

ЮЖЕСКО

КУРЬЕР

АВГУСТ 1986

История Земли



Photo Arraud Borrel © Gamma, Paris

Время жить...

Мексика

После землетрясения

Для мексиканцев землетрясения — одна из черт суровой действительности. Мехико, входящий в число крупнейших и наиболее древних столиц мира, расположен в южной части Мексиканского нагорья в зоне повышенной вулканической активности и разломов земной коры между материковыми массивами на севере и юге. В сентябре

1985 г. в Мехико произошло мощное землетрясение, вызвавшее серьезные разрушения в центре города и приведшее к многочисленным человеческим жертвам. Международное сообщество дружно откликнулось на постигшее мексиканцев несчастье; из многих стран мира прибыли в Мехико спасательные отряды.

От Главной редакции в Париже

Август 1986

39-й год издания

На фоне гигантских просторов Вселенной наша Земля — третья от Солнца планета Солнечной системы — кажется крошечной песчинкой. Она расположена между Венерой и Марсом и обращается вокруг Солнца со скоростью 29,8 км/сек. Расстояние от Земли до Солнца 149 млн. 573 тыс. км, и в этом нашей планете необычайно повезло; будь она чуть ближе, солнечные лучи испепелили бы ее поверхность, чуть дальше — она бы оказалась навеки скованной льдами.

В этом номере «Курьера ЮНЕСКО» мы хотим представить читателям в общих чертах картину происхождения нашей планеты, рассказать об основных геологических процессах, свидетельствующих о ее беспокойном нраве. Мы часто называем сушу, на которой живем, «terra firma», не зная, что континентальные плиты находятся в беспрестанном движении. Случается, что они паталкиваются друг на друга, и тогда на месте столкновения вырастают мощные горные хребты. Порой их сотрясают яростные землетрясения, время от времени из огнедышащих недр через жерла вулканов изливаются вселяющие ужас потоки раскаленной лавы. И все это время на дне океана идет процесс образования новой земной коры, тогда как старая погружается в мантию и там расплавляется.

С точки зрения геологического летоисчисления человек появился на нашей планете совсем недавно. Если представить 3,9 млрд. лет, прошедшие с момента образования земной коры, как один календарный год, то Homo sapiens вышел на сцену жизни только 31 декабря за 8,5 минут до полуночи (100 тыс. лет назад).

В последнюю половину секунды этого «сжатого года» человек сам превратился в мощную геологическую силу, оказывающую отрицательное и даже разрушительное воздействие на окружающую среду, в которой он существует. Люди наносят ущерб природе в основном по незнанию. Мы до сих пор, например, мало знаем о долгосрочных последствиях применения химических удобрений и пестицидов. Не научились мы бороться с опустыниванием, которое сами же и вызываем, еще не полностью используем новейший источник энергии — ядерный.

ЮНЕСКО, осуществляющая крупные программы в области естественных наук, находится на переднем крае борьбы за сохранение жизни на нашей планете. Быть может, в бескрайних просторах Вселенной есть другие планеты, похожие на нашу, но даже если это так, нам до них пока не добраться. Мы должны думать о нашей Земле, она у нас одна!

Рекомендуем читателям одновременно с этим номером прочесть еще два вышедших в последнее время номера «Курьера ЮНЕСКО» — «История Вселенной» (октябрь 1984 г.) и «Голубая планета Океан» (март 1986 г.). Ряд фотографий и схем, содержащихся в этом номере журнала, опубликованы с разрешения лондонского Геологического музея, руководству которого мы выражаем свою благодарность.

Обложка: «Океан Пиреней», 1985 г. Жорж Серва. Акриловые краски (116×73 см). Галерея Жан-Пьер Лавинь, Париж.

Главный редактор Эдуард Глиссан



4 Происхождение планеты Земля
Джон Гриббин

6 География в цифрах

8 Земные недра

9 Планеты Солнечной системы

10 Блуждающие континенты

12 Геологические часы

12 Формирование земной поверхности

15 Виды горных пород

16 Путешествие в прошлое Земли
Евгений Козловский

23 Беспокойная планета
Можно ли предсказывать землетрясения?
Е. М. Фурнье д'Альб

27 Вулканы
Гарун Тазиев

32 Эволюция живого

33 Кометы — источник жизни
Чандра Викрамасингх

35 Руками человека
Стивен Бойден и Малькольм Хэдли

38 Год мира

2 Время жить...
После землетрясения (Мексика)

Публикуется ежемесячно на 32 языках ЮНЕСКО — Организацией Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культуры. Париж, 75700, Плас Фонтенуа, 7.

Русском
Английском
Французском
Испанском
Немецком
Арабском
Японском
Итальянском
Хинди
Тамили

Иврите
Персидском
Голландском
Португальском
Турецком
Урду
Каталанском
Италийском
Корейском
Суахили

Индонезийском
Хорватско-сербском
Оловенском
Сербско-хорватском
Китайском
Болгарском
Греческом
Сингапурском

Финском
Шведском
Бавском
Тайском

Шрифтом Брайля ежеквартально публикуется подборка статей на английском, французском, испанском и корейском языках.

ISSN 0304-3150

Происхождение

В начале не было ничего. Пространство, время и вещество в нашей Вселенной возникли около 15 млрд. лет назад в сверхплотном огненном шаре в результате так называемого Большого Взрыва. По мере расширения и остывания Вселенной вещество начало разреживаться, затем из скоплений огромных облаков водорода образовались звезды и галактики. Около 10 млрд. лет назад сформировались основные составляющие Вселенной — подобные нашему Млечному Пути галактики. В каждой из них миллиарды звезд. Звезды рождаются, живут и умирают, они несутся по своим гигантским орбитам вокруг центра галактик, а сами галактики все больше удаляются друг от друга по мере расширения Вселенной.

Наше Солнце и Солнечная система являются типичным продуктом галактической среды, но Солнце было не первой звездой, засиявшей во мраке космической ночи. Первые звезды состояли только из водорода и небольшого количества гелия; все другие элементы возникли в результате ядерных реакций внутри звезд и были рассеяны в пространстве после их взрыва. Наше Солнце образовалось немногим более 4,5 млрд. лет назад из облака водорода с примесью других веществ — железа, углерода, кислорода и азота, которые по мере сжатия газового облака превращались в отдельные сгустки — протопланеты.

Различия между планетами Солнечной системы обусловлены главным образом их разной удаленностью от Солнца. Ближайшие к молодому Солнцу планеты испытывали на себе мощное тепловое воздействие, вследствие чего многие легкие элементы улетучивались с их поверхности в космос. Вот почему Меркурий, Венера, Земля и Марс представляют собой относительно небольшие объекты, состоящие из скальных пород. На большом же расстоянии от Солнца даже легкие газы, например метан и аммиак, могли захватываться и удерживаться формирующимися планетами. Гигантские планеты Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун, возможно, содержат такое же количество горных пород, как и Земля, но

они окутаны мощной газообразной атмосферой. Нам нет необходимости подробно останавливаться на них, но было бы поучительно и любопытно сравнить Землю с ее ближайшими соседями — Венерой и Марсом.

Небольшое облако материи, давшее начало нашей планете внутри облака больших размеров, из которого образовалась Солнечная система, вероятно, состояло в основном из соединений кремния, окислов железа и марганца с крайне незначительной примесью других элементов, в том числе необходимых для возникновения жизни.

По мере формирования Земли повышалась ее температура. Это происходило за счет гравитационного сжатия частиц протопланетного облака. Кроме того, часть тепла давал распад радиоактивных элементов внутри ядра растущей планеты, в результате которого образовывались устойчивые элементы. Этот процесс, хотя и более медленно, продолжается и в наше время.

Первые десятки или сотни миллионов лет молодая богатая железом планета, вероятно, представляла собой расплавленную массу, причем наиболее тяжелые вещества опускались вглубь, а более легкие оставались на поверхности, образуя по мере остывания прочную оболочку. Состав земной коры, на которой мы с вами живем, и — в еще большей степени — атмосферы, которой мы дышим, не типичен для основной массы Земли.

Земная кора содержит всего 6% железа, тогда как вся наша планета состоит из него на 35%; с другой стороны, на долю кремния в составе Земли приходится только 15%, а в коре его 28% (в соединениях с кислородом он образует силикатные породы). Основную массу материков составляют самые легкие породы, главным образом гранит, а дно океанов — базальт, который гораздо тяжелее.

В разрезе Земля напоминает луковицу. Ближе к поверхности расположены легкие породы, в центре же находится самое плотное вещество. Процесс дифференциации пород в основном завершился 3,9 млрд. лет назад, через 600 млн. лет после образования

нашей планеты. Геофизики смогли определить это по возрасту древнейших пород земной коры путем измерения их остаточной радиации; о слоистой структуре планеты свидетельствуют исследования сейсмических волн, которые изменяют свое направление, проходя через различные слои.

Однако такой способ позволяет лишь схематично представить картину земных недр. Геофизик Эдуард Буллард как-то сказал, что определение строения Земли посредством изучения землетрясений напоминает действия слепого, пытающегося разобраться в устройстве рояля по звуку, который он издает, когда его сталкивают вниз по лестнице. Ученые действительно больше знают о строении далеких звезд, чем о земных недрах: ведь звезды можно хотя бы увидеть.

И все же в общих чертах внутреннее строение Земли мы себе представляем. Мы с вами живем на скалистом, слегка приплюснутом на полюсах шаре со средним радиусом 6372 км. Внешняя оболочка, или кора, составляет всего 0,6% объема планеты. Под корой, толщина которой от 5 до 35 км, проходит резкая граница — так называемая поверхность Мохоровичича, или Мохо.

Следующий слой — мантия, уходящая в глубину на 2900 км и занимающая до 82% объема Земли. Ее верхние слои представляют собой частичный расплав, по консистенции напоминающий густую кашу или тающий лед. Этот «ослабленный» слой, называемый астеносферой, имеет огромное значение: благодаря ему материя может дрейфовать по планете (см. с. 10). По-видимому, мантия состоит из трех зон: верхней — толщиной около 370 км, переходной — толщиной приблизительно 600 км и нижней — толщиной 1900 км.

Под мантией находится ядро — внешнее толщиной 2100 км и в цент-

Эволюция Земли — от газопылевого облака до каменной планеты.

планеты Земля

Джон Гриббин

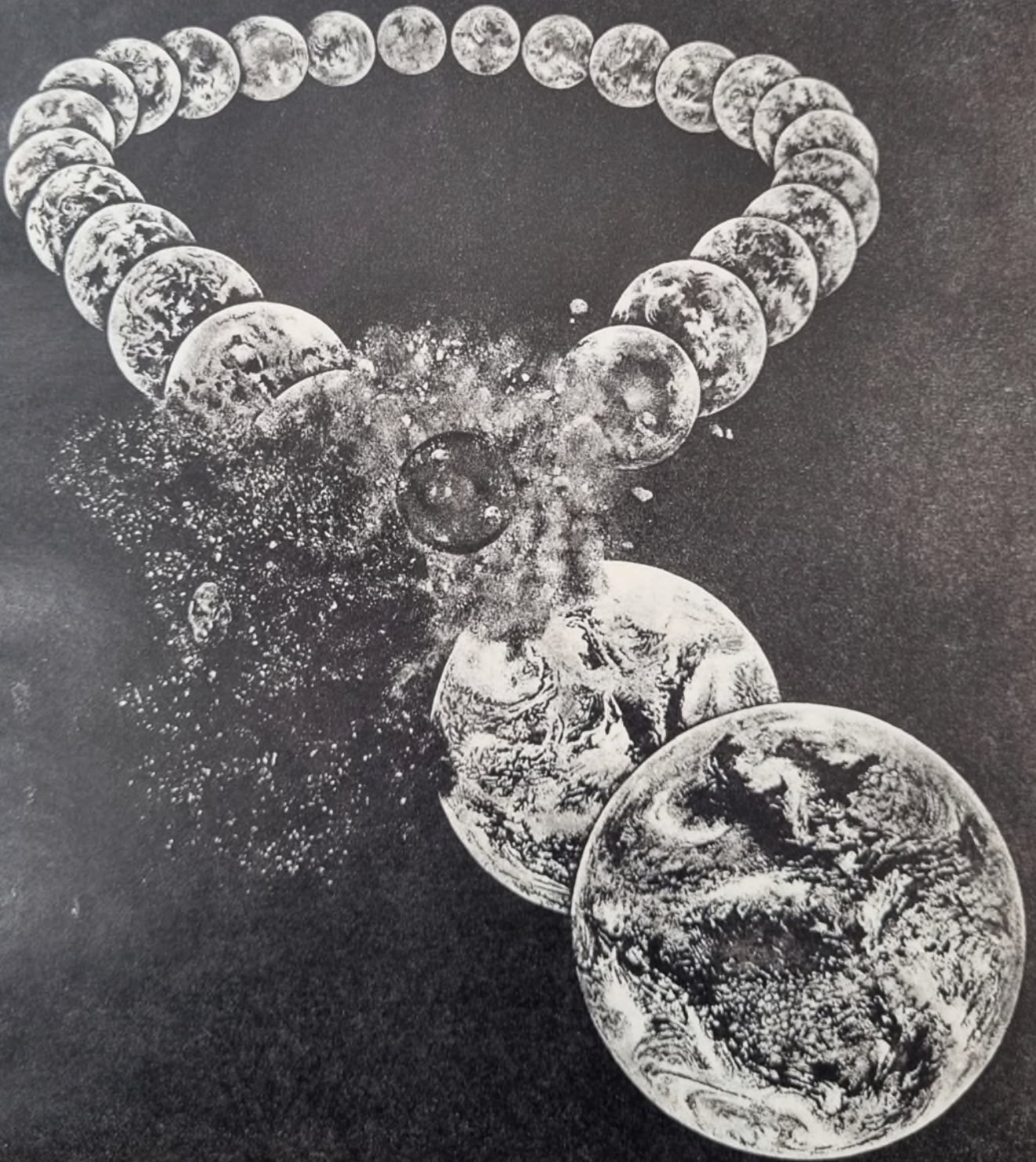


Photo Crown © British Geological Survey, Geological Museum, London

ре Земли — внутреннее радиусом 1370 км. Внешнее ядро состоит из жидкого железа, в котором генерируется магнитное поле Земли.

Венера и Марс, подобно Земле, состоят из скалистого материала, да и процесс их формирования протекал во многом сходным образом. Но если наша планета покрыта океанами, то Марс — планета холодная и сухая с сильно разреженной атмосферой, а у Венеры — раскаленная поверхность и сверхплотная атмосфера. Эти различия, по-видимому, вызваны разной удаленностью от Солнца.

По мнению астрономов и геофизиков, атмосферы этих трех планет образовались не сразу после их остывания. Под воздействием солнечной энергии летучие вещества уносились с их поверхности в космос. Простые законы физики позволяют нам вычислить температуру, установившуюся на каждой из этих планет, когда Солнце достигло состояния устойчивой яркости. Для Венеры температура в точке равновесия ее собственного излучения и солнечной энергии составляла 87 °С, для Марса — минус 30 °С. Не следует забывать, что в то время на этих планетах не было атмосферы.

Формирование ее происходило в результате выброса двуокиси углерода и водяного пара во время извержений вулканов (как это ни странно, именно водяной пар вырывается в большом количестве из раскаленного жерла вулкана). И хотя 87 °С ниже точки кипения воды, температура на Венере оказалась достаточно высокой для то-



География в цифрах

Source: «National Geographic Society», Washington, D. C.

ЗЕМЛЯ

Масса: 5 973 502 000 000 000 000 т
 Длина экватора: 40 075 км
 Поверхность: 510 074 600 км²
 Суша: 148 940 540 км²
 Вода: 391 134 060 км²

МАТЕРИКИ

	Площадь (км ²)	▲ Вершины (м)	▽ Впадины (м)	Население
Азия	43 998 920	1 Эверест 8 848	1 Мертвое море —396	2 048 898 000
Африка	29 800 540	2 Килиманджаро 5 895	2 озеро Ассаль —156	344 000 000
Северная Америка	24 320 100	3 Мак-Кинли 6 194	3 Долина Смерти —86	314 970 000
Южная Америка	17 599 050	4 Аконкагуа 6 960	4 п-ов Вальдес —40	186 013 000
Европа	9 699 550	5 Эльбрус 5 642	5 Каспийское море —28	637 943 000
Австралия	7 687 120	6 Косцюшко 2 228	6 озеро Эйр —16	12 200 000
Антарктида	14 245 000	7 массив Винсон 5 139	нет данных	

КРУПНЕЙШИЕ ВОДОПАДЫ ■ Высота (м)

1 Анхель	979
2 Тугела	948
3 Йосемитский	739
4 Кукенан	610
5 Сатерленд	580
6 Мардальфоссен	517
7 Риббон	491
8 Георга VI	488
9 Гаварни	422
10 Виктория	108
11 Игуасу	72
12 Ниагарский	59

КРУПНЕЙШИЕ РЕКИ □ Длина (км)

1 Нил	6 669
2 Амазонка	6 436
3 Миссисипи (с Миссури)	5 969
4 Обь (с Иртышом)	5 410
5 Янцзы	5 471
6 Хуанхэ	4 827
7 Конго	4 373
8 Амур	4 440
9 Лена	4 400
10 Макензи (с Пис-Ривер)	4 240
11 Меконг	4 183
12 Нигер	4 183
13 Парана	4 023
14 Муррей (с Дарлингтон)	3 717
15 Волга	3 530



- ▲ вершины
- ▽ впадины
- ★ экстремальные пункты Земли
- ↙ наибольшие глубины
- основные моря
- крупнейшие озера
- крупнейшие реки
- крупнейшие водопады

КРУПНЕЙШИЕ ОЗЕРА ○

	Площадь (км ²)	Наибольшая глубина (м)
1 Каспийское море	368 000	1 025
2 Верхнее	82 362	406
3 Виктория	69 485	81
4 Аральское море	51 100	61
5 Гурон	59 570	229
6 Мичиган	58 016	282
7 Танганьика	32 893	1 417
8 Большое Медвежье	31 792	413
9 Байкал	30 510	1 620
10 Ньяса	29 604	678

ОСНОВНЫЕ МОРЯ ●

	Площадь (км ²)	Средняя глубина (м)
1 Южно-Китайское	2 974 615	1 464
2 Карибское	2 515 926	2 575
3 Средиземное	2 509 969	1 501
4 Берингово	2 315 000	1 598
5 Мексиканский залив	1 507 639	1 615
6 Охотское	1 603 000	777
7 Японское	1 012 949	1 667
8 Гудзонов залив	730 121	93
9 Андаманское	564 879	1 118
10 Черное	422 000	1 300
11 Красное	452 991	538
12 Северное	565 000	308
13 Балтийское	419 000	71

ОКЕАНЫ

	Площадь (км ²)	Наибольшая глубина (м)
Тихий	166 242 517	1 Марианский желоб 11 033
Атлантический	86 557 800	2 желоб Пуэрто Рико 8 648
Индийский	73 427 795	3 Зондский желоб 7 725
Северный Ледовитый	13 223 763	4 впадина Литке 5 450

ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ ПУНКТЫ ЗЕМЛИ ★

1. Самое влажное место: гора Вайалеале, Гавайские о-ва. Среднегодовое количество осадков — 11 680 мм.
2. Самое сухое место: пустыня Атакама, Чили. Практическое отсутствие осадков. (В Каламе осадков не зарегистрировано.)
3. Самое холодное место: станция «Восток», Антарктида (−88,3°С зарегистрировано в августе 1960 г.).
4. Самое жаркое место: Аль-Азизийя, Ливия (58°С зарегистрировано в сентябре 1922 г.).
5. Самый северный город: Нью-Олесунн, Шпицберген.
6. Самый южный город: Пуэрто-Вильяме, Чили.
7. Самое высокогорное поселение: Ауканкильча, Чили, 5334 м.
8. Самое низкое над уровнем моря поселение: деревни вдоль Мертвого моря (−396 м).
9. Самое большое ущелье: Большой Каньон, штат Аризона. Длина — 349 км, ширина — 6–21 км, глубина — 1,6 км.
10. Самое глубокое ущелье: Хелс Каньон, река Снейк, штат Айдахо, глубина — 2408 м.
11. Самый сильный ветер: 372 км/час (зарегистрирован в 1934 г.).
12. Самые высокие приливы: залив Фанди, Новая Шотландия, 16 м.
13. Самый большой метеоритный кратер: Нью Кузбек, Канада, ширина — 3 км.

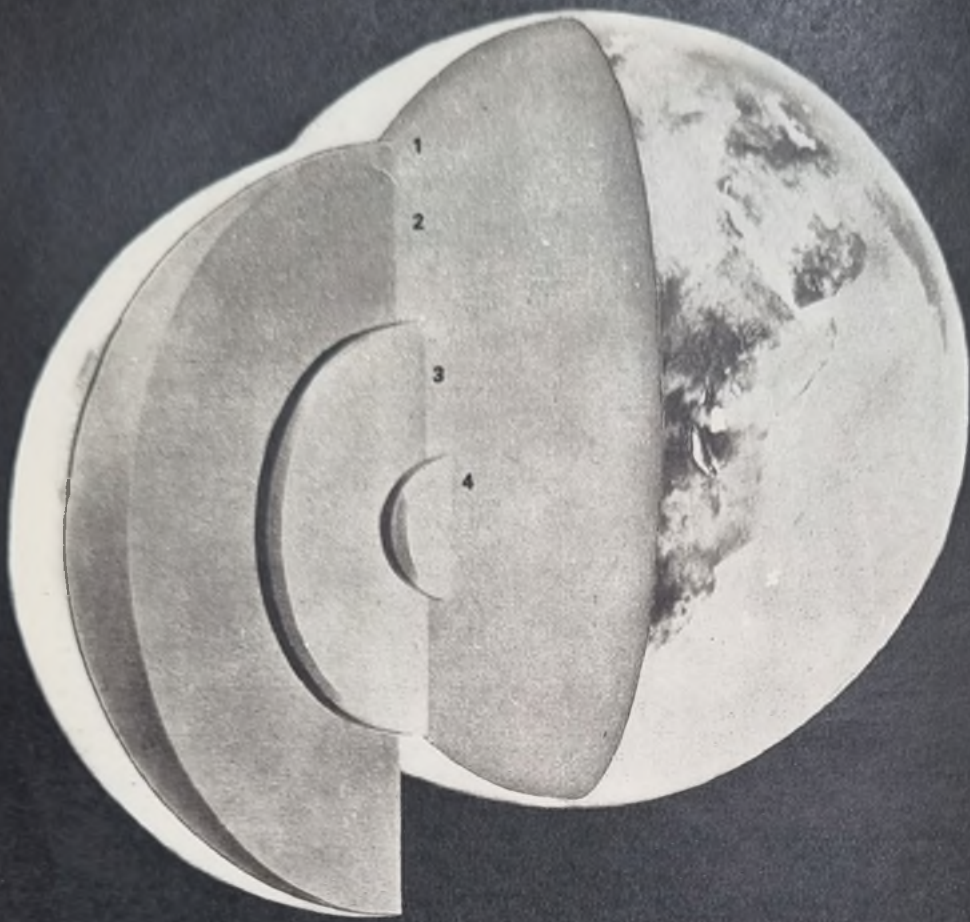
го, чтобы значительная часть водяных паров, образовавшихся в результате извержений, осталась в атмосфере вместе с двуокисью углерода.

