
ВОЗРАСТ ЗЕМЛИ

Этому несчастному миру уже почти 6000 лет

УИЛЬЯМ ШЕКСПИР
(1599)¹

Вероятно, с того самого времени, как человечество овладело искусством письма, возникла необходимость записывать время, возраст человека, его социальной группы, империи, да и самой цивилизации. Записи высекали на камне, делали на бумаге и папирусе. Но лишь последние два тысячелетия иудеохристианский Запад стал соотносить все записи с одним историческим событием, что намного упростило ведение летописей. Таким образом, даты, относящиеся к нашей эре, являются вполне определенными. По мере же углубления во времена до Рождества Христова они становятся все менее достоверными, и, наконец, примерно около 2000 года до Р. Х., датирование событий становится вопросом согласования мнений в рамках господствующей философской школы.

Археологические даты зависят от непрерывности свидетельств, например, взаимосвязанных списков династий с указанием времени правления царей, являющихся первичными данными. Датирование радиометрическим методом, по углероду-14, например, дает вторичные сведения, поскольку этот метод сначала калибруется по материалу, возраст которого определен археологическим путем. О методе “углерод-14” более подробно расскажем в следующей главе.

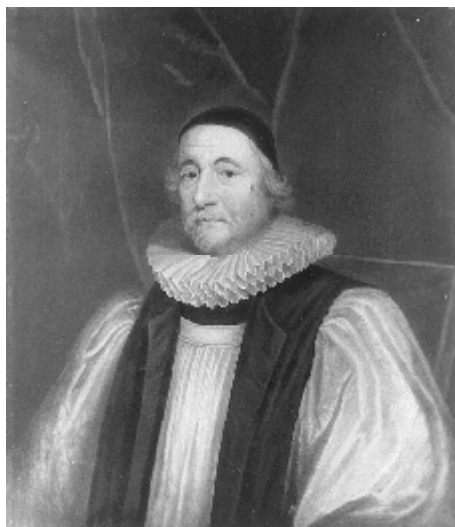
При обращении к более далекому прошлому оценки выводятся из естественных процессов, в значительной степени не зависящих друг от друга и, разумеется, не зависящих от нас. И в этой, и в следующей главах мы об этом еще поговорим, но сначала стоит задаться вопросом: можем ли мы доверять древним рукописным источникам? Их много, и Библия — один из них. Как и в случае с письменными свидетельствами наших времен, эти записи хороши настолько, насколько тверда наша вера в правдивость авторов. Хотя эти источники невозможно принимать за твердое доказательство начала, мы можем рассмотреть совпадающие части летописей из разнообразных культур как косвенное свидетельство.

Возраст Земли до Лайеля и Дарвина

Кратким и легко доступным источником информации девятнадцатого века является алфавитный указатель Роберта Янга, и в его популярном двадцать втором издании под словом “Сотворение” можно найти перечень тридцати семи вычислений даты Сотворения мира из общего списка, включающего более ста двадцати. Из этих тридцати семи тридцать основаны на Библии и семь выбраны из других источников — абиссинского, арабского, вавилонского, китайского, египетского, индийского и персидского. Ни одна из этих древних летописей не указывает большей даты Сотворения, чем 7000 лет до Р. Х. При тех сотнях тысяч лет, в течение которых, как предполагается, эволюционировал гоминид-человек, выглядит более чем странным совпадением, что все древние цивилизации, отнюдь не будучи незнакомы с астрономическими методами наблюдения за временем, начали свою историческую летопись с этой произвольно выбранной даты. Более того, все мифы и легенды, какими бы причудливыми они ни были, говорят о быстром Сотворении всего несколько тысяч лет тому назад.

Почти в каждой системе исторической хронологии в качестве исходного момента, относительно которого прослеживаются все другие даты, было принято либо Сотворение мира, либо рождение Христа. Система датирования, основанная на Рождестве Христовом, известна большинству читателей, и именно она используется нынче в делопроизводстве во всем мире. Однако в нехристианских странах, особенно в Израиле, приняты обозначения: до н. э. — до нашей эры, и н. э. — наша эра. В религиозных общинах датирование часто исчисляется с момента Сотворения мира. Например, ортодоксальные иудеи исчисляют время с 3760 г. до Р. Х., тогда как масоны начинают летосчисление с 4000 г. до Р. Х.

До расцвета науки заявления и постановления по таким вопросам, как возраст Земли, были делом церковной иерархии. До времен Дарвина писания Ветхого Завета принимались за буквальную истину. Хотя в Библии и не называется дата Сотворения, считалось, что ее можно вывести из несколько сложных генеалогий и сроков жизни патриархов. Ряд ученых в прошлом делал попытки вывести дату Сотворения именно таким путем, и некоторые из наиболее популярных оценок были таковы: Плэйфер — 4008 год до Р. Х., Кеплер — 3993 год до Р. Х. и Лайтфут — 3928 год до Р. Х. Каждый из этих ученых был специалистом по древним языкам, и тот факт, что их даты близки, но все же не совпадают, означает, что точно установить дату начала на основании библейских генеалогий дело непростое; по сей день ученые работают над этой проблемой. Тем не менее, согласно общему мнению, наиболее вероятной датой на-



Джеймс Ашер (1581—1656).
Ученый, специалист в области древних языков, Ашер понимал Писание совершенно буквально и высчитал год Сотворения как 4004 до Р. Х. (С портрета работы сэра Питера Лили; Национальная портретная галерея, Лондон.)

чала является 4004 год до Р. Х. Эта версия связана с именем англиканского архиепископа Джеймса Ашера, хотя некоторые другие исследователи его эпохи называли ту же дату.

В 1701 году дата 4004 год до Р. Х. как год Сотворения мира была помещена на полях английского издания Большой Библии епископом Ллойдом и, таким образом, стала ассоциироваться с догматами христианской церкви. К тому времени, как теория эволюция вступила в открытый конфликт с церковными догмами, почти в каждой публиковавшейся в девятнадцатом веке Библии на первой странице фигурировала дата Ашера, за которой последовательно шли даты до самого Рождества Христова. Поскольку церковь не устояла против доводов науки, эти даты быстро исчезли со страниц Библии на рубеже нашего века.

Мало текстов, в которых при обсуждении проблемы возраста Земли не упоминалось бы имя Ашера и его дата — 4004 до Р. Х. Во многих из этих текстов содержится дополнительная деталь, приписываемая Ашеру и уточняющая момент Сотворения: 9 часов утра 17 сентября или 9 часов утра 23 октября, в зависимости от цитируемого источника. Факты, однако, таковы, что это уточнение сделано не архиепископом Ашером, а его современником Джоном Лайтфуттом, которого, ввиду его склонности снисходительно относиться к пустым умозрительным суждениям, эффективно использовали, в частности, авторы учебников по геологии и биологии для дискредитации датировки Ашера. Характерно не только то, что эти детали приписываются не тому автору, но, при более внимательном чтении, становится очевидно, насколько эти заявления, в частности, о 9 часах утра, выхвачены из контекста (Лайтфут — Lightfoot, 1825)².

Таковы время Сотворения и вытекающий из него возраст Земли в библейском толковании. Если отнестись к этим сведениям серьезно, можно сделать вывод, что минимальный возраст Земли составляет примерно шесть тысяч лет; однако, с учетом возможных пробелов в генеалогии, она может быть старше на тысячу лет или около того, но вряд ли больше. Точную цифру узнать никогда не удастся, но суть в том, что это примерно в миллион раз меньше современных оценок возраста Земли, даваемых наукой. Совершенно очевидно, что эти две оценки несовместимы и являются основой для диаметрально противоположных идеологий.

Время и рациональность в девятнадцатом веке

Историческое время уникально; прошедший момент никогда не может вернуться, и при отсутствии свидетелей о его характере можно судить только на основе допущений. Таким образом, не случайно теория эволюции, сформулированная Дарвином, и такая, какой мы знаем ее в наши дни, основана на геологии Лайеля. Как отмечалось в третьей и четвертой главах, геология Лайеля в свою очередь основывается на принципе, предполагающем вместо традиционной катастрофы спокойное развитие естественных процессов, наблюдаемых и в наши дни. Этот принцип — философское растяжение времени от нескольких тысяч лет, согласно библейскому представлению, запечатлевшемуся в умах людей девятнадцатого века, до почти неограниченного времени, составляющего по теперешним оценкам миллиарды лет. Лайель воспользовался невозможностью воспроизведения событий прошлого, получив, таким образом, удобную возможность использования скользящей шкалы времени для приспособления к ней современной науки.

В начале девятнадцатого века наука не отличалась большой сложностью, и единственной проблемой на пути недоказанного допущения продолжительных эпох, предложенного Лайелем, было мнение других ученых того времени и, разумеется, богословов, многие из которых тоже были учеными. Тем не менее революционное изменение представления о молодой Земле и представление о Земле древней стало тем снежным комом, который вызвал лавину, в конечном счете изменившую весь *weltanschauung*, или мировоззрение, человечества.

