

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|-----|
| “Ах, как много на свете кошек...” Вместо предисловия . . . | 9 |
| 1. У начала начал | 19 |
| 2. Холодным январским вечером в Уппсале | 39 |
| 3. Через горы времени | 65 |
| 4. Странная история недовымерших динозавров . . . | 97 |
| 5. Браки по расчету | 121 |
| 6. “И гад морских подводный ход” | 149 |
| 7. Один рот хорошо, а два лучше | 175 |
| 8. Шкатулка с секретами | 197 |
| 9. В садах земных наслаждений | 219 |
| 10. Ноктюрн на флейте позвоночника | 241 |
| 11. Человек происходит от Дарвина | 269 |
| Примечания | 297 |
| Предметно-именной указатель | 337 |

“АХ, КАК МНОГО НА СВЕТЕ КОШЕК...”

ВМЕСТО ПРЕДИСЛОВИЯ

...И не только кошек, но и крокодилов, улиток, стрекоз, ленточных червей, медуз и широконосых обезьян. Есенин прав: “Нам с тобой их не счесть никогда”. Давно канули в прошлое те времена, когда один человек, даже такой гениальный, как Аристотель или Линней, мог охватить своим пытливым умом все известные науке виды животных, населяющих Землю. Сегодня ни один специалист не знает, сколько всего видов представлено в фауне нашей планеты. Известно только, что счет должен вестись на миллионы и что из этих миллионов немалая часть до сих пор остается неизвестной науке. Открыть и описать эти виды, а также расположить их в определенном порядке, известном как *система животного мира*, — вот цель, которую научная зоология преследует уже более двух с половиной веков. Преследует, но никак не может достичь... Разнообразие современных животных поистине фантастично, а если добавить к нему всех вымерших существ, то задача полного описания всего животного царства может потребовать еще несколько веков интенсивных исследований.

Описание и систематизация видов животных — задача важная, но не единственная. В современной науке общепринято, что все они, от губок до человекообразных обезьян, происходят от единого предка, существовавшего так умопомрачительно давно, что приходится только гадать о том, как он

..... 9

выглядел и какой образ жизни вел. Понятие о генеалогии животного мира, о том, что все его представители в той или иной степени родственны друг другу, появилось относительно недавно. Окончательно эта концепция утвердилась только во второй половине позапрошлого века трудами Чарльза Дарвина и его единомышленников. Великая идея всеобщего родства вдохновляла и продолжает вдохновлять ученых на реконструкцию родословной всех существующих на Земле организмов. Эта родословная еще не выяснена во всех деталях, хотя за полтора столетия, минувших с начала “дарвиновской революции”, наши знания о живой природе, о том, как она устроена и как развивается во времени, увеличились многократно. Но и до сих пор остается много неясного и нерешенного. В обозримом будущем филогенетики — специалисты, занимающиеся изучением родственных связей между животными, — без работы точно не останутся. С каждым годом они становятся все ближе к своей цели, но грандиозность замысла такова, что я не рискну делать прогнозы, когда же наконец они до этой цели доберутся. Вот почему в подзаголовке к названию этой книги значится: *в поисках родословной животного мира*. Поиски не окончены, они продолжаются прямо сейчас, пока я пишу это предисловие, и будут продолжаться еще долго после того, как вы перевернете последнюю страницу. Это настолько динамичная область знаний, что в ней буквально каждый день что-нибудь происходит. Я совсем не удивлюсь, если какие-то сведения, описанные в рукописи этой книги, успеют устареть за то время, пока ее будут редактировать и печатать.

В этой книге я хотел обрисовать — по необходимости очень широкими мазками — историю возникновения и эволюции многоклеточных животных, к которым мы, люди, тоже имеем честь принадлежать на правах довольно необычного, но вовсе не “исключительного” вида. *Homo sapiens* возник как одна из небольших ветвей великого Древа жизни, и формирование этого вида происходило в соответствии с общими эволюционными принципами. Об этом мы тоже поговорим, только в самом конце. Чтобы добраться туда, нам предстоит

проделать протяженный путь длиной в четыре миллиарда лет. Он начнется в водах первобытного океана, где не встретить никаких других обитателей, кроме невидимых глазу одноклеточных микробов, а закончится на привычной нашему взору современной Земле, все уголки которой заселены разнообразнейшими живыми существами, большими и малыми.

