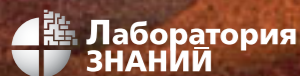


Джим Белл

# Великая ЗЕМЛЯ

От начала до конца существования нашей планеты  
250 основных вех в истории Земли



Как появился Атлантический океан?

Почему вращение Земли вокруг своей  
оси постепенно замедляется?

Как Земля будет выглядеть в будущем?

Вот лишь немногие из вопросов, затронутых в этой великолепно иллюстрированной книге, — вопросов, побуждающих читателя задуматься. Присоединяйтесь к геологу, профессору Аризонского университета, президенту Планетологического общества Джиму Беллу в его изучении 250 вех в истории нашей родной планеты — начиная с отметки «ок. 4,54 млрд лет назад» и заканчивая отдаленным будущим. Эта хронология охватывает такие разнообразные темы, как рождение Луны, древнейшие признаки жизни на Земле, первые шахты и рудники, появление сельского хозяйства, вклад женщин в науки о Земле, достижение Южного полюса, генетика растений, землеподобные экзопланеты, повышение уровня CO<sub>2</sub>. Кроме того, речь идет о некоторых ключевых фигурах (ученых, изобретателях...) со всего мира, сформировавших наше современное понимание собственной планеты, таких как Леонардо да Винчи и Иоганн Кеплер.

Заметки организованы по хронологическому принципу; каждая состоит из краткого текста и захватывающих дух цветных изображений. В разделе «Примечания и список дополнительной литературы» приводятся ссылки на ресурсы для углубленного изучения предложенных тем. Земля — сложно устроенная система, компоненты которой взаимосвязаны, и сегодня для нас как никогда важно понимание этой системы и нашей роли в ней. Перед вами — книга, которая служит огромным подспорьем для расширения наших познаний о родной планете.

Великая  
ЗЕМЛЯ

Jim Bell

# The Earth BOOK

From the Beginning to the End of Our Planet,  
250 Milestones in the History of Earth Science

Джим Белл

# Великая ЗЕМЛЯ

От начала до конца существования нашей планеты  
250 основных вех в истории Земли

Перевод с английского  
А. Л. Капанадзе

УДК 550.3  
ББК 26.323  
Б43

Публикуется по соглашению со Sterling Publishing Co.,  
33 East 17th Street, New York, NY 10003, USA  
при участии Агентства Александра Корженевского (Россия).

Белл Дж.

Б43 Великая Земля. От начала до конца существования нашей планеты. 250 основных вех в истории Земли / Дж. Белл ; пер. с англ. А. Л. Капанадзе. — М. : Лаборатория знаний, 2023. — 540 с. : ил.

ISBN 978-5-93208-249-2

История Земли охватывает самые разные сферы — физику, химию, биологию, астрономию, астробиологию, геологию, минералогию, планетологию, «науки о жизни», государственную политику, науки об атмосфере, климатологию, инженерное дело и множество других научных и социальных дисциплин. Автор книги попытался выявить знаковые события и открытия, которые затрагивают все эти области, и тем самым дать хоть какое-то представление о той широте опыта и квалификации, которые требуются для того, чтобы понять, как наш мир стал таким, каким мы его знаем, и что случится с ним в будущем. В книге также рассказывается об ученых, исследователях, изобретателях и других энтузиастах, избравших своим делом жизни изучение нашей планеты и внесших значительный вклад в события и открытия, которые упоминаются на страницах книги.

Для всех интересующихся историей Земли и ее будущим.

УДК 550.3  
ББК 26.323

16+

Научно-популярное издание

Белл Джим

ВЕЛИКАЯ ЗЕМЛЯ

ОТ НАЧАЛА ДО КОНЦА СУЩЕСТВОВАНИЯ НАШЕЙ ПЛАНЕТЫ  
250 ОСНОВНЫХ ВЕХ В ИСТОРИИ ЗЕМЛИ

Ведущий редактор Ю. А. Серова Художник В. А. Прокудин  
Технический редактор Т. Ю. Федорова Корректор И. Н. Панкова  
Компьютерная верстка: О. Г. Лапко

Подписано в печать 29.09.22. Формат 84×90/16.

Усл. печ. л. 47,60. Заказ № 0000/00

Издательство «Лаборатория знаний»

125167, Москва, проезд Аэропорта, д. 3

Телефон: (499) 157-5272, e-mail: info@pilotLZ.ru, http://www.pilotLZ.ru

Отпечатано в соответствии с предоставленными материалами  
в ООО «ИПК Парето-Принт», 170546, Тверская область,

Промышленная зона Боровлево-1, комплекс № 3А, www.pareto-print.ru

- © 2019 Jim Bell  
Впервые опубликовано в 2019 в США  
издательством Sterling Publishing Co., под названием  
The Earth Book: From the Beginning to the End of Our Planet  
© Перевод на русский язык, оформление, Лаборатория знаний,  
2023

ISBN 978-5-93208-249-2

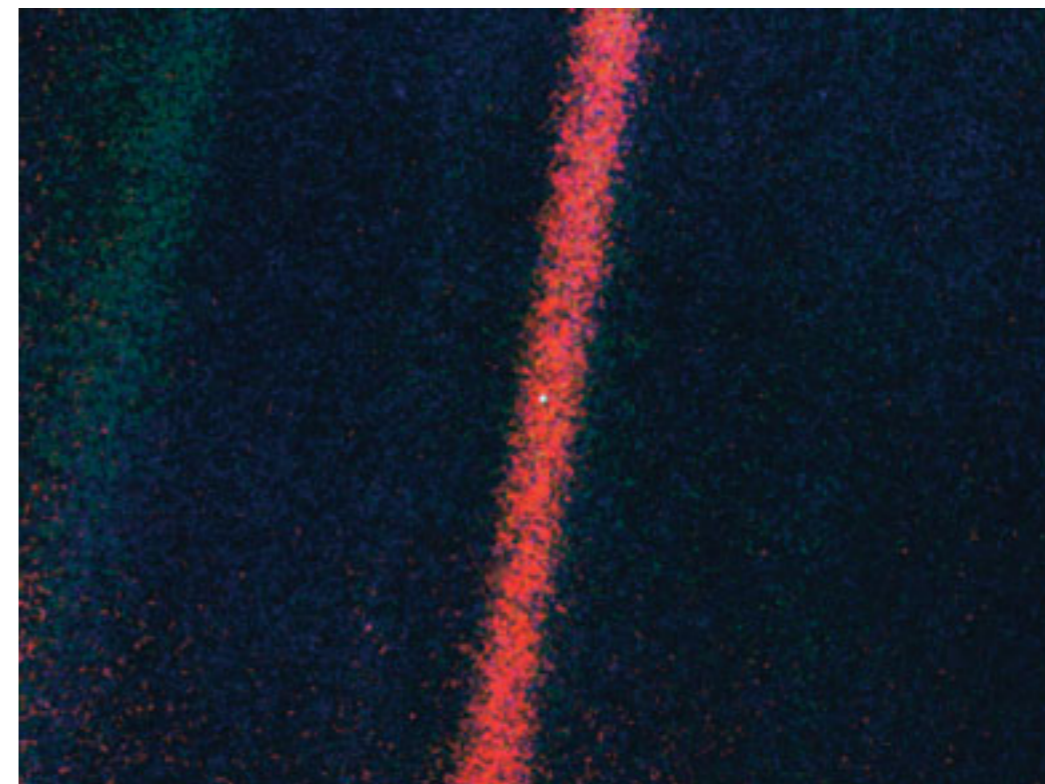
*Посвящается людям всех времен (от глубокой древности до далекого будущего), пытающимся понять, как же всё это работает, и затем пытающимся сделать так, чтобы всё это работало лучше...*

Вершина горы Эверест — это морской известняк.

Джон Макфи, автор научно-популярных книг,  
в ответ на просьбу свести всю геологию к одной захватывающей фразе

«Взгляните-ка еще раз на эту точку. Мы — здесь. Это наш дом. Это мы. В этой точке — все, кого вы любите, все, с кем вы знакомы, все, о ком вы когда-нибудь слышали, все когда-либо существовавшие люди, — все они прожили свою жизнь <...> на этой крошечной пылинке, парящей в луче солнечного света».

Карл Саган, «Голубая точка», 1994



Знаменитый снимок «Голубая точка» — Земля, словно парящая в луче рассеянного солнечного света. Фотография сделана космическим зондом «Вояджер-1» 14 февраля 1990 г. Аппарат находился тогда за орбитой Нептуна, он был более чем в 40 раз дальше от Земли, чем Солнце.

# Содержание

Введение 6

Благодарности 9

ок. 4,54 млрд лет до н. э. Рождение Земли 10

ок. 4,54 млрд лет до н. э. Образование ядра Земли 12

ок. 4,5 млрд лет до н. э. Рождение Луны 14

ок. 4,5–4 млрд лет до н. э. Мантия Земли и океан магмы 16

ок. 4,5–4 млрд лет до н. э. Катархей 18

ок. 4,1 млрд лет до н. э. Поздняя тяжелая бомбардировка 20

ок. 4,5 млрд лет до н. э. Континентальная кора 22

ок. 4 млрд лет до н. э. Океаны Земли 24

ок. 4–2,5 млрд лет до н. э. Архей 26

ок. 4–3 млрд лет до н. э.? Тектоника плит 28

ок. 3,8 млрд лет до н. э.? Жизнь на Земле 30

ок. 3,7 млрд лет до н. э. Строматолиты 32

ок. 3,5 млрд лет до н. э. Зеленокаменные пояса 34

ок. 3,4 млрд лет до н. э. Фотосинтез 36

ок. 3–1,8 млрд лет до н. э. Полосчатые железные руды 38

ок. 2,5 млрд лет до н. э. Великое окисление 40

ок. 2 млрд лет до н. э. Эукариоты 42

ок. 1,2 млрд лет до н. э. Возникновение двух полов 44

ок. 1 млрд лет до н. э. Сложные многоклеточные организмы 46

ок. 720–635 млн лет до н. э. Земля-снежок? 48

ок. 550 млн лет до н. э. Кембрийский взрыв 50

ок. 500 млн лет до н. э. Корни Пиренейских гор 52

ок. 480 млн лет до н. э. Аппалачские горы 54

ок. 470 млн лет до н. э. Первые растения суши 56

ок. 450 млн лет до н. э. Массовые вымирания 58

ок. 375 млн лет до н. э. Первые животные на суше 60

ок. 320 млн лет до н. э. Уральские горы 62

ок. 320 млн лет до н. э. Пресмыкающиеся 64

ок. 300 млн лет до н. э. Атласские горы 66

ок. 300 млн лет до н. э. Пангея 68

ок. 252 млн лет до н. э. Массовое пермское вымирание 70

ок. 220 млн лет до н. э. Млекопитающие 72

ок. 200 млн лет до н. э. Триасово-юрское вымирание 74

ок. 200–65 млн лет до н. э. Эпоха динозавров 76

ок. 160 млн лет до н. э. Первые птицы 78

ок. 155 млн лет до н. э. Сьерра-Невада 80

ок. 140 млн лет до н. э. Атлантический океан 82

ок. 130 млн лет до н. э. Цветы 84

ок. 80 млн лет до н. э. Скалистые горы 86

ок. 70 млн лет до н. э. Гималаи 88

ок. 66 млн лет до н. э. Деканские траппы 90

ок. 65 млн лет до н. э. Альпы 92

ок. 65 млн лет до н. э. Падение небесного тела, уничтожившее динозавров 94

ок. 60 млн лет до н. э. Приматы 96

ок. 35 млн лет до н. э. Антарктида 98

ок. 30 млн лет до н. э. Восточно-Африканская рифтовая система 100

ок. 30–20 млн лет до н. э. C<sub>4</sub>-фотосинтез — прогрессивный вид фотосинтеза 102