Вскоре после опубликования Лайелем его “Основ геологии” (Lyell, 1830—33) люди принялись искать методы определения возраста Земли на основании естественных процессов, а не библейской трактовки архиепископа Ашера. Все эти методы связаны, как тогда, так и в наши дни, с каким-нибудь химическим или физическим процессом, скорость протекания которого поддается измерению.

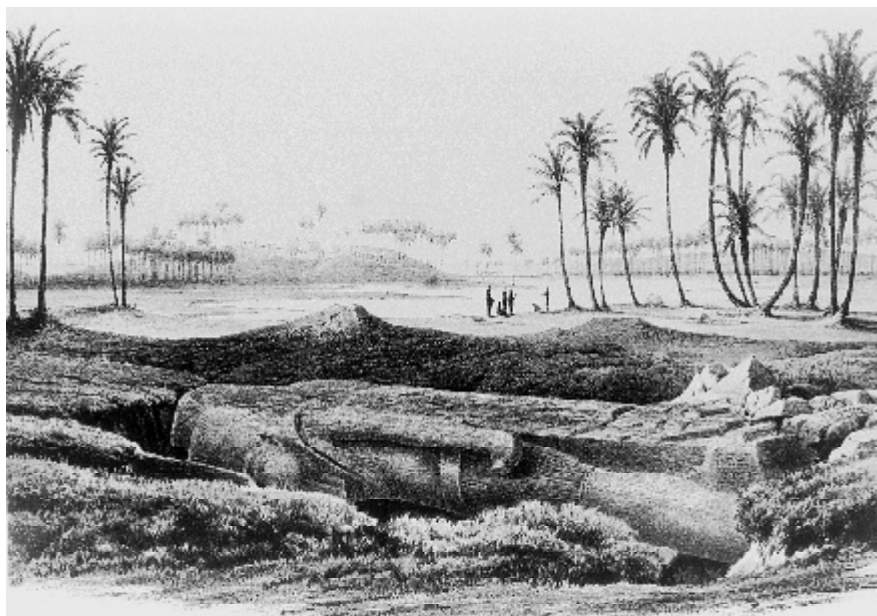
Определяется продукт этого процесса и путем простого деления этого продукта на скорость выводится его время. Пример такой операции приведен в четвертой главе, где описывается определение возраста Ниагарского водопада: величина, на которую ежегодно отступает водопад представляет собой скорость процесса, а длина ущелья — его продукт. На бумаге это выглядит достаточно просто, на практике же приходится учитывать предвзятость тех, кто делает такое вычисление.

Предвзятость Лайеля, состоявшая в предположении о существовании продолжительных эпох, заставила его изменить величину скорости отступления водопада, и он остановился на возрасте, который теперь признан слишком большим. Таким образом, важно, чтобы скорость измерялась точно и беспристрастно; для этого лучше всего брать среднюю величину результатов, получаемых несколькими наблюдателями в течение ряда лет.

Наиболее важным решением, с которым приходится иметь дело, вычисляя возраст Земли, является согласие с тем, что полученная в результате измерений скорость физического процесса всегда была постоянной. Как при исследованиях девятнадцатого века, так и в наши дни доктрина униформизма облегчает допущение, что скорость этих процессов (прорезания ущелий, отложения речных осадочных пород и т. п.) была постоянной. Но во многих случаях это допущение, как выяснялось впоследствии, оказывалось ошибочным. Тем не менее оценки возраста, сделанные в то время, по-прежнему принимались как научный факт и, хотя непреднамеренно, но все же служили подрыву убежденности библейских катастрофистов в возрасте порядка нескольких тысяч лет. Эти цифры играли жизненно важную роль при утверждении теории эволюции.

Некоторые давние научные факты

Давно известно, что реки несут осадочный материал, откладывающийся на дне при замедлении течения вод, — например, в месте впадения реки в океан или же когда река растекается при паводке по долине. Было затрачено много усилий для измерения материала, переносимого речной водой ежегодно, а также общего количества осадочных отложений в устье реки. При этом делалось допущение, что скорость отложения осадочного материала всегда была постоянной. Хотя при измерениях имела место некоторая неопределенность, в 1850-е годы представилась уникальная возможность относительно точно измерить как скорость отложения, так и общее количество отложенного материала в одном и том же месте. Наполеоновская популяризация чудес древнего Египта дала понять, что река Нил каждый год затопляла плодородную долину и оставляла



Семидесятитонная статуя Рамзеса II, обнаруженная в Мемфисе в 1840-е годы. Фундамент погребен в осадочном материале под ногами статуи. (Лепсиус — Lepsius, 1849; Библиотека редких книг Томаса Фишера, Smhberqhrer Торонто.)

после схода паводка тонкое отложение ила. На этом отложении в долине у Мемфиса был построен фундамент колоссальной статуи Рамзеса II, в последующие годы покрывшийся новым трехметровым слоем принесенного рекой осадочного материала (Бономи — Bonomi, 1847; Лепсиус — Lepsius, 1849). Когда расшифровали иероглифические письма и установили хронологию, выяснилось, что эта статуя простояла 3200 лет, так что с учетом трехметрового слоя отложения за этот период скорость отложения в этом месте составила девять сантиметров за столетие (Данбар — Dunbar, 1960, 18)³. Дальнейшие раскопки в долине Нила показали, что в некоторых местах слой осадочной породы достигал двадцати двух метров, но исследователи поняли, что пробный шурф углубился на несколько футов ниже уровня Средиземного моря, и проходка шурфа была прекращена (Лайель — Lyell, 1914, 29)⁴. Однако при измеренной скорости девять сантиметров в сто лет это давало максимальный возраст всего 30 000 лет, что было несравнимо меньше миллионов лет, предлагавшихся лайелевской геологией. Проект бурения разведочной скважины, осуществлявшийся между 1851 и 1858 годами, вызвал замешательство и был остановлен. Представляет интерес наблюдение, на которое в то время не обратили внимания и кото-

рое, насколько известно, с того времени не производилось. Скорости отложения осадочного материала в Мемфисе или же в любом другом месте, где их измеряли, в предыдущие периоды времени вполне могли быть больше, но никогда — намного меньше. В Мемфисе, согласно геологии Лайеля, предполагавшей пусть даже всего один миллион лет, за сто лет должен был бы откладываться слой осадочного материала толщиной меньше одной тысячной доли дюйма. Любая домохозяйка знает, что даже пыль в доме накапливается гораздо быстрее! С другой стороны, согласно хронологии Ашера, потребовалось бы всего одно-два крупных паводковых отложения осадка до возведения упомянутой статуи. Например, если допустить такие катастрофы, как извержение вулкана с большим количеством пепла, то скорость осаждения в прошлом могла оказаться намного больше, а расчетный срок — намного меньше.

Обычно исследование отложений удовлетворения не давало. Одни исследователи указывали срок всего в несколько тысяч лет, другие — в миллион лет, что совершенно не согласовывалось, и, что еще хуже, все эти цифры были слишком малы. Наиболее популярным доводом с целью обойти эту ситуацию было предположение, что в сухие периоды, между погружениями под воду, происходила эрозия. Таким образом, одно допущение нагромождалось на другое, что делало довод весьма натянутым. Проблема была разрешена в начале 1900-х годов открытием радиометрических методов, которые показали гораздо более продолжительные периоды. В настоящее время данные о возрасте, полученные на основе скоростей отложения осадочных пород, не пользуются большим доверием, и не потому, что эти скорости вызывают сомнение, а по причине несогласованности результатов и их несоответствия с идеями Лайеля и его последователей.

