледников и руслах несуществующих ныне рек? Зачем проследживать сложные пути валунов?

Любая научная теория похожа на воздушный замок. Она возникает в воображении ученого. И когда мы восстанавливаем по разрозненным остаткам прошлое, не удаляемся ли далеко-далеко от современности, от нынешних нужд, от наших повседневных дел в область фантазий и «чистой» науки?

ПОЛЬЗА ОТ ВОЗДУШНЫХ ЗАМКОВ

Практики, «деловые люди», придавленные грудой насущных нужд, частенько усмеваются: «Наука — наукой, а дело — делом». И с ними трудно не согласиться. В хозяйстве самая мудрая мысль или формула бесполезны, если с помощью их нельзя получить дохода.

Конечно, кроме такой прямой пользы, существует иная, возможно, более важная. Научное открытие, будь оно самое что ни на есть теоретическое, раскрывает глубже и шире перед человеком окружающий мир, добавляет нам разума, знаний. «Наука изощряет ум; ученье воострит память», — поучал мудрый Козьма Прутков.

И все-таки к ученым-теоретикам часто пристают с вопросом: какая практическая выгода от вашей работы? Действительно, какая польза от изучения далеких звезд? Пыльцы вымерших растений? Глубочайших недр планеты? Растаявших ледников? А польза, конечно же, есть.

Не зная закона Ньютона, мы должны были бы каждый раз замерять силу тяготения между двумя телами. Не имея понятия о первом и втором началах термодинамики, продолжали бы вечно изобретать вечный двигатель...

Сейчас некоторые страны (в основном СССР и США) запускают в космос дорогостоящие спутники Земли. Какая от них польза? Прогноз погоды.

До сих пор штормы, тайфуны, необычайные наводнения, снегопады, суховеи обрушиваются на страны, терзают целые континенты, причиняют людям колоссальный ущерб, уносят ежегодно тысячи, а то и сотни тысяч человеческих жизней.

Наблюдения за погодой с Земли вести очень трудно — требуется работа многих метеорологических станций, объединение разрозненных сведений, обработка. На большей части планеты (пустыни, горы, ледники, океаны) этих станций почти нет. Метеорологические спутники сообщают о погоде всего земного шара, передают снимки облачного покрова, показывают направление движения циклонов, тропических ураганов и т. д. Однако, как бы ценны ни были эти сведения, сами по себе они не позволяют делать далеких прогнозов. Не говоря уж о годовых, даже прогнозы на сезон, даже на месяц вперед очень неточны.

Тут-то и должна помочь наука. Именно она способна более или менее точно предугадать будущее.

Четвертичная геология, восстанавливая климаты прошлого, помогает ученым разобраться в причинах и законах изменения климатов на Земле, давать более уверенные прогнозы на будущее. Сейчас особенно важно иметь такие прогнозы. Ведь мы начали сознательно переиначивать природные условия на огромных территориях: проводим оросительные каналы в пустынях, осушаем заболоченные земли.

Представьте себе, что через десять лет начнется естественное увлажнение сухих ныне районов, а в заболоченных полесьях климат станет суше. В таком случае окажутся напрасными наши преобразования, не учитывающие подобных изменений.

Или, к примеру, проблемы Каспийского и Аральского морей. За последние годы эти гигантские резервуары воды постепенно уменьшаются в размерах. Предложены различные проекты спасения Каспия и Арала. Но можно ли приступать к их реализации, если не будут как следует выяснены причины колебаний уровня воды в морях? Ведь и раньше бывали подобные колебания. Надо же знать, что может произойти в недалеком будущем. А вдруг моря снова начнут свое наступление на побережья (ведь в четвертичное время Каспий доходил до Волгограда!), и тогда потеряют смысл все наши мероприятия по спасению морей.

Еще важнее разобраться в особенностях четвертичной геологии в связи с инженерной деятельностью. Представьте, что мы строим высокий и обширный заводской корпус на том месте, где в межледниковое время проходила речная долина. Сейчас она скрыта под чехлом более молодых осадков. Но на некоторой глубине под одним углом нашего здания будут залегать речные пески, а под другим — болотные илы и торфяники, оставшиеся от древней старицы. Плотные пески легко выдержат тяжесть здания. Илы и торфяники станут сминаться, и этот угол заводского корпуса начнет оседать. В стенах появятся трещины, и не исключено, что все наше сооружение окажется в опасности.