Мы поговорим не только о том, кто от кого произошел, когда и как это случилось. Особая тема для разговора — каким образом биологам удастся выявить родственные отношения между животными и восстановить пути их эволюции. Многие эволюционные события, о которых я планирую рассказать, произошли очень давно, а их действующие лица не оставили никаких материальных следов своего существования. Современные научные методы позволяют делать вполне обоснованные догадки о том, что случилось в прошлом, выдвигать и тестировать научные гипотезы, но все равно какая-то часть наших знаний основана на предположениях и интерпретациях. Это свойственно вообще всем наукам, в том числе и гуманитарным, изучающим дела давно минувших дней. В области эволюционной биологии не так много вопросов, по которым было бы достигнуто единодушное согласие специалистов. Даже такие относительно частные (на общем эволюционном фоне, конечно) события, как возникновение челюстей у позвоночных или происхождение насекомых, имеют не одно, а несколько альтернативных объяснений, вокруг которых десятилетиями ведутся споры. Нечего и говорить о таких фундаментальных вещах, как происхождение жизни на Земле, эволюция эукариотной клетки, становление сознания и речи у гоминид. В этих областях конкурирующие гипотезы и концепции исчисляются десятками, и, похоже, каждое новое поколение исследователей стремится дать свой собственный ответ на эти “вечные” вопросы.

Для тех, кто привык к невозмутимому спокойствию священных книг, где все зафиксировано раз и навсегда и никакие научные открытия не заставят изменить в них ни слова, ни даже запятой, такой способ познания может выглядеть прямо-

таки несолидным. Что это за “истина”, которая постоянно меняется, хотя бы и в деталях? И отчего эти недотепы-ученые все время яростно спорят между собой? Но для естествознания, в котором истина не дана в виде откровения свыше, бесконечные ее поиски являются нормальным состоянием. Происходит это не из-за присущей ученым любви к спорам и препирательствам, а потому, что описательные и экспериментальные науки — палеонтология, эмбриология, молекулярная генетика — что ни год подкидывают им новую пищу для ума. Еще одно “самое древнее” позвоночное, еще одно неожиданное родство, выявленное с помощью генетики, еще один вымерший предок человека... Новые открытия заставляют пересмотреть сложившиеся представления, поменять классификационные схемы, написать еще десятки полемических статей и книг. Не забудем про технический прогресс, постоянно вооружающий естествоиспытателей мощными научными инструментами, которые дают возможность заглядывать все дальше в космос и все глубже внутрь живой клетки. Инновации приводят к новому взгляду на привычные вещи, и беличье колесо науки продолжает бешено наматывать свои круги. Аналогия, впрочем, не самая блестящая, потому что даже самая быстроходная белка обречена остаться на месте, а наука все-таки продвигается вперед в своем познании природы, хотя происходит это очень нелинейно, непоступательно. Вот почему многие из историй, рассказанные в этой книге, — это истории с открытым финалом. Вместо хеппи-энда, за которым следуют свадьба, долгая счастливая жизнь и пышные похороны, мне придется развести руками и сказать: *этого* мы еще не знаем или не понимаем, а для ответа на *этот* вопрос у нас пока недостаточно фактов. Или: мы знаем, что нечто произошло в отдаленном прошлом, но не знаем, *когда* и *как* именно. Вернее, у нас есть множество догадок на сей счет, но сделать окончательный выбор между ними пока невозможно. Будем работать дальше, “подсчет кошек” далеко не окончен.

Можно выразиться и так: в науке истина — это не состояние, а процесс. Процесс бесконечного движения к цели, асим-

птота познания, двигаясь вдоль которой исследователи становятся (хочется в это верить) все проникательнее и осведомленнее. Научная картина мира, в том числе ее биологическая часть, состоит не только из гипотез и спорных утверждений. Многие факты и концепции обоснованы настолько хорошо, что едва ли в будущем они будут признаны ошибочными. Возраст Земли, исчисляемый несколькими миллиардами лет, молекулярные основы наследственности, происхождение наземных позвоночных от лопастеперых рыб, а современных птиц — от динозавров... Можно до хрипоты спорить о деталях антропогенеза, о том, когда и чья прапрапра...прабабушка “согрешила” с неандертальцем, но сам факт эволюционного происхождения *Homo sapiens* и его теснейшего родства с остальным животным миром незыблем. “Упрямые Галилеи” от биологии не зря прожили свои жизни.