ок. 30–10 млн лет до н. э. Каскадные вулканы 104

ок. 28 млн лет до н. э. Гавайские острова 106

ок. 10 млн лет до н. э. Анды 108

ок. 10 млн лет до н. э. Первые гоминиды 110

ок. 7 млн лет до н. э. Пустыня Сахара 112

ок. 6–5 млн лет до н. э. Большой каньон 114

ок. 6–5 млн лет до н. э. Средиземное море 116

ок. 5,5 млн лет до н. э. Каспийское и Черное моря 118

ок. 5 млн лет до н. э. Галапагосские острова 120

ок. 3,4 млн — 3300 гг. до н. э. Каменный век 122

ок. 3 млн лет до н. э. Мертвое море 124

ок. 2 млн лет до н. э. Долина Смерти 126

ок. 400 000 лет до н. э. Озеро Виктория 128

ок. 200 000 лет до н. э. Появление *Homo sapiens* 130

ок. 70 000 лет до н. э. Народ сан 132

ок. 50 000 лет до н. э. Падение небесного тела в Аризоне 134

ок. 40 000 лет до н. э. Первые шахты 136

ок. 38 000 лет до н. э. Битумные озера Лабреи 138

ок. 30 000 лет до н. э. Одомашнивание животных 140

ок. 10 000 лет до н. э. Изобретение сельского хозяйства 142

ок. 10 000 лет до н. э. Конец последнего ледникового периода 144

ок. 9000 лет до н. э. Берингийский перешеек 146

ок. 8000 лет до н. э. Великие озера 148

ок. 7000 лет до н. э. Ферментация пива и вина 150

ок. 6000 лет до н. э. Удобрения 152

ок. 3300–1200 гг. до н. э. Бронзовый век 154

ок. 3200 г. до н. э. Синтетические красители 156

ок. 3000 г. до н. э. Старейшие живые деревья 158

ок. 3000 г. до н. э. Стоунхендж 160

ок. 3000 г. до н. э. Торговля пряностями 162

ок. 2500 г. до н. э. Пирамиды 164

ок. 2000 г. до н. э. Магнетит 166

ок. 1200–500 гг. до н. э. Железный век 168

ок. 800 г. до н. э. Акведуки 170

ок. 600 г. до н. э. Первые карты мира 172

ок. 500 г. до н. э. Земля — шар! 174

ок. 500 г. до н. э. Мадагаскар 176

ок. 300 г. до н. э. Кварц 178

ок. 300 г. до н. э. Великая Александрийская библиотека 180

ок. 280 г. до н. э. Солнце как центр мироздания 182

ок. 250 г. до н. э. Размер Земли 184  
79 г. Помпеи 186

ок. 700–1200 гг. Полинезийская диаспора 188

ок. 1000 г. Астрономия мая 190

ок. 1370–1640 гг. Великая Китайская стена 192

ок. 1400 г. Мифы о сотворении мира, сочиненные коренными американцами 194

ок. 1500 г. Малый ледниковый период 196

ок. 1500 г. Гражданское строительство 198

1519 г. Кругосветные путешествия 200

1541 г. Амазонка 202

1600 г. Множественность миров 204

1600 г. Извержение вулкана Уайнапутина 206

1619 г. Законы движения планет 208

1669 г. Фундамент геологии 210

1686 г. Приливы и отливы 212

1687 г. Гравитация 214

- 1747 г. Полевой шпат **216**
- 1769 г. Прохождение Венеры по диску Солнца **218**
- 1788 г. Несогласные напластования **220**
- 1789 г. Оливин **222**
- 1791 г. Опреснение воды **224**
- 1794 г. Камни из космоса **226**
- 1798 г. Рост численности населения **228**
- 1802–1805 гг. Металлы платиновой группы **230**
- 1804 г. Карта Северной Америки **232**
- 1811 г. Чтение окаменелостей **234**
- 1814 г. Расшифровка солнечного света **236**
- 1815 г. Извержение вулкана Тамбора **238**
- 1815 г. Современные геологические карты **240**
- 1830 г. Актуализм **242**
- ок. 1830 г. Промышленная революция **244**
- 1837 г. Открытие ледниковых периодов **246**
- 1845 г. Рождение энвайронментализма **248**
- 1851 г. Доказательство вращения Земли вокруг своей оси **250**
- 1855–1870 гг. Обезлесивание **252**
- 1858–1859 гг. Естественный отбор **254**
- 1858 г. Дистанционное зондирование с воздуха **256**
- 1859 г. Протуберанцы и космическая погода **258**
- 1862 г. Возраст Земли **260**
- 1864 г. Научная фантастика **262**
- 1869 г. Исследование Большого каньона **264**
- ок. 1870 г. Антропоцен **266**
- 1870 г. Почвоведение **268**
- 1872 г. Национальные парки **270**
- 1879 г. Геологическая служба США **272**
- 1883 г. Извержение Кракатау **274**
- 1892 г. Клуб «Сьерра» **276**
- 1896 г. Парниковый эффект **278**
- 1896 г. Радиоактивность **280**
- 1896 г. Строение атмосферы **282**
- 1896 г. Женщины в науках о Земле **284**
- 1900 г. Галвестонский ураган **286**
- 1902 г. Контроль Нила **288**
- 1906 г. Землетрясение в Сан-Франциско **290**
- 1906 г. Охота на метеориты **292**
- 1908 г. Тунгусский взрыв **294**
- 1909 г. Достигнуть Северного полюса **296**
- 1910 г. Великий лесной пожар **298**
- 1911 г. Достигнуть Южного полюса **300**
- 1911 г. Мачу-Пикчу **302**
- 1912 г. Дрейф континентов **304**
- 1913 г. Озоновый слой **306**
- 1914 г. Панамский канал **308**
- 1915 г. Исследование Катмая **310**
- 1921 г. Голод в России **312**
- 1925 г. Торнадо трех штатов **314**
- 1926 г. Ракеты на жидком топливе **316**
- 1926 г. Исследование Земли с помощью авиации **318**
- 1933 г. Водопад Энджел-Фоллс (Анхель) **320**
- 1934 г. Геология кораллов **322**
- 1935 г. Пылевой котел **324**
- 1936 г. Внутреннее ядро **326**
- 1937 г. Захоронение отходов **328**
- 1943 г. Исследование океанов **330**
- 1943 г. Небесные острова **332**
- 1945 г. Геосинхронные спутники **334**
- 1946 г. Засев облаков **336**
- 1947 г. Метеорадар **338**
- 1948 г. Выясняя происхождение человека **340**
- 1949 г. Островные дуги **342**
- 1953 г. Восхождение на Эверест **344**
- 1954 г. Ядерная энергетика **346**
- 1957 г. Карта морского дна **348**
- 1957 г. Первый искусственный спутник Земли **350**
- 1957–1958 гг. Международный геофизический год (МГГ) **352**
- 1958 г. Радиационные пояса Земли **354**
- 1960 г. Метеоспутники **356**
- 1960 г. Природа кратеров, оставшихся после падения небесных тел **358**
- 1960 г. Марианский желоб **360**
- 1960 г. Вальдивское землетрясение **362**
- 1961 г. Человек в космосе **364**
- 1961 г. Терраформирование **366**
- 1963 г. Инверсия магнитного поля Земли **368**
- 1966 г. Эндосимбиоз **370**
- 1966 г. Селфи Земли **372**
- 1967 г. Экстремофилы **374**
- 1968 г. Покидая гравитационное поле Земли **376**
- 1970 г. Метеориты и жизнь **378**
- 1970 г. День Земли **380**
- 1972 г. Искусственные спутники в помощь наукам о Земле **382**
- 1972 г. Лунная геология **384**
- 1973 г. Спрединг морского дна **386**
- 1973 г. Влажные/горные тропические леса **388**
- 1973 г. Система глобального позиционирования **390**
- 1975 г. Миграция насекомых **392**
- 1975 г. Магнитная навигация **394**
- 1976 г. Дождевые леса умеренного пояса **396**
- 1977 г. Золотая пластинка «Вояджера» **398**
- 1977 г. Гидротермальные источники **400**
- 1978 г. Ветряная энергетика **402**
- 1979 г. Всемирная паутина **404**
- 1980 г. Извержение вулкана Сент-Хеленс **406**
- 1980 г. Гипотеза вымирания видов из-за столкновения Земли с другими небесными телами **408**
- 1981 г. Большой Барьерный риф **410**
- 1982 г. Генная инженерия сельскохозяйственных культур **412**
- 1982 г. Зона бассейнов и хребтов **414**
- 1982 г. Солнечная энергетика **416**
- 1982 г. Шкала вулканической активности **418**
- 1983 г. «Гориллы в тумане» **420**
- 1983 г. Генетика растений **422**
- 1984 г. Осциллирующая магнитосфера **424**
- 1985 г. Подводная археология **426**
- 1986 г. Чернобыльская катастрофа **428**
- 1987 г. Калифорнийские кондоры **430**
- 1987 г. Гора Юкка **432**
- 1988 г. Световое загрязнение **434**
- 1988 г. Шимпанзе **436**
- 1991 г. «Биосфера-2» **438**
- 1991 г. Извержение вулкана Пинатубо **440**
- 1992 г. Тундра **442**
- 1992 г. Бореальные леса (тайга) **444**
- 1993 г. Океанография из космоса **446**
- 1994 г. Гидроэнергетика **448**
- 1995 г. Землеподобные экзопланеты **450**
- 1997 г. Миграции крупных животных **452**
- 1998 г. Сохранение океана **454**
- 1999 г. Замедление вращения Земли вокруг своей оси **456**
- 1999 г. Туринская шкала опасности небесных тел **458**
- 1999 г. Варгасский оползень **460**
- 2004 г. Суматранское землетрясение и цунами **462**
- 2004 г. Травянистые равнины и чапараль **464**
- 2007 г. Углеродный след **466**
- 2008 г. Всемирное хранилище семян **468**
- 2010 г. Извержение вулкана Эйяфьядлайёкюдль **470**
- 2011 г. Строительство мостов **472**
- 2011 г. Умеренные широколиственные леса **474**
- 2012 г. Озеро Восток **476**
- 2013 г. Саванна **478**
- 2013 г. Рост уровня CO<sub>2</sub> **480**

2016 г. Длительные космические  
путешествия **482**  
2017 г. Североамериканское солнечное  
затмение **484**  
2029 г. Апофис, едва не попадающий  
в цель **486**  
~2050 г. Поселения на Марсе? **488**  
~2100 г. Все виды ископаемого топлива  
заканчиваются? **490**  
~50 000 лет Следующий ледниковый  
период? **492**  
~100 000 лет Йеллоустоунский  
супервулкан **494**  
~100 000–200 000 лет Лоихи **496**  
~500 000 лет Следующее столкновение  
с крупным астероидом? **498**

~250 млн лет Пангея Проксима **500**  
~600 млн лет Последнее полное солнечное  
затмение **502**  
~1 млрд лет Полное испарение океанов  
Земли **504**  
~2–3 млрд лет Затвердевание ядра Земли **506**  
~5 млрд лет Конец Земли **508**

*Геохронологическая шкала (составлена  
Американским геологическим  
обществом) 510*

*Примечания и список  
дополнительной литературы 512*

*Указатель 527*

*Иллюстрации 534*

# Введение

Нелегко отважиться изложить хронику истории мира в одной-единственной книге. Причем историю не только человека и всевозможных наших достижений и провалов, а всю историю планеты, от ее возникновения в вихре облаков газа и пыли, породивших наше Солнце и Солнечную систему примерно 4,5 млрд лет назад, до неизбежного угасания нашей планеты в предсмертных судорогах той же благодатной звезды примерно через 5 млрд лет, если считать от настоящего момента. Как выбрать среди всего, что происходило (происходит, будет происходить) в мире (на его поверхности, в его глубинах, вокруг него...), те события, которые достойны включения в список 250 важнейших вех истории Земли?

Я попытался ответить на этот вопрос, опираясь на свое образование и знания в области геологии и планетологии, на свой опыт работы «в поле», опыт дистанционного исследования и компьютерного анализа данных, а также на свою собственную предвзятость. Так, значительная часть моей преподавательской и исследовательской работы фокусируется на изучении других планет и иных небесных тел, принадлежащих Солнечной системе (например, Марса и Луны), с использованием наук о Земле. Наша собственная планета служит основой для изучения других космических тел (и наоборот!). Поэтому я склонен рассматривать Землю не просто как нашу родину и родину миллионов других биологических видов, но и как представительницу целой семьи планет, лун, астероидов и комет, которые вращаются вокруг Солнца в нашем космическом «квартале». И в самом деле: изучая Землю из космоса и исследуя другие планеты для того, чтобы больше узнать о своей, мы многое выяснили о родной планете.

Преподавая науки о Земле, я всегда стараюсь подчеркнуть, что изучение Земли сродни изучению целого ряда взаимозависимых сфер, вложенных друг в друга, словно части матрешки. Это литосфера (твердая каменная поверхность и внутренняя часть нашей планеты), атмосфера (тонкий слой газов, согревающий поверхность и поддерживающий существование жизни), магнитосфера (магнитный пузырь, который защищает наш мир от вредоносного солнечного излучения), гидросфера (сравнительно тонкая водяная оболочка, состоящая главным образом из вод мирового океана, морей, озер, рек, а также ледников и полярных шапок) и, наконец, биосфера (совокупность всего живого на нашей планете). Каждая из этих сфер жизненно важна для истории нашей планеты. К тому же все они сложным образом взаимосвязаны, и распутать эти взаимосвязи не так-то просто. Чтобы по-настоящему понять Землю как единую систему, нужно разобраться во всех этих «сферах влияния».

История Земли охватывает самые разные сферы — физику, химию, биологию, астрономию, астробиологию, геологию, минералогию, планетологию, «науки о жизни», государственную политику, науки об атмосфере, климатологию, инженерное дело и множество других научных и социальных дисциплин, разделов и подразделов. Я попытался выявить знаковые события и открытия, которые затрагивают все эти области, и тем самым (надеюсь) дать хоть какое-то представление о той широте опыта и квалификации, которые требуются для того, чтобы понять, как наш мир стал таким и что случится с ним в будущем.

Попутно я выделил около 120 личностей (из многих тысяч ученых, исследователей, изобретателей и других энтузиастов, избравших своим делом жизни изучение нашей планеты), внесших значительный вклад в события и открытия, которые я отметил как существенные вехи (порой речь идет об одном человеке, совершившем открытие, а порой — об участнике коллективной работы). Некоторые из этих людей хорошо известны (например, Платон, Леонардо да Винчи, Магеллан, Ньютон, Пастер, Льюис и Кларк, Дарвин, Кусто, Гудолл,

другие же знамениты в своих научных или исследовательских кругах, однако мало знакомы обычному человеку (примеры — Стено, Хаттон, Боуэн, Вегенер, Каррингтон, Агассис, Гумбольдт, Добсон, Амундсен, Пири, ван Аллен). Есть и такие, кто внес важнейший вклад в понимание нашего мира, однако по тем или иным причинам остался сравнительно незамеченным в анналах истории (среди этих людей — Хладни, Брок, Эннинг, Надар, Докучаев, Бэском, Григгс, Энджел, Норгей, Леманн; вскоре вы обо всех узнаете больше). Анналы истории порой отличаются немалым своеобразием, и иногда почти невозможно объяснить, почему кто-то остался в них, а кто-то нет.

Исследуя эти вехи, я был особенно впечатлен той существенной ролью, которую сыграло множество женщин в развитии нашего понимания планеты. На протяжении почти всей истории науки в профессии ученого доминировали мужчины, и сложившиеся традиции — наряду с иными барьерами — не пускали женщин в этот «ученый клуб». Положение вещей стало, пусть и медленно, меняться в XIX–XX вв., хотя поначалу препятствия, мешавшие женщинам заниматься наукой, были по-настоящему огромными. Первопроходческие исследования и открытия, касающиеся Земли и ее обитателей и сделанные такими женщинами, как Флоренс Бэском, Дороти Хилл, Инге Леманн, Мэри Лики, Рейчел Карсон, Дайан Фосси, Кэтрин Салливан, Сильвия Эрл, и многими другими, свидетельствуют о том, что женщины, так же как и мужчины, должны и могут заниматься научными изысканиями и добиваться успеха на этом пути. Однако тот факт, что женщины пока не составляют 50% от общего количества ученых-профессионалов в мире, означает, что многие гендерные барьеры и предрассудки (как сознательные, так и неосознаваемые) по-прежнему будут в науках о Земле, да и в других областях. Тут еще многое предстоит сделать.