Морская соль

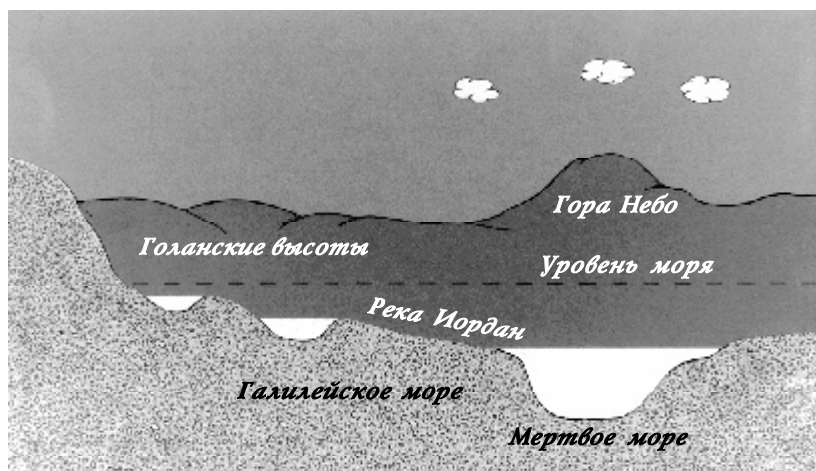
В 1899 году Джон Джоли предпринял попытку измерить возраст Земли, основанную на количестве хлористого натрия (обыкновенной соли) в океанах. Он предположил, что первичный океан возник в виде чистой воды и что нынешняя скорость поступления соли из рек всего мира всегда была постоянной (Joly, 1901, 247). Поскольку соленость океанов почти одинакова, а картографические измерения указывают общей объем воды, Джоли на этом основании вычислил количество тонн соли, содержащейся в океанах. Измерения в устьях крупных рек мира показали, сколько тонн соли поступает в океан каждый год, и путем простого деления Джоли пришел к возрасту Земли в 100 миллионов лет. Последователи Дарвина в тот момент вынужденно приняли эту цифру, и она стала

признанным научным фактом. Однако радиометрические методы весьма своевременно заменили все другие, и оценки возраста стали резко изменяться в сторону увеличения (Joly, 1922)⁵. В течение следующей половины века был выдвинут ряд весьма неопределенных соображений с целью защиты оценки Джולי, основанной на содержании соли в океане, но этот метод был в некотором смысле слишком хорош и оставлял мало возможностей для дискуссии. Первоначальные допущения реально не могли быть поставлены под вопрос, потому что это означало бы лишь уменьшение возраста. Действительно, то, что первичный океан вообще не содержал никакой соли, должно было быть признано как простое предположение, и приверженец теории катастроф в равной степени мог заявить, что океан был сотворен соленым всего лишь несколько тысяч лет назад.

В то время, когда Джולי работал над своим “солевым” методом, исследуя реки и океаны всего мира, кто-то, несомненно, должен был подумать о более простом подходе, основанном на том же самом принципе, но дающем больше определенности в смысле ограниченности масштаба — например, Мертвое море в Израиле.

Израильский хронометр

С геологической точки зрения долина Мертвого моря представляет собой часть системы рифтовой долины, простирающейся через Красное море в Афарский регион северо-восточной Эфиопии. Авторитеты из учебников утверждают, что эта система сформирова-



Мертвое море. Израильский хронометр. Разрез с севера на юг долины реки Иордан. Вода Мертвого моря, находящегося на 360 метров ниже уровня моря, может расходоваться из бассейна лишь за счет испарения. Соли остаются и концентрируются. Параметры этой системы точно известны, и они указывают на то, что она существует всего несколько тысяч лет. (Автор)

лась несколько миллионов лет назад. Например, радиометрические методы, применявшиеся к слоям Афарского региона, в котором Дональд Йохансон открыл ставшую теперь знаменитой “Люси”, говорят о том, что эта геологическая формация образовалась по меньшей мере три миллиона лет назад (Йохансон и Идэй — Johanson and Edey, 1981, 187). У другого конца этой рифтовой долины, в Израиле, находится водная система, состоящая из Галилейского моря, реки Иордан и Мертвого моря, уровень которых ниже уровня моря и которые представляют собой уникальный хронометр в самой низкой точке земной суши. В Мертвое море через реку Иордан непрерывно течет вода из Галилейского моря, тогда как единственным способом расхода воды из Мертвого моря является испарение; испаряемая вода соли не содержит. Давным-давно эта система пришла в равновесие, при котором скорость поступления воды в Мертвое море точно уравнивается скоростью потери ее за счет испарения, и концентрация солей стала повышаться⁶.

Мертвое море, покрывающее площадь в 1020 км², содержит приблизительно 11 600 000 000 тонн соли, а река Иордан, в которой содержится всего 35 частей соли на 100 000 частей воды, ежегодно добавляет в это количество 850 000 тонн (Британская энциклопедия, 1973, 19:995).

Путем простого деления общего количества соли на годовую скорость ее прибавления возраст этого геологического явления определяется всего в тридцать тысяч лет, что разительно меньше трех миллионов лет, якобы составляющих возраст другого конца этой рифтовой долины. Однако это еще не все, поскольку в той же самой энциклопедии под словом “соль” также указывается, что в Мертвом море существуют придонные источники соленой воды, а также другие потоки, которые добавляют соли, так что их совокупность делает возраст еще меньше. Было бы ошибочно утверждать, что в прошлом воды Иордана содержали меньше соли, так как громадные отрезки времени, предполагаемые геологией, потребовали бы чистоты воды Иордана, намного превышающей чистоту дистиллированной воды, что совершенно немыслимо.

Резонно предположить, что всякий должен был получить те же самые выводы о Мертвом море уже давно, когда впервые были проведены анализы воды, но к тому времени возобладала ортодоксальная геологическая догма, и, насколько известно, этот очевидный вывод так и не стал достоянием печати.

Другие соли морей

Более поздние исследования, основанные на принципе Джоли, были проведены путем измерений в океанах и реках не хлористого

натрия, а урановых солей (Кочи — Koszy, 1954). Эти цифры в свою очередь использовал Кук, сделавший на их основании заявление о молодости Земли, опубликованное в уважаемом английском журнале “Нэйчер” (Cook, 1957). Однако это утверждение, изложенное в таинственных терминах науки, не было очевидным с первого взгляда. Кук заключил свою статью о радиогенном гелии замечанием о том, что его результаты “приблизительно согласовываются с хронометрией, получаемой из годового поступления урана с речной водой (10^{10} — 10^{11} граммов в год) в сравнении с общим количеством урана, присутствующим в океанах (примерно 10^{15} г)” (Cook, 1957, 213). Принимая цифру 10^{11} за скорость поступления урана в океаны, а 10^{15} за суммарный продукт (единицами можно пренебречь), остается определить возраст простым вычитанием одиннадцати из пятнадцати, что дает 10^4 , или 10 000 лет. Кочи указывал в своей статье, что глубоководные отложения в море не содержат таких громадных количеств урана, каких можно было бы ожидать, и оставляет читателя с какими-то смутными предположениями относительно причин “потери” урана⁷.

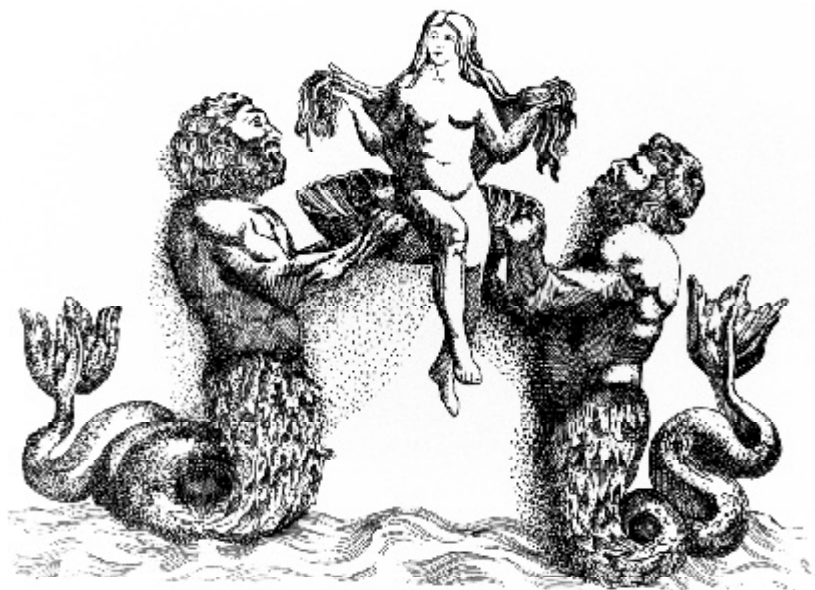
Все исследователи, проводившие анализ речной воды, включая Геологическую инспекцию США, не могли допустить ошибки в миллион раз, и если 10 000 лет в какой-то степени приближается к правильному возрасту, тогда все начинает выглядеть так, будто первичный океан содержал примерно столько же хлористого натрия, как и в наши дни, но не содержал солей урана. Можно смело сказать, что этот вывод, основанный на опубликованных данных, противоречит униформистской догме; его редко можно найти на страницах профессиональных журналов и никогда — в широкой прессе.

Еще раз о развенчанных мифах

Прежде чем оставить тему солей в океанах, следует заметить, что вскоре после того, как Джоли опубликовал свою вышеупомянутую работу, Макэллэм в 1903 году заявил, что существует причинная связь между соленостью воды и содержанием соли в плазме крови. Утверждалось, что это прямое отражение нашего происхождения из моря, и, пока это заявление не было опровергнуто несколькими годами позднее, оно фигурировало как еще один научный факт, поддерживавший теорию эволюции (Macallam, 1903)⁸.