Эта книга не только о животных, но и о людях, их изучающих. О тех, кто пришел к великой идее эволюционного родства всего живого, и о тех, кто догадался, как это родство можно выявить и восстановить. О творцах и провидцах, о баловнях судьбы и неудачниках, о шумных пропагандистах и о тихих кабинетных ученых. О мужчинах и женщинах, о шведах и русских, о тех, чьи имена известны всем (Чарльз Дарвин), почти всем (Грегор Мендель, Карл Линней) или только узким специалистам (Вилли Хенниг, Константин Мережковский). Лично для меня люди, делавшие науку в прошлом, их биографии и их мнения, даже ошибочные, не менее интересны, чем наука сама по себе. Мои собственные профессиональные занятия зоологией беспозвоночных постепенно подвели меня к изучению ее истории, вызвали желание разобраться, почему сегодняшние исследователи работают именно так, а не иначе, и чем они обязаны своим предшественникам. Я решил отказаться от привычного, используемого во многих популяризаторских книгах подхода, когда автор сначала излагает историю развития какой-нибудь идеи, с цитатами из старинных книг и анекдотами, а потом рассказывает о ее современном состоянии. Здесь история и современ-

ность перемешаны. Почти в каждой главе я буду совершать небольшие экскурсы в историю биологии, делая это всякий раз, когда покажется уместным. Не удивляйтесь.

И еще одно важное предупреждение. “Евангелие от LUCA” состоит из 11 сравнительно коротких глав. Тема каждой из них могла бы лечь в основу самостоятельной книги такого же объема, как эта. Вот почему мне постоянно приходилось сдерживать себя и бороться с искушением упомянуть еще одну замечательную гипотезу или еще одно “совершенно уникальное” ископаемое. Или рассказать о еще одном забавном происшествии из жизни Жоржа Кювье. Как говорил Козьма Прутков, “никто не обнимет необъятного”, и я мог сознательно или бессознательно упустить определенные важные детали, что в глазах читателя из числа профессиональных ученых может показаться непростительной оплошностью. Я не хочу повторять ритуальную фразу о том, что “буду рад” получить указания на собственные ошибки или погрешности. Вряд ли есть люди, испытывающие искреннюю радость от этого. Но любая критика, высказанная по существу и со знанием дела, будет воспринята мной с признательностью, тем более что я не могу назвать себя узким специалистом по многим вопросам, которые пришлось затронуть в этой книге. Это неизбежно в условиях современной науки, где каждый ее работник является экспертом лишь в очень ограниченном круге вопросов (к примеру, моя профессиональная “епархия” — это изучение моллюсков, и не всех, а только пресноводных, и не во всех мыслимых аспектах, а преимущественно их систематики, экологии и географического распространения). Так что мне не избежать использования хотя бы одной sacramентальной фразы из тех, что принято помещать в предисловия. А именно: замысел книги я раскрыл, но насколько удачно с этим справился — судить читателю.

Кстати, о замыслах. Идея написать нечто подобное возникла у меня много лет назад, когда я преподавал в одном из сибирских университетов и по долгу службы должен был читать курс лекций по дисциплине “Концепции современно-

го естествознания”. Нечто вроде краткого введения в современную научную картину мира в восьми главах с прологом и эпилогом (то есть зачетом, реже экзаменом). Курс читался студентам всех специальностей, даже будущим филологам, технологам и художникам. Мне приходилось проявлять чудеса изобретательности, чтобы без формул и заумных терминов донести содержание биологических концепций аудитории, сплошь состоящей из гуманитариев. И делать это сравнительно “легким штилем”, чтобы мухи не дошли на лету (от скуки). Именно из тех времен идет часть примеров и аналогий, которые я использовал при написании этой книги.

Тому, чтобы замысел воплотился в реальность, очень способствовало издательство “Альпина нон-фикшн”, предложившее мне издать “Евангелие от ЛУСА”. Я рад такой возможности, хотя для меня это не только честь, но и ответственность. Это издательство выпускает в свет лучшие научно-популярные книги отечественных и зарубежных авторов и тем самым задает очень высокую планку для потенциальных авторов. Я приложил все усилия, чтобы дотянуть хотя бы до середины этой планки.

Мне хочется выразить благодарность Санкт-Петербургскому государственному университету, предоставившему мне возможность спокойной творческой работы, а также Российскому научному фонду и Российскому фонду фундаментальных исследований. Две последние организации финансировали мои научные исследования, а не написание этой книги, но именно благодаря их поддержке (как и поддержке Санкт-Петербургского университета) я имею возможность посвящать свой досуг популяризации научных знаний.