Еще один аспект разнообразия, который я попытался отразить в выборе этих вех, — это разнообразие географическое, причем речь здесь идет как о поверхности, так и о внутренней части нашей планеты. В частности, я привожу примеры масштабных горных цепей всех континентов, отмечая множество различных «стилей» формирования гор (орогенеза), происходившего на протяжении истории нашей планеты. Кроме того, я привожу примеры основных видов пород и минералов, из которых состоит наша планета, отмечая, как они формируются и какую роль они могли сыграть в истории человечества. «Луковичные» слои внутренней части нашей планеты — ядро, мантия и кора — также заслуживают особого внимания, поскольку играют свою особую роль в том, каким образом планета отдает свое внутреннее тепло, как Земля порождает сильное магнитное поле и как континенты и океаны меняются с течением времени. Вы увидите, что одна из важнейших сквозных тем этой книги связана с теорией тектоники плит. Эта теория разделяет земную кору на несколько десятков обширных участков, взаимодействие между которыми формирует новые континенты, океанские бассейны и острова, а кроме того, является причиной землетрясений и извержений вулканов (те и другие порой могут оказаться катастрофическими). Теория тектоники плит лежит в основе нашего современного понимания того, каким образом поверхность Земли со временем меняется.

Кроме того, я счел важным указать в качестве существенных вех те границы больших периодов геологического времени Земли, которые реконструированы современными геологами. Эти границы — часть международно признанной Геохронологической шкалы (для удобства она приведена в Приложении; ее представило Американское геологическое общество). Так, на протяжении почти всей истории нашей планеты (90% этого времени) тянулся один и тот же отрезок геологического времени — докембрий. Мы знаем о нем сравнительно мало, поскольку от периодов древнее 550 лет на поверхности нашей динамично меняющейся планеты осталось слишком мало горных пород и окаменелостей. Однако именно

около 550 млн лет назад происходит знаковое событие — Кембрийский взрыв: морские организмы начинают выращивать твердый экзоскелет, который сохраняется в виде окаменелостей и после того, как существо умрет и опустится на дно морское. С этого времени окаменелости служат важнейшими маркерами геологической истории Земли. В частности, они предоставляют нам свидетельства как минимум о пяти эпизодах массового вымирания, когда довольно быстро исчезала огромная доля всех биологических видов, обитавших на Земле. Одну из таких вех, исчезновение древних динозавров и многих других видов, случившееся примерно 65 млн лет назад, связывают с катастрофой, существенно повлиявшей на климат и пищевые цепочки и вызванной падением крупного астероида. Впрочем, другие массовые вымирания остаются для нас загадкой, и для их объяснения выдвигают самые разные гипотезы: тут и аналогичное столкновение Земли с другими небесными телами, и мощная вулканическая деятельность, и стремительные изменения климата. Исследования и дискуссии в этой области продолжаются.

При работе над этой книгой возникла еще одна сложная задача — попытаться привязать к определенным хронологическим отметкам многие из тех открытий и событий, которые выбраны в качестве значимых вех. Когда, собственно, образовался Атлантический океан? Когда на Земле впервые появились цветы? Когда начнется очередной ледниковый период? По поводу хронологии многих событий в истории Земли, особенно тех, которые происходили в глубоком прошлом (или произойдут в далеком будущем), существует значительная неопределенность и/или ведутся серьезные дискуссии. Поэтому в тех случаях, когда хронология ключевых событий неопределенна и/или слишком широка, я привожу наиболее распространенную приблизительную датировку или временной диапазон, сопровождая дату или интервал отметкой «ок.» («около»).

В некоторых случаях я выбирал сравнительно «современную» датировку для событий прошлого или характеристик Земли, точную хронологию которых, вероятно, вообще невозможно установить. К примеру, на протяжении всей книги то и дело упоминаются дискуссии о многих биомах (особых экологических зонах) Земли как о важных аспектах Земли как единой системы. Но когда на планете впервые появилась тундра? А когда возник первый тропический лес (влажные джунгли)? Или, если уж на то пошло, когда на Земле впервые произошли ураган, торнадо, лесной пожар, оползень? Для такого рода туманных (с хронологической точки зрения) вех я выбирал важные даты, которые мы, люди, соотносим с этими особыми событиями или экологическими зонами: например, рассматривая ураган, уничтоживший в 1900 г. тexasский город Галвестон, или создание в 1973 г. костариканского заповедника тропических горных лесов «Монтеверде», или тот факт, что ООН объявила 2011-й Международным годом лесов.

Наконец, вы можете заметить, что многие из выбранных мной вех имеют отношение не просто к Земле, как таковой, а к развитию жизни на нашей планете. Когда появилась жизнь? Как и когда возник фотосинтез? А первые млекопитающие? А как насчет первого *Homo sapiens*? Все эти (и многие другие) важнейшие моменты, рассматриваемые науками о Земле, — вехи, достойные упоминания, причем не только с точки зрения нашего биологического вида, но и в контексте всей планеты. Да, мы знаем, что в Солнечной системе имеется несколько других мест, которые могут быть — или когда-то могли быть — пригодными для жизни: например, Марс, Европа (большой спутник Юпитера), Энцелад (небольшой спутник Сатурна). Но пока Земля — единственное известное нам место, которое не только может быть, но и является обитаемым.

Да, появление и эволюция жизни на Земле вполне могут быть совершенно уникальным случаем для всей Вселенной. Но теперь мы знаем, что в нашей Галактике и за ее пределами существует, вероятно, несметное количество зем-

леподобных миров и что составляющие и условия, которые делают планету, похожую на Землю, пригодной для жизни (а возможно, и обитаемой), относительно широко распространены в космосе. Так что вполне может статься, что во Вселенной так и кишит жизнь в похожих обитаемых мирах, причем в каждом случае жизнь прошла очень тонкую настройку, адаптировавшись к своей уникальной среде, но при этом следуя общим принципам — эволюции, естественного отбора и т. п. Впрочем, как бы там ни было, жизнь на Земле все равно является особенной, и понимание вех, связанных с жизнью здесь, поможет нам при поисках жизни в других местах. Карл Саган, мой наставник и кумир, любил повторять: «Через нас Вселенная познаёт себя».

Да, не так-то просто попытаться кратко изложить всё, что мы знаем о своей планете, на таком ограниченном пространстве. Но подумайте хотя бы о том, что мы можем узнать. Читайте о нашей планете (см. Примечания и материалы для дополнительного чтения, а также другие указания), чтобы узнать больше и задуматься о вашей роли во всем происходящем... Приятного чтения!

## Благодарности

Я признателен огромному количеству людей за их работу, мудрость, советы и поддержку до и во время моих подготовительных исследований и собственно написания этой книги. Вероятно, тут уместнее всего отметить колоссальный вклад моих коллег (известных и не известных мне) в неохватную мегаобласть наук о Земле. Попытки понять, как работает наша планета, — процесс бесконечный, однако в его основе лежат полевые наблюдения, лабораторные штудии и компьютерное моделирование, которые выросли из сотен лет научной любознательности и экспериментирования, а также из неослабевающего желания нашего биологического вида изучать непознанное. Я с большим удовольствием подбирал фотографии для этой книги и теперь хочу выразить огромную благодарность множеству безымянных, никем не воспетых героев, создающих общедоступные иллюстрации для НАСА и других государственных организаций или же выкладывающих собственные невероятные фотографии и другие произведения изобразительного искусства на сайты, позволяющие всем желающим пользоваться ими бесплатно — например, на *Wikimedia Commons*. Тут мне хочется сказать спасибо Википедии в целом (кстати, я оказываю ей финансовую поддержку), поскольку она стала великолепной отправной точкой для более углубленных исследований по целому ряду тем этой книги. Кроме того, спасибо Майклу Бурпе (Dystel, Goderich & Bourret) за несгибаемую веру в мои писательские способности; Мередит Хейл (Sterling) за ее редакторские наставления, за ее жизнерадостное терпение и поддержку; Линде Ленг, Клэр Максвелл, Кристоферу Бейну (Sterling) за колоссальную помощь и точные советы, связанные с подбором фотографий и сопутствующими изысканиями. Наконец, моя глубочайшая признательность и любовь моей дорогой спутнице Джордане Блэкберг, которая слишком, слишком долго мирилась с моей увлеченностью этим проектом. Пора мне вновь направить мою увлеченность туда, куда следует...

Джим Белл,  
Меса (штат Аризона).  
Июнь 2018



## Рождение Луны

Земля уникальна среди планет земной группы: у нее имеется очень крупный естественный спутник. Но откуда взялась наша Луна? Согласно одной из версий, Луна сформировалась на земной орбите примерно в то же время и примерно таким же образом, как и сама Земля: путем медленного роста посредством столкновений (т. е. путем аккреции) каменных и металлических планетезималей, сконденсировавшихся из теплых внутренних областей вращающегося газопылевого облака — так называемой солнечной туманности. Другая идея: древняя (еще расплавленная) Земля вращалась так быстро, что от нее отделился кусок (произошло «расщепление») и, вылетев на ее орбиту, впоследствии стал Луной. Еще одна гипотеза: Луна образовалась в какой-то другой области внутренней Солнечной системы, а впоследствии ее притянуло земное тяготение.

Эти версии боролись друг с другом за главенство, пока полеты в рамках проекта «Аполлон» в конце 1960-х — начале 1970-х не доставили на Землю лунные породы и информацию, полученную из первых рук. Как выяснилось, ни одна из этих гипотез не отвечает реальным данным о физической структуре Луны и ее составе. Аккреционная модель предсказывала, что у Луны должен быть примерно тот же возраст и состав, что и у Земли. Но оказалось, что это не так: у Луны гораздо меньше плотность, в ней гораздо меньше железа, и она, похоже, образовалась на 30–50 млн позже, чем Земля и другие планеты. «Расщепительная» модель требовала, чтобы древняя Земля вращалась слишком быстро, а модель «захвата» подразумевала, что свободно летящая Луна должна была как-то избавиться от очень большой энергии, чтобы ее смогла затянуть орбита Земли: судя по всему, такое было невозможно.

В 1990-х гг. планетологи выдвинули еще одну версию — модель ударного формирования Луны. Они утверждали: если юная Земля испытала мощное столкновение с протопланетой размером с Марс, причем под определенным непрямым углом, то, как показывает компьютерное моделирование, достаточно большая часть земной мантии (с низкой плотностью и малым содержанием железа) могла бы расплавиться, оторваться и вылететь на орбиту, чтобы впоследствии остыть, увеличиться в размерах и стать Луной. Вся поверхность прото-Земли при этом колоссальном ударе тоже расплавилась бы, приведя к весьма катастрофическим последствиям для нашей юной планеты. Идея кажется довольно надуманной (словно бы выдвинутой специально для того, чтобы объяснить лишь данный случай), однако модель ударного формирования Луны по-прежнему служит лучшим объяснением возникновения нашего естественного спутника, поскольку состав, плотность и даже возраст Луны соответствуют предсказаниям этой модели.

**СМ. ТАКЖЕ** Рождение Земли (ок. 4,5 млрд до н.э.), Поздняя тяжелая бомбардировка (ок. 4,1 млрд до н.э.), Покидая гравитационное поле Земли (1968), Лунная геология (1972), Последнее полное солнечное затмение (через ~600 млн)

*Художественное представление: небесное тело размером с Марс задевает прото-Землю примерно 4,5 млрд лет назад. Как полагают ученые, обломки, порожденные мощным столкновением такого рода, привели к формированию нашей Луны.*



## Зеленокаменные пояса

Геологический эон под названием архей занимает громадную часть ранней истории нашей планеты: ему соответствует примерный интервал от 4 до 2,5 млрд лет назад. С тех пор прошло очень много времени, и на поверхности сегодняшней Земли сохранилось крайне мало архейских камней. Основная их часть сосредоточена в десятке главных щитов (древних областей континентальной коры с невысоким топографическим рельефом), представляющих около половины поверхности континентальной коры Земли.

Геологи продолжают активно выяснять, каким образом эти древние щиты выросли из своих первоначальных катархейских протоконтинентальных ядер, но основная схема здесь такова: по-видимому, какая-то ранняя форма тектоники плит (ее механизмы мы по-прежнему понимаем слабо) заставила куски древней океанической коры столкнуться и в ходе аккреции («слипания») вырасти в первичные кратоны, которые со временем разрастались во всё более обширные регионы континентальной коры сравнительно низкой плотности.

Такие области, возникшие в ходе аккреции, называются у геологов зеленокаменными поясами: они содержат метаморфические минералы зеленого оттенка (например, хлорит) и часто представлены множественными линейными полосами, которые, по-видимому, со временем наслоились на первичные кратонические области. При столкновении с кратоном мафические породы океанической коры сильно нагревались и даже иногда полностью расплавились, подчас образуя характерные структуры наподобие подушечной лавы — сгустков лавы, извергнувшихся под водой и из-за стремительного охлаждения принявших форму подушки. По мере того как эти камни дробились, сжимались и/или плавилась в ходе столкновения, они еще и перемешивались с более фельзическими, менее плотными осадочными породами, которые вымывались из континентальной коры на морское дно.

Зеленокаменные пояса — своего рода геологическая каша из камней и минералов. В среднем у этих поясов все-таки более низкая плотность, чем у окружающей их океанической коры, так что они помогают наращивать общую массу континентальной коры с течением времени. Собрать воедино фрагменты этого геологического пазла зачастую очень непросто, так как зеленокаменные пояса — это древние архейские породы, претерпевавшие серьезную модификацию и в ходе своего образования, и впоследствии. Тем не менее, поскольку от архейской Земли осталось очень мало материала для изучения, около пятидесяти регионов с зеленокаменными поясами, выявленных по всему миру, обращают на себя пристальное внимание геологов, пытающихся осмыслить самые ранние этапы истории нашей планеты.

**СМ. ТАКЖЕ** Континентальная кора (ок. 4 млрд до н. э.), Архей (ок. 4–2,5 млрд до н. э.), Тектоника плит (ок. 4–3 млрд до н. э.?)

*Разглаженные ледниками архейские зеленокаменные породы (метаморфическая базальтовая подушечная лава) на Верхнем полуострове (штат Мичиган). Диаметр фрагмента — около 3 м.*



## Фотосинтез

Жизнь на Земле требовала жидкой воды, органических молекул и надежного источника энергии. Поэтому, вероятно, не слишком удивительно, что одно из важнейших изобретений, сделанных ранними формами жизни, которые появились и начали эволюционировать в нашем мире, стала способность превращать солнечный свет (весьма доступную и надежную вещь) в энергию, дабы питать свои внутренние биологические процессы. Фотосинтез — эта способность превращать солнечный свет в энергию — совершенно изменил мир в буквальном смысле.