Водяной пар и углекислый газ эффективно улавливают инфракрасное излучение, в результате чего достигается так называемый парниковый эффект. Таким образом, с поверхности планеты улетучивалось все меньше и меньше тепла, что привело к быстрому возрастанию температуры, превысившей точку кипения воды, а с увеличением количества водяного пара в атмосфере достигнувшей еще больших значений. По мере поступления в атмосферу вулканических газов она продолжала уплотняться, усиливая парниковый эффект. На Марсе же протекали противоположные процессы. Возможно, в течение короткого времени на нем и была вода, но она быстро замерзла. Венера — пустыня горячая, Марс — холодная. И ни одна из этих планет не похожа на Землю.

Температура на нашей планете была достаточно высокой, чтобы вода могла существовать в жидком состоянии, и в то же время не настолько высокой, чтобы водяной пар вызывал стремительное возрастание парникового эффекта. Напротив, содержащаяся в воздухе двуокись углерода растворялась в теплых водах молодых океанов, делая атмосферу более разреженной, чем на Венере, а белые облака отражали часть солнечной энергии, не давая планете перегреться. По мнению астрономов, масса двуокиси углерода в атмосфере Венеры не случайно приблизительно равна массе CO_2 , заключенного в отложившихся на дне земных океанов карбонатных породах, например известняка.

Если бы наше Солнце было чуть горячее, Земля также могла бы превратиться в выжженную пустыню, окутанную мощным слоем атмосферы, состоящей из углекислого газа, в то время как на Марсе стало бы достаточно тепло для существования воды и жизни. Если же предположить, что Солнце было бы не столь горячим, то на Земле наблюдалась бы такая же картина, как на Марсе, а Венера превратилась бы в благодатную планету с океанами, голубым небом и белыми облаками. Короче говоря, у любой звезды типа Солнца почти наверняка должен быть спутник, похожий на Землю.

Что же касается нашей Солнечной системы, то так уж получилось, что Земля оказалась третьей от Солнца планетой и 3,5 млрд. лет назад на ней уже были океаны, материки, содержащая углекислый газ атмосфера и благоприятная температура. Таким образом сложились условия для возникновения жизни, которой суждено было изменить облик планеты. Но это уже другая история.



Drawing © Geological Museum, London

1. Земная кора гранит (под материками)
Базальт (под океанами)
2. Мантия перидотиты (и более плотные породы)

3. Внешнее ядро железо (расплавленное)
4. Внутреннее ядро железо (твердое)

Земные недра

Во внутреннем строении Земли различают несколько слоев. Самый верхний из них — земная кора, ниже находится мантия, а в центре — ядро. Температура и давление в недрах Земли очень высоки; предполагается, что температура ядра составляет около 3500 градусов, а давление достигает примерно 3750 т/см².

Земная кора. Ее толщина по отношению к диаметру Земли незначительна, она словно почтовая марка, наклеенная на футбольный мяч. Кора состоит из сравнительно тонкого слоя горных пород, менее плотных, чем породы мантии, из которых она образовалась в ходе сложных процессов, протекавших многие миллионы лет. Различают два основных типа земной коры: континентальную, из которой состоят материки, и океаническую, образующую дно океанов. Континентальная кора легче, но толще, чем океаническая. Кроме того, она гораздо старше: некоторые ее участки насчитывают более 3,5 млрд. лет, тогда как возраст океанической коры нигде не превышает 200 млн. лет.

Поверхность Мохоровичича. Так называется резкая граница раздела между земной корой и мантией Земли.

Астеносфера. Это горячий, ослабленный, частично расплавленный слой верхней мантии, имеющий консистенцию густой каши. Благодаря пластичности астеносферы лежащие выше ее твердые плиты коры могут скользить по ней.

Верхняя мантия. Как полагают ученые, она состоит из плотных пород темного цвета, возможно перидотитов, а также диунитов и эклогитов, сложенных тяжелыми силикатными минералами, богатыми железом и магнием. Обломки таких пород обнаруживаются, например, в вулканах, куда они выносятся магмой, зарождающейся в мантии.

Переходная зона. В этом переходном слое между верхней и нижней мантией огромное давление изменяет структуру минералов.

Нижняя мантия. Минералы, составляющие ее, представляют собой, по-видимому, простые окислы с очень плотной структурой, образовавшиеся под воздействием крайне высокого давления.

Ядро. Почти вдвое более плотное, чем мантия, оно, вероятно, состоит из железа с примесью серы и кремния. Расплавленное внешнее ядро генерирует магнитное поле Земли. Предполагается, что внутреннее ядро твердое.

Что же будет дальше? Вот уже 4 млрд. лет состояние нашего Солнца почти неизменно — оно остается горячим за счет превращения в его недрах водородного топлива в гелий. Но когда-нибудь запасы водорода будут исчерпаны. Когда это произойдет, внутренняя часть Солнца на какое-то время сожмется и станет еще горячее, поскольку начнет «гореть», превращаясь в углерод, гелий. Повышение тем-

пературы внутри Солнца приведет к расширению его внешних слоев, и оно превратится в красный гигант, который испепелит все внутренние планеты. Но оснований для паники нет. Солнце прожило лишь половину своей жизни, оно едва вступило в средний возраст, и это «когда-нибудь» наступит только через 4 млрд. лет, а то и позже. Во всяком случае, судьбой человечества управляют не апады, а сами люди. ■

ДЖОН ГРИББИН (Великобритания) — астрофизик, писатель, бывший член Совета планирования науки Сассекского университета. Консультант по проблемам физики журнала «Нью сайентист». Автор ряда книг по астрономии, геофизике и проблемам изменения климата, а также двух романов. В 1974 г. удостоен первой премии Великобритании за популяризацию науки. Среди его работ по астрофизике «White Holes» (1977), «Timewarps» (1979), «Genesis: The Origins of Man and the Universe» (1981) и «Spacewarps» (1983).

Планеты Солнечной системы

Солнце

Ядерная «печь», в которой водород превращается в гелий, в результате чего выделяется огромное количество энергии. Центральная звезда Солнечной системы, составляющая более 99% ее общей массы. Средняя температура поверхности — 5500 градусов. Температура ядра — 17 млн. градусов. Диаметр — 1,39 млн. км. Расстояние до Земли — 150 млн. км.

Меркурий

Плотная, состоящая, по-видимому, частично из металлов планета. Возможно существование разреженной атмосферы. Средняя дневная температура — 350 градусов. Диаметр — 4840 км. Удаленность от Солнца — 57,9 млн. км.

Венера

По химическому составу подобна Земле. Окружена плотной атмосферой из углекислого газа. Температура на поверхности — 300 градусов. Диаметр — 12 104 км. Удаленность от Солнца — 108,2 млн. км.

Земля

Плотное металлическое ядро планеты окружено слоями силикатных пород. Наличие воды и атмосферы, состоящей в основном из азота и кислорода, обеспечивает условия для жизни. Температура на поверхности — от 60 до —90 градусов. Диаметр — 12 756 км. Удаленность от Солнца — 150 млн. км.

Марс

Поверхность планеты испещрена кратерами, напоминающими лунные, а также сходными с земными каньонами и вулканами. Атмосфера состоит из углекислого газа с небольшим количеством азота и воды. Свидетельств существования жизни нет. Температура на поверхности — предположительно 20 градусов на экваторе. Диаметр — 6760 км. Удаленность от Солнца — 227,9 млн. км.

Астероиды

Небольшие космические тела диаметром в большинстве случаев менее километра,

обращающиеся по орбитам между Марсом и Юпитером. Средняя удаленность от Солнца — 414,4 млн. км.

Юпитер

Гигантская холодная планета, окутанная плотной водородно-гелиевой атмосферой. Мощный источник энергии. Диаметр — 142 700 км. Удаленность от Солнца — 778,3 млн. км.

Сатурн

Наименее плотная из планет Солнечной системы. Состоит главным образом из водорода и гелия. Окружен кольцами, состоящими из множества покрытых льдом глыб. Диаметр — 120 800 км. Удаленность от Солнца — 1427 млн. км.

Уран

Состоит, по-видимому, из льда с примесью аммиака, водорода и гелия в твердом состоянии. Зеленоватый цвет планеты обусловлен наличием в атмосфере большого количества метана. Диаметр — 47 600 км. Удаленность от Солнца — 2869 млн. км.

Нептун

Состоит, вероятно, из замерзшего метана, воды и аммиака. Диаметр — 44 400 км. Удаленность от Солнца — 4498 млн. км.

Плутон

Наиболее удаленная из известных нам планет. Состав ее неизвестен. Диаметр — предположительно 3 тыс. км. Удаленность от Солнца — 5900 млн. км.

Луна

По своему составу существенно, хотя и не намного, отличается от Земли. Анализ лунных пород выявил большее по сравнению с земной корой содержание в них титана, хрома и циркония. Это позволяет предположить, что формирование Луны проходило независимо, вероятно, посредством объединения и уплотнения первоначальных твердых частиц космического вещества. Поверхность планеты испещрена бесчисленными метеоритными кратерами. Светлые области Луны (возвышен-

ные участки) представляют собой первичную кору планеты. Темные «моря» — это впадины, образовавшиеся около 3,6 млрд. лет назад и затопленные вулканической лавой.

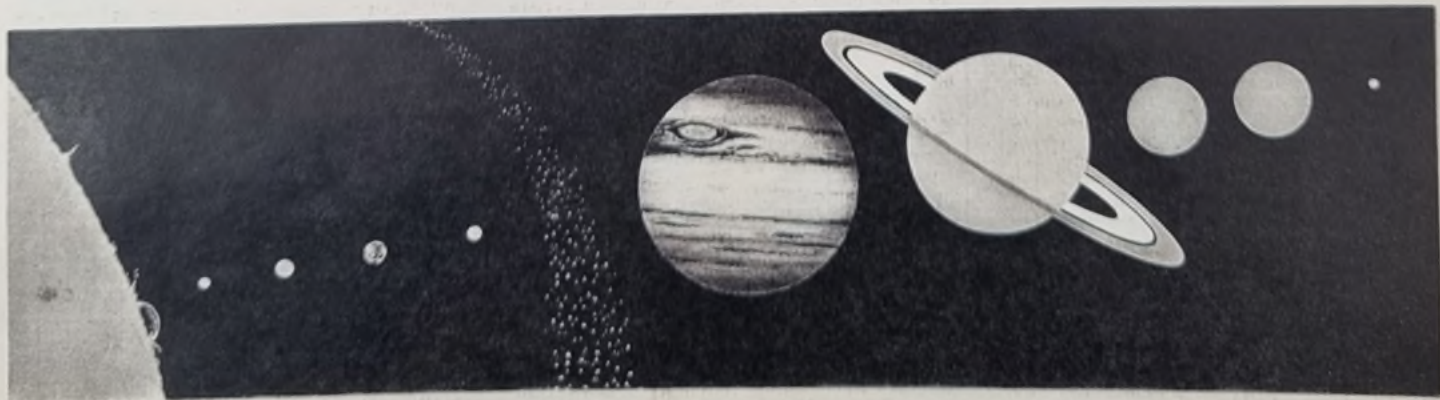
Метеориты

Опаленные под воздействием высоких температур каменные и металлические тела, падающие на Землю из космического пространства. Возможно, это осколки сталкивающихся астероидов. По составу они весьма различны: от железо-марганцевых силикатов до железо-никелевых пород. Максимальный возраст этих тел примерно тот же, что и Земли.

Песчинка в космосе

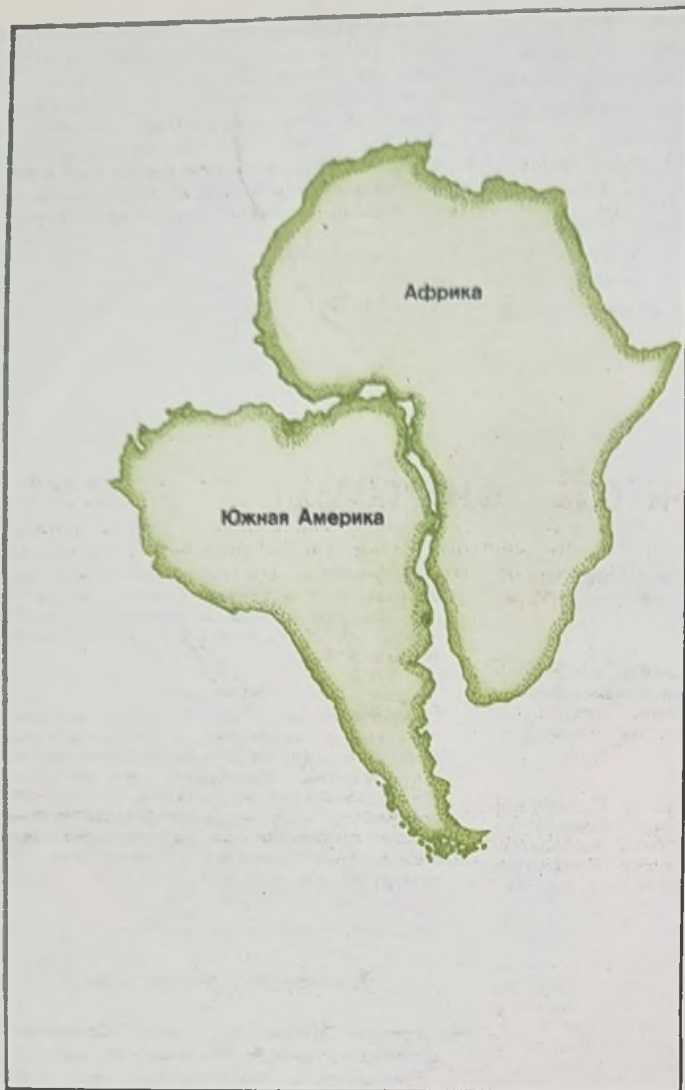
Размеры Земли да и всей Солнечной системы в целом чрезвычайно малы по сравнению с космическим пространством. Расстояния в нем измеряются в световых годах (световой год — это расстояние, которое свет проходит в течение одного года, равное примерно 10^{13} км).

Из 100 млрд. звезд нашей Галактики ближайшая к нам находится на расстоянии четырех световых лет, а поперечник самой Галактики составляет 80 тыс. световых лет. Однако наша Галактика — лишь одна из миллионов во Вселенной. Солнечную систему образуют Солнце и все то вещество, которое обращается вокруг него: планеты, их спутники, астероиды, кометы, метеориты, космическая пыль и газ. Большая часть этого вещества обращается вокруг Солнца в том же направлении, что и оно само, и в одной с ним плоскости.



Солнце Меркурий Венера Земля Марс Астероиды Юпитер Сатурн Уран Нептун Плутон

Блуждающие



Maps © Oxford University Press, Oxford

Взглянув на карту мира, всякий легко заметит, насколько хорошо совмещаются очертания береговой линии Африки и Америки, если «убрать» разделяющий их океан. Сегодня геофизики установили, что сотни миллионов лет назад весь массив суши земного шара действительно составлял единый первичный континент — Пангею. Позднее он раскололся на части (нынешние континенты), которые, медленно дрейфуя, заняли свои теперешние места на земном шаре.

Эта концепция зрела долгие годы. Всякого рода догадки по поводу совпадения очертаний материков высказывались еще со времен Фрэнсиса Бэкона (1561—1626), но настоящим отцом гипотезы дрейфующих континентов стал немецкий астроном и метеоролог Альфред Вегенер, опубликовавший ее первое подробное изложение в 1912 г. Вегенер полагал, что континенты, словно айсберги в водах моря, движутся по тонкому слою океанической коры. Он собрал большое количество данных, показывающих, насколько точно можно «подогнать» друг к другу разные континенты, словно детали гигантской головоломки. Тем не менее предложенная Вегенером концепция дрейфа континентов по горным породам океанического дна казалась невероятной и имела мало сторонников вплоть до 50-х годов, когда с помощью новых методов геологических исследований было убедительно доказано, что континенты действительно движутся.

Главную роль в этом сыграли магнитные исследования океанического дна. Они показали, что земная кора дна Атлантического океана имеет симметричное строение по обе стороны подводного хребта с повышенной вулканической активностью, протянувшегося примерно по центру ложа океана. Отсюда следует, что в этом срединно-океаническом хребте идет процесс образования новой океанической коры. Формирующийся ее материал поднимается через раскол в земной коре и, распространяясь в обе стороны, равномерно расширяет дно Атлантики.

В других частях земного шара происходит обратный про-



200 млн. лет назад



В настоящее время



135 млн. лет назад



Через 50 млн. лет

КОНТИНЕНТЫ

цесс. В северной части дна Тихого океана, например, нет океанического хребта, зато имеется глубокий желоб в его западной части, рядом с Евразийским массивом суши. В этом месте тонкая океаническая кора поддвигается под материк и погружается в мантию Земли, где расплавляется, чтобы вступить в новый цикл развития. В результате общая площадь поверхности Земли не изменяется, поскольку расширение дна в Атлантике и других местах уравнивается сокращением дна Тихого океана. Участок земной коры, ограниченный зонами расширения (спрединга) в хребтах и зонами поглощения (субдукции), называется «плитой». Отсюда и современное название концепции дрейфа континентов — «тектоника плит». В некоторых местах два участка земной коры — две плиты — «трутятся» краями друг о друга, но роста или разрушения океанического ложа при этом не происходит. Такой процесс сейчас происходит в знаменитом разломе Сан-Андреас в Калифорнии.

Процесс «ломки» и «воссоздания» континентов, возможно, неоднократно повторялся в истории Земли, и именно им объясняется формирование горных цепей на стыке континентов. Движение Индии к северу, к Евразии, привело к образованию Гималаев, которые продолжают расти и сегодня. На линии Красного моря наблюдается иное явление: здесь проходит новый (по геологическим, конечно, меркам) раскол земной коры, зона спрединга, отделяющая Аравийский полуостров от Африки. Возможно, когда-нибудь узкое ныне Красное море превратится в океан, столь же широкий, как сегодняшняя Атлантика.

Поразительные подтверждения теории дрейфа континентов, или тектоники плит, были получены в 60—70-е годы. Но окончательные данные выявились лишь в последние несколько лет. Теперь у ученых есть возможность с помощью лазерных лучей измерять со спутников Земли постепенное расширение Атлантики, которое идет со скоростью около двух сантиметров в год. ■



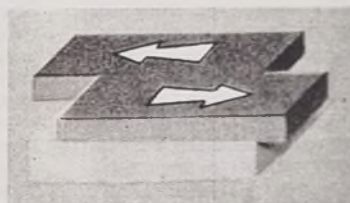
Зона спрединга в срединно-океаническом хребте. Литосферные плиты раздвигаются. Расплавленные породы поднимаются, добавляя новый материал каждой плите.



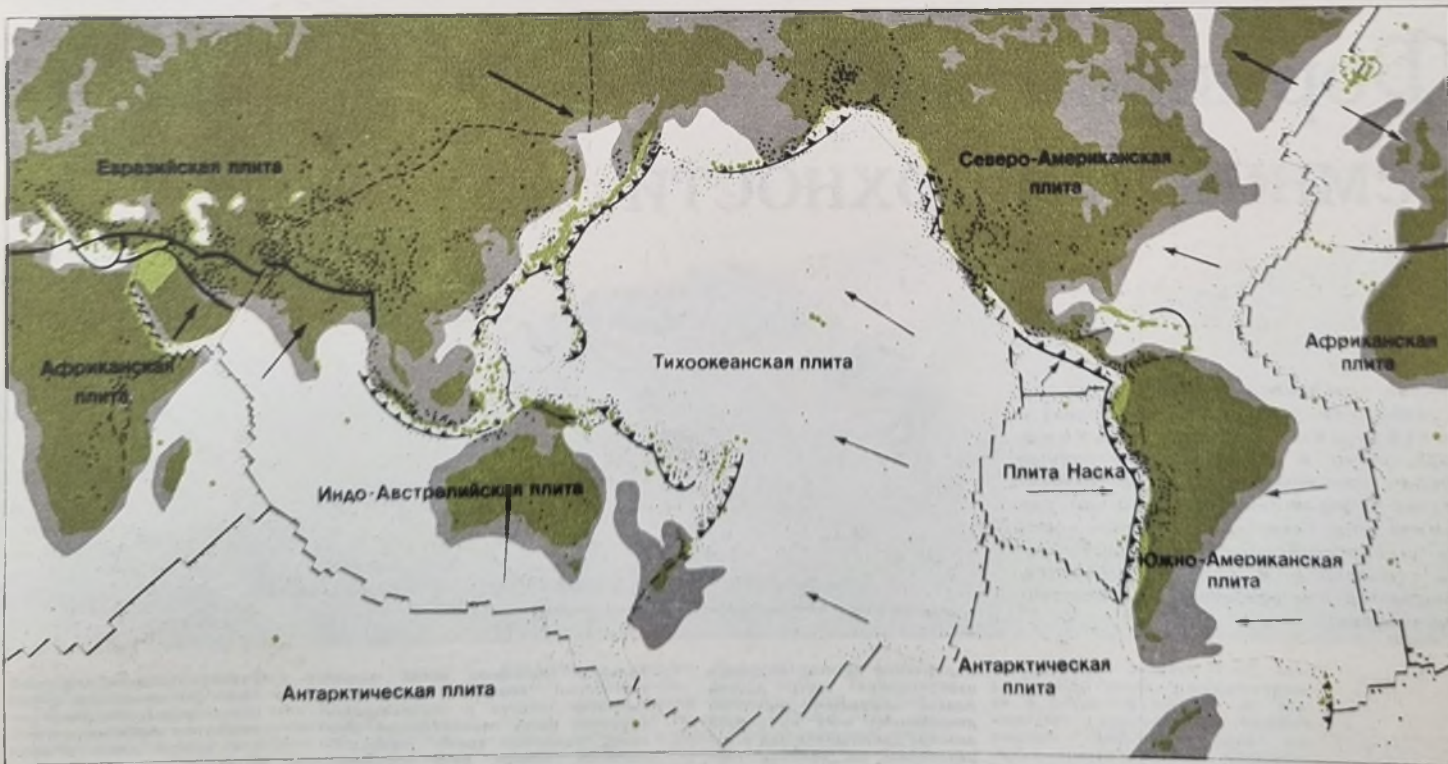
Зона субдукции океанической литосферы. Одна плита поддвигается под другую. Ее край погружается в мантию, где расплавляется и вновь возлекается в процесс круговорота вещества. Часть расплавленных пород поднимается, образуя островную дугу.