Охлаждение Земли и лорд Кельвин

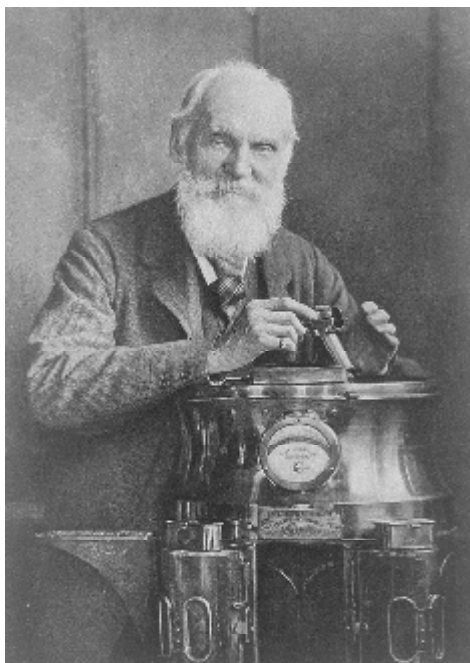
Один из последних методов, предусматривающих измерение скорости и результата, касался охлаждения Земли из предполагаемого состояния горячей жидкости. Этот метод достоин упоминания, потому что в следующей главе будут затронуты некоторые свя-



Греческий миф повествует о том, что богиня любви Афродита, известная также как Венера, родилась из моря. Афродита означает “пенорожденная”. Не намекает ли греческая мудрость на то, что человеческий род также возник из моря, как нам теперь объясняют учебники? (Рис. Мэри Уордлоу.)

занные с ним детали. Промышленная революция создала большую потребность в угле для генерирования энергии пара. По мере углубления угольных шахт было замечено, что температура повышается примерно на 1°C с каждыми тридцатью метрами глубины, и стало понятно, что при этой скорости повышения температуры большая часть ядра Земли должна быть весьма раскаленной и только тонкая внешняя оболочка остается достаточно холодной, чтобы поддерживать жизнь. Одной из существовавших в XIX веке теорий происхождения Земли была теория французского математика Лапласа, высказавшего предположение, что наша Солнечная система началась с вращающейся капли раскаленной материи. Затем отделились несколько небольших частей, продолжая вращаться в том же направлении, и под влиянием собственных гравитационных полей образовали сфероиды, вращающиеся вокруг центральной массы. Эти сфероиды охладились и стали планетами, одной из которых является наша Земля. Хотя этот сценарий полностью сохранился в общественном сознании до наших дней, он, как мы увидим далее, давно опровергнут⁹.

Вскоре после опубликования Дарвином “Происхождения видов” Уильям Томсон, в будущем лорд Кельвин, попытался вычис-



Уильям Томсон, более известный как лорд Кельвин (1824—1907). Поистине великий ученый девятнадцатого века, которому мы обязаны и поныне. Его имя в популярной прессе было отодвинуто в тень именем Дарвина. На фотографии изображен с компасом. (Фото Дж. Эннана, 1902; Королевское фотографическое общество.)

лить возраст Земли, исходя из лапласовской гипотезы ее происхождения. Кельвин принял за отправные параметры время затвердевания поверхностного слоя (температура затвердевания расплавленной породы) и скорость потока тепла через поверхность Земли, определенную в угольных шахтах. В простой двухстраничной статье он совершенно разрушил униформистские предположения Лайеля и лишил основы дарвиновскую теорию (Thomson, 1865). Кельвин показал, что возраст Земли, вычисленный на основе предположения, что она охладилась, составляет максимум 400 миллионов лет. Версия же о более продолжительном времени означала бы, что к нашему времени Земля оказалась бы слишком холодной, чтобы на ней могла поддерживаться жизнь. Этот верхний предел был слишком мал для Дарвина, но научный авторитет Кельвина, а также математическая демонстрация, были неоспоримы (Ф. Дарвин и Сьюард — Darwin, F. and Seward, 1903, 2:163)¹⁰. По иронии судьбы именно этот документ впоследствии был неверно истолковал кое-кем из духовенства, кто ошибочно понял защиту Кельвином христианской веры (посредством отвержения униформизма) как выступление в защиту древней Земли. Таким образом, некоторые отошли от христианского догмата молодой Земли, став на позиции сторонников древней Земли и, в конечном счете, самой идеи эволюции.

Во время дебатов между последователями Кельвина и Дарвина о возрасте Земли, тщательно документированных Бёрчфилдом

(Burchfield, 1975), дарвинисты были потеснены двумя астрономическими открытиями, опубликованными в год смерти Кельвина (1907). Наблюдение движения солнечных пятен сделало для астрономов очевидным, что Солнце вращается вокруг своей оси не с той скоростью, которую можно было бы ожидать, исходя из теории Лапласа. Еще более ощутимым ударом было открытие, что некоторые планеты вращаются вокруг своей оси в одном направлении, а другие в обратном (см. примечание 9). Согласно же теории все они должны были вращаться в одном и том же направлении. Фактически это опровергло небулярную космогоническую теорию Лапласа, хотя спустя более сотни лет и в отсутствие лучшей теории современные представления остаются в основном теми же, за исключением названия.

Преподносимое в наши дни учебниками объяснение происхождения Солнечной системы предполагает, что в процессе, именуемом аккрецией, мелко рассеянные газы и пыль вращались и концентрировались под воздействием гравитационных сил. Далее говорится, что от огненного шара, образовавшегося в результате этого процесса, оторвался диск газа, который конденсировался, образовывая планеты, и в конечном счете охлаждался, переходя из жидкого состояния в твердое. Дарвиновская теория успешно преодолела трудности, связанные с Кельвином и астрономией, за счет двух блистательных предположений, основанных на случайном открытии Беккерелем радиоактивности в 1895 году.

Во-первых, наблюдения показали, что радиоактивный распад генерирует небольшое количество тепла, и этот факт впоследствии был использован для объяснения поддерживаемой высокой температуры ядра Земли. Прорвавшись за верхний предел 400 миллионов лет, установленный Кельвином, по теперешним представлениям возраст Земли превышает эту цифру более чем в десять раз. Следует, однако, помнить, что это основано на гипотезе, что внутри Земли присутствует громадный и практически неисчерпаемый источник тепла в виде радиоактивных элементов. Эта гипотеза редко ставится под сомнение, однако Ингерсолл и его коллеги больше тридцати лет назад отмечали, что в результате пересмотра данных Кельвина об охлаждении обнаружено, что без учета радиоактивности возраст Земли составляет 22 миллиона лет (минимальная цифра по Кельвину на основе теории Лапласа составляла 20 миллионов лет), а с учетом известной радиоактивности Земли ее возраст не может превышать 45 миллионов лет (Ingersoll et al., 1954, 99). Ясно, что во всем этом что-то не так, поскольку это всего лишь один процент возраста, требуемого современной теорией биологической эволюции.

Второе предположение касалось скорости радиоактивного распада. Согласно ранее принятым свойствам этого процесса, он представлялся постоянным и, по-видимому, не зависящим от химических изменений, экстремального тепла или давления. Это приняли за факт, и радиоактивный распад стали рассматривать как уникальный и независимый путь определения возраста Земли. Сэр Джордж Дарвин, сын Чарльза Дарвина, высказал эту идею на собрании Британской ассоциации в 1905 году. В 1910 г. разработали метод, и появилось сообщение о возрасте докембрийской породы порядка от 600 до 700 миллионов лет (Стратт — Strutt, 1910). По сегодняшним стандартам это была скромная величина, но она хорошо послужила в качестве второго оружия для атаки на труднопреодолимый барьер Кельвина в 400 миллионов лет. Кроме того, можно было уже не ожидать опровержения этих цифр, поскольку Кельвин умер тремя годами раньше.

Когда радиометрические способы определения возраста были применены впервые, многие исследователи отнеслись к ним скептически, но поскольку казалось, что ими подтверждаются ожидаемые цифры геологических возрастов, этот метод стал утверждаться и в конечном счете смел все прежние. Именно с этого момента оценки возраста Земли стали резко увеличиваться. Энджел (Engel, 1969) отметил, что фигурирующий в учебниках возраст Земли с 1900 года увеличился почти в сто раз: с 50 миллионов до 4,6 миллиардов лет (см. приложение Б).

Таким образом, все здание модели старой Земли исключительно зависит от результатов применения радиометрических методов датирования, которые в свою очередь зависят от правильности некоторых допущений. В учебниках прослеживается тенденция умолчания слабых сторон этих допущений, но понимание, того, что именно допускается, существенно важно, чтобы дать разумную оценку достоверности этого метода. Поэтому в остальной части этой и в первой половине следующей главы попытаемся не рубить сплеча, но терпеливо развязывать этот радиометрический гордиев узел.

Поскольку эти страницы могут показаться читателю, не имеющему технической подготовки, иссушенной пустыней, он может сразу перескочить несколько страниц, перейдя к универсальным константам. Суть того, о чем здесь пойдет речь, в следующем. Радиоактивный распад некоторых элементов, из которых одни встречаются лишь в геологических породах, другие же составляют часть любого живого существа, аналогичен старомодным песочным часам. Радиоактивный элемент подобен песку в верхнем резервуаре таких часов, и по мере его распада с превращением в нерадиоактивный элемент этот материал пересыпается в нижний резервуар. Метод определе-

ния времени начала действия этих часов состоит в уточнении общего количества элемента в каждой половинке часов и измерении скорости его падения из верхнего резервуара в нижний. Чем меньше количество радиоактивного материала, который остается наверху, по сравнению со связанным с ним нерадиоактивным материалом, тем больше возраст пробы.