Геобиологи не совсем уверены, когда же, собственно, начался фотосинтез. Есть свидетельства нескольких типов сходных «первичных» химических реакций, сохранившиеся в окаменелостях либо существующие в работающих клетках живых организмов. Так или иначе, окаменелые останки микроорганизмов под названием нитевидных аноксигенных фототрофов (НАФ) возрастом 3,4 млрд лет — в числе самых ранних свидетельств того, что мы сегодня считаем фотосинтезом. Эта ранняя разновидность фотосинтеза являлась аноксигенной (бескислородной), так как среди побочных продуктов этого сбора и усвоения солнечного света не было свободного кислорода.

Посредством аноксигенного фотосинтеза архейские организмы (такие как НАФ и зеленые серобактерии) пользовались преимуществами атмосферы древней Земли, богатой водородом, обладающей сильными восстановительными (в химическом смысле) свойствами. Солнечный свет запускает высвобождение электронов в кластерах белков, пигментов и других молекул (в так называемых реакционных центрах), причем особую роль играет расщепление молекул углекислого газа и сероводорода, позволяющее создавать более сложные органические молекулы, которые в конечном счете превращаются в пригодную для употребления «пищу» в форме глюкозы. Побочные продукты аноксигенного фотосинтеза — это главным образом вода и элементарная сера.

Впоследствии, уже ближе к концу архея, другие организмы (такие как цианобактерии) развили в себе способность к оксигенному (кислородному) фотосинтезу. Это схожий процесс, при котором электрон, выбитый солнечным излучением, попадает в молекулярные реакционные центры (в их числе — хлорофилл), но при этом исходными веществами служат углекислый газ и вода, а на выходе образуются глюкоза и кислород. Со временем фотосинтез стал проходить в клетках эукариот (организмов со сложной клеточной структурой), в частности, у растений (когда они появились). Это включение фотосинтеза во внутриклеточную деятельность произошло благодаря процессу, называемому эндосимбиозом.

Развитие и стремительный расцвет оксигенных фотосинтезирующих цианобактерий на рубеже архея и протерозоя стали причиной Великого окисления (как это называют геологи), явившись первым, но не последним примером того, как жизнь на Земле глубинным образом меняет атмосферу на нашей планете.

**СМ. ТАКЖЕ** Жизнь на Земле (ок. 3,8 млрд до н.э.), Полосчатые железные руды (ок. 3–1,8 млрд до н.э.), Великое окисление (ок. 2,5 млрд до н.э.), Эукариоты (ок. 2 млрд до н.э.), С<sub>4</sub>-фотосинтез — прогрессивный вид фотосинтеза (ок. 30–20 млн до н.э.), Эндосимбиоз (1966), Рост уровня CO<sub>2</sub> (2013)

*В таких местах, как этот мелководный лес бурых водорослей (у побережья Южной Калифорнии), растения с помощью оксигенного фотосинтеза преобразуют солнечный свет во внутреннюю энергию (например, в форме глюкозы).*



## Эпоха динозавров

Массовые вымирания в конце пермского и триасового периода нанесли серьезный ущерб тем группам наземных позвоночных, которые царили на суше перед этими событиями. Но при этом открывались новые экологические и эволюционные ниши, позволявшие выживать тем разновидностям существ, которые прежде играли относительно малую роль или даже еще не существовали. Так случилось с древними динозаврами — группой животных, очень не похожих на каких-либо своих прародителей. Можно сказать, что мир никогда прежде не видел ничего подобного.

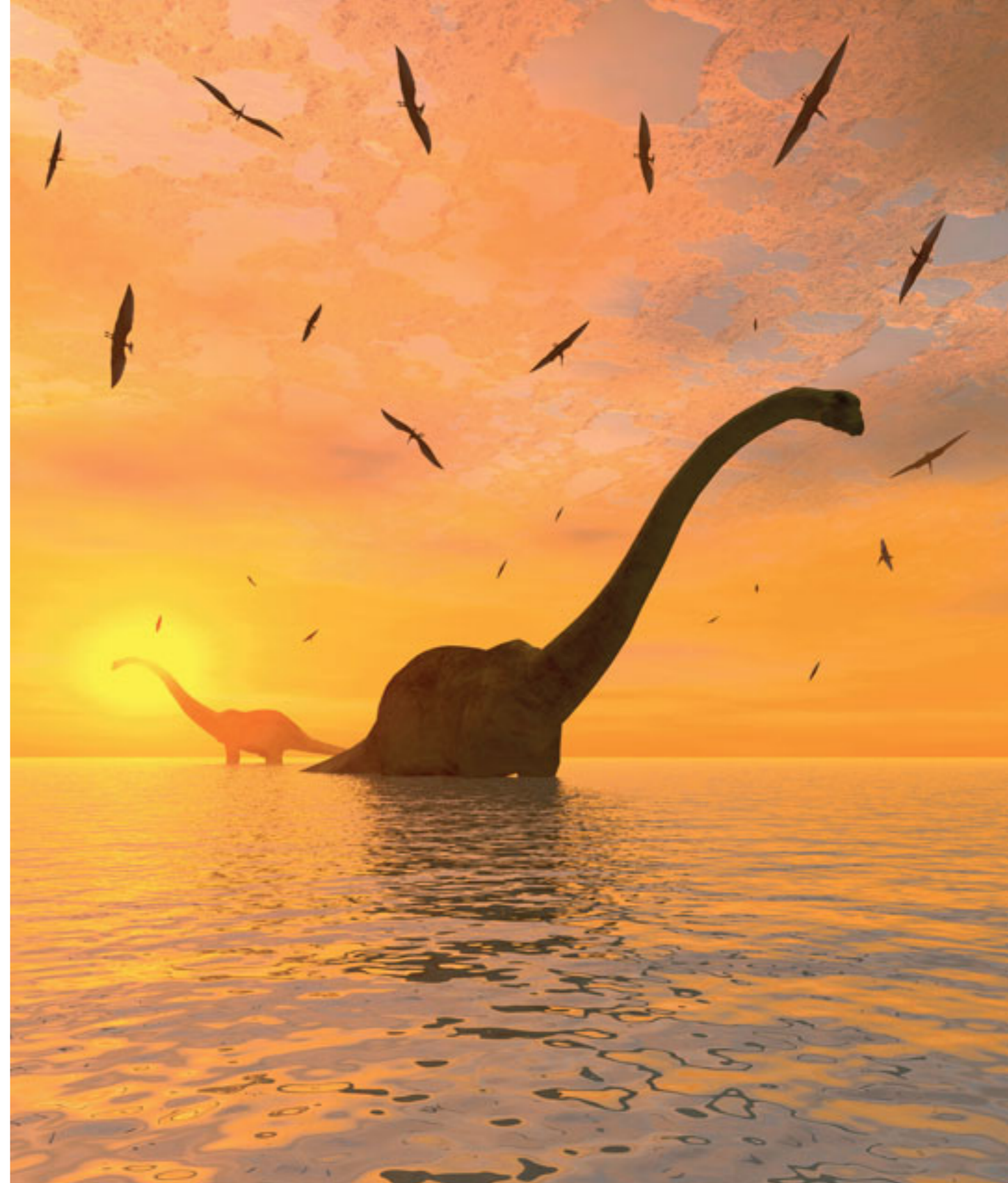
Динозавры — амниотические позвоночные рептилии, останки которых впервые появляются в геологических отложениях среднего триаса (около 240 млн лет назад). Этот класс животных отделился от своих недавних предшественников — архозавров. В течение триаса архозавры являлись доминирующими хищниками суши, но лишь некоторые их классы (и классы их ближайших эволюционных потомков, в том числе динозавры) уцелели после Триасово-юрского вымирания. Окаменелые останки самых древних известных нам триасовых динозавров показывают, что эти существа, по-видимому, вначале были сравнительно небольшими (размером со среднюю собаку) двуногими хищниками, мало напоминавшими тех гигантских владык суши, которыми они вскоре станут.

Почему динозавры начала юрского периода в ходе эволюции так увеличились в размерах и приобрели столь ошеломляющее разнообразие форм тела (о чем, опять же, свидетельствуют палеонтологические находки)? Основная гипотеза сейчас такова: поскольку многие их ранние генеалогические линии уцелели после Триасово-юрского массового вымирания, они очутились в мире, где главные сухопутные хищники исчезли, а флора и фауна претерпевала быстрое и успешное восстановление. Довольно внезапно динозавры стали основными конкурентами в борьбе за изобильные ресурсы (пищу — в том числе «добычу») юрского мира. Во времена своего расцвета динозавры разделились в ходе эволюции как минимум на 700 различных видов. Размером они были от 75-сантиметрового зораптора до 40-метрового аргентинозавра. В их число входили, несомненно, и животные, относящиеся к наиболее устрашающе-мощным и ловким хищникам из когда-либо живших на свете, — такие как тираннозавр *Tyrannosaurus rex*.

Но эпоха динозавров завершилась довольно резко. Как предполагают, около 65 млн лет назад крупный астероид столкнулся с Землей, породив катастрофические изменения климата и пищевых цепочек. В результате исчезло большинство динозавров, а также, по-видимому, около 75% всех других видов, населявших тогдашнюю Землю. Впрочем, одна группа динозавров все-таки пережила это массовое вымирание конца мелового периода. Их потомки и по сей день с нами: это более чем 10 тысяч нынешних видов птиц, которые произошли от динозавров, имевших перья.

**СМ. ТАКЖЕ** Первые животные на суше (ок. 375 млн до н. э.), Массовое пермское вымирание (ок. 252 млн до н. э.), Млекопитающие (ок. 220 млн до н. э.), Триасово-юрское вымирание (ок. 200 млн до н. э.), Первые птицы (ок. 160 млн до н. э.), Падение небесного тела, уничтожившее динозавров (ок. 65 млн до н. э.)

*Размеры и разнообразие динозавров (класса позвоночных, царившего на суше более 135 млн лет) ошеломляют. Перед нами 4-метровые травоядные диплодоки, бродящие на мелководье. Вверху летают птерозавры. (Ящеры изображены такими, какими их представил художник.)*



## Первые птицы

На протяжении эпохи динозавров (примерно 200–65 млн лет назад) в ходе эволюции появилось большое количество плотоядных и травоядных видов животных, стремившихся заполнять доступные экологические ниши, возникавшие после нескольких крупных массовых вымираний. Но динозавры вообще-то появились гораздо раньше — еще в середине триаса (около 240 млн лет назад). Сравнительно скоро (судя по окаменелостям) возникла и особая подгруппа динозавров — обладатели перьев. Их относят к подклассу динозавров, именуемых тероподами (животным, характеризующимся полыми костями и трехпальными конечностями).

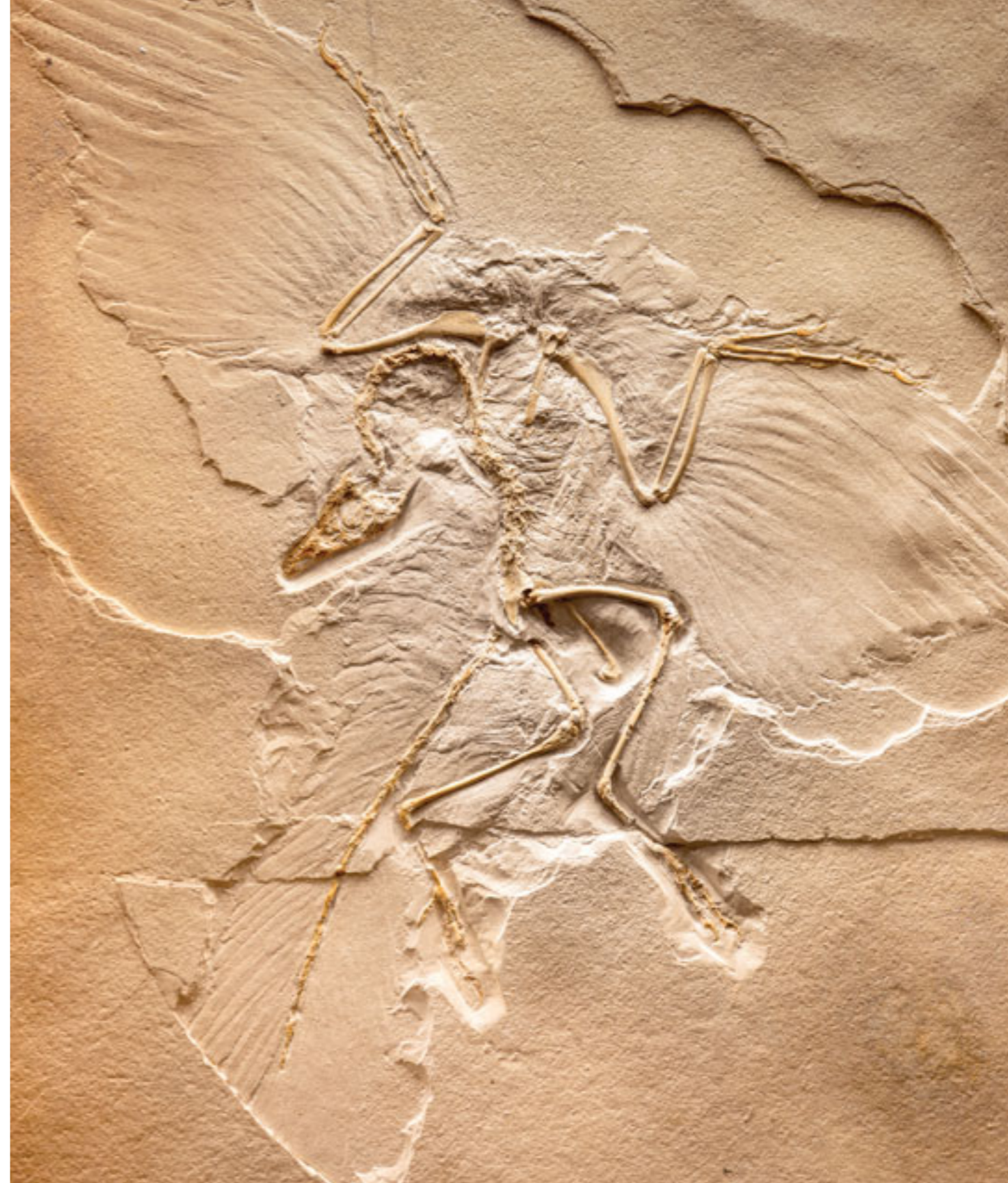
Многие виды теропод переживают Триасово-юрское вымирание и затем в ходе эволюции разовьются в животных, ставших доминирующими хищниками юрского периода. Ведутся ожесточенные споры насчет того, имелись ли перья и у таких знаменитых теропод, как велоцираптор или тираннозавр (*Tyrannosaurus rex*). Вообще палеонтологи пока еще очень плохо понимают, почему некоторые группы динозавров в процессе эволюции обзавелись перьями. Возможно, перья служили отличной изоляцией, помогавшей регулировать температуру тела. Возможно, они служили камуфляжем, позволявшим прятаться от хищников. Возможно, их красота помогала привлекать партнера. Возможно, вкус перьев просто не нравился неоперённым хищникам. Здесь важно отметить: возможно, наиболее вероятные преимущества оперённости по сравнению с бесперостью (когда кожа чешуйчатого типа обнажена) могли оказаться выгодными для всех групп динозавров.