Зона столкновения плит. В результате подвигания одной плиты под другую континенты приходят в столкновение, образуя пояса высоких гор.



Трансформный разлом. Две плиты скользят одна вдоль другой без наращивания или разрушения их материала.



континентальная кора
 зона субдукции
 вулканы
 неточные границы плит
 зона землетрясений
 направление движения плит
 отрезки срединно-океанического хребта, сдвинутые трансформными разломами
 зона столкновения плит

Illustration © «The Sunday Times» with the Geological Museum, London

Map © Geological Museum, London

Геологические часы

Геология — это наука, изучающая состояние и строение Земли, а также свидетельства, оставленные древними формами жизни. Она занимается описанием форм земной поверхности, но в гораздо большей степени исследованием тех процессов и сил, благодаря которым возникли существующие сегодня ландшафты.

Эти процессы обычно протекают крайне медленно. Огромные периоды времени ушли на образование складок горных хребтов, разрушение гор и их превращение в равнины, продвижение и отступление ледниковых покровов, непрерывное движение огромных глыб самой земной коры.

К пониманию того, насколько огромна продолжительность геологического времени, научная мысль Европы пришла сравнительно недавно. Еще в 1656 г. Джеймс Ушерский, архиепископ города Арма в Северной Ирландии, скрупулезно исследовав генеалогию библейских персонажей, высчитал, что сотворение мира произошло в 8 часов пополудни 22 октября 4004 г. до рождения Христа. Эти подсчеты даже в XVIII в. многими принимались на веру.

Однако в 1785 г. шотландский натуралист Джеймс Геттон опубликовал

труд «Теория Земли», в котором высказывал предположение, что такие природные процессы, как горообразование и эрозия, протекают настолько медленно, что история Земли должна насчитывать много миллионов лет. Но его взгляды не получали широкого признания вплоть до начала 30-х годов XIX в., когда другой шотландец, геолог Чарльз Лайель, поддержал их в известной трехтомной работе «Основы геологии», которая заложила основы не только эволюционного направления в биологии, но и научного понимания развития Земли.

С выделением геологии в самостоятельную научную дисциплину люди наконец осознали огромную продолжительность естественных процессов, приведших к тем изменениям лица Земли, которые мы видим сегодня.

Наша Земля — каменная планета, и потому ее историю, практически от самого возникновения до настоящего времени, можно проследить, изучая горные породы, выходящие на поверхность и достигаемые бурением.

Горные породы делятся на три большие группы: *магматические*, образовавшиеся из расплавленного материала, поднимающегося из недр Земли; *метаморфические*, преобразованные и

кристаллизовавшиеся под воздействием высоких температур и давления; *осадочные*, имеющие слоистую структуру и образованные в результате разрушения других пород и отложения их обломков в других местах в виде осадков (см. с. 15).

Древние магматические и метаморфические породы дают нам ключ к познанию происхождения и ранней истории земной коры; более молодые деформированные и магматические породы помогают понять ход процесса горообразования; наконец, осадочные породы, пласты которых формируются миллионы лет, дают основу для стандартной геологической временной шкалы.

В осадочных породах содержатся окаменелые остатки живших когда-то на Земле организмов. Поскольку такие организмы в ходе эволюции постоянно изменялись, по окаменелостям, обнаруживаемым в осадочных породах, можно устанавливать *относительный* возраст горных пород из различных географических районов. Поэтому сочетание двух наук — стратиграфии (изучение последовательности формирования пластов горных пород) и палеонтологии (изучение окаменелых остатков живых организмов относитель-

Формирование земной поверхности

Земная поверхность формируется под воздействием денудации (эрозии) и тектонических деформаций. Вода, ветер и лед снашивают горные породы континентальной коры. Тектонические деформации происходят там, где земная кора нестабильна. Горные породы подвергаются разрывным нарушениям, сминаются в складки, дробятся, сдвигаются или вовлекаются в пластичное течение.



U-образные долины, подобные изображенной здесь долине Аляски, образуются ледником, двигавшимся вниз по речной долине. Движущийся лед и переносимые им обломки горных пород абрадируют и вырезают крутые склоны долины.

Каньоны возникают, когда поднятие суши вызывает увеличение скорости течения и интенсивности врезания реки, пересекающей равнину. Наиболее яркий пример — Большой Каньон реки Колорадо, глубина которого местами превышает 1,5 км (см. цветную вкладку на с. 20).

Рифтовые долины, или грабены (от немецкого Graben — «ров»), возникают в результате опускания участков земной коры, ограниченных параллельными разломами. Восточно-Африканская рифтовая долина — крупнейшая на земном шаре — протянулась почти на 5 тыс. км.

тельно развития земной коры) дает нам возможность, если можно так выразиться, изучать историю по пластам.

С появлением в 50-е годы радиометрии ученые получили возможность дополнить определения *относительно* возраста, основывающиеся на изучении окаменелостей, данными об *абсолютном* возрасте (другими словами, о возрасте в годах). Возраст некоторых типов пород в годах можно рассчитать исходя из количества радиоактивных элементов и продуктов их распада в тех минералах, из которых состоит данная порода. Радиоактивные изотопы урана, калия и рубидия распадаются с известной скоростью соответственно на устойчивые изотопы свинца, аргона и стронция. Продукты распада начинают накапливаться в минерале после его кристаллизации и охлаждения, и, таким образом, «радиоактивные часы» начинают свой отсчет.

Если наше обычное время делится на часы, минуты и секунды, то геологическое разбито на *эры, периоды, или системы, и эпохи, или отделы* (см. таблицу на с. 14).

Древнейший интервал геологического времени, докембрийский или просто докембрий, охватывает время от образования земной коры около 4,6 млрд. лет назад до рубежа около 570 млн. лет назад, когда впервые в истории Земли остатки различных форм жизни, сохранившиеся в виде окаменелостей, стали многочисленными. Докембрий, разделяющийся на архей (более древний) и протерозой, охватывает таким образом почти 90% всего геологического времени и, будучи несоизмеримым по продолжительности с эрами, большинством геологов на эры не подразделяется.

С конца докембрия до наших дней прошло три эры: палеозойская («древняя жизнь» — от 570 до 225 млн. лет назад), мезозойская («средняя жизнь» — от 225 до 65 млн. лет назад) и кайнозойская («новая жизнь» — от

65 млн. лет назад до настоящего времени). Если говорить в самых общих чертах, в палеозойскую эру среди живых организмов преобладали бесполопочные и относительно примитивные позвоночные: рыбы, амфибии (земноводные), простейшие рептилии (пресмыкающиеся); в мезозойскую эру господствовали гигантские рептилии типа динозавров, а в кайнозое, в котором живем и мы, их сменили млекопитающие.

Эры подразделяются на меньшие временные отрезки — *периоды, или системы*. Большинство их получили свои названия по тем географическим районам, где были выявлены отложения с наиболее характерными для данного периода окаменелостями. Так, кембрийский период, например, получил свое наименование по древнему названию Уэльса, а пермский — по бывшей Пермской губернии в России.

Некоторые периоды получили свои названия не по географическому признаку, а по физическим свойствам горных пород. Отсюда «меловой» период или «триасовый», который называется так потому, что характерные для него горные породы представлены в Германии тремя видами отложений: красными песчаниками, известняками и глинистыми сланцами.

Иногда геологи разных районов мира используют для обозначения одних и тех же периодов названия разных типов. Например, периоды, которые в Северной Америке известны под названием «пенсильванский» и «миссисипский» (явно географический принцип), в Европе объединяются в один — каменноугольный, поскольку характерные для этого периода пласты богаты углем.

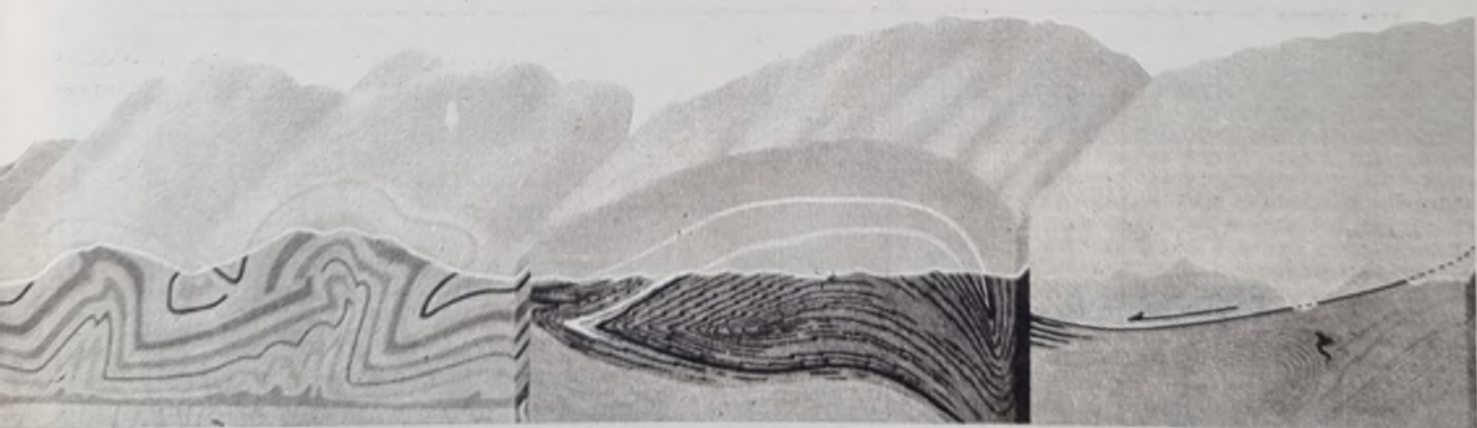
Периоды (системы) делятся на *эпохи (отделы)*, а последние в свою очередь — на *века (эрусы)*. На этом уровне различия в номенклатуре, используемой геологами разных стран, очень велики.

Объясняется это в основном тем, что при определении связи между геологическим временем и последовательностью пластов горных пород главную роль играют местные (национальные или региональные) научные традиции, критерии, терминология и системы классификации, которые в разных странах неодинаковы. Поэтому вряд ли все геологи будут единодушны, например, в отношении названий и продолжительности различных отрезков геологического времени, которые указаны даже в нашей весьма упрощенной таблице на с. 14.

Принятие общих для всех критериев, стандартов и терминов значительно облегчило бы решение многих важных проблем геологии: специалистам из разных стран проще было бы сопоставлять получаемые данные. Именно в этом и состоит одна из главных целей *Международной программы геологической корреляции*, осуществляемой совместно Международным союзом геологических наук и ЮНЕСКО (см. с. 14).

Особое место в этой программе занимают проекты, направленные на уточнение геологического летоисчисления. Точные методы определения геологического времени нужны геологам не только как основа для изучения эволюции земной коры, но и для выявления и оценки энергетических и минеральных ресурсов Земли.

Понимание природных процессов, приведших к образованию месторождений полезных ископаемых, включая ископаемое топливо, в немалой степени зависит от того, насколько точно понимают геологи последовательность этапов, в ходе которых шло формирование этих запасов, а также от того, насколько правильно увязывают они эту последовательность с формированием аналогичных месторождений в отдаленных друг от друга районах мира. Поэтому, перефразируя известную поговорку, можно с уверенностью сказать: «Геологическое время — деньги».



Складчатость сква — обычный механизм складкообразования в пределах многих относительно низких хребтов предгорий типа Юры (вверху). Она происходит в пологозалегающих пластах осадочных пород на периферии складчатых гор (в данном случае Альп). По мере поднятия молодых складчатых гор они «отжимают» осадочные слои в сторону, пока те не срываются с подстилающих горных пород и не сминаются в складки, как ковер на скользком полу. Слой «смазки» создается непрочным пластом каменной соли или глины, подстилающим осадочные пласты.

Опрямленные складки образуются в складчатых горных сооружениях, когда смятые в складки пласты горных пород опрямляются. В Шотландии денудация обнажила нижнюю часть подобной складки в виде «перевернутого вверх ногами» широкого пояса от Абердина до Антрима.

Тектонические покровы — это массы горных пород, перемещавшиеся в результате надвига на значительное расстояние и подобно сыерти накрывшие более молодые горные породы. Маттехори (вверху справа) был вырезан ледниками из покрова доальпийских гранитов, надвинутого на Швейцарию с юга.

Геохронологическая шкала

Эры	Периоды (системы)	Эпохи (отделы)	Продолжительность (млн. лет)
КАЙНОВОЙСКАЯ	Четвертичный	Голоценовая	0,01
		Плейстоценовая	2,5
	Третичный	Плиоценовая	4,5
		Мiocеновая	19
		Олигоценoвая	12
		Эоценовая	18
		Палеоценовая	11
МЕЗОЗОЙСКАЯ	Меловой		71
	Юрский		54
	Триасовый		35
ПАЛЕОЗОЙСКАЯ	Пермский		55
	Каменноугольный	Пенсильванский	45
		Миссисипский	20
	Девонский		50
	Силурийский		35
	Ордовикский		70
Кембрийский		70	
ПРОТЕРОЗОЙСКАЯ ИЛИ АЙГРИННИСКАЯ	Не подразделяются на периоды		4030
ДОКЕМБРИЙ	Археозойская, или Архейская		

Названия присвоены в соответствии с географическим местоположением и варьируют довольно широко



Геологический молоток — эмблема Международной программы геологической корреляции. МПГК — крупное научное мероприятие, осуществляемое совместно ЮНЕСКО и Международным союзом геологических наук (МСГН). Цель МПГК — изучение земной коры и ее минеральных и энергетических ресурсов. В реализации Программы участвует около 4 тыс. геологов, работающих более чем в 110 странах и выполняющих примерно 50 научно-исследовательских проектов. МПГК позволяет сочетать преимущества неправительственного участия и руководства, обеспечиваемые ее научным партнером — МСГН, и выгоды правительственной поддержки через ЮНЕСКО. Проекты, осуществляемые МПГК, охватывают многие аспекты геологических исследований: от геохронологии до разведки промышленных месторождений полезных ископаемых и обработки геологических данных.

Виды горных пород

Магматические

Магматические горные породы образуются из расплавленного материала (магмы), поднимающегося из недр Земли. Магма, застывающая на глубине и не достигающая дневной поверхности, образует интрузивные породы, в частности долерит, габбро и гранит. Магма, застывшая на дневной поверхности после излияния, образует эффузивные (вулканические) породы, в частности базальт (наиболее часто встречающийся), обсидиан и пемзу. При остывании, затвердевании и кристаллизации состав магмы меняется, и из относительно немногих типов минералов получаются сотни различных типов магматических пород. При быстром остывании магмы в ней могут сохраняться минералы, образовавшиеся в условиях более высоких температур.



Photo Del Boca © Rapbo, Paris

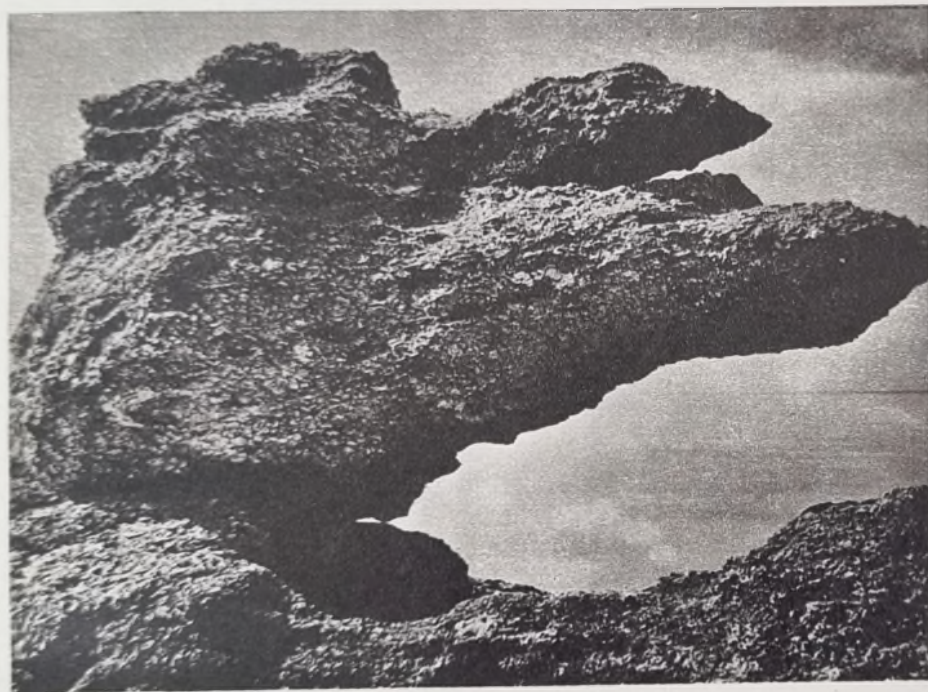


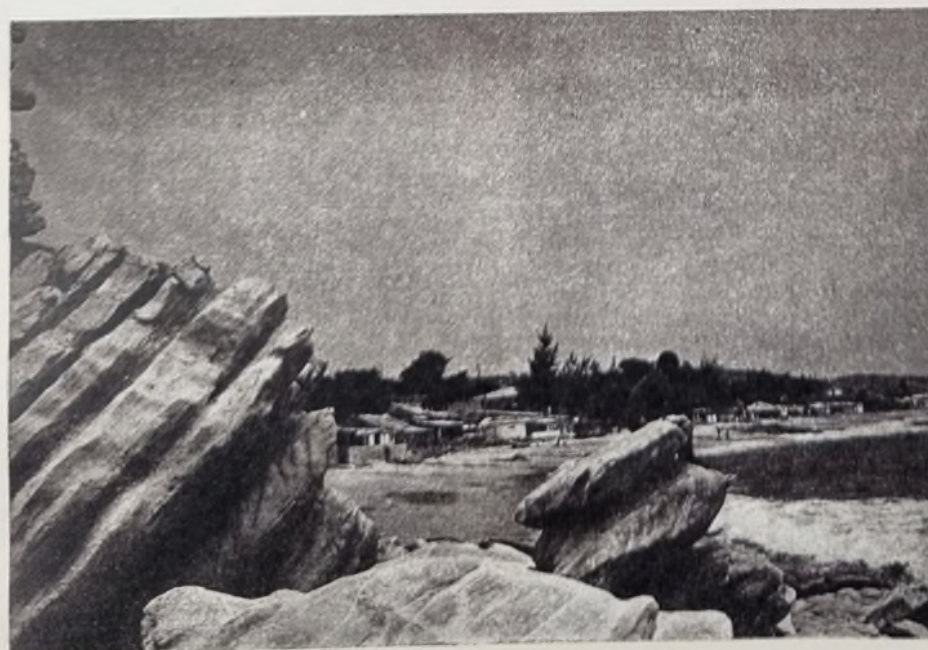
Photo Refot © Rapbo, Paris

◀ Метаморфические

Метаморфические горные породы — это породы, претерпевшие изменения (метаморфизм) и перекристаллизацию под воздействием температуры и давления. В ходе данного процесса минералы осадочных горных пород образуют более крупные кристаллы или же вступают в реакцию друг с другом и образуют новые минералы. Получившиеся горные породы имеют слоистую структуру (сланцеватость), хорошо знакомую нам по аспидным сланцам. Метаморфизм происходит в ситуациях двух типов: на контакте внедрившихся струй расплавленных пород с холодными вмещающими породами («контактовый метаморфизм») и в глубинных зонах складчатых горных сооружений, где отмечаются высокие значения теплового потока, а также под океаническими жолобами, в условиях высокого давления («региональный метаморфизм»). К метаморфическим горным породам относятся аспидные сланцы, получающиеся из глины при низких температурах и давлении, кристаллические сланцы и гнейсы, образующиеся при более высоких температурах и давлении, и мрамор — продукт метаморфизма известняка.