Я очень признателен многим людям, с которыми меня свела судьба на ученом поприще и в общении с которыми я сформировался как исследователь. Не будь их, мне не пришлось бы написать эту книгу. Это и мои университетские учителя, и коллеги, с которыми я вел многочисленные дискуссии “за науку”, причем иногда в самых неожиданных местах, вроде палатки, затерянной в гренландской тундре, или бунгало

на берегу Белого Нила. Всех назвать нельзя, но не могу не упомянуть своих наставников, профессоров Светлану Иосифовну и Николая Игоревича Андреевых (Омск), а также Виталия Анистратенко (Киев), Ивана Болотова (Архангельск), Максима Гребенникова (Екатеринбург), Александра Махрова (Москва), Ивана Нехаева (Санкт-Петербург), Дмитрия Палатова (Москва), Анастасию (Асю) Федотову (Санкт-Петербург). Все они определенным, хотя и непрямым, образом способствовали тому, чтобы эта книга была написана. Никто из них, конечно, не несет ответственности за любые ошибки и неточности в тексте. С чувством огромного уважения я вспоминаю ученых старшего поколения, с которыми имел счастье быть знаком и испытал влияние как их личных качеств, так и созданных ими научных трудов. Это Эдуард Израилевич Колчинский, Петр Владимирович Матекин, Ярослав Игоревич Старобогатов, Игорь Моисеевич Хохуткин.

Большое спасибо научному редактору этой книги, Сергею Ястребову, который внимательно прочитал исходный текст и внес немало предложений, направленных на то, чтобы сделать его более читабельным и точным. Также он указал мне на различные оплошности и двусмысленности в тексте, особенно в вопросах, касающихся эволюции и эмбриологии позвоночных животных (хотя далеко не только в них). Палеонтолог Андрей Журавлев, любезно согласившийся прочитать рукопись, тоже выловил несколько досадных ляпов, преимущественно относящихся к вопросам палеобиологии, за что я ему весьма признателен.

Немало труда в подготовку рукописи к изданию вложил литературный редактор Анна Щелкунова, которую я также должен поблагодарить. Большое спасибо руководителю проектов издательства “Альпина нон-фикшн” Александре Шуваловой, координировавшей всю работу по редактированию текста и верстке книги.

И еще одно слово благодарности — создателям и кураторам замечательных электронных библиотек, благодаря которым современный зоолог имеет свободный доступ

буквально к сотням тысяч томов научной литературы, изданных за последние 200–300 лет. В мировом масштабе главной из таких библиотек является *Biodiversity Heritage Library* (<https://www.biodiversitylibrary.org/>). Электронные версии русскоязычных книг по эволюции, зоологии, ботанике и истории биологии прилежно собирает Алексей Шипунов, создатель онлайн-библиотеки “Флора и фауна” (<http://ashipunov.me/shipunov/school/sch-ru.htm>). Но даже в условиях этого виртуального книжного изобилия не теряют своей значимости и классические “бумажные” библиотеки. Я признателен сотрудникам библиотеки Зоологического института РАН (г. Санкт-Петербург) и научной библиотеки им. М. Горького Санкт-Петербургского государственного университета. Их самоотверженный труд бесценен. Спасибо им.

.....

1. У НАЧАЛА НАЧАЛ

Когда вверху не названо небо,
А суша внизу была безымянна,
Апсу первородный, всесотворитель,
Праматерь Тиамат, что все породила,
Воды свои воедино мешали.
Тростниковых загонов тогда еще не было,
Тростниковых зарослей видно не было.
Когда из богов никого еще не было,
Ничто не названо, судьбой не отмечено,
Тогда в недрах зародились боги...

Энума элиш (вавилонская поэма о сотворении мира)

Кто такой или что такое LUCA? Это не человек, не персонаж фантастического романа, не марка человекоподобного робота и уж, конечно, не автор третьего новозаветного Евангелия. LUCA (Last Universal Common Ancestor) — последний, то есть самый близкий к нам по времени, универсальный общий предок, существо, от которого происходят все ныне живущие и подавляющее большинство вымерших организмов, в том числе бактерии, растения, грибы и, разумеется, животные, а значит, и мы с вами. LUCA примечателен тем, что его никто никогда не видел и, скажем откровенно, никогда не увидит. В отличие от мамонтов, аммонитов и тираннозавров, оставив-