И в самом деле: анализируя скелетную и (гипотетическую) мышечную структуру по самым древним ископаемым останкам оперённых птицеподобных динозавров (например, останки археоптерикса возрастом 160 млн лет, принадлежащего к группе динозавров под названием «авиалы» — птицекрылы), многие палеонтологи сомневаются, чтобы эти животные могли, собственно, летать. Перья могут выполнять много различных функций.

Впрочем, останки оперённых динозавров, которые явно умели летать, находят в более молодых отложениях. Как выясняется, во время мелового периода подгруппа авиал под названием *aves* («птицы») очень сильно разделилась. У этих животных появились структуры и черты, которые помогут им успешнее летать, охотиться и вообще пользоваться своей большей степенью подвижности по сравнению с наземными предками. Вероятно, эта крайняя подвижность помогла им остаться единственной генеалогической линией древних динозавров, которая пережила катастрофическое массовое вымирание конца мелового периода. С тех пор птицы продолжали эволюционировать, породив огромное разнообразие видов. Эти животные — в числе самых умных на Земле.

**СМ. ТАКЖЕ** Первые животные на суше (ок. 375 млн до н.э.), Массовое пермское вымирание (ок. 252 млн до н.э.), Млекопитающие (ок. 220 млн до н.э.), Триасово-юрское вымирание (ок. 200 млн до н.э.), Эпоха динозавров (ок. 200–65 млн до н.э.), Падение небесного тела, уничтожившее динозавров (ок. 65 млн до н.э.)

*Отпечаток раннего археоптерикса (возраст — около 160 млн лет). Подобные оперённые птицеподобные динозавры — предшественники современных видов птиц. Этот типичный представитель таких животных был размером с обыкновенного ворона.*



## Народ сан

Антропологи точно не знают, когда *Homo sapiens* и кланы/сообщества представителей видов, ставших нашими эволюционными предшественниками, начали переходить на кочевой образ жизни охотников и собирателей. Есть разнообразные гипотезы, предполагающие, что этот переход был связан с климатическими изменениями во время каменного века, когда травянистые равнины оказались предпочтительнее тропической среды в таких регионах, как Восточная Африка, где найдены многие окаменелые останки первых гоминид. Поэтому один из методов проникновения в историю нашего вида — изучение оставшихся примеров кланов или обществ, которые, быть может, до сих пор придерживаются некоторых традиций и особенностей образа жизни наших далеких предков.

Одну из таких групп именуют народом сан (прежде их называли бушменами Калахари, хотя в пустыне Калахари обитает лишь одна часть группы). Это слабо связанное сообщество примерно ста тысяч «аборигенов», рассеянное по пяти странам, занимающим южную треть Африканского континента. Сан вот уже более 70 000 лет являются кочевыми охотниками и собирателями на юге Африки, судя по их древним каменным орудиям и наскальным изображениям, которые находят археологи и которые датируются соответствующим временем. В гораздо более современную эпоху различные программы модернизации, учреждаемые властями, заставили эту народность перейти на более оседлый земледельческий образ жизни. Тем не менее многие сан серьезно относятся к поддержанию своей древней культуры и многовековых традиций. Такие люди (и их генетика) предоставляют антропологам ценную информацию о ранней эволюции человеческих сообществ.

Между сообществами и культурами сан, обитающих в регионе, есть различия, однако (и это, вероятно, неудивительно) сан более чутко относятся к сезонным циклам растений, животных и погоды, чем большинство других человеческих сообществ индустриальной эпохи. Мужчины традиционно охотились на дичь, а женщины в основном собирали пищу, однако пересечение и объединение этих ролей не были чем-то необычным. Более того: по-видимому, в обществе сан женщины обладают более высоким статусом, чем во многих современных обществах. В частности, это касается принятия решений и проблемы собственности. Похоже, достижение коллективного согласия является одной из важнейших составляющих жизни их общества, а в их традициях четко прослеживается дух равенства и равноправия. Кроме того, у народа сан богатая и глубокая история музыки, танцев, изобразительного искусства, игр.

**СМ. ТАКЖЕ** Первые гоминиды (ок. 10 млн до н.э.), Каменный век (ок. 3,4 млн до н.э. — ок. 3300 до н.э.), Появление *Homo sapiens* (ок. 200 000 до н.э.)

*Представители народа сан (бушмены) переходят через песчаную дюну (Северо-Капская провинция, ЮАР).*



## Старейшие живые деревья

Судя по дошедшим до нас окаменелым останкам флоры, деревья впервые появились на Земле примерно в середине девонского геологического периода — около 380–400 млн лет назад. Похоже, деревья стали как бы частью колоссального эволюционного эксперимента в области размножения растений: некоторые из самых ранних (среди известных нам) видов деревьев, скажем, хвойные, служат первыми примерами голосеменных — растений, дающих семена и требующих физического обмена пылью с другими растениями для оплодотворения (опыления). В процессе эволюции этот репродуктивный путь отделился от пути более ранних наземных растений (таких как папоротники, размножающиеся спорами) и требует содействия живых опылителей (скажем, насекомых) и/или природных процессов опыления — например, ветра или лесного пожара. Семенные растения делятся на две подгруппы: голосеменные и покрытосеменные. У покрытосеменных (другое название — цветковые растения) семена окружены плодом. В середине мелового геологического периода (около 100 млн лет назад) появились древесные формы плодоносящих цветковых растений. В конце концов они наряду с хвойными покроют континенты умеренными и тропическими лесами огромной площади.

В отсутствие необычных стрессовых факторов отдельное среднее и типичное дерево живет от 100 до 200 лет. Но выяснилось, что некоторые деревья гораздо живучее: им как-то удается протянуть несколько тысяч лет. Это такие виды, как, к примеру, выносливая остистая сосна (*Pinus longaeva*): именно к этому виду принадлежат старейшие — среди известных нам — живые особи деревьев (возраст определяется подсчетом годовых колец и методом радиоуглеродной датировки), произрастающие в Белых горах Центральной Калифорнии. По видимому, им около 5000 лет, и одного из этих древесных долгожителей даже назвали Мафусаилом. Среди других очень старых живых деревьев — некоторые гигантские секвойи, отдельные экземпляры красного дерева, можжевельного дерева, кипарисов.

Порой несколько деревьев или даже целая роща являются частью гигантской колонии переплетающихся корневых систем, которые представляют собой единый живой организм. Проявления этой колонии на поверхности — индивидуальные деревья — могут жить «всего» сотни или тысячи лет, но подповерхностная корневая система некоторых колоний, так называемых клональных деревьев, как обнаружили ученые, является очень старой. Среди древнейших выявленных систем такого рода — некоторые рощи умеренных и бореальных дубов, елей и сосен (их возраст оценивается примерно в 10 000 лет), а в штате Юта имеется примечательная колония осинообразных тополей, чьим корням, как полагают, от 80 000 до целого миллиона лет (цифра, которая кажется совершенно невероятной).

**СМ. ТАКЖЕ** Первые растения суши (ок. 470 млн до н.э.), Цветы (ок. 130 млн до н.э.), Обезлесивание (ок. 1855–1870), Радиоактивность (1896), Влажные/горные тропические леса (1973), Дождевые леса умеренного пояса (1976), Бореальные леса (тайга) (1992), Умеренные широколиственные леса (2011)

*Остистые сосны (как в этой Роце Патриархов в калифорнийских Белых горах) среди старейших экземпляров живых деревьев Земли.*



# Кругосветные путешествия

Фернан (Фернандо) Магеллан (1480–1521)

Моряки и кораблестроители с доисторических времен демонстрировали примечательное мастерство в области морской навигации, морской торговли и морской войны. Успехи и научные достижения древних обществ Средиземноморья, Западной Европы, Скандинавии и многих других регионов, граничащих с морем, во многом основывались на умении весьма надежно перевозить товары и людей. Многие мореплаватели становились еще и исследователями неведомого, помогая составлять карты и описания новых (для них) земель.

Так называемый золотой век европейского мореплавания (конец XV — середина XVI вв.) во многом подпитывался желанием найти более короткие и безопасные пути на Острова пряностей, находящиеся в Юго-Восточной Азии. В 1492 г. экспедиция Колумба отправилась из Европы на запад, чтобы, обогнув Землю, достичь Азии, но наткнулась на препятствие, которое мы сегодня именуем Северной Америкой. В 1498 и 1502 гг. Колумб попробовал забраться южнее, однако теперь уже Южная Америка, а затем Центральная Америка преградили ему дальнейший путь на запад.

Лишь в 1520 г. нашлись моряки, сумевшие наконец обогнуть эти препятствия и ставшие первыми европейцами, которые доплыли до южной части Тихого океана. Путешественники покинули берега Испании в 1519 г. Их флот состоял из пяти испанских кораблей. Плавание финансировал король Карл V, а командовал экспедицией португальский путешественник Фернан Магеллан. Три из этих кораблей в конце концов добрались до океана, который Магеллан назвал Тихим (т. е. мирным, спокойным), обогнув южную оконечность Южной Америки. Два корабля из трех сумели пересечь Тихий океан и достигнуть Филиппин. И наконец, лишь один из двух — под названием «Виктория» — сумел, преодолев огромное расстояние, вернуться в Испанию. Это было в 1522 г., почти ровно через три года после начала экспедиции.

Путешествие имело историческое значение и стало успешным для испанской короны, однако этот успех стоил огромного количества человеческих жизней. Из 270 членов экипажа, изначально отправившихся в плавание, в пути погибли 232, включая и самого Магеллана, убитого на Филиппинах во время стычки с туземцами. Для того чтобы попасть в Азию, плывя на запад, потребовалось проделать колоссальный путь (в частности, пришлось пересечь необозримые просторы Тихого океана), и последующим инвесторам и мореплавателям стало ясно, что за пряностями лучше плыть не на запад, а на восток. Западные морские путешествия европейцев в скором времени больше сосредоточатся на освоении и колонизации новых земель, открытых предшествующими мореплавателями, и на тех богатствах и славе, которую можно стяжать благодаря этим землям.

СМ. ТАКЖЕ Торговля пряностями (ок. 3000 до н. э.), Полинезийская диаспора (ок. 700–1200)



На этой карте Тихого океана (1589) изображено, как «Виктория», корабль Фернана Магеллана, входит в южную часть Тихого океана в 1520 г.



## Возраст Земли

Уильям Томсон (лорд Кельвин) (1824–1907)

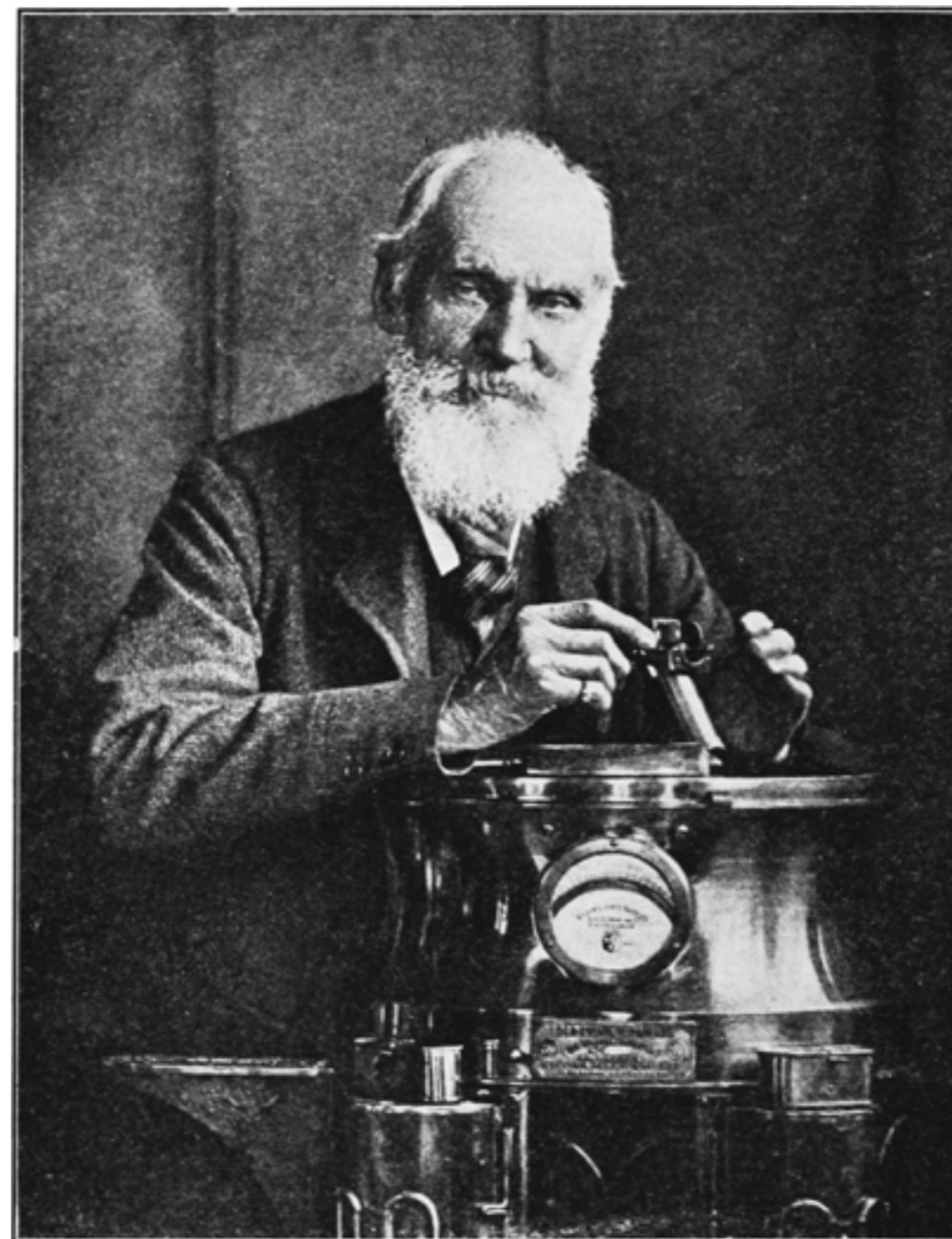
Сколько лет Земле? В числе первых авторитетных ученых, оценивших возраст нашей планеты, — шотландско-ирландский физик и инженер Уильям Томсон. Он был специалистом в области термодинамики (исследования взаимоотношений между разными видами энергии) и стал первым британским ученым, включенным в состав Палаты лордов за свои открытия. С тех пор его обычно именовали лордом Кельвином. Он пытался дать оценку возрасту нашей планеты исходя из допущения, что в самом начале своего существования она пребывала в полностью расплавленном состоянии, а со временем попросту остывала, в конце концов приобретя нынешние внутренние температуры и нынешнее состояние поверхности: Кельвин исключил наличие каких-либо дополнительных источников внутренней теплоты. Исходя из этой модели, Кельвин прикинул, что возраст Земли в 1862 г. составлял 20–400 млн лет. Позже он уточнил свою оценку, заявив, что Земле 20–40 млн лет.