Много известно случаев разрушения домов, построенных на лёссах. Попадает в грунт вода, лёссы проседают, и постройки перекашиваются или рассыпаются.

Специальная наука — инженерная геология — изучает взаимодействие машин, домов, различных инженерных сооружений с горными породами. Почти подо всеми сооружениями залегают четвертичные отложения. Значит, инженеру-геологу необходимо знать все особенности четвертичных пород и условия их образования.

А знаете ли вы, что в валунах встречаются алмазы?

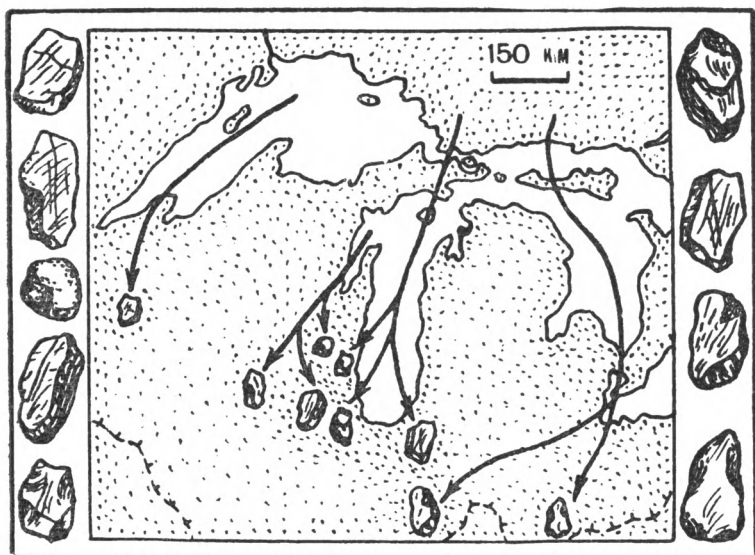
В Северной Америке драгоценные крупы самого твердого минерала обнаружены во многих валунах южнее Великих озер. Конечно, добывать алмазы из валунов, раскиданных по равнине, предприятие не выгодное. Однако геологи-четвертичники разработали валунный метод поисков полезных ископаемых. Суть его в том, что отмечают на карте валуны, в которых встречен полезный минерал. Восстанавливаются пути разноса валунов. По этим путям, как бы двигаясь против течения бывших ледников, можно прийти к тем участкам, откуда были содраны обломки, отыскать так называемые коренные месторождения полезных ископаемых.

Правда, американцам до сих пор не удалось по валунам отыскать подземные клады алмазов. Возможно, месторождения скрыты под водой на дне Великих озер. Не исключено, что все алмазосодержащие породы были разрушены и разнесены по равнине в виде песка и валунов.

Столь же загадочна судьба коренных месторождений алмазов на Урале. До сих пор они не обнаружены. А уральские алмазы добывают... нет, не из валунов, а из речных четвертичных песков.

В речных песках вообще встречается немало полезных ископаемых — россыпных месторождений. Всем известно, что из песков отмывают крупы золота. Конечно, можно и случайно наткнуться на золотоносные пески. Но сейчас, когда добывают золото не отдельные искатели счастья, а крупные производственные тресты, не приходится полагаться на удачу. Требуется опора на науку. И конечно, не обойтись тут без четвертичной геологии, которая помогает находить отложения бывших рек и выяснять их особенности.

Нередко россыпные месторождения связаны с речными песками опеределенного возраста. Например, на Среднем Урале дочетвертичная речная сеть существенно отличалась от четвертичной: менялся со временем и состав



Валуны, содержащие крупинцы алмазов, найденные в Северной Америке. Восстанавливая пути валунов, геологи ищут месторождения полезных ископаемых.

песков, и менялись содержащиеся в них ценные минералы. Поэтому для успешных поисков уральских россыпных месторождений требуется хорошо знать историю речных долин.

Интересна судьба месторождения золота в Финмаркене (Норвегия). Чешуйки золота обнаружили сначала в современных речных песках. Позже выяснилось, что и более древние пески являются золотоносными. Некоторые из подобных песков залегают в покинутых реками руслах.