ших вполне материальные доказательства своего пребывания на брэнной земле в виде окаменелых костей, раковин или зубов, от LUCA в геологической летописи, записанной в слоях осадочных горных пород, не сохранилось решительно ничего, и нет ни малейшей надежды когда-нибудь в будущем натолкнуться на его останки. Однако было бы большой ошибкой ставить его в один ряд с такими замечательными созданиями, как гиппогрифы, мантихоры, псоглавцы и сциаподы, порожденными буйной фантазией Античности и Средневековья. Биологи нимало не сомневаются, что в далеком прошлом нашей планеты LUCA действительно обитал в теплом первобытном океане. Место ему не в “Энциклопедии вымышленных существ”, а в самых что ни на есть серьезных и фундаментальных научных трудах, повествующих об эволюции Земли и развитии жизни на ней. Более того, современные ученые могут высказывать вполне обоснованные догадки об образе жизни, который вел LUCA, и устройстве его организма. И эти догадки не так фантастичны и спекулятивны, как может показаться человеку, далекому от науки. Их нельзя сравнивать с мыслительными упражнениями философов острова Лапуты, над которыми некогда потешался Джонатан Свифт. Именно с LUCA начинается более или менее достоверно известная нам история эволюции жизни на Земле, одним из последних “плодов” которой (но ни в коем случае не “венцом”, как можно прочитать в некоторых научно-популярных изданиях) стал появившийся в определенном месте и в определенное время новый вид животных, позднее назвавший себя *Homo sapiens*.

Мало кто знает что-нибудь определенное про своего прапра- (20 раз “пра-”) -дедушку. Где и когда он жил? Как его звали? Как он добывал себе хлеб насущный? Если вы не особа королевских кровей и не породистый скакун, родословная которого занесена в племенную книгу, вряд ли получится ответить на подобные вопросы. Частная жизнь наших пращуров скрыта плотным покровом неизвестности. Но то, что они *были*, доказывает сам факт нашего существования. Поразмыслив, можно высказать определенные предположения о на-

шем прапрапрапредке. Например, мы можем уверенно сказать, что он прожил достаточно долго, чтобы достичь половой зрелости и оставить после себя хотя бы одного потомка.

Точно так же и внимательный взгляд на прошлое Земли, на родословную животных, растений, грибов и микроорганизмов неизбежно приводит нас к мысли, что все это многообразие живых существ, больших и малых, восходит к единому предку, который жил очень давно, совсем близко по времени к началу начал эволюционной истории. Важнейшее доказательство этого состоит в том, что все известные нам живые организмы используют практически одинаковый механизм кодирования и декодирования наследственной информации. Данные об устройстве того или иного организма хранятся в зашифрованном виде в информационных макромолекулах (ДНК, РНК), затем считываются особыми клеточными органеллами (рибосомами), и на основе считанной информации происходит синтез белков. Эта картина в общих чертах верна для всех видов, населяющих биосферу, хотя детали генетического кода, используемого для шифрования наследственной информации, могут немного различаться. Считается, что сходство генетических аппаратов у столь несхожих между собой существ, как, например, кишечная палочка, рододендрон и тигровая креветка, не может быть делом случая. Правдоподобнее всего объяснять его единством происхождения всех организмов от какого-то первопредка, чей генетический механизм они унаследовали.

Соблазнительно думать, что самое первое живое существо, возникшее на нашей голубой планете, и было искомым универсальным предком, то есть LUCA. Однако это представляется маловероятным.

Хотя происхождение жизни на Земле не является темой этой книги и наша история начинается с LUCA¹, совсем обойти эту проблему нельзя. Поговорим о ней прямо сейчас, чтобы потом уже к ней не возвращаться.

Как в точности возникла жизнь на Земле, знают только авторы священных книг и школьных учебников. По крайней мере,

в моем школьном учебнике общей биологии, изданном в начале 1990-х гг., говорилось, что живые существа возникли таким-то и таким-то путем и были устроены так-то и так-то. Может, в нынешних учебниках эта безапелляционность уже исчезла. Серьезные исследователи знают, что этот вопрос еще весьма далек от своего разрешения, и, не имея окончательного и общепринятого ответа, мы вынуждены рассматривать несколько гипотез, каждая из которых имеет свои сильные и слабые стороны. Не думаю, что хоть один из ныне живущих биологов отважится утверждать, что он определенно *знает*, что и как произошло в самом начале начал... Неспроста Н. В. Тимофеев-Ресовский, один из крупнейших генетиков прошлого века, на вопрос о том, как возникла жизнь на Земле, шуточно отвечал: я тогда маленький был, ничего не помню². Несмотря на тонны бумаги и гигабайты информации, затраченные на дискуссии, загадка происхождения жизни до сих пор представляет собой “тайное тайных” научной картины мира.