Эта оценка вызвала бурные дискуссии среди ученых XIX в. Некоторым казалось, что это какой-то невообразимо огромный возраст (по сравнению, например, с примерно 6000-летним возрастом Земли, выводимым на основе некоторых религиозных интерпретаций Библии). Многие геологи считали, что такая Земля невероятно молода, особенно те, кто больше других изучал слоистые осадочные породы и несогласные напластования. Сторонникам актуализма (таким как Чарльз Лайелл) эти жалкие несколько десятков миллионов лет представлялись недостаточно большим временем для того, чтобы объяснить богатую историю слоистых пород и климатических циклов, «записанных» в геологических формациях. А пропагандистам теории естественного отбора (например, Чарльзу Дарвину) виделось, что это, опять-таки, слишком короткое время, не позволяющее объяснить медленные изменения видов, зафиксированные в окаменелостях.

Открытие радиоактивности в 1896 г. и последующее развитие методик радиоактивной датировки показали, что одно из фундаментальных допущений Кельвина ошибочно: дополнительный источник внутренней теплоты у Земли всё же имеется, и это распад радиоактивных элементов (таких как уран). В расчеты Кельвина внесли поправку, чтобы учесть этот фактор, и получили значительно более почтенный оценочный возраст — до нескольких миллиардов лет. Ученые XX и XXI вв. уточняли эту оценку, используя методики радиоактивной датировки применительно к метеоритам (самому древнему материалу в Солнечной системе среди известных нам: из метеоритов когда-то строились планеты). На сегодняшний день возраст Земли удалось оценить с поразительной точностью. Это колоссальная величина: 4,567 млрд лет (плюс-минус несколько миллионов).

**СМ. ТАКЖЕ** Фундамент геологии (1669), Гравитация (1687), Несогласные напластования (1788), Расшифровка солнечного света (1814), Актуализм (1830), Естественный отбор (1858–1859), Парниковый эффект (1896), Радиоактивность (1896)

*Физик Уильям Томсон (лорд Кельвин) проводит измерения с помощью компаса (фотопортрет, ок. 1901).*



## Мачу-Пикчу

Хайрам Бингем (1875–1956)

Инкская цивилизация XV–XVI вв. занимала территорию, протянувшуюся через Анды вдоль западного побережья Южной Америки (и частично совпадающую с территорией нынешних Эквадора и Чили). Владычество Инкской империи в годы ее расцвета распространялось на десятки миллионов человек: это была самая крупная империя доколумбовых Америк. Инки в совершенстве овладели строительными методами, позволявшими строить монументальные архитектурные сооружения и прокладывать отличные дороги; кроме того, они изготавливали ткани тонкой работы, а также разрабатывали новаторские (по тем временам) сельскохозяйственные методы, специально предназначенные для этих областей — по большей части горных или испещренных иными неровностями. Почти все главные инкские города (как и основная часть их исторического, религиозного и социального наследия) были разграблены или разрушены после прибытия сюда испанских конкистадоров в 1520-х — 1530-х гг.

Одной из инкских цитаделей, не обнаруженных испанцами, стало небольшое поместье Мачу-Пикчу, расположенное высоко в горах, над бывшей инкской столицей Куско (ныне — на территории Перу), почти на 2450 м над уровнем моря. Мачу-Пикчу «заново открыли» западные исследователи в конце XIX — начале XX вв. Среди самых знаменитых первопроходцев, помогавших реконструировать и популяризировать историю этого места (ныне — самой известной достопримечательности Перу, привлекающей массу туристов), стал американский ученый и путешественник Хайрам Бингем. Он не получил археологического образования и подготовки, но в Йельском университете он изучал (а затем преподавал) историю Латинской Америки; кроме того, он много путешествовал по Перу и окрестным странам (пользуясь финансовой поддержкой Национального географического общества США). Во время одной из таких экспедиций, в 1911 г., местные жители привели Бингема на то место, где некогда располагалось поселение Мачу-Пикчу. За столетия, прошедшие с тех пор, как эти края покинули люди, там всё заросло джунглями. Бингем руководил расчисткой и реконструкцией этого участка. Его книга «Затерянный город инков» стала бестселлером.

Впоследствии археологи выяснили, что поселение Мачу-Пикчу представляло собой, по сути, курорт, где отдыхала инкская царствующая семья и где жила обслуга примерно из 750 человек, занимавшаяся поддержанием этого курорта в должном состоянии, его ремонтом, а также сельским хозяйством и выращиванием животных (для обеспечения потребностей поместья), импортом и перевозкой дополнительных припасов, необходимых для поддержания существования местного сообщества. Исследователи продолжают изучать происхождение и значение многих каменных структур, обнаруженных в Мачу-Пикчу. Многие находки (керамика, статуи, ювелирные изделия, человеческие останки), некогда вывезенные отсюда Бингемом и другими исследователями для изучения и демонстрации в музеях, в 2012 г. были возвращены в Перу.

**СМ. ТАКЖЕ** Анды (ок. 10 млн до н. э.), Стоунхендж (ок. 3000 до н. э.), Карта Северной Америки (1804), Рождение энвайронментализма (1845)

*Развалины Мачу-Пикчу, инкского города XV в., ныне — место археологических раскопок на территории Перу (фотография, 2012).*



# Первый искусственный спутник Земли

Сергей Павлович Королев (1907–1966)

Американцы любят во всех подробностях вспоминать, где они были и что они делали во время ключевых событий, которые, как потом выяснилось, стали определяющими для целых поколений или эпох. Среди таких событий — бомбардировка Перл-Харбора, убийство президента Кеннеди, взрыв космического челнока «Челленджер» и, конечно, теракты 11 сентября, нанешие человечеству такую травму. Для одного из поколений американцев определяющее событие произошло осенью 1957 г.

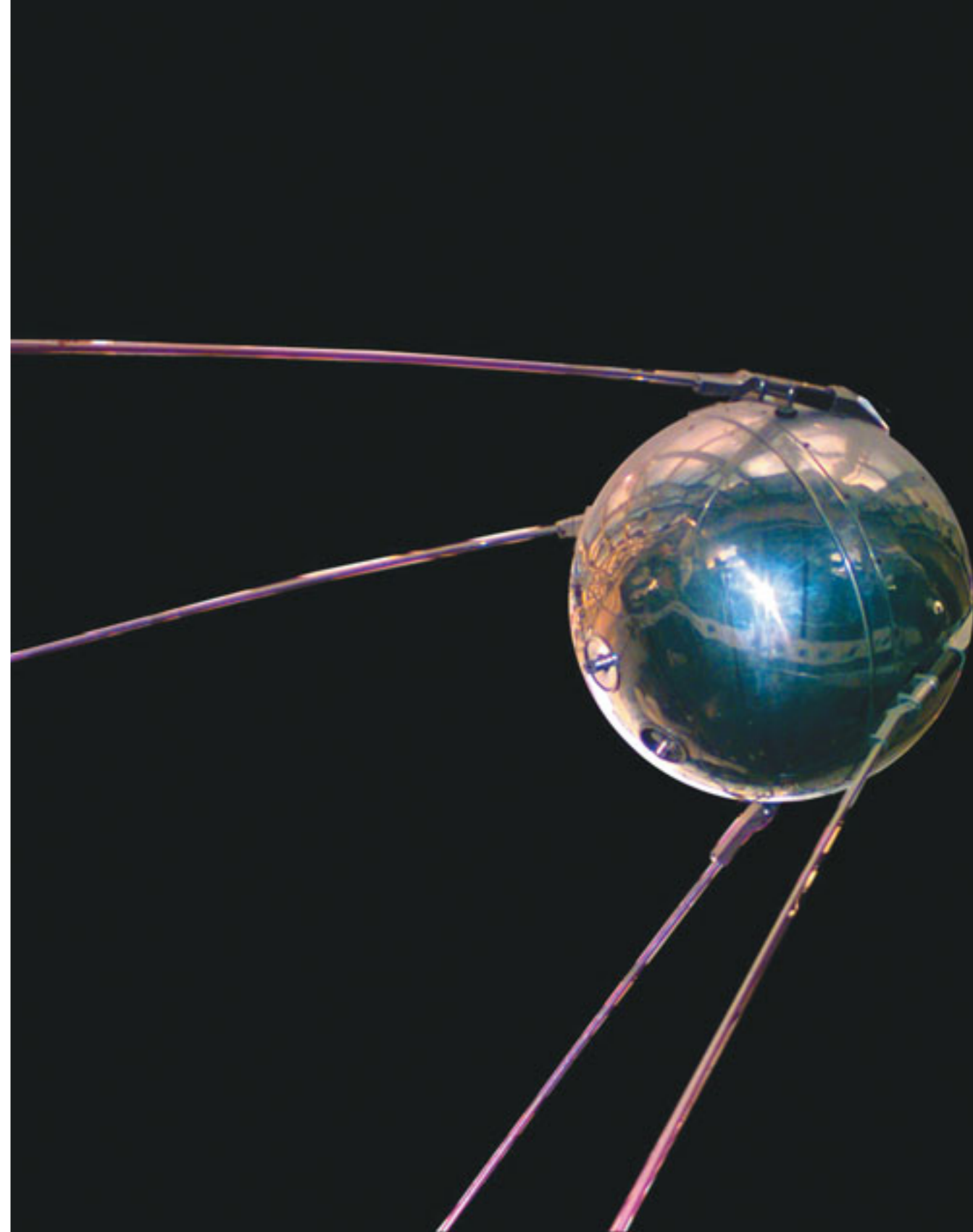
4 октября этого года СССР стал первой страной, успешно запустившей в космос искусственный спутник. Ведущий советский ракетный инженер Сергей Павлович Королев руководил группой, некогда создавшей первую советскую межконтинентальную баллистическую ракету (МБР), и он настаивал, чтобы правительство позволило ему и его команде модифицировать ракету «Р-7», чтобы та могла вывести небольшой научный груз (набор приборов или систем для экспериментов) на околоземную орбиту. Советские власти одобрили план Королева в надежде, что СССР сумеет опередить американцев в космической гонке, первым выведя на орбиту искусственный спутник. (Само слово «спутник», которым назвали этот выводимый на орбиту объект, потом вошло во многие языки.) Официально началась Космическая эра.

«Спутник-1» каждые 96 минут совершал один оборот вокруг Земли. Так он кружил три месяца, пока не сошел с орбиты и не сгорел в атмосфере. Он испускал характерное «бип-бип-бип» с помощью своего радиопередатчика мощностью всего один ватт. Эти сигналы с легкостью принимали радиолюбители по всему миру. Запуск спутника породил нечто вроде тихой истерики в Соединенных Штатах, где общественность весьма остро сознавала, что Советский Союз теперь может запускать МБР, оснащенные ядерными боеголовками, нанося удар по любой цели на планете. Американское правительство ускорило развитие собственной космической программы, и примерно через две недели после того, как в атмосфере сгорел «Спутник-1», США успешно запустили первый американский спутник — «Эксплорер-1».

Помимо всего прочего, в США «Спутник-1» породил беспрецедентную мини-революцию в финансировании науки и технологий, а также в образовании. Позитивные последствия этой политики ощущаются по сей день. Американцы, на которых больше всего повлиял запуск «Спутника-1» (их часто называют «Поколением “Аполлона”»), еще увидят, как США все-таки вырвутся вперед в космической гонке: с 1969 по 1972 г. в общей сложности 12 человек, входящих в состав экспедиций американской лунной программы «Аполлон», прогуляются по Луне, а потом будет еще несколько десятилетий ошеломляющих достижений в области освоения космоса.

**СМ. ТАКЖЕ** Ракеты на жидком топливе (1926), Геосинхронные спутники (1945), Радиационные пояса Земли (1958), Человек в космосе (1961)

*Копия «Спутника-1», первого в мире искусственного космического спутника (Национальный музей воздухоплавания и астронавтики Смитсоновского института, Вашингтон). Диаметр металлической сферы — 58 см, длина антенн (здесь они видны лишь частично) — 285 см.*



## День Земли

Рейчел Карсон (1907–1964), Мортон Хилберт (1917–1998)

Экология — наука о взаимодействиях организмов с той средой, которая их окружает. Человеку всегда приходилось ею заниматься (даже не отдавая себе в этом отчета), поскольку чуткое осознание и восприятие среды, а также тех угроз и возможностей, которые она в себе таит, — залог выживания. В XIX–XX вв. численность населения Земли начинает резко расти, а Промышленная революция и стремительное развитие технологий начинают облегчать людям (особенно жителям больших городов) отстранение от своих «исторических связей» с природной средой. Поэтому здоровье биосферы Земли начинает портиться. Вырубка и выжигание лесов (обезлесивание), всевозможные загрязнения, безответственная добыча природных ресурсов — всё это представляет нарастающую угрозу для здоровья обществ и людей.

Сложившаяся ситуация начинает порождать активную реакцию общества в 1960-е гг., с распространением систем быстрой и глобальной массовой коммуникации, а также с развитием движения в защиту окружающей среды всё больше людей и организаций хотят выступить против губительных и экологически нестабильных практик, вредящих окружающей среде. Одной из важных вех на этом пути стал выход в 1962 г. книги «Безмолвная весна» американской деятельницы природоохранного движения Рейчел Карсон, подчеркивавшей многие из тех негативных воздействий, которые оказывают на мир природы как люди, так и отрасли промышленности. Эта книга очень повлияла на общественные настроения. Карсон (как и многие экозащитники и ученые, в том числе экологи) помогла создавать то, что в конечном счете станет глобальным движением, нацеленным на защиту окружающей среды и постоянное осознание тех опасностей, которые ей грозят.