Принципы радиометрического измерения

Средневековые алхимики считали, что можно преобразовать исходный тяжелый металл, например железо, в более благородный тяжелый металл — золото и таким образом обогатиться. Современная наука доказала, что обычно это совершенно невозможно, но существуют естественно протекающие процессы, в которых самопроизвольно происходит преобразование в обратном направлении, в результате чего нестабильные элементы атом за атомом изменяются, образуя более легкие стабильные элементы. Этот процесс известен как радиоактивный распад, и в зависимости от конкретных элементов он может принимать форму альфа-распада, обычно сопровождающегося выделением газообразного гелия, или бета-распада с эмиссией электронов, или же распада за счет механизма захвата электронов. Характеристикой, делающей радиометрические методы столь ценными, является процесс распада, который считается постоянным и не подверженным влиянию температуры, давления или химической формы, принятой нестабильным элементом в его исходном состоянии.

Процесс распада можно представить себе в виде уникальных часов, которые с самого начала пошли с безошибочной точностью. Основной принцип всех радиометрических методов в том, что, когда известна скорость распада конкретного радиоактивного процесса, возраст всего, в чем происходит такой процесс, можно определить путем простого измерения количества остающегося нестабильного элемента и связанного с ним стабильного элемента, накопившегося к этому моменту. Эти элементы обычно называют соответственно “родительскими” и “дочерними”. Затем простое вычисление с использованием этих значений дает время процесса распада.

Радиометрические методы

Самый ранний радиометрический метод был предложен на основании наблюдений Болтвуда, обратившего внимание, что как урановая, так и ториевая руда радиоактивно распадаются, образуя свинец и газообразный гелий (Boltwood, 1907). Ураново-свинцовый метод применяли в течение многих лет, используя в качестве исходного материала содержащие уран минералы. В основе метода

— распад урана-238 с превращением его в свинец-206 в результате сложного процесса, состоящего из четырнадцати стадий. Подробно-сти этих стадий в данном случае существенного значения не имеют, но их можно найти в приложении В. Числа 238 и 206 означают атомную массу, или вес, и определяют конкретный изотоп, или разновидность отдельных элементов. О деталях ураново-свинцового метода будет сказано в следующем разделе.

Впоследствии были обнаружены и другие радиоактивные процессы, например, распад калиевых руд с превращением в газ аргон или рубидиевых руд — в стронций, а поскольку породы, содержащие эти элементы в виде руд, более обильны, их в настоящее время широко используют для радиометрического датирования геологических пород. Таким образом, различным частям геологической колонны и связанным с ними формам окаменелостей были присвоены абсолютные значения возраста. Популярный метод датирования по углероду-14, основанный на радиоактивном распаде нестабильного изотопа углерода, несколько отличается от других радиометрических методов и будет описан в следующей главе.

Скорость распада

Предполагалось, что радиоактивный распад представляет собой постоянный процесс, происходящий за счет спонтанного преобразования отдельных атомов нестабильного элемента. Некоторые атомы живут всего несколько минут до распада, тогда как соседние с ними — тысячи лет. Никому не известно, когда произойдет распад какого-то конкретного атома, и никто не знает, почему они распадаются. Однако когда речь идет о большом количестве атомов, существует некоторая статистическая уверенность, что в какой-то определенный момент конкретное число атомов будет вовлечено в процесс самопроизвольного изменения или распада. Данные об этих числах дают скорость распада, но в основе лежит допущение о беспорядочности этого процесса. В течение последнего десятилетия или около того статистическое исследование, проведенное Эндерсоном и Спэнглером (Anderson and Spangler, 1973), показало, что в действительности процесс распада не беспорядочен¹¹. Однако точную скорость распада узнать невозможно, что ставит под сомнение все радиометрическое датирование (Anderson, 1972)¹². Неудивительно, что авторы, хотя и занимали солидное положение в науке, испытали трудности при опубликовании своей работы, а впоследствии признали, что ею “пренебрегает, игнорирует, не верит... практически все научное сообщество” (Anderson and Spangler, 1974)¹³.

Другая категория ученых остается уверенной в том, что скорости атомного распада были и всегда будут постоянными, и поскольку

ку данные о скорости распада радиоактивных изотопов определены и опубликованы, периодический пересмотр их не оправдан. Сам термин “постоянная распада” не поощряет такую практику.

В случае урана-238 скорость распада и соответствующая постоянная установлены более полувека назад. Этот метод состоит в том, что берется небольшой кристалл урансодержащей руды, циркона либо, реже, уранинита и с помощью счетчика Гейгера подсчитывают число альфа-частиц, испускаемых в течение определенного периода времени, обычно двух или трех суток. Путем простого арифметического действия вычисляют скорость на миллиграмм пробы в час. Затем, исходя из этой информации, скорость распада выражают математически как постоянную распада или как более привычный период полураспада (эти термины и их математические отношения объясняются в примечании 14)¹⁴. Полураспад представляет собой обычный способ выражения процесса, который теоретически никогда не является полным, и определяет время, требуемое для уменьшения количества “родительского” материала, урана-238, наполовину. Период полураспада урана-238 определен в 4,51 миллиарда лет. Если проба начинается со ста атомов урана, то по истечении одного периода полураспада остается только пятьдесят атомов; по истечении двух периодов полураспада — двадцать пять атомов и так далее. После пяти полураспадов, или по истечении 23 миллиардов лет, остаются лишь три атома, то есть процесс распада становится полным на 97 процентов. То, что период полураспада урана-238 соответствует нынешней оценке возраста Земли, — чистое совпадение.

Число альфа-частиц, испускаемых в час, зависит от числа атомов урана, вовлеченных в процесс распада, то есть от размеров пробы, и поэтому скорость выражают “на миллиграмм”. Однако интенсивность испускания будет медленно уменьшаться с течением времени по мере уменьшения числа атомов урана. Разумеется, при столь громадной продолжительности процесса этого никогда не удавалось наблюдать. Иными словами, измерения были сделаны лишь в этом столетии, а во время двух- или трехсуточного испытательного периода скорость, естественно, выглядит постоянной. Математическая обработка скорости с целью получения постоянной распада или соответствующего периода полураспада снимает эффект уменьшения “родительского” элемента. Таким образом, следует принять допущение, что постоянная распада была постоянной на протяжении всего возраста ступка атомов урана в образце. Это важнейшее допущение, и оно основано на наблюдении, что результат подсчетов на миллиграмм в час оказывается постоянным, будь то при измерении той или иной пробы в 1950-е или в 1980-е; кроме того, эту скорость, видимо, не изменяют ни тепло, ни давление, ни другие

условия, воздействующие на радиоактивные материалы. Следует иметь в виду, что допущение постоянства представляет собой крупный акт веры, основанный на наблюдениях, проводившихся в течение всего лишь нескольких лет, которые сочли возможным применить к процессу, происходящему в течение миллиардов лет.

В разделе о принципах мы сказали, что по мере постоянного уменьшения “родительского” материала дочерний продукт, свинец-206, соответственно увеличивается. Чем больше отношение свинца-206 к урану-238, тем старше проба. Однако возраст может оказаться гораздо больше действительного, если порода содержала свинец на начальных стадиях ее образования. В следующем разделе изучим проблему “загрязнения” первоначальным свинцом.

Изначальное образование минералов

Несмотря на то, что небулярная космогоническая теория Лапласа была дискредитирована много лет назад, современная теория аккреции все еще допускает, что Земля когда-то была жидкой и медленно охлаждалась до возникновения твердой коры. Астрономия обычно не останавливается на этом аспекте, но он имеет совершенно принципиальное значение для современной геологии. Предполагаются громадные отрезки времени, в течение которых, также согласно допущению, эрозия удаляла верхний слой всего первоначального материала коры и вновь откладывала его в виде осадочных (слоистых) пород. Кроме того, существуют некоторые пирогенные породы, являющиеся продуктами горячей жидкой магмы, выделившейся на поверхность из глубин Земли. Именно такие породы, типичными для которых являются граниты, кристаллизовавшиеся из жидкого состояния, обычно используют для радиометрического датирования времени, прошедшего с начала образования кристаллов. Подобный метод не определяет возраст Земли, так как это не первоначальный материал коры, но такая интрузивная кристаллизованная порода является полезной для уточнения возраста соответствующего слоя осадочной породы и, в особенности, содержащихся в нем окаменелостей.