◀ Осадочные

Осадочные горные породы имеют слоистую структуру. В них заключены все мировые запасы нефти и угля и все ископаемые остатки. Образование осадочных горных пород начинается с выветривания существующих пород. Продукты выветривания переносятся в твердом виде или в растворенном состоянии и откладываются в других местах как слои осадков. Под воздействием давления происходит их консолидация в осадочные горные породы, которые подразделяются на три главных типа. Обломочные породы, образующиеся из гальки (брекчии, конгломераты), песка (грубозернистые и среднезернистые песчаники, алевролиты) или ила (глины, аргиллиты, глинистые сланцы). Органические породы, состоящие в основном из ископаемых остатков растений и животных (уголь, известняки с включениями окаменелостей). Хемогенные породы, формирующиеся в результате осаждения вещества из солевых вод или горячих источников (каменная соль, гипс, железняк, некоторые известняки и кремнистые сланцы).



Путешествие в прошлое Земли



Структура Земли — результат длительной истории ее возникновения и геологического развития. Воссоздание этой истории дает возможность проникнуть в сущность таких процессов, как формирование оболочек Земли, магматизм и вулканизм, вздымания и опускания, складкообразование, в результате которых на поверхности Земли и в ее недрах создавались условия, благоприятные для образования, накопления и сохранения полезных ископаемых.

В Советском Союзе изучение сложных физических и физико-химических процессов, происходящих в твердой оболочке земной коры и верхних слоях мантии, ведется в рамках крупной программы широкого изучения недр

страны геологическими, геофизическими и геохимическими методами, бурением глубоких и сверхглубоких скважин. Ее отличительная особенность — изучение земной коры в пределах материковой зоны, где и сосредоточена большая часть полезных ископаемых нашей планеты. Геофизические исследования осуществляются по системе профилей, пересекающих всю территорию СССР: в местах их пересечения бурятся опорные глубокие и сверхглубокие скважины.

Так удалось проследить поверхность раздела между земной корой и мантией (поверхность Мохоровичича) и получить новые материалы о строении и физических параметрах верхней мантии Земли, установить зоны крупных

разломов в земной коре и их протяженность, уточнить границы и глубинное строение крупных тектонических элементов, с которыми могут быть связаны концентрации рудных материалов и области нефте- и газонакопления.

Важнейший элемент программы — комплексные исследования глубинного строения континентальной части коры, поскольку в ее слоях, как на страницах книги, запечатлена история ее формирования. Первая скважина была забурена на Кольском полуострове в пределах Балтийского щита, сложенного древними кристаллическими породами еще в докембрийский период. Кольская скважина в известной мере проливает свет на историю развития

и строение древней континентальной коры всего мира, поскольку аналогичные комплексы широко развиты и в других регионах земного шара — Индии, Северной Америке, Южной Африке, Западной Австралии, Антарктике и Гренландии. Глубокими и сверхглубокими скважинами, пробуренными также в США, Канаде и ФРГ, изучаются глубокие горизонты районов, перспективные на разные виды минерального сырья.

Бурение подобных скважин позволило на основе непосредственных наблюдений создать первую достоверную модель континентальной коры, что привело к пересмотру ранее сложившихся представлений об ее эволюции и строении земных недр.

В результате бурения Кольской сверхглубокой скважины был сделан ряд новых, неожиданных и очень интересных открытий.

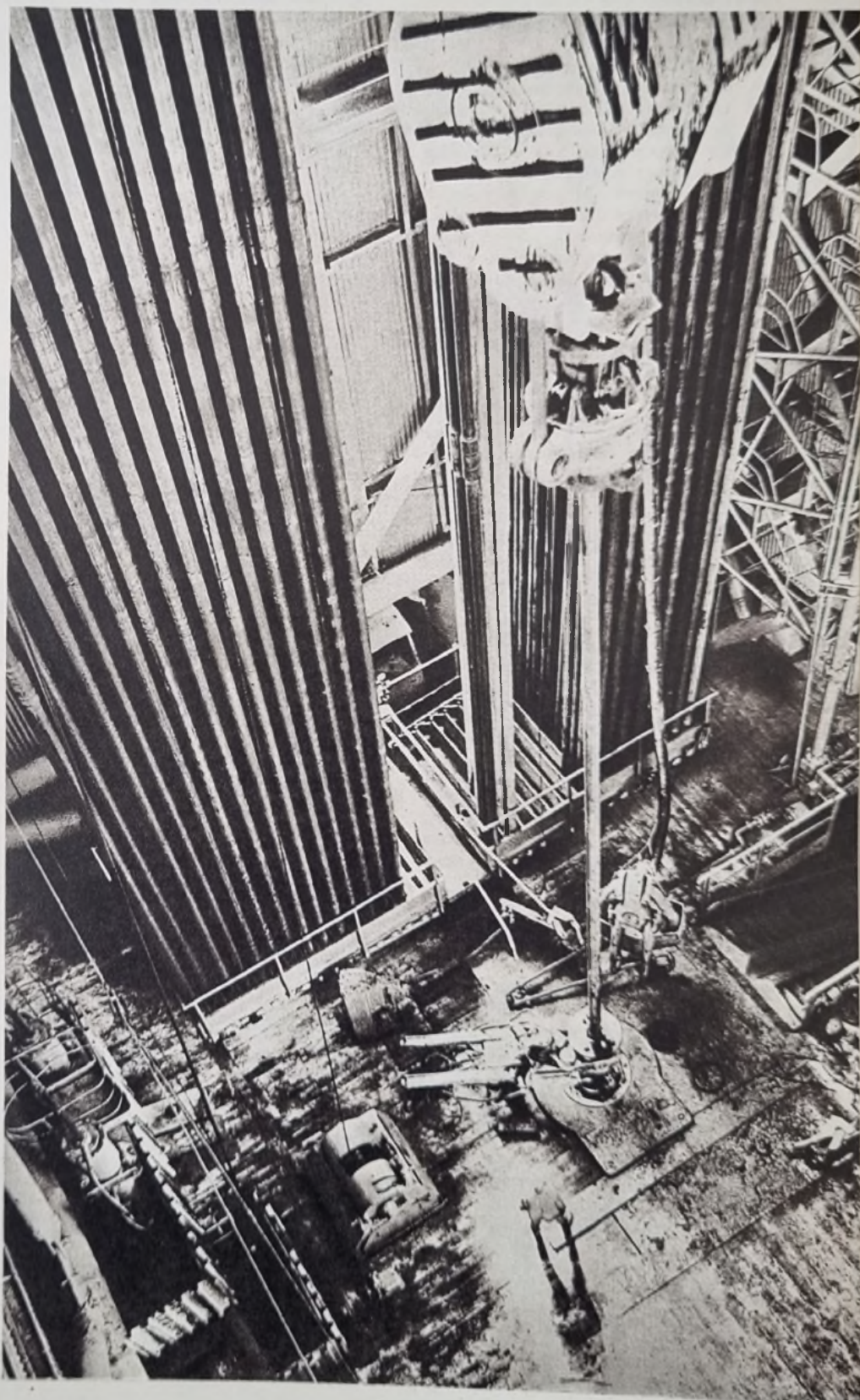
Одна из наших задач заключалась в том, чтобы пересечь так называемый «гранитный» слой (верхняя часть консолидированной коры) и достичь «базальтового», который предполагался согласно геофизическим данным. Интерес к «базальтовому» слою определялся тем, что фиксируемые геофизическими исследованиями резкие изменения скоростей сейсмических волн на больших глубинах связывались со сменой «гранитного» слоя «базальтовым». Однако эта идея оставалась лишь предположением, поскольку в противоположность «гранитному» слою, отождествляемому с широко развитыми на поверхности континентов архейскими гранито-гнейсами, «базальтовый» слой не имеет выхода на поверх-

ность. Поэтому вскрытие скважиной этого предположительно существующего слоя представляло большой интерес.

Кольская скважина впервые в мире пересекла границу реакого замедления скоростей сейсмических волн, однако вопреки ожиданиям никакого слоя из базальта не обнаружила. Проведенные исследования показали, что реакое изменение скоростей распространения волн связано не с переходом от «гранитного» слоя к «базальтовому», а с

имеющим место на больших глубинах разуплотнением горных пород.

Это явление вызвано тем, что под воздействием существующих на больших глубинах высоких давлений и температур из кристаллических решеток минералов высвобождается вода, которая в условиях замкнутой толщи давит на породу и приводит к образованию трещин, а следовательно, и к ее разуплотнению. Оказалось, что разуплотненная зона сохраняется длительное время.



На Кольском полуострове (Крайний Север СССР) расположены первые сверхглубокие скважины, пробуренные в рамках программы изучения глубинной структуры материковой коры и поиска месторождений минерального сырья, нефти и газа. Слева: вид буровой вышки с корпусом производственно-технических служб. Вышка обшита гофрированным листовым железом, что постоянно обеспечивает в условиях Заполярья плюсовую температуру внутри вышки.

Справа: уникальная буровая установка «УРАЛМАШ-15000» для проходки скважины до глубины 15 км. Высота буровой вышки 86 м, грузоподъемность 400 т. Спуско-подъемные операции механизированы и автоматизированы.

Открытие явления «гидрогенного разуплотнения» позволяет понять геологическую природу ряда границ, от которых отражаются сейсмические волны на больших глубинах, природу и происхождение гидротермальных флюидов, механизм образования тектонических нарушений, меняет коренным образом представления о круговороте воды в условиях континентов и о строении подземной гидросферы.

Скважина «добыла» данные, крайне интересные как для геологов, так и для биологов: глубокие горизонты, считавшиеся извечно «мертвыми», когда-то активно участвовали в биологических процессах, протекавших в земных недрах.

Изотопный анализ углерода выделил два источника углекислого газа. Первый связан с мантией и характерен для архейских пород, второй имеет биогенное происхождение и преобладает в породах протерозойского комплекса. В последних к тому же найдены окаменелые остатки микроорганизмов — микрофосилий, возраст которых исчисляется миллиардами лет.

Важно то, что это не единичная находка — обнаружено 17 видов этих организмов, что говорит о широком развитии биогенных процессов на планете в древнейшее время и увеличивает возраст зарождения на ней биологической жизни.

Новый поворот знанию предложили и данные непосредственных измерений температуры на больших глубинах, заставив пересмотреть представления о современном и геосторическом изменении температуры в недрах Земли. Раньше считали, что в тектонически спокойных районах рост температуры с возрастанием глубины незначителен. Поэтому и при бурении Кольской скважины предполагали, что температура на глубине 10 км будет составлять около 100 °С, реальная же температура оказалась значительно выше, достигнув 180 °С. Установлено, что в протерозойское время геотермический градиент (увеличение температуры с глубиной через каждые 100 м) был в 5 раз выше современного.

Изучение температурного режима недр позволило ответить на один из волнующих ученых вопросов: каков вклад мантии и радиоактивного распада элементов в горных породах в общий поток тепла недр? Установлено, что основным источником тепла, поступающего наверх, является мантия.

Наконец, впервые доказано существование в пределах древних кристаллических массивов подземных вод практически на всех достигнутых глубинах. Обнаружены притоки высокоминерализованных вод, насыщенных бромом, йодом, тяжелыми металлами, и газов, циркулирующих в кристаллических породах по зонам тектонических нарушений. На глубинах 6,5—9,5 км выявлены зоны низкотемпературного гидротермального оруденения (медные, свинцовые, цинковые, никелевые, серебряные), которые ранее считались близповерхностными образованиями. Многочисленные рудные минеральные ассоциации, открытые в породах разреза скважины, подтверждают принци-

пиальную возможность их промышленных скопления. Этот вывод имеет фундаментальное значение для разнотия учения о полезных ископаемых, поисках на глубинах новых рудных залежей.

Изменились и наши представления о физическом состоянии и свойствах горных пород на больших глубинах. Оказалось, что с глубиной наличие трещин в породах не исчезает.

Путешествие к центру Земли — впервые на столь большую глубину (15 км) — стало возможным благодаря открытию принципиально новых технологических процессов и технических средств бурения. Грандиозный эксперимент потребовал создания уникальной буровой установки — «УРАЛ-МАШ-15000».

Бурение осуществлено открытым стволом скважины (не обсаженным трубами), а это значительно повысило качество и достоверность геофизических измерений. Не стальными, а высокопрочными термостойкими трубами из специально разработанных легких сплавов, способных работать при температурах 230—250 °С, велась эта уникальная разведка. Специально созданные высокоэффективные породоразрушающие инструменты и забойные двигатели-турбобуры работали от энергии потока поступающего в скважину бурового раствора. Были сконструированы и совершенно новые аппараты для отбора образцов пород с больших глубин, ненарушенными и ориентированными в направлении, которое они занимали на глубине.

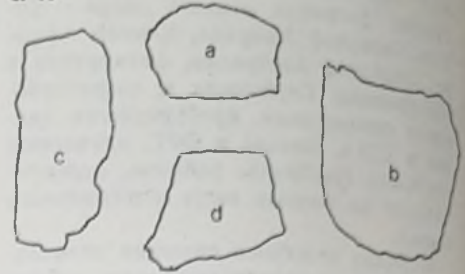
Программа изучения глубинного строения недр предусматривает дальнейшее развертывание исследований на всей территории страны. В настоящее время уже бурятся сверхглубокие скважины в Закавказье, на Урале, в Криворожском бассейне, Мурунтауском районе Средней Азии. Монтируется скважина в Тюменской области Западной Сибири.

Материалы их исследований позволяют, во-первых, оценить перспективы нефтегазоносности и рудоносности глубоких горизонтов — новых видов минерального сырья для человечества; а во-вторых, высветить принципиальные вопросы тектонического развития Земли в свете гипотезы о дрейфе континентов. Программа предусматривает специальные экспериментально-теоретические исследования, касающиеся разработки обобщающей теории развития и строения тектоносферы Земли. Путешествие в прошлое Земли, предпринятое учеными и расшифровывающее ее эволюцию, продолжается. ■

ЕВГЕНИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ КОЗЛОВСКИЙ (СССР) — доктор технических наук, крупный советский специалист в области исследований минерально-сырьевых ресурсов, первооткрыватель ряда рудных месторождений. Возглавляет Межведомственный совет ГКНТ СССР по проблеме «Изучение недр Земли и сверхглубокого бурения». Лауреат Ленинской премии. Главный редактор монографии о Кольской сверхглубокой скважине и первой в мире «Горной энциклопедии».

ЦВЕТНАЯ ВКЛАДКА

с. 19



Вверху: галька вулканического пепла (а), найденного близ Исуа в западной Гренландии. Установлено, что возраст его составляет 3 млрд. 824 млн. (± 12 млн.) лет. Это самая древняя из известных сегодня пород. Другие близкие к ней по возрасту образцы найдены в том же районе: амитсоксский гнейс (b) и полосчатый железистый кварцит (с). Четвертый образец (d) — древняя антарктическая порода.

Внизу слева: каменный метеорит из Баруалла (Анжлия). Возраст метеорита составляет около 4,6 млрд. лет.

Внизу справа: образец лунной породы. Возраст самых древних пород, доставленных с Луны, составляет около 4,6 млрд. лет. Photos © British Museum (National History) Geological Museum, London

с. 20

Вверху: Большой Каньон, это геологическое чудо и живописнейший уголок планеты, представляет собой гигантское ущелье (местами до 1,5 км глубиной), прорезанное рекой Колорадо в толще плато на северо-западе штата Аризона (США). Слагающие его стены породы, включая гранит и сланцы, образовались около 4 млрд. лет назад, — своеобразная летопись геологических изменений. Длина каньона — более 300 км, ширина на отдельных участках — свыше 20 км.

Photo Alan Keler © Sygma, Paris

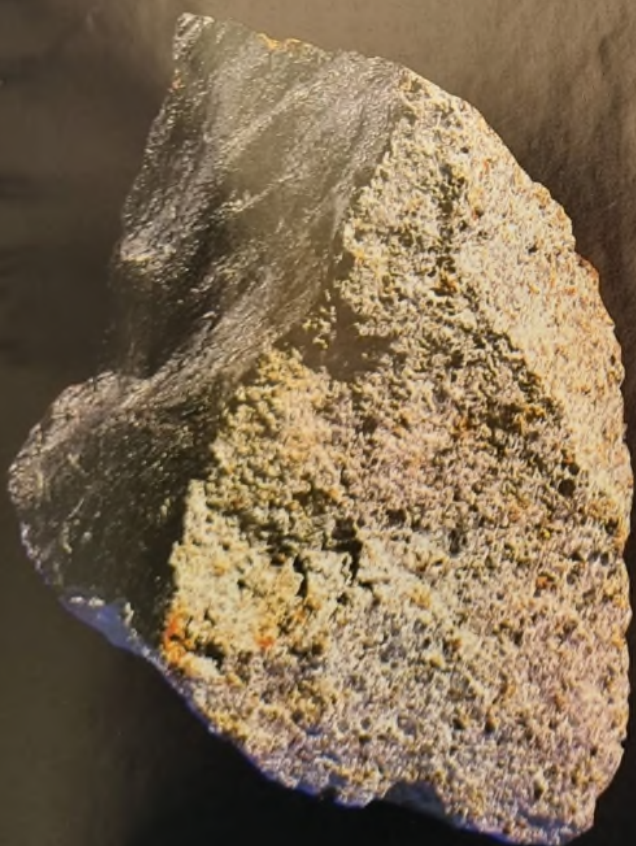
Внизу: крошечный ад огня и лавы — извержение вулкана Ирасу в Коста-Рике. Photo Ernst Haas © Magnum, Paris

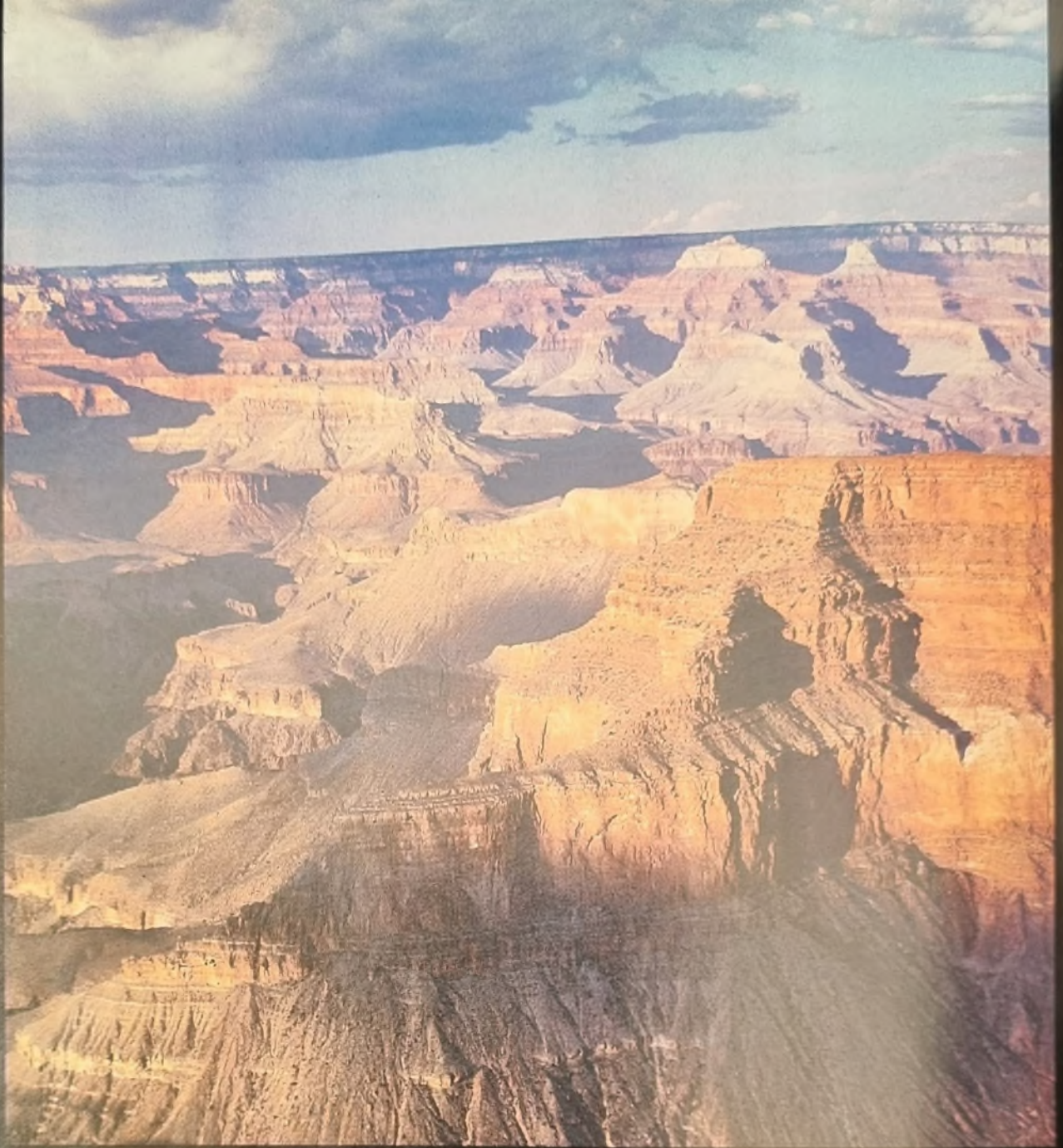
с. 21

Вверху: выброс газов, пепла и раскаленной, полурасплавленной лавы во время извержения вулкана.

Photo Ernst Haas © Magnum, Paris

Внизу: извержение вулкана Мауна-Лоа на Гавайях в 1984 г. Мауна-Лоа («единственная гора») поднимается на 4169 м над уровнем моря. Размеры его купола — 120 × 102 км. Начиная с 1832 г. вулкан извергается в среднем каждые 3,5 года. Photo Krafft © Explorer, Paris









Беспокойная планета

Можно ли предсказывать землетрясения?

Е. М. Фурнье д'Альб

Нередко можно услышать: только научившись прогнозировать явления природы, можно претендовать на их знание. Если это так, то одна из главных задач сейсмологов — научиться предсказывать землетрясения.

Занимаясь этой наукой, ученый берет на себя огромную личную и гражданскую ответственность. Предсказание потенциально разрушительного землетрясения может перевернуть социальную и экономическую жизнь общества независимо от того, насколько точным оно окажется на деле. Например, в Китае в 1975 г. много человеческих жизней было спасено благодаря точному прогнозу Хайчэнского землетрясения, однако можно вспомнить и немало ошибочных прогнозов, которые не только повредили репутации сделавших их ученых, но имели также серьезные экономические и даже политические последствия.