Важным и долгосрочным проявлением этого растущего движения экозащитников стало провозглашение (американским профессором здравоохранения Мортон Хилбертом и др.) Дня Земли — особого международного дня признания значительной роли человечества в изменении окружающей среды, а кроме того, признания необходимости передать безопасный и экологически стабильный мир нашим детям. Хилберт, его студенты, а также различные правительственные чиновники США и всякого рода организации отметили первый День Земли в апреле 1970 г. С 1990 г. он становится ежегодным событием. Сейчас он отмечается каждое 22 апреля и стал включать в себя просветительские симпозиумы, перформансы, коллективные уборки и другие мероприятия, проводимые по всему миру и призванные повысить «экологическую сознательность» людей, а кроме того, привлечь к ответственности тех лиц и те организации, которые угрожают нашей хрупкой экосистеме. Мероприятия Дня Земли сейчас организуются более чем 5000 экозащитных групп со всего мира, что вовлекает миллионы людей в природоохранную деятельность.

**СМ. ТАКЖЕ** Появление *Homo sapiens* (ок. 200 000 до н. э.), Рост численности населения (1798), Промышленная революция (ок. 1830), Рождение энвайронментализма (1845), Обезлесивание (ок. 1855–1870), Клуб «Сьерра» (1892), Селфи Земли (1966), Покидая гравитационное поле Земли (1968)

*Жители в Нью-Йорке отмечают первый День Земли (22 апреля 1970 г.). [Земля на плакате кричит: «Помогите!». — Прим. перев.]*



## Землеподобные экзопланеты

Как ни странно, первые планеты, вращающиеся не вокруг Солнца, а вокруг какой-то другой звезды (внесолнечные планеты), удалось обнаружить близ пульсара — нейтронной звезды, быстро крутящейся вокруг своей оси. Это открытие в 1992 г. планет (скорее всего, не пригодных для жизни) в столь чуждой нам и негостеприимной среде побудило астрономов заняться поисками свидетельств того, что внесолнечные планеты есть и возле более «нормальных» звезд, напоминающих Солнце.

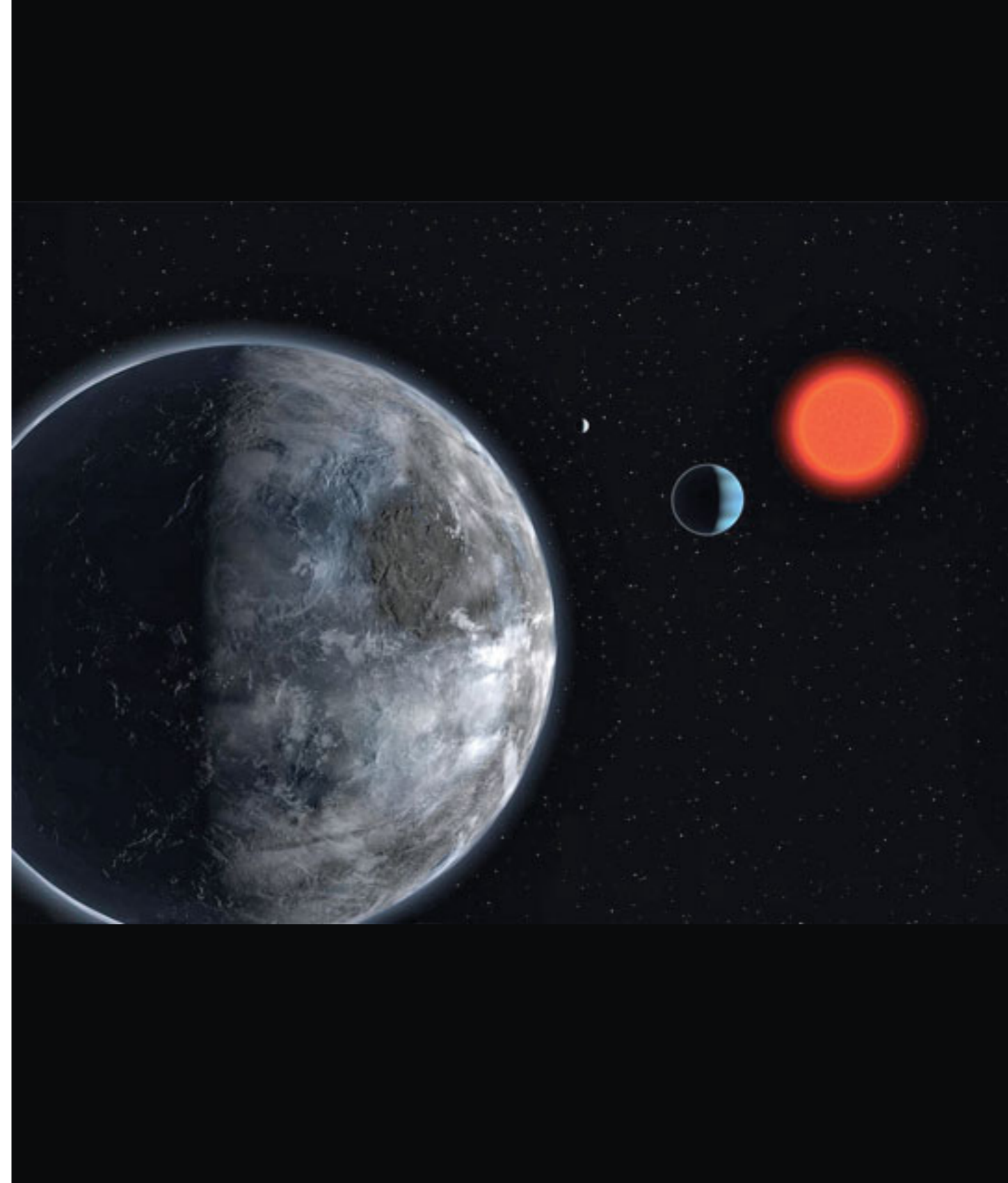
К тому времени ученые уже несколько десятилетий знали, что двойные звезды (светила, которые вращаются вокруг друг друга) могут демонстрировать некоторое «дрожание» в своем медленном перемещении по небу, так как обе звезды на самом деле вращаются вокруг общего центра масс этой системы. Теоретически колебания такого же рода (хотя и гораздо меньших масштабов) должны наблюдаться, если планета-гигант (наподобие Юпитера или даже крупнее) вращается вокруг одиночной звезды. Прорыв наступил, когда астрономы осознали, что им вовсе не обязательно замерять точное положение звезды в разные моменты времени: для расчета этих колебаний можно воспользоваться эффектом доплеровского смещения — изменением в спектре излучения звезды при ее приближении к нам и отдалении от нас. Этот метод радиальной скорости (как его называют) может помочь в охоте на планеты.

В 1995 г. с помощью именно этого метода удалось обнаружить первую внесолнечную планету, которая вращается вокруг солнцеподобной звезды — в данном случае близ 51 Пегаса (51 Peg). Как предположили исследователи, планета «51 Peg b» — газовый гигант во много раз больше Юпитера, вращающийся вокруг своей звезды по очень близкой орбите (его расстояние до этой звезды не превышает примерно 5% среднего расстояния от Земли до Солнца). С тех пор при помощи метода радиальной скорости удалось найти более 750 других планет, вращающихся вокруг других близких к нам звезд. Большинство из этих планет относят к категории «горячих юпитеров», поскольку они тоже весьма велики и их орбита проходит очень близко от «материнской» звезды.

Есть и другие способы нахождения внесолнечных планет: можно высматривать планеты, проходящие перед своей материнской звездой (это так называемый «транзит» планет, и именно такова цель космической обсерватории НАСА «Кеплер»), можно обнаруживать их благодаря эффекту формирования «гравитационных линз», а можно попытаться непосредственно разглядеть их сквозь сияние материнской звезды. С помощью всех этих методов удалось открыть уже более 3000 внесолнечных планет, которые вращаются около звезд, расположенных относительно недалеко от нас. Среди таких находок — и объекты размером примерно с Землю, в том числе три планеты, обнаруженные в системе звезды Глизе 581 в 2007 г., и семь планет, найденных близ звезды TRAPPIST-1 в 2017 г. (на расстоянии «всего» около 40 световых лет от Земли). Вполне может оказаться, что наша Галактика (а то и вся Вселенная) попросту кишит землеподобными планетами!

**СМ. ТАКЖЕ** Законы движения планет (1619), Экстремофилы (1967)

*Планетная система вокруг красного карлика Глизе 581 (в представлении художника). Астрономы обнаружили свидетельства существования здесь трех «землеподобных» планет массой в 5, 8 и 15 раз больше земной. Но в отличие от наших планет земной группы, они вращаются очень близко к своему солнцу.*



## Пангея Проксима

Раскол суперконтинента Пангея, начавшийся около 200 млн лет назад, привел к тому распределению континентальных массивов суши, которое мы наблюдаем на Земле сегодня. Однако все несколько десятков крупных тектонических плит нашей планеты по-прежнему находятся в движении относительно друг друга, так что нынешняя карта мира — это лишь «моментальный снимок» динамичной, постоянно меняющейся планеты.

Как будет выглядеть будущая карта Земли? Геологи могут ввести в компьютерную модель нынешние относительные скорости движения тектонических плит (они измерены) и попробовать предсказать их положение в далеком будущем. К примеру, сейчас Африканская и Евразийская плиты медленно сближаются: происходит неспешное столкновение, которое поднимает Альпы и сжимает Средиземноморский бассейн. В конце концов Средиземное море совсем исчезнет, и в бывшей колыбели цивилизации начнет воздвигаться новый горный хребет, похожий на Гималаи.

Некоторые модели предсказывают, что это столкновение Африки и Евразии; более мощный спрединг («раздвижение») морского дна в Тихом океане и полная субдукция («захождение») дна Атлантического океана под восточные побережья Северной и Южной Америки, а также слияние Антарктиды, Австралии и Юго-Восточной Азии (когда-то они уже составляли единое целое) в конце концов приведут к тому, что все главные континенты снова станут одним массивом суши: эта новая Пангея, которая появится после такого воссоединения, получила название «Пангея Проксима» («следующая Пангея»). Возможно, она возникнет примерно через 250 млн лет. Однако это довольно умозрительный прогноз. Не исключены другие пути грядущего движения континентов, так как перемещения плит могут меняться в зависимости от непредсказуемых перемен в интенсивности и распределении гигантских конвекционных ячеек тепла, имеющих место в мантии.

Так или иначе, на поверхности Земли, судя по всему, проходят (и будут проходить) циклы формирования и распада суперконтинентов: один суперконтинент раскалывается, потом из его обломков собирается другой, тот тоже затем раскалывается, образует другой — и т. д. Есть гипотезы, что за примерно 4 млрд лет после формирования земной коры успело смениться около дюжины суперконтинентов старше Пангеи: такой вывод делают на основании сохранившихся геологических данных о магнитной ориентации пород и на основании сходств между древними окаменелостями (и метаморфическими породами), которые теперь разделяет в буквальном смысле полмира. Можно сделать своего рода мультфильм из карт Земли разных периодов и увидеть, как на протяжении миллиардов лет постоянно собирался и разбирался этот гигантский континентальный пазл.

**СМ. ТАКЖЕ** Континентальная кора (ок. 4 млрд до н. э.), Тектоника плит (ок. 4–3 млрд до н. э.?), Пангея (ок. 300 млн до н. э.), Атлантический океан (ок. 140 млн до н. э.), Альпы (ок. 65 млн до н. э.), Дрейф континентов (1912), Карта морского дна (1957), Спрединг морского дна (1973)

*Если плиты продолжат двигаться в тех же направлениях, в каких они движутся сегодня, то, согласно некоторым прогнозам, не пройдет и примерно 250 млн лет, как они снова соединятся, образовав суперконтинент, который одни называют «Пангея Проксима» («следующая Пангея»), а другие — «Пангея УльTIMA» («последняя Пангея»).*

ЧЕРЕЗ 250 МЛН ЛЕТ



Древние массивы суши

Современные массивы суши

Зона субдукции (треугольники показывают направление субдукции)

Хребет, где идет спрединг морского дна

## Последнее полное солнечное затмение

Одним из простейших экспериментов, проведенных астронавтами проекта «Аполлон» на поверхности Луны, стала установка там набора зеркал. Эти зеркала были обращены к Земле, так что теперь астрономы могли посылать на Луну лучи мощных лазеров и точно измерять, сколько времени потребуется, чтобы отраженный луч вернулся на Землю. В результате, зная это время и скорость света, можно вычислить расстояние от Земли до Луны — с точностью до 1 мм, даже еще точнее. Такого рода измерения вскоре показали, что Луна медленно удаляется от Земли — со скоростью примерно 3,8 см в год.

Почему так происходит? Виноват закон сохранения углового момента [он же — закон сохранения момента импульса. — *Прим. перев.*]. Лунная гравитация вспучивает приливные «холмы» в океанах Земли, что создает дополнительную силу трения, действующую на земную кору, и постепенно замедляет вращение нашей планеты. Тот угловой момент, который утрачивает Земля, приобретает Луна. По мере своего ускорения Луна уносится всё дальше от нас — в полном соответствии с кеплеровскими законами движения планет. Тот факт, что сегодня Луна отдаляется от Земли (не переставая вращаться вокруг нее), означает, что когда-то очень давно, сразу после своего формирования, спутник находился гораздо ближе к нашей планете. Возможно, видимый размер Луны в нашем ночном небе когда-то был в 15 раз больше, чем сегодня!

Кстати, вот одно из следствий этого постепенного отдаления Луны: она медленно (очень медленно) приобретает всё меньшие видимые размеры в нашем небе. Сегодня видимые угловые размеры Луны немного варьируются (в зависимости от того, где она располагается на своей «слегка эллиптической» орбите вокруг Земли): она может казаться чуть меньше Солнца, примерно с Солнце, чуть больше Солнца. В этом последнем случае возможно полное солнечное затмение. Но поскольку со временем Луна будет «уменьшаться» в нашем небе, в конце концов она не сможет полностью заслонять солнечный диск. И примерно через 600 млн лет (считая от нынешнего времени) наступит день, когда наши отдаленные потомки — кем бы или чем бы они ни были — соберутся, чтобы посмотреть на последнее полное солнечное затмение, видимое с поверхности Земли. После этого все события такого рода будут относиться лишь к разряду кольцевых солнечных затмений, при которых вокруг темного лика Луны торжественно сияет кольцо солнечного света.