При охлаждении и переходе из жидкого состояния в твердое действуют определенные правила, которым подчиняется быстро движущаяся смесь атомов, когда они занимают свои места в кристаллических решетках твердого материала. В рудном цирконе, который используют для радиометрического датирования, сгустки атомов урана ассоциируются с атомами циркона, становясь частью кристаллической решетки. С момента образования кристаллической решетки атомы урана продолжают распадаться на атомы свинца, но, в противоположность жидкому состоянию, они теперь остаются фиксиро-

ванными в решетке и связанными с “родительским” ураном. Отношение атомов свинца-206, образовавшихся *in situ* (на своем непосредственном месте), к урану-238 в этой же самой решетке, дает меру времени с момента образования кристалла. Все это достаточно просто, если допустить, что не было “загрязнения” кристалла путем введения свинца-206 во время образования кристалла из жидкости. В действительности же часто именно так и происходит, из-за чего создается впечатление, что кристалл намного старше его действительного возраста. Понятно, что важно знать, сколько свинца-206 было включено в решетку сначала, чтобы определить, сколько свинца-206 было получено позднее за счет распада урана-238.

Проблема примесей свинца-206

Зададимся вопросом: можно ли узнать, каково было первоначальное содержание свинца бесчисленное число миллионов лет назад? В 1929 году Эстон открыл четыре изотопа, то есть четыре практически идентичных разновидности, свинца (Aston, 1929). Одни из них — свинец-204, который не является продуктом радиоактивного распада, другой — радиогенный свинец-206, представляющий конечный “дочерний” продукт урана-238. Предполагается, что загрязняющий свинец, попавший в кристалл при его росте из жидкости, состоял из смеси свинца-204 и свинца-206 в некотором соотношении. К счастью, рудный циркон часто связан с нерадиоактивными минералами — полевым шпатом и галенитом, которые содержат свинец, но не содержат урана, и делается допущение, что соотношение свинца-204 и свинца-206 в полевом шпате таково же, что и соотношение, “загрязняющее” цирконовый кристалл. Вполне разумно предполагается, что оба эти минерала образовались в одно и то же время, а количество свинца-204 ни в одном из них не изменяется. Найдя это соотношение форм свинца в полевом шпате и зная общее количество свинца-204 и -206 в цирконе, очень просто найти первоначальное количество свинца-206 и вычесть его из общего количества; разностью будет количество, полученное *in situ* в результате распада. Таким образом можно определить возраст кристалла (Найер — Nier, 1939).

После внесения это поправки, связанной с допущениями в отношении “загрязнения” первоначальным свинцом, следует еще одно допущение: с начала процесса распада ни “родительский”, ни “дочерний” элемент не добавляется к кристаллической решетке из внешних источников и не теряется. По этой причине принимаются меры предосторожности, чтобы кристалл был взят из глубины массы породы, где грунтовые воды не могли транспортировать атомов ни урана, ни свинца — ни в кристаллическую решетку, ни из ре-

шетки — после ее образования. Лабораторный воздух должен быть свободен от свинца, то есть не содержать газов автомобильного выхлопа, которые могли бы вызвать загрязнение пробы.

Наконец, проводится аналитическое исследование на выбранном небольшом кристалле циркона или уранинита, а количества урана-238 и свинца-204 и-206 находят, пользуясь методами масс-спектрометрии. Значения возраста, получаемые при применении ураново-свинцового метода, весьма велики — от сотен миллионов до миллиардов лет, но ни одно из них до настоящего времени не приближается к предполагаемому возрасту Земли¹⁵.

Здесь будет уместен один не лишенный интереса вопрос, касающийся нынешних оценок возраста Земли. В 1956 году Холмз отмечал, что, чем больше возраст полевого шпата, определенный по связанному циркону, тем меньше свинца-206 было в смеси свинца-204 и -206. Он утверждал, что где-то в глубинах Земли, прежде чем отложиться позднее в кристаллах циркона и полевого шпата, свинец 204 был связан с ураном. Экстраполируя обратно во времени до момента, когда свинца-206 радиоактивного происхождения не было в смеси со свинцом-204, Холмз получил время, когда, по его мнению, Земля впервые начала покрываться корой (Holmes, 1956). Это время соответствует возрасту 4,5 миллиарда лет.

Калиево-аргоновый метод датирования

Одним из недостатков ураново-свинцового метода является то, что урансодержащие минералы встречаются не слишком часто. Калий же представляет собой один из наиболее распространенных элементов, обнаруживаемых в породах. К 1948 году Олдрич и Найер разработали метод, основанный на радиоактивном распаде изотопа калия-40 с преобразованием в газ аргон-40 (Aldrich and Nier, 1948). Был определен период полураспада калия-40, составивший 1310 миллионов лет. Это означает, что диапазон возраста, датируемого с применением этого метода, меньше диапазона при ураново-свинцовом методе и находится в пределах от 200 миллионов до 1600 миллионов лет. Принципы, допущения и детали этого метода практически те же, что и при ураново-свинцовом методе. Поскольку известен период полураспада калия-40, для вычисления возраста необходимо лишь определить соотношение количеств “родительского” калия-40 и “дочернего” аргона-40; чем больше количество аргона, тем старше проба (более подробно об этом методе см. у Далримпла и Лэнфера — Dalrymple and Lanphere, 1969).

Первоначальное образование калийсодержащих руд за счет кристаллизации в принципе подобно образованию цирконовой руды. После замыкания радиоактивного калия-40 в кристаллической ре-

шетке он продуцирует аргон-40 *in situ*, но поскольку это газ, всегда возникают вопросы: не происходит ли утечка, приводящая к индикации более молодого возраста, чем в действительности, и не может ли он диффундировать в пробу либо из соседних пород, либо из атмосферы, в результате чего величина возраста должна бы намного увеличиваться? Кроме того, возраст окажется значительно больше действительного, если не учитывать аргон-40, присутствующий в кристалле с момента его образования. Таким образом, при определении начального содержания аргона присутствует элемент догадки, и принято общее допущение, что благодаря химической инертности аргона он не попадает в кристаллическую структуру при охлаждении, например, из магмы (расплавленной породы). В поисках ответа на первый вопрос в 1956 году было сделано неожиданное открытие, что популярный в то время калийный полевоы шпат удерживает лишь около 75 процентов генерируемого в нем аргона-40. С того времени исследователи использовали содержащий калий минерал биотит для пирогенных пород и глауконит для осадочных пород, допуская, что в этих минералах удерживается весь аргон-40 (Кнопф — Kнопf, 1957, 232).

Второй и третий вопросы относятся к проблеме “загрязнения”. При проведении анализа вносят рутинные поправки для устранения возможных эффектов первоначального “загрязнения” аргоном из атмосферы. Оказывается, в атмосфере содержится около одного процента аргона, часть которого представляет собой изотоп аргон-36, а 295,5 частей — аргон-40. Допустим, это соотношение всегда одно и то же. Таким образом, любой аргон-40, захваченный из атмосферы во время кристаллизации, можно определить, измеряя аргон 36 и умножая его на 295,5. Этот показатель для аргона 40 вычитают из общего аргона 40, чтобы получить аргон 40, образующийся в результате радиоактивного распада. Поправки говорят о том, что “загрязнение” имело место. Однако постоянство соотношения 1:295,5 весьма сомнительно, так как аргон-36 продуцируется в верхней атмосфере под воздействием космического излучения (Роузен — Rosen, 1968)¹⁶. Следовательно, это соотношение в прошлом было больше и постепенно уменьшалось. Поэтому поправка должна была бы быть большей, что намного уменьшило бы возраст проб.

При датировании с применением калиево-аргонового метода некоторые из опубликованных значений возраста для лавовых пород на Гавайях, возраст которых, как известно, меньше 200 лет, составили до 22 миллионов лет; однако теперь известно, что это было вызвано первоначальным “загрязнением” аргоном-40 во время образования кристаллов и может быть исправлено способом, описанным выше (Ноубл и Нотон — Noble and Naughton, 1968;

Фанкхаузер и Нотон — Funkhouser and Naughton, 1968)¹⁷. Обнаружено также, что подводные лавы содержат избыток аргона-40. Чем больше глубина, на которой образовалась лава, тем больше “загрязнение” аргоном-40, что создает ложное представление о большом возрасте (Далримпл и Мур — Dalrymple and Moore, 1968). По-видимому, давление морской воды “загоняло” большее количество аргона в расплавленную породу во время кристаллизации. При сведении этих фактов воедино обнаруживается интригующая возможность: принимая креационную точку зрения, согласно которой Всемирный Потоп произошел всего несколько тысяч лет назад, когда аргон-36 отсутствовал или же его количество было пренебрежимо малым, можно предположить, что жидкие магмы, кристаллизовавшиеся под слоем морской воды глубиной в два — три километра, удержали довольно большое количество аргона-40, совершенно неотличимого от того, который образовывался в результате радиоактивного распада. Возраст такого материала мог бы показаться чрезвычайно большим, тогда как фактически он должен был образоваться всего несколько тысяч лет назад.