Уровень сегодняшних знаний не позволяет путем наблюдений или вычислений точно определить, когда и где произойдет землетрясение, поскольку для достоверного научного предсказания необходимо иметь подробную информацию о полях напряжений и механических свойствах земной коры на большой площади и глубине до нескольких десятков километров. Но даже если возникнут технические возможности для сбора таких данных, на это потребуются, вероятно, больше средств, чем на восстановление ущерба, причиненного самим землетрясением.

Те немногие успешные прогнозы, которые до сих пор удавалось сделать, разрабатывались на основании наблюдений за различными предваряющими явлениями, порождаемыми теми же глубинными процессами, что и землетрясения, но не служащими их непосредственной причиной. К ним относятся внезапные изменения уровня

второстепенной сейсмической активности, незначительные деформации земной поверхности, изменения магнитных и электрических полей, резкий подъем или падение уровня воды в колодцах, изменения гравитационного поля и необычное поведение животных. Однако ни одно из этих явлений

Тысячи жизней были спасены в 1975 г. благодаря тому, что китайским специалистом удалось предсказать Хайчэнское землетрясение (см. карту). После разрушительного землетрясения, происшедшего в 1966 г. в Синтае, ученые заметили, что эпицентры последующих толчков, включая землетрясение 1969 г. в заливе Бохайвань, смещаются к северо-востоку, в направлении густонаселенной провинции Ляонин. К июню 1974 г. ученые пришли к выводу, что в течение ближайших 1—2 лет к северу от залива Бохайвань произойдет сильное землетрясение. В феврале 1975 г. была зарегистрирована серия слабых толчков, которые были правильно истолкованы как предвестники мощного толчка в районе города Хайчэн. Более миллиона жителей были переселены во временные убежища. Вечером 4 февраля произошел мощный толчок (7,3 балла). И хотя 90% построек в районе были частично или полностью разрушены, человеческие жертвы оказались незначительными.

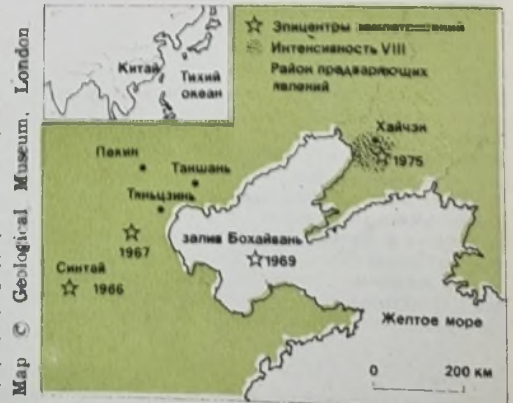
Цветная вкладка, с. 22

Вверху: на снимке, сделанном в 1965 г., бурлящий кратер Суртсея, вулканического острова, образовавшегося у южного побережья Исландии после подводного извержения 14 ноября 1963 г. (см. фото-очерк на с. 29).

Photo Ernst Haas © Magnum, Paris

Внизу: сделанный с самолета снимок церкви и другого строения в деревне Сан-Хуан, частично погребенных под потоками лавы во время извержения одного из самых молодых на Земле вулканов Парикутин на западе центральной части Мексики. Извержение началось 20 февраля 1943 г. Когда в 1952 г. вулкан затих, его высота составляла 2800 м.

Photo Krafft © Explorer, Paris



нельзя с уверенностью считать точным показателем близящегося землетрясения. Методы, так успешно примененные в Хайчэне, не помогли предсказать разрушительное Таншаньское землетрясение в следующем году.

По мере накопления новых данных растет и точность научного прогнозирования, хотя и сохраняется его вероятностный характер. Вряд ли можно будет, например, сказать, что «такого-то числа в районе Y произойдет землетрясение силой в X баллов». Прогноз всегда будет констатацией вероятности землетрясения определенной мощности в данном районе в предполагаемый период времени.

Оставим на этом научную сторону дела и зададим ряд вопросов. Каковы будут последствия предсказанного землетрясения? Сколько зданий будет разрушено или повреждено? Сколько будет погибших, раненых и оставшихся без крова? Будет ли нормально функционировать телефонная связь? Будут ли улицы завалены обломками?

Чтобы подготовиться к надвигающейся катастрофе, спасательные службы должны иметь ответы на все эти вопросы. Им необходима информация о предполагаемой силе сейсмических колебаний земной поверхности, о надежности зданий и городских коммуникаций. Им надо успеть подготовить «сценарий» возможных последствий предсказанного землетрясения.

Для этого сейсмологи и геологи должны сначала оценить возможную силу движений земли, которые вызовут ожидаемое землетрясение в разных точках вокруг его очага. Это делается на основании накопленного опыта и знания местных характеристик почвы и подпочвы.

Затем необходимо составить опись зданий и попытаться смоделировать поведение каждого из них в условиях предполагаемых колебаний с учетом конструкции здания и материалов, из которых оно построено. Главная трудность состоит в том, что предсказать достаточно точно, как поведет себя во время землетрясения каждое отдельное здание, почти невозможно. Единственный выход — проанализировать сведения о поведении подобных строений во время недавних землетрясений в других местах. Отсюда важность тщательного сбора данных о разрушениях, причиненных каждым землетрясением. Исключительно ценную информацию дали обследования разрушений при землетрясениях 1977 и 1979 гг. в Румынии и Югославии.

Естественно, эта работа требует времени, и ее желательно проделать заранее, а не в последний момент. Вот почему спасательные службы в странах, подверженных землетрясениям, собирают информацию и заблаговременно планируют меры защиты, чтобы как можно эффективнее действовать в

случае беды независимо от того, предсказана она или нет.

«Сценарии» ожидаемого землетрясения имеют огромную ценность не только для планирования мобилизации спасательных команд, медицинской и пожарной служб, для создания запасов продовольствия и укрытий на случай возможного землетрясения, но также для планирования различных временных мер предосторожности: размещения складов огнеопасных и токсических материалов в более надежных местах, отключения уязвимых систем на химических предприятиях, понижения уровня воды в водохранилищах, прекращения занятий в школах, отмены зрелищных мероприятий. В качестве крайней меры предосторожности необходимо эвакуировать людей из плохо защищенных жилых домов и предприятий.

Подобные меры обходятся довольно дорого и нарушают нормальное течение жизни граждан и общества. Они могут вызвать недовольство населения и годятся только на несколько дней, кроме того, после двух-трех ложных тревог вряд ли кто будет их соблюдать. Поэтому их следует применять лишь в том случае, когда власти уверены, что прогноз достаточно точен и надежен.

Как мы уже говорили, научное прогнозирование определяет лишь вероятность события. Принять же кон-

Первый в мире сейсмограф



Первый из известных приборов, способных улавливать колебания земной поверхности, был изобретен в 132 г. китайским астрономом Чжан Хэном. Прибор состоял из большого бронзового сосуда около 2 м в диаметре, на внешних стенках которого располагались восемь драконовых голов. Челюсти у драконов раскрывались, у каждого в пасти был шар. Внутри сосуда находился маятник с тягами, каждая из которых прикреплялась к голове дракона. Когда в результате подземного толчка маят-

ник приходил в движение, тяга, соединенная с головой, обращенной в сторону толчка, раскрывала пасть дракона, шар из нее выкатывался и падал в открытый рот одной из восьми жаб, восседавших у основания сосуда. Прибор был весьма чувствительным, он улавливал подземные толчки, эпицентр которых находился за 600 км от него. Лишь в 1856 г. в обсерватории на Везувии был установлен сейсмограф, способный регистрировать происхождение сейсмических волн, их амплитуду, на-

правление и время толчка. На с. 25: современная реконструкция прибора Чжан Хэна. Вверху слева: принцип его действия. Со времени учреждения в 1960 г. Всемирной атлантической сейсмографической сети практически во всех узлах земного шара были созданы сейсмические станции, оборудованные стандартными приборами и действующие по единому времени. На карте вверху указано расположение станций сети и связанных с ней пунктов наблюдения.

кретное решение должны представители власти. Вот почему так важно наладить плодотворный диалог между учеными и государственными организациями. Последние вправе требовать, чтобы специалисты ввели их в курс дела и объяснили, на чем они основывают свои прогнозы. Со своей стороны, ученый должен знать проблемы административных работников, чтобы правильно понять их реакцию на прогноз и причины принимаемых ими решений.

Очень важно, чтобы за каждым обнародованным прогнозом стояла подпадающая проверке оценка степени вероятности предсказываемого события с достаточно четким определением его границ во времени и пространстве. Чтобы быть практически полезным, прогноз должен отвечать следующим требованиям:

а) *период* между сообщением о возможном землетрясении и ожидаемым моментом начала самого бедствия должен быть *больше* времени, необходимого для принятия эффективных мер предосторожности и мобилизации средств для их реализации;

б) *длительность* периода, в пределах которого должно произойти прогнозируемое событие, должна быть *короче* максимально приемлемой продолжительности защитных мер, таких, как эвакуация населения, временное закрытие предприятий и мобилизация спасательных служб.

Соблюсти эти требования, безусловно, очень трудно, учитывая нынешнее состояние научных знаний, однако опыт показывает, что не отвечающие им прогнозы могут привести к серьезным социальным и экономическим последствиям, не дав при этом никакой пользы обществу. Предсказание землетрясений — проблема не только научная, оно затрагивает общество в целом.

Развитие антисейсмического строительства позволяет надеяться, что со временем разрушительные последствия землетрясений отойдут в прошлое. Но остается другая опасность — извержения вулканов. Они столь разрушительны по своей силе, что средств защиты от них нет. Единственный путь к спасению — бегство из опасной зоны. Поэтому для безопасности людей, живущих в окрестностях действующих вулканов, огромное значение имеет точное предсказание извержений.

К счастью, прогнозировать извержения вулканов не столь трудно, как землетрясения, поскольку места возможных вулканических извержений обычно известны. Извержения вне существующей вулканической системы — крайне редкое явление, хотя известны случаи извержения вулканов, долгое время не подававших признаков жизни и считавшихся потухшими. Путем тщательного геологического обследования можно составить карту районов

вокруг вулканов, подвергшихся при прошлых извержениях разрушительному воздействию палящих вулканических туч, грязевых и лавовых потоков, падающих обломков и т. п.

Следует провести перепись населения, живущего или работающего в опасных зонах, а также составить опись движимого имущества и домашнего скота. Необходимо тщательно разработать маршруты движения в зоны укрытия и планы экстренной эвакуации на случай извержения. Должны быть запланированы меры по расселению эвакуированных в безопасных зонах. Заблаговременно разработанная детальная программа действий поможет спасти немало человеческих жизней.

Как и в случае землетрясений, прогнозирование извержений на основании наблюдения предшествующих им явлений неизбежно имеет лишь вероятностный характер. Поэтому всегда остается проблема принятия окончательного решения в неопределенной ситуации. На одной чаше весов — угроза возможной катастрофы, на другой — неудобства, сложности и большие расходы, связанные с эвакуацией людей на недели, а то и месяцы.

Это лишний раз подтверждает важность тесных контактов между учеными, представителями власти, средствами массовой информации и общественностью до возникновения чрезвычай-



ного положения. Угроза землетрясения или извержения вулкана — серьезная проверка сил для любого общества.

Примеров успешной борьбы с подобными катастрофами пока немного, но все же они есть, и это доказывает, что, если научные предсказания точны и надежны, если власти подготовлены и располагают необходимыми средствами для принятия мер безопасности, а общественность достаточно информирована о положении дел и принятых мерах, бедствия, приносимые этими разрушительными явлениями природы, могут быть сведены до минимума, а со временем навсегда уйти в прошлое.



Е. М. ФУРЬЕ Д'АЛЬБ (Великобритания) — специалист по защите от землетрясений. До 1979 г. возглавлял Отдел наук о Земле в ЮНЕСКО. Инициатор и организатор программы ЮНЕСКО по изучению природных катастроф и защите от них.

Когда дрожит Земля

Хотя иногда незначительные землетрясения возникают вследствие деятельности человека, например в результате подземных ядерных взрывов или строительства водохранилищ и плотин, основная причина всех крупных и большинства мелких землетрясений — разрывы в земной коре, вызываемые постепенным накоплением напряжения в ходе геологических процессов.

Поверхность Земли состоит из плит (см. с. 10). В тех местах, где плиты скользят одна вдоль другой, как, например, в зоне разлома Сан-Андреас в Калифорнии, и происходят самые мощные землетрясения. На схеме вверху в упрощенном виде показан механизм возникновения землетрясения. Горные породы обладают определенной эластичностью, и там, где на них действуют силы сжатия или растяжения, возникающие вследствие движения плит, постепенно накапливается напряжение. Когда оно достигает критической точки, происхо-

дит разрыв породы. Участки земной коры по обе стороны разрыва резко смещаются, снимая тем самым накопленное напряжение. Точка возникновения разрыва называется очагом, а точка на земной поверхности, расположенная непосредственно над очагом, — эпицентром землетрясения.

Высвободившаяся энергия приводит к образованию волн, вызывающих колебания земной коры. Именно эти сейсмические волны регистрируются сейсмографами — приборами, позволяющими ученым определять местонахождение эпицентра и измерять силу землетрясения.

Размеры землетрясений обычно оцениваются по двум шкалам. Сила землетрясения — общее количество высвободившейся или рассеявшейся энергии — выражается в баллах по шкале Рихтера на основании замеров сейсмографом амплитуды сейсмических волн. Шкалой Рихтера можно пользоваться для оценки огромного диапазона зем-

летрясений, поскольку в ее основу положен не арифметический, а логарифмический принцип: увеличение силы землетрясения на 1 балл означает тридцатикратное возрастание его мощности. Так, землетрясение силой в 3 балла по шкале Рихтера в 10 тысяч раз мощнее землетрясения силой в 4 балла.

Интенсивность землетрясения отражает силу толчков. Ее определение основывается на установлении степени разрушений и данных, поступающих от очевидцев землетрясения. Чаще всего в этих целях используется модифицированная шкала Меркалли (см. ниже). Поскольку она основывается целиком на наблюдении последствий землетрясения, ее значения выражаются римскими (от I до XII), а не арабскими цифрами, которые могут быть восприняты как количественные показатели.

Модифицированная шкала Меркалли

- I Не ощущается людьми.
- II Ощущается в спокойной обстановке на верхних этажах зданий.
- III Ощущается в помещениях; кажется, будто под окнами проезжает легкий грузовик. Качаются висячие предметы.
- IV Кажется, будто проезжает тяжелый грузовик; звенят оконные стекла, посуда, скрипят двери.
- V Ощущается на улице; просыпаются люди, выплескивается из сосудов жидкость.
- VI Ощущается всеми; испуганные люди выбегают на улицу; трескается штукатурка и кирпичная кладка; сдвигается и переворачивается мебель; лопаются оконные стекла, посуда.

- VII Трудно стоять на ногах; ощущается водителями движущихся автомобилей; осыпается штукатурка, падают кирпичи, керамическая плитка и т. д.; звенят большие колокола; на поверхности водоемов возникают волны.
- VIII Трудно вести автомобиль; падает штукатурка, рушатся некоторые кирпичные стены, дымовые трубы, башни, памятники; обламываются ветви деревьев; в сыром грунте образуются трещины.
- IX Общая паника; лопаются каркасы строений и подземные трубы; образуются значительные трещины в грунте и песчаные воронки.
- X Рушится большинство кирпичной кладки, каркасных сооружений и фундаментов; серьезные повреждения плотин и насыпей; рушатся мосты; мощные оползни.
- XI Серьезная деформация железнодорожных путей; полностью выходят из строя подземные трубопроводы.
- XII Практически полное разрушение; нарушение линии горизонта; взлетают в воздух отдельные предметы.

Вулканы

Гарун Тазиев

Вулканизм играет исключительно важную роль в истории Земли. Земная кора, на которой мы живем, вода океанов, рек и озер, большая часть атмосферы, которой мы дышим, — все это появилось в результате вулканической деятельности. Без нее не было бы новой океанической коры, образующейся за счет спрединга океанического дна, субдукции (опускания старой коры в мантию, где она расплавляется и вступает в новый цикл развития), орогенеза (горообразования), эрозии и седиментации.

Без вулканической деятельности Земля лишилась бы колоссального непрекращающегося притока сульфидов, окислов, галогенов, гидроокислов всех существующих металлов, выделяемых в виде раскаленных газов фумаролами (вулканическими выходами) из тысячи вулканов — активных и бездействующих, подводных и наземных, разбросанных вдоль сотысячекилометрового пояса, приуроченного к границам литосферных плит (см. с. 10) и трещинам в них.

Без подводных фумарол не было бы месторождений сульфидных полезных ископаемых; не существовало бы морской среды с ее химическим составом, который способствовал возникновению жизни и обусловил ее эволюцию; не было бы сегодняшней атмосферы, позволившей живым организмам выйти из океана на сушу и пройти все ступени эволюции вплоть до человека.

Обо всем этом я ничего не знал, пока в 1948 г. случай впервые не столкнул меня с загадочным феноменом извержения вулкана. Как все геологи моего поколения, особенно европейцы, я усвоил от своих учителей — а среди них были ученые с мировым именем — учебный курс, в котором о вулканах едва упоминалось, поскольку считалось, что это всего лишь «кожная болезнь планеты».

Одним словом, я практически ничего не знал о вулканизме, когда в марте 1948 г. к северу от озера Киву в Бельгийском Конго (Заир) впервые стал свидетелем извержения вулкана, которое не только потрясло величием зрелища наивного геолога,

каким я тогда был, но и заставило задуматься о самом явлении, которое в силу моей неосведомленности представляло для меня загадку.

За четыре десятка лет, прошедших с тех пор, вулканология, находившаяся в середине 50-х годов в состоянии упадка (по сути, ею не занимались нигде, кроме США и Новой Зеландии, да и там не слишком серьезно), постепенно воскресла и вместе с океанологией достигла полного расцвета. Новые знания, которые дали нам эти две науки, вскоре выявили главенствующую роль вулканической деятельности в возникновении спрединга океанического дна, происхождении жизни на Земле и ее эволюции за последние 3 млрд. лет.

Более тридцати лет наблюдений за извержениями с предельно близкого расстояния и измерений всего, что можно измерить — в том числе потока энергии (главным образом термального) и потока вещества (преимущественно газообразного), — позволили мне установить, что активную роль в извержении вулканов играет не изливание лавы, как полагает большинство людей, а выброс газов. Лава абсолютно пассивна, и без эруптивных газов вулканической деятельности как таковой не существовало бы. Более того, извержение всегда сопровождается выбросом газов, но не всегда — изливанием лавы.

Эти факты привели меня к выводу: чтобы понять механизм извержений, необходимо знать химический состав и термодинамическую эволюцию их газовой фазы. Складывается впечатление, что химический состав газов зависит от характера извержения и от типа магмы, однако на нынешнем уровне знаний невозможно установить взаимосвязь между химическим составом газов и типом наблюдаемого извержения.

Следует признать, что на сегодняшний день мы располагаем незначительными данными о физико-химических характеристиках эруптивных газов. Эруптивными я называю газы, не подвергшиеся сильному охлаждению, окислению от соприкосновения с воздухом

и гидратации подземными водами, поскольку все эти процессы в той или иной степени, чаще в значительной, изменяют свойства газов.

Ясно, что проследить изменение химических и физических характеристик эруптивных газов до их превращения в фумарольные можно лишь как можно ближе подобраться к вулканическим жерлам, из которых они выбрасываются, а это требует напряжения всех сил и подчас немалого мужества. Но многим вулканологам не хватает как раз не мужества, а выносливости. От двадцати до тридцати лет это, как правило, не проблема, однако, по моим наблюдениям, к тому моменту, когда ученый добывается солидного положения, он обычно теряет способность выдерживать значительные физические нагрузки.

Все это, возможно, и не представляло бы серьезной проблемы, но дело в том, что, кроме сырого материала, который всегда поставляется молодыми, еще не утратившими энтузиазма вулканологами, важнейшим условием прогресса в этой области является опыт непосредственного наблюдения процесса извержения, явления не только сложного, но и многообразного, а для этого необходимо своими глазами видеть все его фазы.

Компетенция вулканолога, как и компетенция врача, основывается на знании важнейших научных публикаций и личном опыте, приобретаемом врачом в ходе обследования как можно большего числа пациентов, вулканологом — в ходе наблюдения как можно большего числа извержений.

Первое десятилетие моих полевых исследований вулканической деятельности было посвящено исключительно попыткам разобрататься в различных аспектах извержения. Вскоре я пришел к убеждению, что созревание неактивной магмы является следствием высвобождения растворенных в ней газов. Химические свойства, размер и распределение пузырьков газа в вязкой массе, увеличение их размера путем либо соединения двух и более пузырьков, либо их расширения во время прохождения сквозь толщу маг-

мы, увеличение объема самой магмы — все это влияет на вызревание магмы перед извержением и на ее развитие в ходе самого извержения.

При правильной интерпретации параметров извержения, полученных путем измерений или просто наблюдений, можно более или менее понять процесс извержения и, следовательно, иногда предсказать его.

Это позволило мне с 1958 г. точно отвечать на вопросы администрации ряда городов, провинций и даже стран, безопасности которых угрожало извержение вулканов. Так постепенно от фундаментальных исследований я перешел к прогнозированию извержений. С 1981 г., когда французское правительство приняло программу исследований в области уменьшения последствий катастроф, моя деятельность как вулканолога целиком свелась к поискам решения этой проблемы.

В течение почти трех десятков лет мне пришлось отвечать на вопросы заинтересованных учреждений чуть ли не дюжины стран. И если я ни разу не ошибся, то лишь потому, что, как хороший врач, я опирался в своих прогнозах на доступную мне информацию, пропущенную через призму накопленного опыта. Из пятнадцати запомнившихся мне случаев определения реальности извержения я дал девять отрицательных ответов, три утвердительных и в трех случаях вынужден был признать, что не могу дать точного ответа.