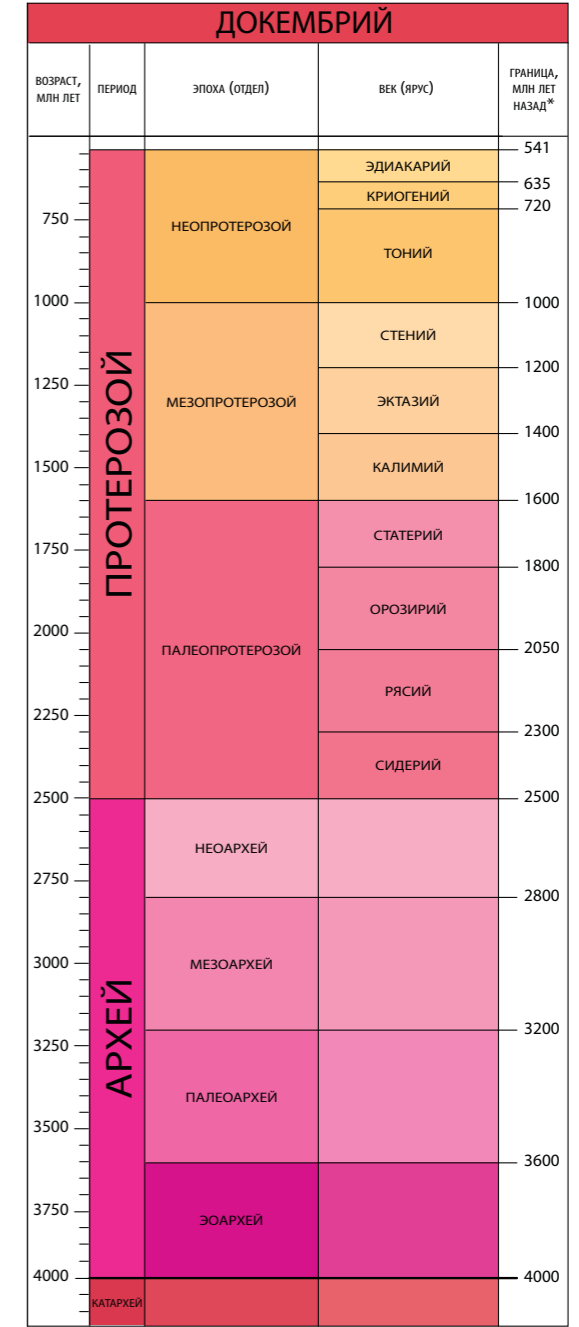
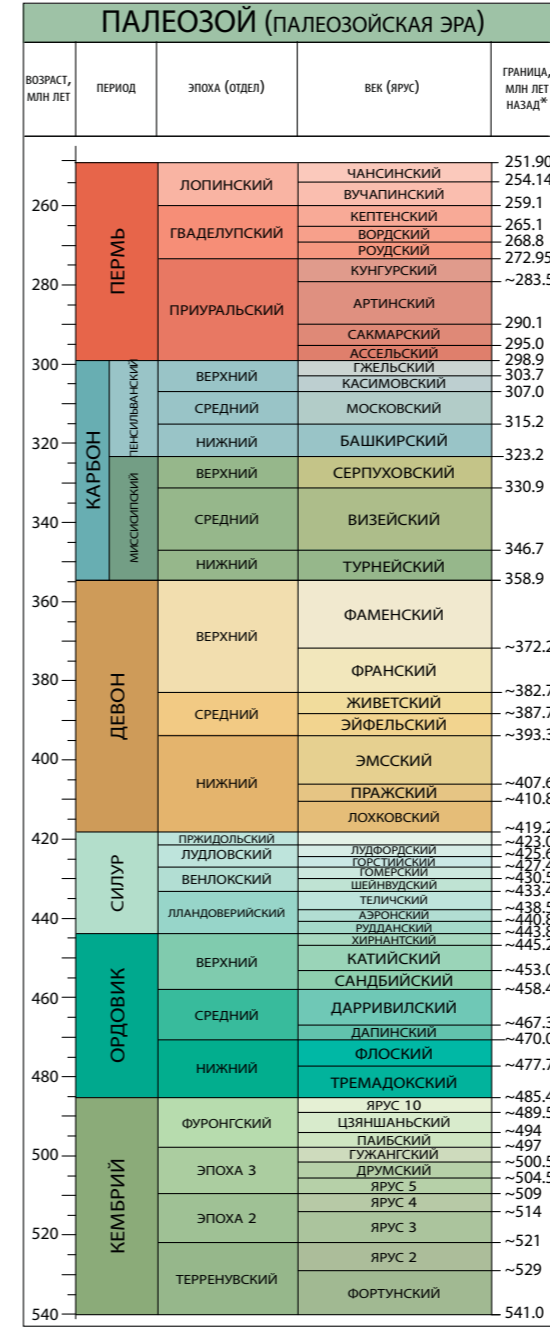
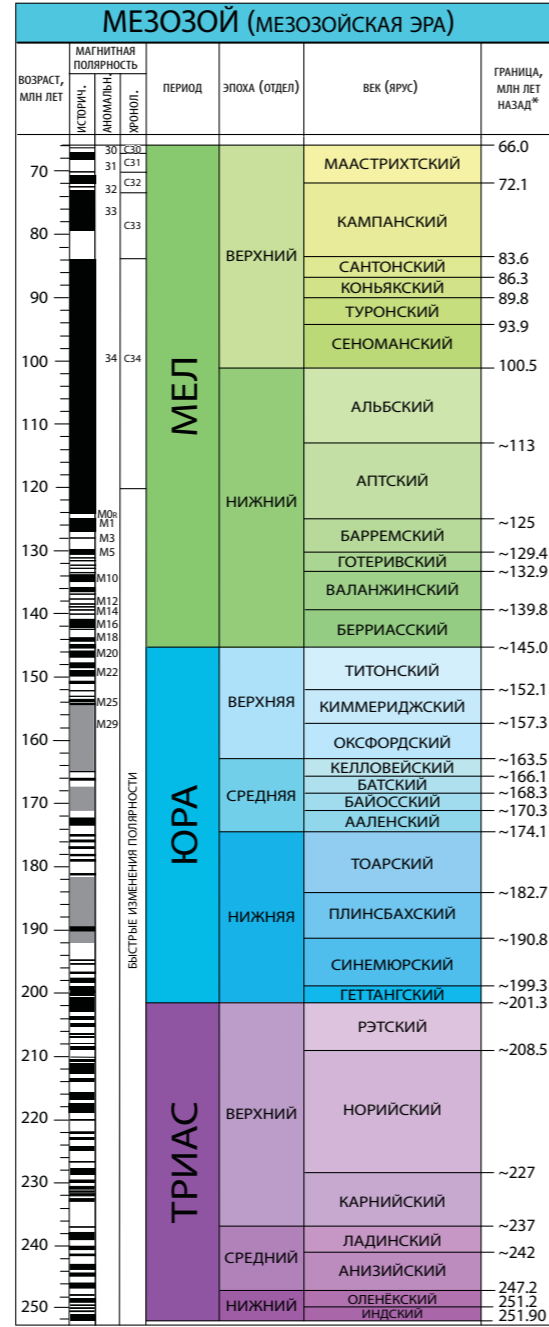
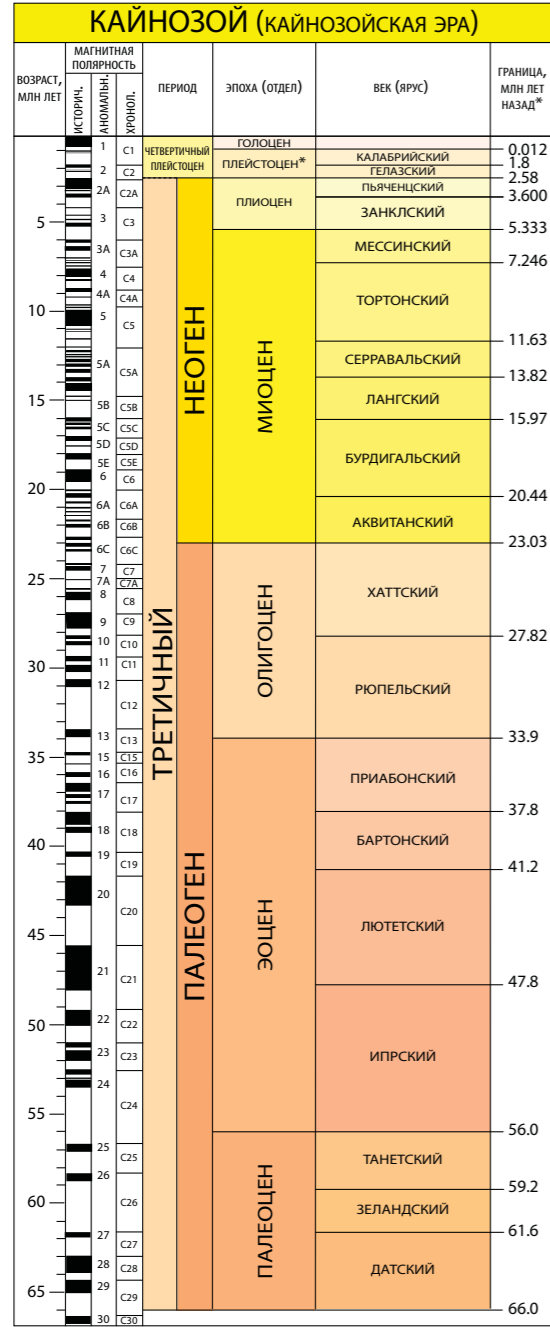
**СМ. ТАКЖЕ** Земля — шар! (ок. 500 до н. э.), Законы движения планет (1619), Приливы и отливы (1686), Гравитация (1687), Лунная геология (1972), Система глобального позиционирования (1973), Североамериканское солнечное затмение (2017)

*В очень недалеком будущем Луна слишком отдалится от Земли, чтобы полностью закрыть солнечный диск в нашем небе, и все солнечные затмения будут кольцевыми — как вот это (наблюдавшееся 20 мая 2012 г.).*



# ГЕОХРОНОЛОГИЧЕСКАЯ ШКАЛА (СОСТАВЛЕНА АМЕРИКАНСКИМ ГЕОЛОГИЧЕСКИМ ОБЩЕСТВОМ)

\* Условная граница между хронологическими периодами (эпохами, ярусами и т. п.) устанавливается по значимым геологическим или иным событиям.







Доктор ДЖИМ БЕЛЛ — профессор Школы исследования Земли и космоса Аризонского университета (Темпе, штат Аризона), адъюнкт-профессор Астрономического факультета Корнелльского университета (Итака, штат Нью-Йорк). Будучи президентом Планетологического общества, он является активным публичным комментатором по научным вопросам и по проблемам исследования космоса. В 2011 г. Американское астрономическое общество вручило ему медаль Карла Сагана. Джим появлялся во множестве программ на радио и телевидении, в числе которых — «Сегодня» (NBC), «Час новостей» (PBS), а также передачи на кабельных каналах «Discovery», «National Geographic», «History». Автор книг «Универсальный межпланетный путеводитель», «Открытки с Марса», «Межзвездная эра», «Марс 3D», «Луна 3D», он принимал участие в таких робототехнических проектах НАСА, как «Near Earth Asteroid Rendezvous» (NEAR, «Околоземная встреча с астероидом»), «Mars Pathfinder» («Марсианский следопыт»), работа с марсоходами «Mars Spirit», «Opportunity» и «Curiosity», с орбитальным лунным модулем «Lunar Reconnaissance Orbiter» (и это лишь немногие примеры). В его честь назван один из астероидов Главного пояса — 8146 Jimbell.

## 250 важнейших вех в истории планеты Земля, включая:

Рождение Земли (ок. 4,54 млрд до н.э.) • Великое окисление (ок. 2,5 млрд до н.э.) • Массовое пермское вымирание (ок. 252 млн до н.э.) • Приматы (ок. 60 млн до н.э.) • Большой каньон (ок. 6–5 млн до н.э.) • Появление Homo sapiens (ок. 200 000 до н.э.) • Одомашнивание животных (ок. 30 000 до н.э.) • Земля — шар! (ок. 500 до н.э.) • Солнце как центр мироздания (ок. 280 до н.э.) • Великая Китайская стена (ок. 1370–1640) • Малый ледниковый период (ок. 1500) • Гравитация (1687) • Рост численности населения (1798) • Промышленная революция (ок. 1830) • Открытие ледниковых периодов (1837) • Национальные парки (1872) • Парниковый эффект (1896) • Тунгусский взрыв (1908) • Дрейф континентов (1912) • Озоновый слой (1913) • Панамский канал (1914) • Исследование Земли с помощью авиации (1926) • Метеорадар (1947) • Ядерная энергетика (1954) • Природа кратеров, оставшихся после падения небесных тел (1960) • Большой Барьерный риф (1981) • Солнечная энергетика (1982) • Чернобыльская катастрофа (1986) • Землеподобные экзопланеты (1995) • Углеродный след (2007) • Умеренные широколиственные леса (2011) • Длительные космические путешествия (2016) • Апофис, едва не попадающий в цель (2029) • Поселения на Марсе? (~2050) • Следующее столкновение с крупным астероидом? (через ~500 000) • Конец Земли (через ~5 млрд) • И многое-многое другое...

Серия книг «Великие науки» переворачивает привычное представление о научно-популярной литературе. В этих богато иллюстрированных книгах читатель найдет ответы на многие интересующие его научные вопросы. При этом любые темы подаются в увлекательной и доступной для понимания форме. Авторы серии — выдающиеся американские популяризаторы науки, эрудиты и пропагандисты качественного знания. Эти книги украсят любую домашнюю библиотеку, а также станут роскошным подарком.

В серии вышли:

- «Великая физика»
- «Великая биология»
- «Великая математика»
- «Великая химия»
- «Великий космос»
- «Великая медицина»
- «Великая экономика»
- «Великие лекарства» и др.

ISBN 978-5-93208-249-2



9 785932 082492