Геологи стали искать коренные месторождения. И не могли найти. Расширили зону поисков, охватив ею даже часть территории Финляндии. Однако ни в гранитах, ни в кварцевых жилах, пересекающих гранитные массивы, золота не оказалось.

Прослеживая залегание золотоносных россыпей, геологи выяснили связь их с мореной. В морене также были встречены чешуйки золота. По бороздам и штрихам

на склонах — по холодным следам бывшего ледника — геологи восстановили движения ледниковых потоков. Ледник двигался на северо-восток. Следовательно, место первоначального залегания золотоносных пород должно было бы находиться где-то на юго-западе.

И вновь поиски не дали ожидаемых результатов. Почему? Для ответа на этот вопрос геологи тщательно исследовали речные золотоносные пески. По составу и форме песчинок выяснили, что, скорее всего, песок образовался не из древних гранитов, а из более молодых осадочных пород. Значит, крупницы золота проделали долгий путь и, возможно, не раз переоткладывались и морскими, и речными водами, и ледниками. Чтобы отыскать коренные месторождения золота в Норвегии, требуется во многих деталях восстановить палеогеографию (древний рельеф, древние речные русла и морские берега и т. д.) ледниковых, а также межледниковых эпох дочетвертичного времени.

Конечно, речные отложения могут быть и вовсе не связаны с оледенениями. А вот валунный метод поисков полезных ископаемых целиком основан на ледниковой геологии. По валунам обнаружены многие коренные рудные месторождения в Скандинавии и Финляндии, некоторые месторождения в Сибири, на Северном Урале.

На Среднесибирском плоскогорье в 1959 году были найдены ледниковые валуны, содержащие медные и никелевые руды. Восстановив движение бывшего ледника, геологи через два года начали бурение на перспективных участках, к которым вели «холодные следы»: шрамы на скалах, штрихи, груды валунов, гряды конечных морен.

Первые же разведочные выработки обнаружили коренное месторождение медно-никелевых руд.

К тем же результатам можно было бы прийти и без знания четвертичной геологии. Тогда пришлось бы наудачу бурить множество скважин в округе. Рано или поздно наткнулись бы на месторождение. Но сколько бы потребовалось на это сил, времени, материальных затрат!

В этом и заключается практическая ценность наук: они открывают нам более точные, простые и надежные пути для достижения самых различных целей — строительства завода или плотины, создания самолета или счетной машины, получения высокого урожая или открытия месторождений полезных ископаемых.

Между прочим, полезными ископаемыми нередко служат сами четвертичные породы.

Для стекольного производства требуются кварцевые пески; для бетона — крупный песок и гравий; для кирпичей — глина; для дорожных насыпей, земляных плотин и дамб используются различные четвертичные породы. Из торфа вырезают брикеты на топливо.

...Петр Кропоткин писал о ледниковом периоде, никак не думая, что его теория поможет какой-нибудь геологической экспедиции отыскивать месторождения песка для бетона, глины и мела, а уж тем более — никеля или алмазов. Наш современник Б. Л. Личков не мог предугадать, что его идеи о древних реках и речных террасах в Полесье помогут изучать пути засоления подземных вод в районе только что построенных Солигорских калийных комбинатов.

Теории вовсе не обязательно должны использоваться нынче. Им приходит черед и через годы, и через десятилетия. Хороший хозяин всегда запасается впрок. А из всех запасов самые драгоценные — знания. Между прочим, обычно лишь второстепенные идеи приносят пользу тотчас. «Большое видится на расстоянии...»

О пользе научных теорий очень хорошо сказал великий Леонардо да Винчи: «Влюбленные в практику без науки — словно кормчий, вступающий на корабль без руля или компаса; он никогда не уверен, куда плывет. Всегда практика должна быть воздвигнута на хорошей теории».

Но еще теория дает «толчок идеям». Сама она может оставаться «бесполезной». А уж от идей, которые она возбуждает, выгода будет явной и большой. Точно так же учитель может не делать великих открытий, но слава ему, если он сумел воспитать талантливых ученых.