В этот период меня, как правило, спрашивали не о том, будет извержение или нет. От меня хотели узнать, насколько серьезные последствия повлечет за собой уже начавшееся из-

вержение. И хотя при таких обстоятельствах ответить на этот вопрос, естественно, важнее всего — *увы!* это не так-то легко.

Дело в том, что прогнозировать извержение вулкана, находящегося под постоянным наблюдением компетентных и хорошо экипированных вулканологов, довольно просто. Не считая извержений, происходящих вследствие роста давления пара при перегреве подземных вод под закупоренным жерлом, при которых происходит только выброс пара, фумарольных газов и обломков горных пород, закрывавших жерло, без излияния магмы и лавы, все вулканические извержения являются следствием выхода на земную поверхность определенного количества магмы.

Подъем магмы связан с определенными подвижками земной коры, реагирующей на давление магмы: происходит либо ее растяжение и деформация, либо разрыв. Деформацию поверхности можно улавливать и измерять такими приборами, как наклонометры, экстензометры и геодиметры. Раскрытые трещины, по которым магма проходит сквозь кору и изливается на поверхность, вызывает дрожание, которое можно регистрировать сейсмометрами.

Данные геофизических наблюдений и измерений, дающие возможность предсказать извержение за несколько месяцев, но иногда всего за несколько дней, а то и часов (что зависит, кроме всего прочего, от глубины залегания магмы до того, как она начинает подниматься), дополняются результатами других наблюдений, помогающими вулканологу в прогнозировании. Это

температура, состав и давление фумарольных газов, а также изменения магнитного поля земной коры. Все эти показатели позволяют опытному вулканологу предвидеть извержение и нередко довольно точно предсказывать время его начала.

К сожалению, с точки зрения спасения человеческих жизней эти прогнозы не имеют особой ценности. Извержение магмы — взрывное или катастрофически. Первая фаза извержения *всегда* относительно умеренная (насколько мне известно, исключений из этого правила нет) и оставляет жителям окрестных селений достаточно времени, чтобы покинуть опасную зону.

Вместе с тем необходимость эвакуации — единственного способа обезопасить людей от последствий вулканического извержения — возникает крайне редко, поскольку лишь в исключительных случаях его начальная фаза перерастает в пароксизм. Из ста извержений, происходящих в среднем в мире за год, едва ли одно принимает действительно опасный характер, оправдывающий принятие чрезвычайных мер.

Главной задачей вулканолога остается прогнозирование характера уже происходящего извержения; сделать это неизмеримо более сложно, чем предсказать само извержение. Как только оно началось, все механические изменения (деформация или разломы поверхности), связанные с проходом магмы сквозь земную кору, полностью прекращаются, и лава потоком изливается на земную поверхность. Ей больше не приходится разламывать горные породы на глубине или поднимать

ПРОДОЛЖЕНИЕ НА С. 31

Смертоносные волны

В час дня 26 августа 1883 г. на вулканическом острове Кракату, расположенном в Зондском проливе между островами Ява и Суматра в Индонезии, произошел первый из серии нараставших по мощности взрывов. Через час над островом на высоту 27 км взметнулось черное облако пепла.

Извержение вулкана продолжалось, и в 10 часов утра следующего дня прогремел новый невероятной силы взрыв, который слышали даже жители Австралии за 4000 км от острова. В воздух взвился 80-километровый столб пепла. Остров Кракату, представлявший собой вершину конуса огромного подводного вулкана, почти целиком скрылся под водой.

На соседние острова Ланг и Верлатен выпал 60-метровый слой вулканического пепла и обломков. Повышенное содержание в воздухе пепла вызвало яркие зори, которые видны были даже в Европе, а на поверхности океана вокруг островов долго плавали куски пемзы (застывшей лавы, наполненной газовыми пузырьками).

Однако самое страшное было впереди. Разрушение и обвал вулкана вызвали серию морских сейсмических волн — цунами (часто неверно называемых приливными волнами, хотя они не имеют ничего общего с приливами). Самая мощная из них (высотой до 35 м) уничтожила около 300 городов и деревень на берегах Явы и Суматры и унесла 36 тыс. человеческих жизней.

Почти все цунами возникают в Тихом океане. Они образуются в результате внезапных вертикальных движений мор-

ского дна при подводных извержениях вулканов и землетрясениях. После катастрофического цунами 1946 г. в Тихом океане была организована Служба предупреждения. Специальные датчики и сейсмические приборы регистрируют опасные явления, происходящие в Тихом океане. Информация передается на станцию в Гонолулу, которая оценивает степень риска и, если нужно, дает сигнал тревоги.

Map © Geological Museum, London





Рождение острова

14 ноября 1963 г. языки пламени, вырвавшиеся из пучины Атлантического океана у южного побережья Исландии, возвестили о рождении нового острова. Названный Суртсей в честь огненного великана исландской мифологии Сурта новый остров поднялся из воды в облаке огня и пара. Через неделю после извержения вулкана площадь Суртсея составляла 70 м², а через три с половиной года достигла сегодняшних размеров — 2,5 км² с высотами до 173 м. Ученые, приехавшие на остров после того, как он остыл, с удивлением обнаружили на нем первые растения. Суртсей — первая в мире «девственная» экосистема — стал местом осуществления долгосрочной программы исследования окружающей среды.



Photos P. Vauthey © Sygma, Paris

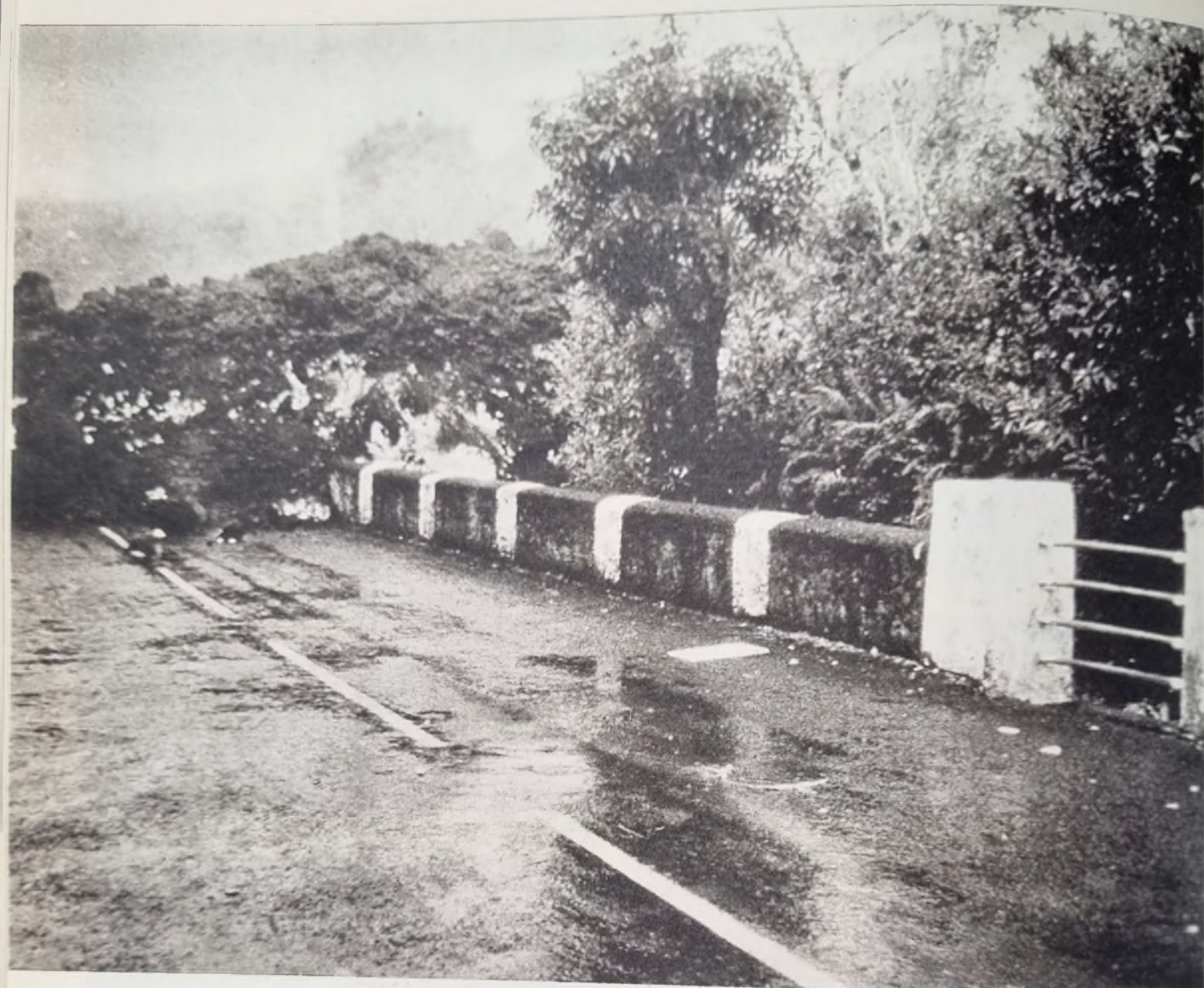


Photo Jacques Huttin © Gamma, Paris



Photo Chromos © Gamma, Paris

Осторожно, вулканы!

Хотя своевременные прогнозы вулканических извержений помогают уменьшить число человеческих жертв или вовсе избежать их, уберечь поля и сооружения бывает практически невозможно. Наибольшую опасность представляют грязевые и лавовые потоки и пепел. За последние несколько столетий грязевые потоки (называемые иногда лахарами) унесли гораздо больше жизней и разрушили больше построек, чем другие явления, сопутствующие извержению вулканов. Грязевые потоки часто возникают вследствие быстрого таяния льда или снега на склонах вулкана, выпадения сильного дождя или снега на свежий вулканический пепел. Потоки грязи могут достигать скорости 70 км/час и распространяться на расстоянии до 180 км.

Слева: город Армеро в Ко

► склопы вулкана, чтобы вырваться наружу.

В отсутствие двух главнейших показателей надвигающегося извержения (дрожание почвы и деформация поверхности) вулканологу приходится ставить диагноз на основании анализа других физических и химических данных, о которых говорилось выше. Сопоставление и интерпретация различных факторов — дело исключительно сложное, если учесть крайнюю скудость исследовательских данных и опыта в этой области. А без тщательного анализа всех показателей, позволяющего установить причинно-следственные связи, вулканолог фактически не в состоянии поставить правильный диагноз.

В заключение хочу напомнить читателям, что в статье, написанной для «Курьера ЮНЕСКО» (октябрь 1967 г.), я обращал внимание политических деятелей и жителей районов, где есть так называемые потухшие вулканы, на ту опасность, которую они таят. На самом деле часто оказывается, что это всего лишь дремлющие вулканы, готовые в любую минуту проснуться. Необходимо помнить об этом и избегать строительства близ такого вулкана.

Размеры опасной зоны зависят от характера вулканической активности (эффузивный или эксплозивный), от величины и высоты вулкана и даже от климата.

Значение двух последних факторов было продемонстрировано самым драматическим образом 13 ноября 1985 г., во время извержения вулкана Руис в Колумбии. Если бы не высота вулкана и не климатические условия, способствующие образованию мощной снеговой шапки на его вершине, изливающаяся при температуре 1000 °С лава не растопила бы сотни тысяч кубометров снега и не привела бы к образованию «лахаров» — чудовищных грязевых потоков, поглотивших город Армеро с населением 23 тыс. человек.

То, что я писал четверть века назад об опасности, которую представляют собой Везувий (Италия) и Флегрейские поля близ Неаполя, Фудзи (Япония) и Рейнир (США), остается в силе и сегодня; подтверждение тому — извержение вулканов Сент-Хеленс, ближайшего соседа Рейнира, и Хельгафель в Исландии. Ответственные лица в странах, на территории которых находятся потенциально опасные вулканы (потухшие или действующие), такие, как Мерапи (Индонезия), Этна (Италия), Сакурадзима (Япония), Вулкано (Италия), Пичинча (Эквадор) и многие другие, должны воспользоваться «затишьем», чтобы должным образом подготовиться на тот случай, если спящие гиганты проснутся.

ГАРУН ТАЗНЕВ (Франция) — известный вулканолог, бывший директор научных программ в Национальном центре научных исследований. До недавнего времени являлся министром по защите от природных бедствий, автор многочисленных книг о вулканах. Создатель ряда документальных фильмов, включая «Свидание с дьяволом» (1958), получивший мировую известность.

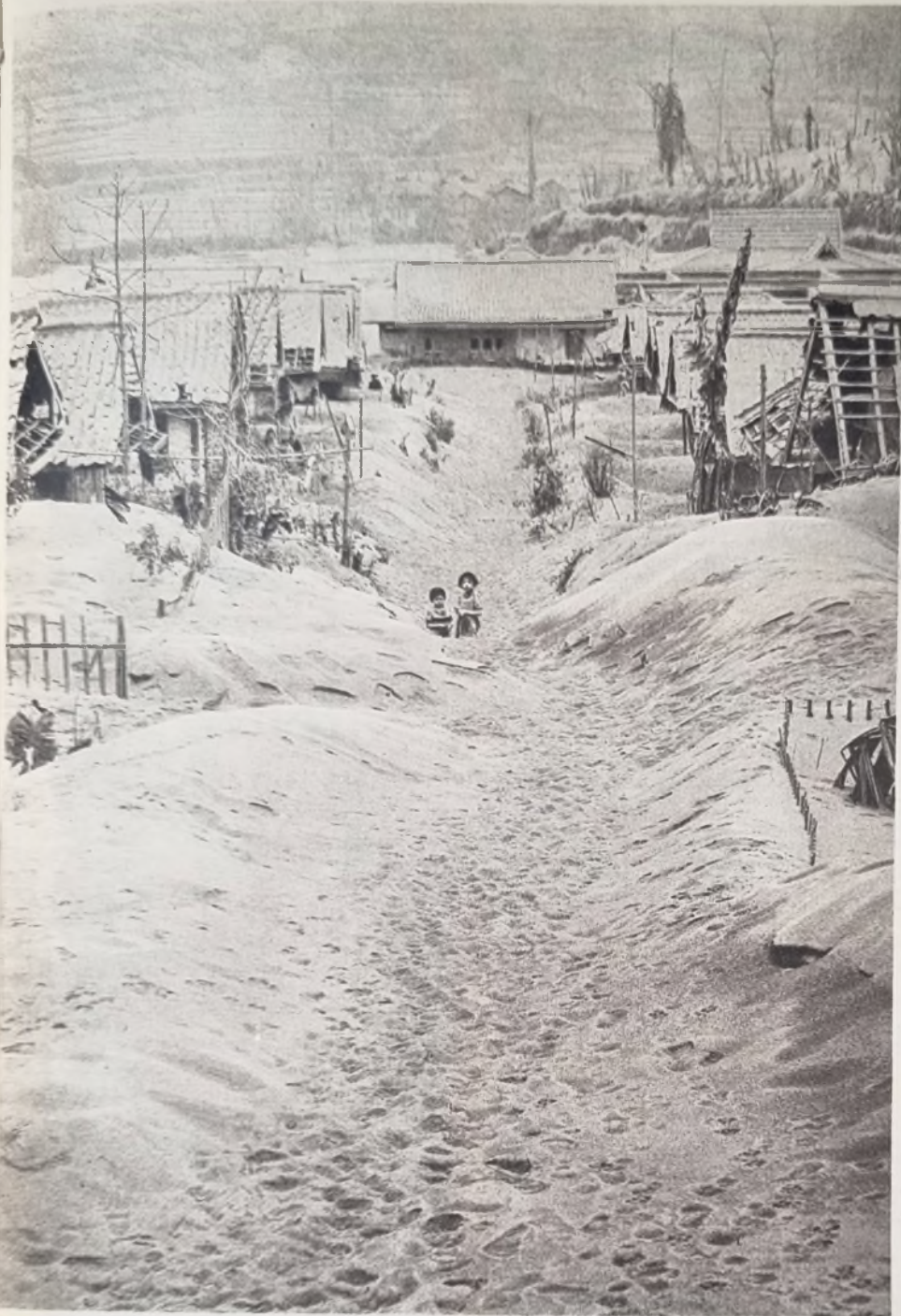


Photo Kraft © Explorer, Paris

лужби, оказавшийся под слоем грязи после извержения вулкана Руис в ноябре 1985 г.

Потоки лавы небольшой глубины остывают довольно быстро, мощные же потоки сохраняют тепло годами. Для остановки или отклонения лавовых потоков пробовались разные методы, включая охлаждение их водой из шлангов для создания надежной преграды из застывшей лавы и бомбардирование краев потока с целью расчленения его на мелкие рукава. Вверху слева: лавовый поток, перерезавший дорогу после извержения вулкана Ла-Фурнез на острове Реюньон в Индийском океане 18 марта 1986 г.

Вулканический пепел, несмотря на свое название, не является продуктом горения.

Он состоит из лавовой пыли и обломков породы, выбрасываемых в воздух при внезапном взрывном истечении вулканических газов. Подсчитано, что сила извержения вулкана Тамбора на северном побережье острова Сумбава (Индонезия), приведшего в 1815 г. к гибели 50 тыс. человек, была эквивалентна взрыву бомбы мощностью 16 тыс. мегатонн. Выброшенный в результате такого извержения очень тонкий пепел может переноситься на огромные расстояния и влиять на формирование погоды. Вверху: деревья Парентас в Индонезии, погребенная под слоем вулканического пепла после извержения вулкана Галунгунг в 1982 г.

ЭВОЛЮЦИЯ ЖИВОГО

Четвертичный период. В раннечетвертичное время преобладают крупные млекопитающие, в частности мастодонты (А), саблезубые тигры (В) и голубые киты (С). На протяжении последнего миллиона лет на большей части Северного полушария происходят многократные оледенения. Некоторые виды животных мигрируют. Другая, например шерстистый носорог (D), приспосабливается к холоду. На смену первобытному человеку (E), использующему каменные орудия, приходит человек современного типа.

Третичный период. Стремительно эволюционируют млекопитающие, появляются такие специализированные виды, как лемур *Plesiadapis* (А) — предок приматов, латипалый *Phenacodus* (В) и рылятый *Titanotherium* (С). Развиваются птицы, в частности гигантские летающие формы, например *Diatrypa* (D). Рыбы, пресмыкающиеся и беспозвоночные имеют облик, близкий к современному. Так, песчаная акула (E) с тех пор почти не изменилась.

Меловой период. На суше появляются цветковые растения типа магнолии (А). В океане развиваются современные костистые рыбы, а также морские ежи (В) и двустворчатые моллюски (С). В конце периода внезапно вымирают гигантские динозавры, в частности *Stegosaurus* (D), и крупные летающие птеродактили (E). Развиваются новые типы мелких млекопитающих, например похожие на землеройку *Phascolotherium* (F).

Юрский период. Океан служит убежищем брахиоподам, головоногим моллюскам — аммонитам (А), белемнитам (В) и ископаемым устрицам, например *Gryphaea* (С). Здесь обитают костистые рыбы, акулы и две группы морских пресмыкающихся: ихтиозавры (D) и плезиозавры. Громадные динозавры, в частности бронтозавры (E), соседствуют на суше с мелкими млекопитающими. Начинает летать *Archaeopteryx* (F) — предок птиц.

Триасовый период. Такие похожие на млекопитающих рептилии, как *Synognathus* (А), предки млекопитающих, уступают место мелким животным — предкам динозавров, например *Ornothosuchus* (В). Становятся меньше плаунов, хвощей и семенных папоротников, они замещаются саговыми (циклоповыми), гинкговыми (С) и хвойными. В океане развиваются новые группы беспозвоночных. Становятся многочисленными морские лилии (D) и коралловые полипы, возводящие рифы.

Пермский период. На суше господствуют похожие на млекопитающих рептилии, например *Dimetrodon* (А). Крупные земноводные (амфибии) немногочисленны. В океане продолжают бурно развиваться головоногие (В) и двустворчатые моллюски (С), а также примитивные костистые рыбы (D); кораллы и морские ежи встречаются реже, большинство акул вымирают. Леса из семенных папоротников покрывают южный массив материковой суши. В северных широтах пышно развивается более разнообразная растительность.

Каменноугольный период. Крупной и важной группой животного мира становится земноводные (А), давшие начало пресмыкающимся — первым постоянно обитающим на суше позвоночным. Развиваются хвойные и древовидные папоротники (В), появляются стрекозы (С) и другие насекомые. В океане преобладают акулы (D). В мелководных акваториях много брахиоподов (E), кораллов (F), головоногих моллюсков, губок и морских лилий.

Девонский период. В пресноводных акваториях бурного расцвета достигают панцирные (А), костистые и чешуйчатые рыбы (В). Акулы и клоачерые рыбы колонизируют океан. Продолжают развиваться брахиоподы (С) и головоногие моллюски (D), трилобиты становятся немногочисленными, а граптолиты вымирают. На суше простейшие сосудистые растения (E) сменяются плаунами, хвощами и папоротниками. Из чешуйчатых рыб развиваются первые земноводные.

Силурийский период. Заселение суши биотой, сначала — колониями бессеменных сосудистых растений, позднее — скорпионоподобными членистоногими (артроподами). В пресных водах обитают многочисленные мелкие рыбы и крупные зариптириды, или водяные скорпионы. В океане изобилуют беспозвоночные, особенно трилобиты (А), криноиды, или морские лилии (В), кораллы (С), зариптириды с роговой оболочкой (D), брахиоподы (E) и граптолиты (F).

Ордовичский период. Процветают раковинные беспозвоночные, прежде всего трилобиты (А), брахиоподы (В), головоногие моллюски (С), а также брюхоногие моллюски, или морские улитки (D). Появляются кораллы, двустворчатые моллюски и ветвистые колонии мшанок. Распространяются граптолиты (E, F), некоторые из них выглядят как жесткая паутина. В пресных водах развиваются первые рыбы, известные только по обломкам небольших пластинчатых структур.