Надежны ли радиометрические методы?

Выше описаны два наиболее популярных радиометрических метода датирования, но широко применяются и другие, например, рубидиево-стронциевый, ториево-свинцовый, свинец-207 / свинец-206 и уран-235 / свинец-207. Последние три метода, в которых фигурирует свинец, непосредственно связаны с вышеописанным методом уран-238 / свинец-206 (см. приложение В), и обычно ими пользуются одновременно в надежде на то, что результаты различных процессов распада, действующих внутри одно и той же пробы, будут взаимно подтверждать или согласовываться друг с другом. Обычно расхождение в результатах составляет от 20 до 30 процентов, так что приходится решать, какой из них следует огласить. Предположительно, расхождение вызывается утечкой свинца из минерала после завершения его кристаллизации; можно наблюдать, что из двух единственно возможных вариантов более вероятна селективная утечка свинца, нежели его селективное добавление. Однако в действительности не существует доказательств ни одного допущения, ни другого.

При глубоководном бурении, как утверждается, выявлена согласованность другого типа. В этом случае применяется метод с использованием изотопа кислорода-18, в результате которого обнаруживается, что абсолютные даты — по меньшей мере, опубликованные — весьма схожи у соседних кернов и образуют соответствующую равномерную шкалу от наиболее древних к самым последним. Однако иногда весь ряд результатов расходится на 30 про-

центов или больше, но это не дает серьезных оснований для тревоги, пока о возрасте говорят в масштабах миллионов лет (Эмилиани — Emiliani, 1958)¹⁸.

Периоды полураспада или математически соотнесенные постоянные распада, варьируют в пределах громадного диапазона — от одной секунды до миллионов лет (см. таблицу для ураново-свинцовой системы в приложении В). Сообщается, что они обычно воспроизводимы в лаборатории с разумной степенью точности, хотя все же имеет место расхождение некоторых значений; в частности, в периоде полураспада калия-40 остаются расхождения в несколько процентов (Dalrymple and Lanphere, 1969, 41).

Радиометрические данные о возрасте, полученные после 1950 года, принято считать более верными по сравнению с ранними оценками по трем причинам: во-первых, к этому времени методы стали популярными, а оборудование и технические приемы — более совершенными и точными. Во-вторых, из независимых процессов распада, происходящих одновременно в одной и той же пробе, стали получать частично согласовывающиеся результаты. В-третьих, по мере накопления и опубликования данных исследователи рассчитывали на те или иные результаты, и появилась тенденция сообщать только о тех, которые соответствуют ожиданиям. Такая практика стала нормой, но в итоге доверие к этому методу оказывается подорванным.

Если вспомнить, что радиометрические методы основаны на ряде сходных допущений, вероятно, не следует слишком удивляться разной степени согласованности результатов. В этой связи полезно еще раз обратить внимание на эти допущения.

Допущения при радиометрическом датировании

Вновь обращаясь к тому, что сказано в отношении главных допущений, лежащих в основе радиометрических методов, мы видим следующее:

1. *Допускается*, что Земля изначально была вращающимся шаром горячей жидкости, который, охлаждаясь, образовал состоящую из геологических пород поверхность. Далее, *допускается*, что из-за громадного отрезка времени, в течение которого, как считается, происходили эрозия и осаждение, в настоящее время не существует ни одного из первоначальных материалов земной коры, которые можно было бы подвергнуть изучению.

2. *Допускается*, что кристаллы, выбираемые для радиометрического определения возраста, образовались либо в результате роста из горячей жидкости (пирогенная порода), либо за счет метаморфоза. Метаморфоз — это процесс, в ходе которого происходит кристаллизация в осадочной породе. Считается, что он проходит под

непрерывным высоким давлением и, возможно, в условиях высоких температур, но без расплавления породы.

3. *Допускается*, что после образования кристалла он представляет собой замкнутую систему, то есть в кристаллическую решетку не могут проникнуть или выйти из нее ни “родительские”, ни “дочерние” элементы; *допускается*, что единственным изменением, которое имеет место, является распад с течением времени нестабильного “родителя” с соответствующим увеличением количества стабильного “дочернего” элемента.

4. Когда процессы, происходящие внутри одного и того же кристалла, дают несогласующиеся результаты, *допускается*, что произошла потеря или же добавление “дочернего” продукта. То есть, говорят о селективной потере свинца-206 или аргона-40, когда проба оказывается слишком молодой, либо о селективном добавлении, или “загрязнении”, когда она оказывается слишком старой.

5. Необходимо принимать в расчет “загрязнение” кристалла посторонними “дочерними” элементами во время его образования. *Допускается*, что различные изотопные соотношения “загрязняющего” элемента во время образования кристалла были такими же, каковы они в настоящее время.

6. *Допускается*, что “постоянная” распада, определяемая в течение двух- или трехсуточного периода времени и математически соотнесенная со скоростью распада, выраженной в виде периода полураспада, оставалась неизменной в течение всего периода существования данного минерального образца.

В связи в первом допущении уместно напомнить, что хотя Холмс оценил возраст Земли в 4,5 миллиарда лет (Holmes, 1956), никогда не сообщалось о земных породах такого возраста, поскольку допускается, что весь первоначальный материал земной коры выветрился, а затем отложился в виде осадочной породы. Старейшим породам на Земле приписывается возраст 3,8 миллиарда лет. Однако понятно, что Луна должна была покрыться корой примерно в то же самое время, что и Земля, а поскольку там не было ни ветра, ни воды, которые могли бы вызвать эрозию, считалось, что лунные породы должны дать прямой радиометрический возраст Земли. Действительно, после того как в ходе программы “Аполлон” на землю доставили образцы лунных пород, было объявлено, что оценка Холмса с точностью подтвердилась. В популярной прессе¹⁹ и в учебниках²⁰ стала уверенно фигурировать цифра 4,5 миллиарда лет (Элдредж — Eldredge, 1982, 104; Тэйлор — Taylor, 1975). Однако официальные отчеты и научные журналы, в которых были приведены фактические результаты радиометрического определения, показали, что возраст образцов лунных пород варьируется между 2 и 28 мил-

лиардами лет (Уиткоум и Де Янг — Whitcomb and DeYoung, 1978)²¹. Совершенно очевидно, что из всех данных для публичного оглашения выбрали те, которые подтверждали существующую теорию.

Последнее допущение (6), строго говоря, представляет собой экстраполяцию данных в гигантском масштабе, далеко выходящем за пределы того, что считается хорошей практикой при любых других обстоятельствах. Нам напоминают, что атомный распад, как предполагается, происходит с постоянной скоростью. Таким образом, по данным, собиравшимся в течение нескольких суток и не часто проверявшимся в течение столетия, говорят о миллиардах лет. Некоторые специалисты начинают ставить под сомнение этот подход в целом. Профессор Дадли был особенно откровенен: “Эти уравнения были результатом изучения с помощью грубых приборов примерно 70 лет назад. Хотя они были неправильными, тем не менее появляются в самых последних учебниках, присоединяясь к ошибкам прошлых поколений. И все это вопреки более свежим свидетельствам” (Dudley, 1975, 2)²². Причина этой критики коренится в неизменности постоянной распада.

О постоянстве всеобщих постоянных

Механике радиоактивного распада посвящают специальные книги с детальными математическими расчетами. Было бы неуместно пытаться исчерпать эту тему в настоящей работе. Достаточно сказать, что радиоактивный распад зависит от вероятности схода некоторых частиц со своей орбиты в нестабильном атоме. Скорость распада прямо пропорциональна скорости движения этих частиц по своей атомной орбите, а эта скорость в свою очередь прямо пропорциональна скорости света. Может показаться странным, что скорость света соотносится с атомными явлениями, но она действительно используется в ряде, казалось бы, неподходящих случаев как одна из универсальных констант. Например, в знакомом выражении $E=mc^2$ мы видим, что скорость света (c) связана с массой (m) и с энергией (E).

Существуют и другие параметры, с которыми соприкасается физика, связанные со скоростью распространения света, например, диэлектрическая проницаемость свободного пространства — одна из постоянных величин, соотносящих силу электрического взаимодействия с электрическим зарядом, тогда как существует и еще одна постоянная, соотносящая электрический заряд с массой электрона. Однако значение всех этих достаточно эзотерических, то есть понятных лишь посвященным, терминов в данном контексте реальной роли не играет. Заметим лишь, что они связаны между собой как всеобщие постоянные величины. Предположение, что всеобщие

постоянные действительно являются постоянными и были таковыми на протяжении всего времени, отражает естественную последовательность униформистского мышления. Опять, обращаясь к событиям прошлого, мы столкнулись с непознаваемым и недоказуемым, в данном случае — с динамическими зависимостями в естественных процессах.