Для человека мысль — это жизнь. Мир мыслей так же необходим нам, как и мир практической работы. Если вы родились на Земле не цветком и не деревом, не облаком и не вулканом, не оленем и не волком, так научитесь же понимать и ценить то, что отличает вас от этих прекрасных созданий!

ЛИТЕРАТУРА

*Цель тем милей для нас, чем дальше и трудней:
Тогда мы ценим в ней свой труд, свои усилья.*

М. Г. Ю. Я. О

Популярных книг о четвертичном периоде мало. В этот список включены не только книги по четвертичной геологии и не только новые работы. Читать их интересно, а вот отыскать в библиотеках не всегда легко.

Агафонов В. К. Настоящее и прошлое Земли. 2 тома. 1932.

Алексеев В. От животных — к человеку. М., 1969.

Аугуста И., Буриан З. Жизнь древнего человека. Прага, 1960.

Аугуста И., Буриан З. Книга о мамонтах. Прага, 1962.

Баландин Р. Судьба Земли. Минск, 1973.

Бардин В. Оазисы Антарктиды. М., 1970.

Барнетт А. Род человеческий. М., 1968.

Брукс К. Климаты прошлого. М., 1952.

Галактионов Н. Д. Жизнь рек. М.—Л., 1951.

Гернет Е. Ледяные лишай. М., 1930.

Дайсон Д. В мире льда. Л., 1966.

Забелин И. М. Физическая география и наука будущего. М., 1970.

Келлер Б. М., Лаврушин Ю. А. Великие оледенения в истории Земли. М., 1970.

Кропоткин П. А. Исследование о ледниковом периоде. Спб., 1870.

Котляков В. М. Мы живем в ледниковый период? Л., 1966.

Лебедев Н. К. Великие оледенения Земли. М.—Л., 1928.

Личков Б. Л. Движение материков и климаты прошлого Земли. Л., 1931.

Марков К. К. и др. Плейстоцен. М., 1968.

Обручев В. А. Занимательная геология. М., 1961.

Окладников А. П. Утро искусства. М., 1967.

Осборн Г. Человек каменного века (среда, жизнь, искусство). Л., 1924.

Тушинский Г. К. Космос и ритмы природы Земли. М., 1966.

Флинт Р. Ледники и палеогеография плейстоцена. М., 1963.

Ходаков В. Г. Снега и льды Земли. М., 1969.

Эйдельман Н. Ищу предка. М., 1970.

Эндрюз Р. Диковинные звери. М., 1963.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
Глава I. БРОДЯЧИЕ КАМНИ	5
Глава II. ЛЕДЯНАЯ ФАНТАЗИЯ	17
Глава III. НАЧАЛО ТЕОРИИ	32
Глава IV. ЛЕД И ЛЮД	63
Глава V. ПРОТИВОРЕЧИЯ	82
Глава VI. В ДЕБРЯХ ГИПОТЕЗ	93
Глава VII. ПРОТИВ ОЛЕДЕНЕНИЙ	119
Глава VIII. ОБНОВЛЕНИЕ ТЕОРИИ	137
Глава IX. КАК, ЧТО И ПОЧЕМУ	174
Глава X. ПРАКТИКА И ТЕОРИЯ	196
ЛИТЕРАТУРА	207

ДЛЯ СТАРШЕГО ВОЗРАСТА

Рудольф Константинович Баландин

ПО ХОЛОДНЫМ СЛЕДАМ

Ответственный редактор *В. С. Мальт*. Художественный редактор *Н. З. Левинская*. Технический редактор *Н. Г. Мохова*. Корректоры *Л. И. Дмитриук* и *Л. А. Рогова*. Сдано в набор 14/III 1974 г. Подписано к печати 22/X 1974 г. Формат 84×108¹/₃₂. Бум. типогр. № 1. Печ. л. 6,5. Усл. печ. л. 10,92. Уч.-изд. л. 11,05. Тираж 75 000 экз. А12425. Заказ № 2410. Цена 49 коп. Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Детская литература». Москва, Центр, М. Черкасский пер., 1. Ордена Трудового Красного Знамени фабрика «Детская книга» № 1 Ростлавполиграфпрома Государственного комитета Совета Министров РСФСР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. Москва, Сушеvский вал, 49.

Цена 49 коп.