Камбрийский период. В начале периоде у ряда групп животных появляются раковины и другие скелетные образования из кальцита и роговидного вещества. В их числе — трилобиты (А, В), брахиоподы (С, D), губки (E) и ракообразные. Трилобиты (такое название объясняется трахипластной формой их тела) развиваются в крупную и разнообразную группу ползающих и плавающих организмов, которые доминируют в океане на протяжении следующих 100 млн. лет.

Докембрий. В течение докембрия, уходящего и началу геологического времени, из простых неорганических веществ образовались сложные органические соединения. В раннем докембрии появляются бактерии (А, В) и водились такие мягкотелые морские и пресноводные животные, как черви (E, F), медузы и губки.



Drawings © The Sunday Times. Geological Museum, London.

КОМЕТЫ — ИСТОЧНИК ЖИЗНИ?

Чандра Викрамасингхе

Начиная с 1962 г. астрономы Чандра Викрамасингхе и Фред Хойл изучают природу межзвездной пыли. Они пришли к заключению, что происхождение жизни на Земле связано с космическими газами и пылевыми облаками. В противоположность Дарвину они считают, что жизнь зародилась вне Земли и продолжает получать импульсы из космических источников (см. «Курьер ЮНЕСКО» за июнь 1982 г.). Хотя их выводы вызывают резкую критику со стороны других ученых, первые оценки данных, полученных в результате изучения кометы Галлея, позволяют говорить о допустимости хотя бы некоторых их предположений.

История Земли, насчитывающая около 4,6 млрд. лет, неразрывно связана с кометами. С первых дней своего существования наша планета постоянно сталкивалась с кометами и их осколками в виде пылевых частиц. Сейчас не вызывает сомнений, что в образовании первичных океанов в атмосфере значительную роль сыграли летучие вещества, входящие в состав комет, в том числе вода.

Однако столкновения с кометами и захват кометного вещества связаны не только с далеким геологическим прошлым. Сравнительно недавно, в 1908 г., в районе реки Подкаменная Тунгуска в Сибири на высоте 8,5 км произошел взрыв, вызванный вторжением в атмосферу Земли ядра кометы. Взрывной волной были уничтожены таежные леса на площади в сотни квадратных километров.

В настоящее время Солнечная система окружена облаком из нескольких миллиардов комет, удаленным от нее на расстояние порядка 0,1 светового года (световой год — это расстояние, которое проходит свет за один год, равное приблизительно 10^{13} км). В среднем ежегодно одна-две из них попадают во внутренние области Солнечной системы в результате возмущения орбит комет близлежащими звездами. Поэтому кометное вещество неизбежно достигает Земли в достаточных количествах. Оно захватывается верхними слоями атмосферы, постоянно умножая земные запасы летучих веществ. Количество выпадающего на Землю кометного вещества подверже-

но долгопериодным колебаниям. В настоящее время широко распространено мнение, что значительное его увеличение может привести к глобальному оледенению (ледниковые периоды), как это уже происходило на Земле.

Типичная комета, например комета Галлея, обладает массой порядка 100 млрд. тонн, и ее прямое столкновение с Землей могло бы иметь трагические последствия для нашей планеты. К счастью, такие столкновения происходят чрезвычайно редко — в среднем раз в 300 млн. лет, что приблизительно соответствует интервалам между резкими скачками в эволюции земной жизни. Комет с меньшей массой гораздо больше, и вероятность их столкновения с Землей выше.

Большинство ученых в той или иной мере согласны с этим. Английский астроном Фред Хойл и я придерживаемся менее популярной точки зрения, согласно которой именно кометы принесли на Землю органические молеку-

лы, способствовавшие возникновению на ней жизни. Мы даже считаем, что к нам до сих пор продолжают попадать из космоса живые организмы в виде бактерий и вирусов.

Проводимые с 1975 г. наблюдения позволили накопить данные, свидетельствующие о том, что в обширных просторах космоса существуют органические пылевые частицы, в том числе биополимеры (длинные цепи органических молекул). Эти частицы, присутствующие в облаках межзвездного газа, создают зрительный эффект темных пятен и полос, видимых в рассеянном свете Млечного Пути. Лабораторные исследования, математические расчеты и астрономические наблюдения позволили нам в 1981 г. прийти к выводу, что по своему составу основная масса космической пыли имеет не просто органический, а явно биологический характер¹.

В целом ряде публикаций мы представили аргументы в защиту теории кометного происхождения жизни на Земле и зависимости ее эволюции от продолжающихся поступлений кометного вещества. Поскольку появление комет внутри Солнечной системы носит спорадический характер, поступление кометного вещества не может быть равномерным. Следовательно, его воздействие также носит спорадический характер. Об этом можно судить по окаменелостям, служащим летописью эволюции жизни на Земле.

Одним из ярчайших примеров является исчезновение динозавров 65 млн. лет назад. В последнее время многие ученые утверждают, что причиной их гибели послужила комета, окутавшая Землю облаком мелких частиц, которые, подобно смогу, закрыли небо на несколько десятилетий, в результате чего погибли планктон и растения, а также крупные травоядные животные.

Мы же с Фредом Хойлом полагаем, что такое чисто физическое воздействие маловероятно, поскольку исчезновение динозавров совпало с исчезновением значительного числа видов растений, животных и микроорганизмов и возникновением совершенно новых типов живых организмов. Мы соотносим это событие, происшедшее 65 млн. лет назад, с «генетической бурей»

¹ Термин «органический» часто используется как синоним слова «живой» в том смысле, в котором мы говорим, что растение и люди «живут». В химии этот термин имеет более узкое значение и относится к соединениям, содержащим углерод и водород. Все живое содержит углерод и водород и потому может быть названо органическим, но не все, что содержит углерод и водород, является живым. «Биологический» означает «имеющий отношение к жизни или живым организмам».



Утром 30 июня 1908 г. в районе р. Подкаменная Тунгуска в воздухе произошел мощный взрыв, по количеству выделяющейся энергии эквивалентный взрыву 10—15 миллионов тротила. Взрывная волна уничтожила хвойный лес на площади 2 тыс. км² (слева). Считается, что взрыв был вызван вторжением в плотные слои атмосферы ядра небольшой кометы, которое преобразилось в огненный шар, приведший к образованию мощной взрывной волны, но не оставивший после себя кратера на поверхности Земли.

ал Викрамасингхе и Дэвид Аллен провели важные исследования кометы в инфракрасной части спектра с помощью 154-дюймового англо-австралийского телескопа, установленного в Сайдинг-Спрингс, Новый Южный Уэльс (Австралия). Они зарегистрировали довольно сильные сигналы, свидетельствующие об излучении, испускаемом горячей органической пылью в диапазоне длин волн от 2 до 4 мкм. Основные структуры органических молекул со связями между атомами углерода и водорода (связи СН) поглощают и излучают радиацию на длинах волн порядка 3,4 мкм; для любого комплекса сложных органических молекул, какими являются, например, бактерии, диапазон поглощения в целом очень широк и имеет весьма отличительный профиль. Наиболее примечательно то, что профиль излучения с кометы Галлея в точности совпадал с параметрами обезвоженной бактерии, измеренными в лабораторных условиях.

Несмотря на то что оценка данных, полученных в результате недавних исследований кометы Галлея, еще не завершена, уже сейчас ясно, что в них немало интересного. Комета — это не безжизненный ком из льда и пыли, как полагало большинство астрономов. В гигантской глыбе органического вещества длиной около 8 и шириной 4 км содержится большое количество молекул воды и других веществ. Как бы там ни было, органическое кометное вещество существует главным образом в виде частиц, параметры поглощения, размер и плотность которых идентичны прогнозам, составленным на основе «бактериальной» модели.

Даже при самом консервативном подходе данные последних экспериментов падают на мысль, что кометы могли служить источником «сырья», тех органических «кирпичиков», из которых складывалась жизнь на Земле. На мой взгляд, они решительно подтверждают предположения о существовании на кометах жизни в форме бактерий и вирусов, которые приносятся ими на Землю.

ЧАНДРА ВИКРАМАСИНГХЕ (Шри Ланка) — профессор прикладной математики и астрономии в колледже Кардифского университета (Уэльс), директор Института фундаментальных исследований в Шри Ланке. В 1962 г. награжден Кембриджским университетом премией Поуэлла в области английской поэзии. Его теория космического происхождения жизни на Земле изложена в двух книгах «Space Travellers: the Bringers of Life» и «Evolution from Space», написанной совместно с Фредом Хойлом.

вызванной вторжением внутрь Солнечной системы необычно большого числа комет.

В 1973 и 1974 гг. в ходе наблюдений за кометой Когоутека были впервые четко зафиксированы органические молекулы — цианистый водород (HCN) и цианистый метил (CH₃CN). Однако более пристальным интерес к кометным теориям стал в марте этого года, когда космический зонд «Джотто», запущенный в рамках международной программы исследований кометы Галлея, приблизился к ядру кометы на несколько сот километров (см. «Курьер ЮНЕСКО» за апрель 1986 г.).

На борту «Джотто» были установлены разнообразные научные приборы и видеокамера, предназначенные для передачи на Землю цветных снимков ядра кометы. Аналогичную задачу выполнили и запущенные ранее советские аппараты «Вега-1» и «Вега-2».

Какие же выводы позволяют сделать первые оценки данных, полученных в ходе наблюдений за кометой Галлея?

Согласно нашей органической теории, ядро комет должно иметь высокопористый слой из полимерных частиц. Испарение вещества в больших количествах может происходить только в местах нарушения этого поверхностного слоя. Следовательно, ядро кометы должно иметь неотражающую поверхность черного цвета. Это предположение было высказано за несколько недель до того, как «Джотто» приблизился к комете Галлея.

На снимках, полученных с «Джотто», в нескольких местах в разрывах пылевого облака просматривается удивительно черная поверхность ядра, «чернее самого черного угля», как говори-

ли специалисты. Мы считаем, что это — триумф органической модели.

Были и другие победы. Анализатор частиц, установленный на «Джотто», позволял определять химический состав частиц кометной пыли путем измерения массы составляющих их атомов. 17 марта Дж. Киссел, ответственный за этот эксперимент, сообщил о результатах анализа одного процента полученных данных: некоторые пылинки состоят из углерода, кислорода, азота и водорода с небольшой примесью других элементов. Из этих данных логически вытекают два вывода. Эти атомы могут существовать либо в форме летучих льдов воды, двуокиси углерода и аммиака вместе с простыми углеводородами, например метаном, либо в виде высокоустойчивых биополимеров. Поскольку в ходе других экспериментов было установлено, что температура этих частиц составляет около 125 °С (намного выше точки кипения льдов и простых углеводородов), кометные частицы могут быть образованы только биополимерами.

Данные, полученные с «Веги-2» и «Джотто», показывают, что из ядра кометы высвобождаются также атомы водорода, гидроксильные радикалы и молекулы воды. Количество этих веществ приблизительно совпадало с объемом воды, содержащейся в живых клетках (60%). Примечательно, что вокруг ядра кометы не было обнаружено облака из частиц льда, о существовании которого говорит широко распространенная теория «кома льда и пыли», впервые выдвинутая американским астрономом Фредом Уиллом.

Спустя немногим более двух недель после полета «Джотто» астрономы Дай-

Руками человека

Стивен Бойден и Малькольм Хадли

Человек появился на Земле довольно поздно, но за свою сравнительно краткую историю успел совершить огромные преобразования в атмосфере, воде, почве, в растительном и животном мире, во всей сложной системе взаимодействующих элементов, из которых состоит жизненная среда, — и все это в последнее мгновение геологического времени.

Историю преобразования человеком среды своего обитания (с точки зрения воздействия человеческого общества на природу и изменения условий жизни самого человека) можно с известной степенью упрощения разделить на четыре самостоятельных, хотя и частично совпадающих экологических периода: доисторический, раннеземледельческий, раннеурбанистический и, наконец, современный индустриальный.

В доисторический период — его еще называют дооседлым — человеческие популяции, занимавшиеся охотой и собирательством, мало чем отличались от прочих всеядных млекопитающих по характеру своего взаимодействия с экосистемой, частью которой они являлись. Охотники-собиратели имели свое естественное место в пищевом цикле, получая энергию в химической форме из натуральных продуктов животного и растительного происхождения. Сами они в свою очередь являлись пищей для хищников. Количество энергии, которую тратили первобытные люди, приблизительно равнялось количеству энергии, заключенной в потреблявшейся ими пище. Иными словами, наши предки взаимодействовали со средой так же, как все другие животные.

Затем, приблизительно полмиллиона лет назад, в вулканических рифтовых долинах Восточной Африки человек научился пользоваться огнем в целях самозащиты, а также для добычания и приготовления пищи. С помощью огня первобытные люди выгоняли дичь из мелколесья; на выжженных землях появлялась молодая трава, привлекавшая животных.

Этот важный этап в эволюции человека имел серьезные экологические последствия. Участвовавшие лесные и полевые пожары привели к существен-

ным изменениям растительного покрова некоторых районов Земли. Внезапно в распоряжении людей оказалось гораздо больше энергии, чем раньше, поскольку поток «соматической» энергии (необходимой человеческому организму для метаболизма, физической работы и роста) дополнялся теперь «внесоматической» энергией (получаемой при сгорании топлива и не имеющей непосредственного отношения к живым организмам).

Использование огня стало причиной коренного изменения характера взаимоотношений человека с окружающей средой. Экологические последствия обуславливались пока что разрушительной силой самого огня, а химические продукты сгорания дерева (в основном двуокись углерода) абсорбировались биосистемой в целом и не нарушали существующего равновесия. Вместе с тем использование огня —

один из древнейших наглядных примеров воздействия человека на природу. Человек стал важной экологической силой; отныне группы людей взаимодействовали со своими локальными экосистемами уже не так, как другие животные.

Помимо огня, одним из важнейших факторов воздействия человека на среду в доисторический период было, вероятно, само распространение человеческого вида. Еще миллион лет назад человек странствовал по африканской саванне. Лишь много позже начал он осваивать засушливые степи, высокогорные луга (в Эфиопии) и лесные поляны, а затем отважился двинуться и дальше, в другие климатические и экологические зоны, обживая все пять континентов.

Раннеземледельческий период начался в некоторых районах мира около 12 тыс. лет назад. Научившись при-



Наскальная роспись из района Русале в Зимбабве, относящаяся примерно к 2000 г. до н. э. На ней запечатлены сцены из жизни охотников позднего каменного века. Бушмены занимались этим искусством вплоть до XIX в. Примером таких сохранившихся росписей могут служить рисунки южных народов банту.

Photo © Almay, Paris

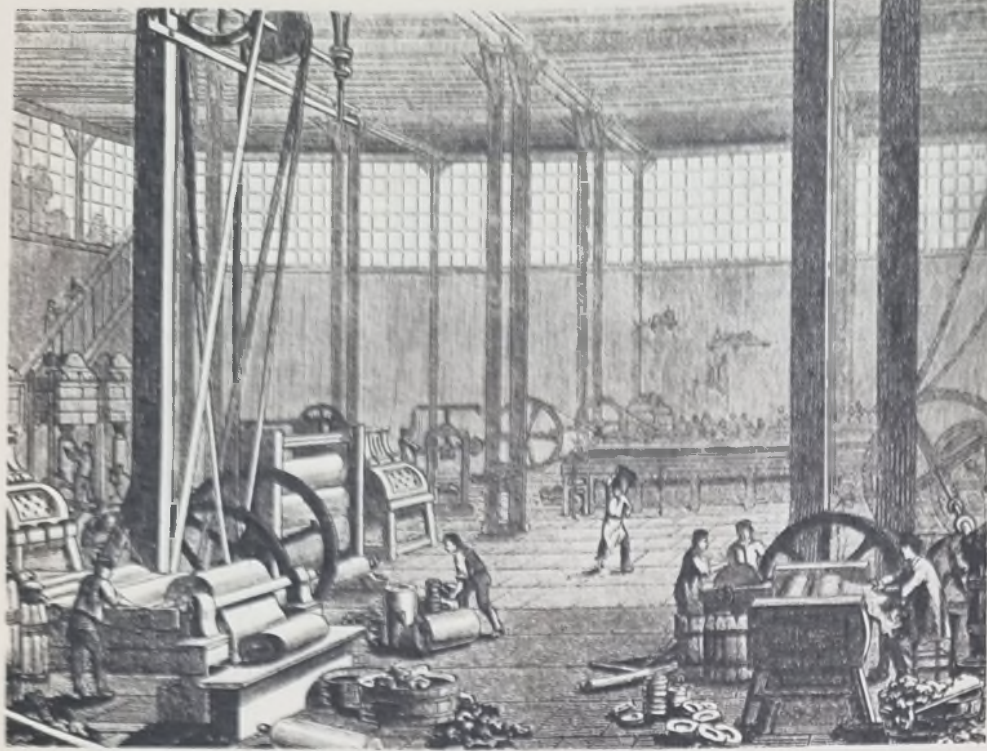


Photo Caudboue © Rapho, Paris

Гравюра швейцарского художника Алонсо Феллмана (1855—1892), изображающая фабрику XIX в., когда в Европе набирала силу промышленная революция.

► ручать животных и выращивать культурные растения, человек впервые в истории Земли стал сознательно и целенаправленно управлять происходящими в природе биологическими процессами в своих интересах.

С расширением масштабов domestikации и развитием земледелия воздействие человеческого общества на окружающую среду заметно усилилось. Человеческие руки коренным образом меняли лицо Земли: в Северном полушарии на больших территориях исчезли леса и на их месте появились пахотные земли или низкорослая растительность. В некоторых случаях сельскохозяйственная деятельность человека приводила к мощной эрозии почв. Так, например, на восточном Фиджи, где человек появился около 3 тыс. лет назад, за какие-то сто пятьдесят лет в начале нашей эры эрозия уничтожила как минимум пятидесятисантиметровый слой почвы.

Другое серьезное последствие земледелия — введение системы монокультуры, от которой полностью стало зависеть пропитание многих популяций. Эта система имела свои практические преимущества, но создавала и известную опасность, поскольку в случае неурожая неизбежно наступал голод.

Еще одно следствие сознательного вмешательства человека в природные процессы — выведение пород домашних животных и культурных растений с целью улучшения качества пищи, приведшее к появлению особых форм жизни, в иных условиях никогда бы не возникших.

Огонь сохранял в этот период свое значение, кроме того, он стал играть важную роль в изготовлении орудий из металла. С изобретением водяных и ветряных мельниц, парусных судов и других технических средств высоматическая энергия нашла применение в самых различных производственных процессах. Правда, по сравнению с тем, что произошло позже, экологические последствия этих нововведений были относительно невелики и ограни-

чивались в основном той ролью, которую играли корабли в миграциях людей, в распространении техники, животных и растений.

Группы людей стали более оседлыми, чем в доисторический период, хотя продолжительность их пребывания на одном месте во многом зависела от типа земледелия. Новый образ жизни усилил распространение микробов, паразитов и болезнетворных организмов. Так, например, малярия и шистосоматоз стали причиной массовых заболеваний и смерти, хотя в целом, благодаря новым условиям, обеспечивавшим большую защищенность человека от превратностей жизни, уровень смертности снизился.

Однако, несмотря на все изменения, раннеземледельческий период унаследовал от доисторического две важнейшие экологические особенности, неизвестные современным обществам. Во-первых, уровень расхода висоматической энергии (преимущественно огня) соответствовал уровню роста человеческой популяции. Во-вторых, пока еще деятельность человека не оказывала серьезного влияния на такие биохимические циклы биосферы, как углеродный, азотный и фосфорный.

Раннеурбанистический период начался около 5 тыс. лет назад с появлением первых городов в Месопотамии, а затем в Китае и Индии. Эти древнейшие города открывают третью экологическую фазу человеческого существования, отмеченную целым рядом важных изменений, затрагивающих организацию человеческого общества и жизненный опыт его членов. Некоторые из них закрепились и стали отличительными признаками городских сообществ в современном мире.

Одной из наиболее заметных перемен явилось резкое увеличение числа людей, проживающих в одном месте, причем большинство из них не было вовлечено в такие необходимые для поддержания существования виды деятельности, как земледелие, рыбная ловля и охота. Городское население

существовало за счет излишков продукции, производимой окрестными сельскими жителями, трудящимися вне стен города.

Население городов обычно потребляло какой-нибудь один пищевой продукт: рис, кукурузу, зерно или картофель, что резко ограничивало приток питательных веществ в организм человека. В результате этого в разных местах свирепствовали болезни, вызываемые недостатком витаминов, такие, как рахит, цинга, бери-бери и пеллагра. Из-за крайне ограниченного выбора источников пропитания над городским населением всегда висела угроза голода в случае неурожая основной сельскохозяйственной культуры.

Возросшая плотность населения приводила к дальнейшему распространению паразитов и болезнетворных организмов. Настоящим бичом в этот период становятся эпидемии. Сыпной и брюшной тиф, холера, чума, оспа, малярия, дизентерия и множество других заразных болезней наводили ужас на людей и уносили немало человеческих жизней.

Значительное достижение раннеурбанистического периода — разделение труда. Определенная специализация появляется уже в раннеземледельческий период и даже в общинах охотников и собирателей, однако, не считая разделения труда по признаку пола, большинство людей были тогда мастерами на все руки. Настоящая специализация входит в жизнь именно с развитием городов.

Одно из важных социальных последствий разделения труда состоит в том, что впервые в истории человечества представители различных групп одного сообщества оказались в неодинаковых условиях. Разделение труда усиливало тенденцию к установлению иерархии в человеческих обществах. Если в предыдущие периоды иерархическая структура складывалась передко стихийно, была нестабильной и зависела от момента и конкретных задач, стоящих перед общиной, то в обществе городского типа она стала более жесткой и устойчивой. Зачастую она уже не определялась общим согласием с учетом личных способностей и качества, а передавалась по наследству.