Второй закон термодинамики гласит, что “часовой механизм” Вселенной “замедляет ход”, и мы видим результаты действия этого закона на примерах смерти живых организмов и изнашивания и распада неодушевленных предметов, например, семейного автомобиля. Это принимается в наши дни как самоочевидный и всеобщий закон. Но когда в прошлом веке его впервые предложили Кельвин и другие, закон встретил мощную оппозицию со стороны последователей Дарвина. Если бы его приняли, перед ними возникла бы трудность, связанная с необходимостью доказать, как случайный процесс (естественный отбор) может выстроить элементы от простого к сложному, то есть от нежизни к жизни. Тем не менее произошло нечто, не поддающееся логике, ибо в наши дни бок о бок существуют и второй закон термодинамики, и теория эволюции. Опираясь на всеобщий характер второго закона термодинамики, можно задаться вопросом: не подвержены ли этому закону и всеобщие постоянные, имея в виду, что они с самого начала лишь предположительно считались постоянными? Иными словами, не могла ли скорость света быть в прошлом больше? Не замедлялись ли со временем процессы ядерного распада и не были ли периоды полураспада в прошлом намного короче? Подтверждения постоянства или же изменения во времени вообще быть не может, но, разумеется, вовсе не в духе истинного научного исследования догматически утверждать, что эти значения всегда были постоянными, когда никто не измерял эти параметры в отдаленном прошлом. В действительности же существует некоторое основание предполагать, что всеобщие постоянные изменялись со временем в направлении, какого можно было бы ожидать согласно второму закону термодинамики.

Постоянна ли скорость света?

Датский астроном Рюмер в 1675 году впервые определил скорость света, наблюдая затмение лун Юпитера (“Скорость света 300 лет назад” — “Velocity of light 300 years ago”; Хайнек — Нунек, 1983)²³. При использовании современных нам значений диаметра орбиты, по которой Земля движется вокруг Солнца, повторное вычисление данных Рёмера показывает, что скорость света в то время должна была составлять 301 300 километров в секунду (Гольдштейн — Goltstein et al., 1973)²⁴. С того времени было проведено более

сорока измерений, точность которых постоянно увеличивалась, и в настоящее время принято значение 299 792,44 километра в секунду. Однако имели место неожиданные расхождения, вызывавшие у некоторых исследователей вопрос, действительно ли скорость света является постоянной (Стронг — Strong, 1975; Толлз — Tolles, 1980)²⁵. Раш в 1955 году отмечал, что она увеличилась на 16 километров в секунду в течение предыдущего столетия (Rush, 1955). Сэтгэрфилд между тем настаивает на том, что при анализе данных за полный 300-летний период было выявлено определенное уменьшение (Стэйдл — Steidl, 1982)²⁶. Для тех, кто проявит к этому достаточное любопытство, значения за последние три столетия приводятся в приложении Г.

Непосредственной реакцией на такое явное нарушение всеобщей постоянной, вероятно, должно быть откровенное недоверие или же громогласное утверждение, что техника эксперимента усовершенствовалась и теперь мы располагаем более верными значениями. Однако возможность непостоянства нельзя отвергать в такой легкостью, и тому имеется целый ряд причин. Во-первых, всеобщий закон не нарушен; просто высказывается предположение о том, что первоначальные допущения были некорректны. Во-вторых, по мере накопления большого количества данных, и притом лучшего качества, становится очевидно, что многие параметры, традиционно принимавшиеся как всеобщие постоянные, в действительности изменяются; Уэссон и другие говорят о том же (Wesson, 1979, 115; Катакосинос — Catacosinos, 1975; Досталь и др. — Dostal et al., 1977). В-третьих, и это самое важное, всеобщие постоянные в своей совокупности, обеспеченные достаточными данными, показывают определенное изменение как величины, так и направления, соответствующее тому, какого можно ожидать на основании второго закона термодинамики. Значения некоторых из этих связанных всеобщих постоянных указаны в приложениях Д — З, и в каждом случае ясно видно постепенное изменение “постоянной” со временем. Автор признателен Бэрри Сэттерфилду за эти идеи и кропотливую работу по обработке всей этой информации (личн. сообщ., 1983).

Если, как представляется, эти всеобщие постоянные изменились со временем, тогда постоянные и скорости света, и ядерного распада также должны были измениться, поскольку они связаны друг с другом. Кроме того, исходя из направления изменения, на которое указывают результаты, скорость света в прошлом должна была быть больше. Это порождает возможность того, что время, в течение которого свет проходил к Земле от ближайшей звезды, могло быть, например, равно нескольким годам, а не нескольким тысячелетиям, как считают в настоящее время. Расстояния могут быть

большими, но огромные временные отрезки основаны на допущении. Такие сомнения возникали и раньше. Например, астрономы Мун и Спенсер выбрали совершенно иной подход и пришли к выводу, что свет от самых далеких звезд может доходить до нас всего за пятнадцать лет (Moon and Spencer, 1953)²⁷. Но даже чтобы отстаивать саму возможность того, что скорость света не подчинена униформистской догме, требуется известная сила характера, так как от подобного предположения зависит космология в целом, и это означало бы, например, что возраст Вселенной требует резкого пересмотра — в сторону уменьшения.

Постоянны ли постоянные распада?

Если все другие всеобщие постоянные изменялись со временем, то изменялись и постоянные ядерного распада, поскольку это взаимосвязанно, и можно было бы ожидать, что в прошлом периоды полураспада были короче. К сожалению, по целому ряду причин, прямых доказательств этого мало. Во-первых, ранние измерения, проводившиеся более семидесяти лет назад, имели довольно низкую точность. В более поздние годы намного усовершенствовалась вычислительная техника, обеспечившая теперешнюю, намного более высокую точность; поэтому сравнивать результаты в некоторой степени бессмысленно. Во-вторых, сам факт названия этого параметра ядерного распада “постоянной” почти не позволяет ожидать изменения после того, как достигнуто согласие в отношении величины. Поэтому возможные изменения легко проглядеть. Опубликованные значения периодов полураспада некоторых из долгоживущих радиоактивных элементов позволяют считать, что их точность составляет примерно одну тысячную, хотя известны два случая увеличения периода полураспада. Период полураспада протактиния-231 увеличился с 32 000 лет в 1950 году до 34 300 лет в 1962-м, а радия-223 за то же время — с 11,2 до 11,68 суток.

Предположение, что скорость ядерного распада за тысячи лет изменилась, не может быть доказано, как не может быть доказано, что она была постоянной, и корректным представляется лишь рассмотрение вопроса, что означает уменьшение скорости распада. И если с удалением в прошлое скорость постепенно возрастает, значит, периоды полураспада становятся короче. Тогда наибольшая часть распада должна была происходить вскоре после его начала. Это могло бы объяснить, почему периоды полураспада всех радиоактивных элементов естественного происхождения в настоящее время относительно продолжительны. В то же время, это объясняет отсутствие элементов с более короткими периодами полураспада, поскольку они должны были давно распасться.

Мы уже упоминали, что радиоактивные даты обычно становятся старше с углублением в слои породы, и это принимается как одно из главных свидетельств эволюции на протяжении обширных периодов времени. Однако, если бы осадочные породы были результатом Всемирного Потопа, тогда смешивавшиеся с ними потоки лавы должны были бы откладываться в течение короткого исторического периода, например, года или около того. Если это предположение правильно, то большая часть радиоактивного распада произошла в течение нескольких первых дней или недель, с фиксацией немедленно после затвердевания. Тогда может создаться впечатление, что между слоями лавы — разница в возрасте в миллионы лет, тогда как на самом деле она исчисляется неделями или месяцами.

Это позволяет представить себе, как два наблюдателя могут прийти к совершенно разным выводам при подходе к одному и тому же факту с различных предвзятых позиций. Первый наблюдатель, которого научили мыслить в рамках униформизма Лайеля, будет исходить из предположения, что скорости ядерного распада были постоянными на протяжении всего времени, и определит, что возраст конкретной окаменелости составляет, например, 100 миллионов лет. Эта цифра будет принята его коллегами, если она соответствует ожидаемому возрасту данного конкретной окаменелости. Другой наблюдатель может допустить, что ядерный распад происходил согласно второму закону термодинамики, например, на основании изменения диэлектрической проницаемости, и что сама скорость распада со временем уменьшилась. Тогда его математическая трактовка тех же самых радиометрических измерений на той же самой окаменелости даст цифру всего лишь в несколько тысяч лет. Следует помнить, что эта большая разница в возрасте обусловлена первоначальными допущениями, принятыми каждым наблюдателем.

* * *

В настоящей главе мы попытались достаточно подробно охарактеризовать допущения, лежащие в основе радиометрического датирования, чтобы читатель мог самостоятельно судить об основанных на этом методе теориях относительно древнего возраста Земли. В следующей главе рассмотрим некоторые другие аспекты, связанные с радиометрическим датированием, которые вместе с иными, не связанными с этими явлениями свидетельствами свидетельствуют о молодости Земли.