Урбанизация изменила и представления о собственности. В первобытные времена человек «владел» только тем, что создавал сам, только необходимым минимумом, позволявшим легко переходить с одной стоянки на другую. В раннеземледельческий период собственностью стали животные, урожай, запасы зерна, но всем этим обычно владела община, по крайней мере на первых порах. И только в древних городах личная и семейная собственность приобрела то большее значение,

Дорожная развязка в Вильфранше близ Лиона (Франция) — типичное сооружение нашей промышленной эпохи.

которое она до сих пор сохраняет во многих частях света.

Как и в предыдущие периоды, человек пока еще не оказывал сколь-либо заметного воздействия на биологические, геологические и химические природные процессы и расход энергии в обществе отвечал лишь нуждам растущего населения. Биосфера и большинство экосистем, если не считать некоторых кратковременных колебаний, в основном сохраняли динамическое равновесие. Возникновение городов отнюдь не привело к исчезновению натурального хозяйства, которое встречается в некоторых районах мира и по сей день.

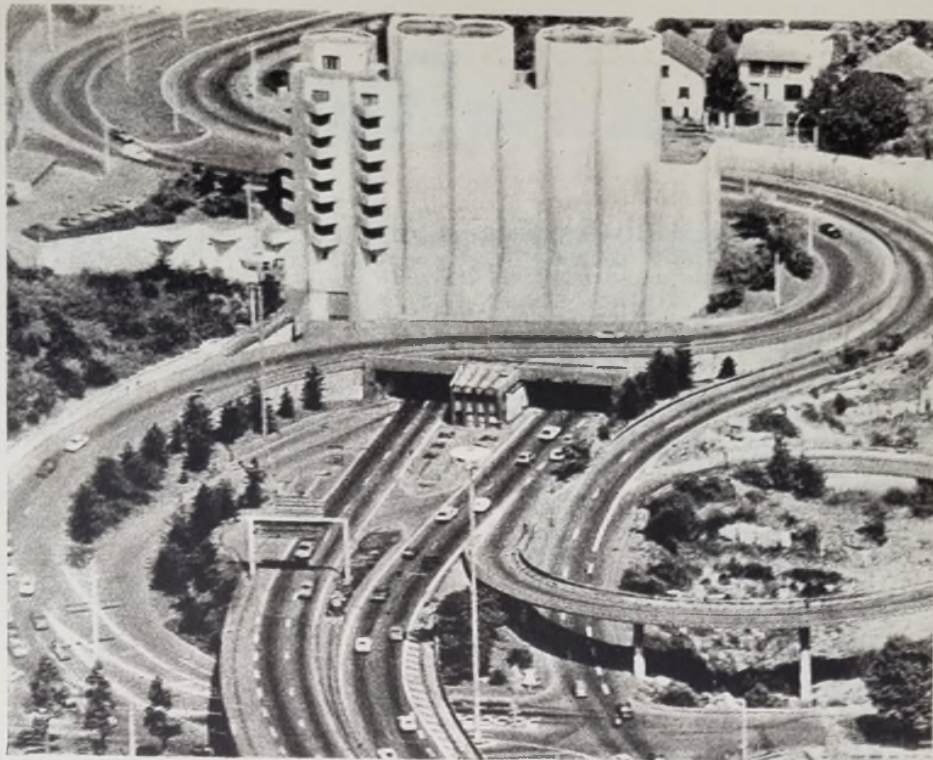
На протяжении почти всего этого периода население городов не превышало 100 тыс. человек. Исключением был Рим: к началу новой эры в нем насчитывалось около миллиона жителей. Однако города оказывали на окружающую среду гораздо большее воздействие, чем можно было ожидать, исходя из числа проживавших в них людей, которое до недавнего времени в большинстве стран составляло лишь незначительный процент населения.

Наступление **современного индустриального, или технологического, периода** ознаменовала так называемая промышленная революция. Она началась 150—200 лет назад — в Европе, а затем в Северной Америке — и продолжается до сих пор в некоторых странах мира. Хотя это относительно новое явление, его воздействие на нашу планету никак несоизмеримо его возрасту. По своим экологическим характеристикам современный период не похож на предыдущие фазы развития человечества. Наиболее яркий тому пример — сегодняшнее состояние народонаселения, потребления энергии и природных циклов.

В раннеземледельческий и раннеурбанистический периоды некоторые причины смертности, характерные для доисторического периода, были устранены, однако появились новые — недоедание и эпидемии. В современный индустриальный период благодаря расширению знаний об организме человека, развитию здравоохранения и медицины, включая переворот в области фармакологии, удалось значительно увеличить продолжительность жизни человека. Сегодня население планеты удваивается каждые 35—40 лет (в раннеземледельческий и раннеурбанистический периоды это происходило раз в 1500 лет).

Другая отличительная черта современного периода, определяющая все остальные его характеристики, — широкое внедрение машин и технологических процессов, основанных на использовании внесоматической энергии. Основными источниками этой энергии служат ископаемые виды топлива.

Photo Bossu © Sygma, Paris



Сначала это был уголь, но теперь все большее значение приобретают нефтепродукты и природный газ. В некоторых странах важную роль играют гидроэлектростанции; быстро развивается ядерная энергетика. В высоко развитых странах, например в США, количество потребляемой на душу населения энергии в 30 раз превышает уровень, существовавший до промышленной революции.

Таким образом, в отличие от предыдущих фаз развития рост энергопотребления уже не соответствует росту населения, причем постоянно увеличивается доля внесоматической энергии. В масштабах планеты объем энергии, используемой на нужды общества, удваивается в два раза быстрее, чем население.

Во многих районах мира наблюдается нарушение природных циклов. Вмешательство человека, например в круговорот углерода и фосфора, грозит серьезными экологическими последствиями. Сегодня в реки и океаны попадает огромное количество азотистых отходов, которые раньше уходили в почву. В атмосфере накапливается окись азота, выбрасываемая промышленными предприятиями.

К качественным переменам привел синтез (часто в очень больших количествах) тысяч новых химических соединений, многие из которых оказывают мощное воздействие на биосистемы. Немало синтетических веществ проникают в океаны, почву, атмосферу и, конечно, в живые организмы.

Еще одна особенность современного периода развития человечества — сложность и непредсказуемость происходящих процессов. Современная техника и экономическая зависимость одних государств от других затрудняют рациональное использование земли и ресурсов. Еще 20—30 лет назад положение не было таким тяжелым. Например, сегодня в нашем распоряжении имеется техника, позволяющая осуществлять быструю вырубку леса на больших территориях. При современном уровне

связи решение, принятое в каком-нибудь финансовом центре в умеренной зоне, может привести к уничтожению в течение недели столетнего тропического леса, расположенного за 10 тыс. км от этого центра.

Если верить сегодняшним прогнозам дальнейшего роста потребления энергии, то к 2050 г. человечеству потребуются примерно столько же энергии, сколько потребляют все животные и растения в мире. Не нужно быть специалистом, чтобы понять, что такой прирост энергопотребления и связанное с ним увеличение потребления ресурсов и объема отходов не могут продолжаться бесконечно.

Пока неясно, как долго сможет биосфера выдерживать все возрастающую нагрузку, которой подвергает ее человек. Одни говорят, что человечество не в силах удержать под контролем ускоряющиеся процессы, грозящие уничтожением биосферы, что это приведет к полному крушению всей системы и гибели человеческого рода. Другие более оптимистичны, считая, что благодаря своей изобретательности человек сумеет найти путь к новому экологическому равновесию до наступления краха.

СТИВЕН БОЙДЕН (Австралия) — сотрудник Центра изучения ресурсов и окружающей среды при Австралийском национальном университете в Канберре, руководитель интегрированной программы изучения экологии Гонконга, осуществляемой в рамках программы ЮНЕСКО «Человек и биосфера» (МАБ). Проблемы, затрагиваемые в этой статье, более глубоко рассматриваются в книге, которая будет опубликована в конце этого года.

МАЛЬКОЛЬМ ХЭДЛИ — зоолог, сотрудник Отдела экологических наук ЮНЕСКО. Отвечает за координацию мероприятий, проводимых во влажных тропиках в рамках программы ЮНЕСКО «Человек и биосфера» (МАБ).

Год мира



Более 400 представителей 115 международных неправительственных организаций и 71 национальной организации из 36 стран съехались на конференцию «Вместе за мир», проходившую с 20 по 24 января 1986 г. в Женеве в рамках Международного года мира. Конференция была организована Советом по проведению конференций неправительственных организаций, пользующихся консультативным статусом при Экономическом и социальном совете ООН. Участники форума обсудили вопросы разоружения, развития, социального прогресса, обеспечения справедливости и прав человека, удовлетворения основных человеческих потребностей, воспитания людей в духе мира. В конце конференции при единодушном одобрении было принято обращение, текст которого публикуется ниже.

Мы призываем всех людей планеты присоединиться к общей борьбе за мир.

До конца нынешнего века остается полтора десятилетия, и сегодня долг и обязанность всех людей — совместными усилиями добиваться, чтобы новый век не знал войн. Мы уверены, что эта задача осуществима, что опасные тенденции, наметившиеся в сегодняшней мировой политике, можно остановить и повернуть вспять. Возрождение духа диалога и искренности в отношениях между руководителями разных стран и решимость народов отстаивать мир всеяют в нас надежду.

Нет нужды еще раз повторять, откуда исходит угроза миру. Не прекращается катастрофическая гонка ядерных вооружений. Делаются попытки разместить оружие в космосе, как будто ему уже не хватает места на суше и на море. Ежедневно от пуль и снарядов гибнут сотни людей. Тысячи умирают от голода. Миллионы лишены элементарных человеческих прав и возможностей удовлетворять свои насущные потребности. Миллионы до сих пор стонут под гнетом колониализма и эксплуатации. По-прежнему жив апартеид, несущий людям несправедливость, политическую нестабильность и смерть.

Мы призываем всех бороться за истинный мир — не просто за отсутствие войны, а за возможность выжить, а за торжество справедливости и уважение человеческого достоинства.

Мы еще раз подчеркиваем, что наибольшую опасность делу мира представляет гонка ядерных вооружений. Вот почему в этих условиях наше обращение приобретает особое значение...

Мы обязуемся бороться за разоружение и призываем всех поддержать усилия, направленные на немедленное прекращение всех испытаний ядерного оружия, заключение всестороннего договора об их запрещении, недопущение разрывания гонки вооружений в космосе, ликвидацию химического и других видов оружия массового уничтожения и значительное сокращение обычных вооружений. Мы считаем вполне реальным добиться к концу столетия полного уничтожения ядерного оружия.

По нашему мнению, мир неразрывно связан с развитием и социальным прогрессом, его основой служит справедливость. Притеснение и неравенство создают угрозу миру. Вот почему мы выступаем в поддержку нового международного экономического порядка, обеспечивающего справедливые экономические отношения между государствами и внутри них. Мы призываем уважать право народов самим распоряжаться своей судьбой, право на самоопределение и независимое развитие без вмешательства в их внутренние дела в условиях безопасности и социального прогресса.

Мы подчеркиваем, что осуществление прав и свобод человека является неотъемлемым элементом мира. Нарушение их ведет к вооруженным конфликтам. Чем полнее обеспечиваются права каждого гражданина, тем крепче общество; чем строже они соблюдаются в миро-

вом масштабе, тем стабильнее международные отношения...

Мы признаем, что мир — главное условие удовлетворения основных потребностей человека в пище, жилье, медицинском обслуживании, образовании, занятости, сохранении окружающей среды. Одобрив недавние совместные действия народов разных континентов по борьбе с голодом, мы призываем к постоянным совместным усилиям, направленным на предотвращение гибели людей от голода, к разработке на национальном и международном уровнях долгосрочной программы, имеющей целью обеспечение продовольствием всех жителей планеты.

Мы призываем совместными усилиями добиваться значительных сокращений ассигнований на военные нужды и тем самым исправления сложившейся сегодня порочной системы использования ресурсов. Мы понимаем, что каждая пушка, каждый корабль, каждая ракета — это деньги тех, кто недоает, ютится под открытым небом, ходит в лохмотьях.

Признавая важность подготовки людей к мирной жизни, мы призываем к изменению ориентации в сфере образования, науки, культуры, религии и средств массовой информации, к включению их в процесс обеспечения мира.

Имеющиеся в этих сферах ресурсы могут быть более конструктивно использованы на благо мира...

Государства должны вместе бороться за мир. Мы не можем надеяться на будущее, если не одолеем стоящий перед всеми нами кризис и не обеспечим мир, основанный на признании общей безопасности. Мы призываем еще активнее включиться в международное сотрудничество, универсальным инструментом которого является ООН. Мы подтверждаем нашу неизменную поддержку Организации Объединенных Наций и ее учреждений...

Мы понимаем, что перед нами стоит задача необычайной сложности. Но мы верим, что решимость людей отстаивать мир возобладала. Мы полны оптимизма и надежды, ибо вместе боремся за мир. Исходя из этого, мы еще раз заявляем о своей приверженности делу мира и призываем всех вас, все народы планеты, присоединиться к нашей нелегкой борьбе.

Издание ежемесячного журнала «Курьер ЮНЕСКО» на русском языке с 1957 года осуществляется орденом Трудового Красного Знамени издательством «Прогресс» (Москва) по поручению Комиссии СССР по делам ЮНЕСКО

При перепечатке материалов обязательна ссылка на «Курьер ЮНЕСКО» с указанием автора. Подписанные статьи выражают мнение их авторов, которое может не совпадать с точкой зрения ЮНЕСКО и редакции журнала. Подписи к фото и заголовки готовятся сотрудниками редакции.

Главная редакция (Париж)

Заместитель главного редактора
Ольга Родель
Ответственный секретарь
Джиллан Унткомб
Помощники главного редактора
русский яз.: Николай Кузнецов
английский яз.: Рой Мэлкин
французский яз.: Алан Лева
Неда аль-Хавзи
испанский яз.: Ф. Фернандес-Сантос
Хорхе Энрике Адоум
арабский яз.: Абдель Рашид аль Садед Мухаммади
название шрифтом Брайля: Ф. Поттер
Документация: Влолет Рингельстайн
Иллюстрации: Арнон Бейли
Оформление: Жорж Серва и Жорж Дюре
Рельефы: Фернандо Аниса
Специальные проекты: Пегги Джулнен

Национальные редакции

немецкий яз.: Вернер Мерилл (Берн)
японский яз.: Сейтиро Кодзима (Токио)
итальянский яз.: Марко Гандотти (Рим)

язык хинди: Раджмани Тивари (Дели)
язык тамил: М. Мохаммед Мустафа (Мадрас)
язык иврит: Александр Бройдо (Тель-Авив)
персидский яз.:
голландский яз.: Поль Морран (Амстердам)
португальский яз.: Бенедикто Силва
(Рио-де-Жанейро)
турецкий яз.: Мехра Ильгазер (Стамбул)
язык урду: Хаким Мохаммед Саид (Карачи)
каталонский яз.: Жоан Каррерас-и-Марти
(Барселона)
малайзийский яз.: Азиза Хамза (Куала-Лумпур)
корейский яз.: Пак Сан-Гиль (Сеул)
язык суахили: Домини Рутазбесибва
(Дар-эс-Салам)
македонский, хорватско-сербский, словенский,
сербскохорватский языки: Божидар Перкович
(Белград)
интайский яз.: Шань Гофень (Пекин)
болгарский яз.: Горан Готва (София)
греческий яз.: Николас Папагеоргиу (Афины)
сингальский яз.: С. Дж. Суманасенора Банда
(Коломбо)
финский яз.: Марьятта Оксанен (Хельсинки)
шведский яз.: Лина Свенсен (Стокгольм)
баскский яз.: Гуруц Ларраньяга (Сан-Себастьян)
тайский яз.: Савитри Сувансатхит (Бангкок)

Игры доброй воли — спортивный символ Международного года мира

С 4 по 20 июля с. г. в Москве под девизом «От дружбы в спорте — к миру на Земле» проходили первые Игры доброй воли. Они стали своеобразным спортивным символом Международного года мира. На открытии Игр доброй воли с приветствием к участникам обратился Генеральный секретарь ЦК КПСС М. С. Горбачев. Поступила также телеграмма Генерального директора ЮНЕСКО А.-М. М'Боу. Ниже публикуются тексты этих приветствий.

ПРИВЕТСТВИЕ ГЕНЕРАЛЬНОГО СЕКРЕТАРЯ ЦК КПСС М. С. ГОРБАЧЕВА УЧАСТНИКАМ ИГР ДОБРОЙ ВОЛИ

Уважаемые участники и гости Игр доброй воли!

Дорогие москвичи! Товарищи! От имени правительства Союза Советских Социалистических Республик и советского народа горячо приветствую посланцев почти семидесяти стран, прибывших на этот большой международный праздник — праздник спорта, молодости и мира!

Само название этих соревнований глубоко символично. Сегодня в отношениях между людьми и народами, государствами и правительствами, как никогда, требуются проявления именно доброй воли. Добрая воля открывает границы, создает возможности для решения коренных вопросов современности. Какие бы расстояния ни разделяли нас, жителей планеты, какими бы различными ни были наши убеждения и образ жизни, мы должны встречаться, говорить, спорить и состязаться в честном соревновании. Это всегда способствует созданию атмосферы взаимного уважения и сотрудничества. А без них не уберечь нашу Землю от грозящей катастрофы.

Хочу с удовлетворением отметить, что проведение Игр стало возможным в первую очередь благодаря совместным усилиям спортивных организаций, деловых кругов и общественности Советского Союза и Соединенных Штатов Америки. Они решили покончить с ненормальным положением, когда на больших международных соревнованиях советские и американские атлеты не встречались вот уже 10 лет.

Это хороший знак. Мы за то, чтобы содержательные контакты между представителями двух наших стран крепились и в других сферах.

Спорт — посол мира. Надеюсь, что и Игры доброй воли станут заметным событием не только в спортивной жизни, но и в улучшении международной атмосферы.

Для этого у них хороший обществен-

но-политический фон: они проходят в Международный год мира, объявленный Организацией Объединенных Наций.

Советский Союз много сделал для того, чтобы этот, 1986, год стал именно таким. Наши миролюбивые инициативы рассчитаны на то, чтобы подготовить стартовую площадку, с которой можно было бы повернуть все более опасный бег к пропасти в другую, противоположную сторону — в сторону разоружения.

И мы ждем серьезного ответа от тех, кто облачен ответственностью и кто должен наконец услышать голос протеста против гонки вооружений, который все громче звучит на всех континентах.

В вашем лице, уважаемые зарубежные спортсмены и гости, мы приветствуем народы тех стран, которые направили вас сюда. Участие в спортивном празднике представителей столь широкого круга государств — свидетельство того, как идеи мира и взаимопонимания близки и дороги людям во всех уголках земного шара.

Будущее, как известно, за молодежью. Ей мы должны передать не факел войны, а эстафету мира. Мы надеемся, что проводимые в Москве Игры будут способствовать интернациональному единению молодежи на мирной, демократической основе. Дух соперничества и борьбы должен сохраниться только на спортивных аренах.

Вот почему девиз этих Игр — «От дружбы в спорте — к миру на Земле!».

Спорт — это радость покорения новых высот, это источник здоровья, хорошего настроения, творческого долголетия человека. Поэтому у нас в стране так любят физическую культуру и спорт, ставшие неотъемлемой частью жизни общества.

Находясь в СССР, вы сможете убедиться в том, какой напряженной творческой жизнью живет советский на-

род. Мы решаем масштабные задачи, намеченные XXVII съездом, цель которых — благо человека, гармоничное развитие личности, удовлетворение духовных и материальных потребностей советских людей. Мы знаем, что к достижению этой цели ведет один путь — путь упорного вдохновенного труда в условиях прочного мира. Мир нужен нам. Мир нужен всем.

Наша страна неоднократно принимала участников крупных соревнований. Шесть лет назад на этом самом месте открылась XXII Олимпиада. И на этот раз советские люди делают все, чтобы пребывание спортсменов и гостей Игр доброй воли стало ярким, памятным событием в их жизни.

Еще раз приветствую вас! Пожелаем доброго пути Играм доброй воли! Пожелаем участникам Игр новых достижений в спорте, а всем присутствующим — бодрости, радости труда и мира!

ТЕЛЕГРАММА ГЕНЕРАЛЬНОГО ДИРЕКТОРА ЮНЕСКО

Организация Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культуры приветствует инициативу советских и американских спортсменов организовать на территории Союза Советских Социалистических Республик Игры доброй воли. Это спортивное мероприятие приобретает тем более символическое значение, что оно проводится в рамках Международного года мира, который совпадает с празднованием создания ЮНЕСКО.

В Международной хартии физического воспитания и спорта, принятой Генеральной конференцией ЮНЕСКО на ее 20-й сессии (1978 г.), подчеркивается та первоочередная роль, которую физическое воспитание и спорт могут играть в содействии «сближению» как между народами, так и между отдельными людьми, а также бескорыстному состязанию, солидарности и братству, уважению и взаимному пониманию, признанию целостности и достоинства людей».

Занятия спортом, будучи наиболее выразительным универсальным средством общения, могут внести значительный вклад в создание благоприятного климата для укрепления взаимного доверия и дружбы между народами и сохранения мира между государствами.

Выражая твердую надежду, что Игры доброй воли смогут служить подлинному сближению между молодежью всех стран-участниц, я желаю организаторам и спортсменам всяческих успехов.

АМАДУ-МАХТАР М'БОУ

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР РУССКОГО ИЗДАНИЯ
Т. Ю. СОЛОВЬЕВА-МАМЕДОВА

Адрес русской редакции: 119847, ГСП-3, Москва, Г-21, Zubовский бульвар, 17, т.: 247-18-40.

Ордена Трудового Красного Знамени типография № 2 Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательства, полиграфии и книжной торговли. Зек. 449.

Цветная вкладка отпечатана во Франции.



Земля в огне

*Огненные потоки расплавленной лавы изливаются из вулкана
Мауна-Лоа на Гавайях во время извержения в 1984 г.
(См. статью на с. 27)*

Photo Kraftt © Explorer, Paris