Дело не столько в том, что важнейшее это событие случилось невероятно давно, более 4 млрд лет назад, и в каменной летописи нашей планеты никак не задокументировано. Давайте подумаем вот о чем. Естественные науки, такие как физика, химия или биология, “заточены” на изучение множества однородных объектов или событий, повторяемость которых позволяет отыскать какие-то общие закономерности в их наблюдаемом великом многообразии. Яблоко, в один прекрасный день упавшее на голову Исаака Ньютона, было только стимулом, толчком к размышлению, но законы тяготения не были бы открыты, если бы Ньютон не наблюдал до этого множества других падений — яблок с деревьев, черепицы с крыш, посуды со стола в собственном доме. Иоганн Вольфганг Гёте, исследуя строение множества видов растений — тополя, земляники, чертополоха, лилии, — пришел к мысли о существовании прарастения (Urpflanze), своеобразного идеального прототипа, признаки которого, изменившиеся в ходе множественных превращений, могут быть обнаружены в строении современных растений.

Итак, закон природы — это нечто общее, проявляющееся неизменно во множестве объектов и явлений, во всех остальных отношениях довольно различных.

Напротив, в гуманитарных научных дисциплинах объекты исследования обычно (хотя и не всегда) характеризуются своей уникальностью, единичностью³. Тем они и ценны. Утрата их невозполнима. Любое историческое событие, если его не задокументировать, быстро стирается из человеческой памяти. Мы уже никогда не прочитаем целиком второй том “Мертвых душ”, не услышим музыку, звучавшую на пирах в древних Афинах, не узнаем, кто и при каких обстоятельствах изобрел деревянную лодку, колесо, пуговицу... Гуманитарии обречены на бесконечные споры о том, писал ли Шекспир пьесы Шекспира и правда ли, что варяги были основателями древнерусского государства.

Жизнь на Земле, насколько сейчас известно, возникла единожды. По крайней мере, в современных условиях самозарождение живых существ из неживой материи (абиогенез) невозможно. Точку в этом вопросе поставил Луи Пастер еще в позапрошлом веке. Мы до сих пор не открыли ни одной биосферы за пределами нашей планеты, поэтому сравнивать не с чем. Даже степень уникальности земной жизни до сих пор не очень понятна. Крайняя точка зрения состоит в том, что жизнь в космосе возникает чрезвычайно редко, и, возможно, Земля — единственная планета в нашей Галактике, на которой возникла биосфера. До недавнего времени даже вопрос о существовании планет в других звездных системах оставался предметом догадок. Сегодня астрономам точно известно, что планеты у других звезд (так называемые *экзопланеты*) довольно обычны даже в нашем ближайшем звездном окружении. Обнаружение ранее неизвестной экзопланеты давно перестало быть научной сенсацией, и немудрено: сейчас таких объектов известно почти 4200⁴. Некоторые из них по ряду характеристик (размеры, величина силы тяготения у поверхности, удаленность от своего светила) напоминают Землю, и, вполне вероятно, на них тоже возникла жизнь. Однако пока

мы можем лишь гадать о том, действительно ли внеземная жизнь существует, и если да, то насколько она похожа или непохожа на земную.

Исследовать событие, произошедшее только один раз, причем в очень далеком прошлом, крайне сложно. Даже самые продвинутые научные технологии при этом пробуксовывают. В условиях, когда от некоего события не осталось ровным счетом ничего, задача его реконструкции выглядит практически невыполнимой. Даже от второго тома “Мертвых душ” сохранились хоть какие-то отрывки. В случае с абиогенезом нам не настолько повезло.

Ученые должны объяснить, как произошел переход от химического уровня организации материи к биологическому. Бактериальная клетка по сравнению с организмом человека покажется нам крайне просто устроенной, но даже она значительно сложнее, чем самая сложная и “умная” макромолекула, такая как молекула ДНК. Многие свойства живых существ отсутствуют у объектов неорганического мира⁵. Должен был произойти великий качественный скачок, обеспечивший переход “от вещества к существу”⁶. Должны были появиться механизмы передачи признаков по наследству, биохимические процессы, с помощью которых первобытная клетка могла обмениваться веществом и энергией с внешним миром, а также поддерживать свой гомеостаз. Но как это произошло?

В последние сто лет над загадкой абиогенеза трудились изощреннейшие умы, составляющие интеллектуальную элиту человечества, причем не только биологи, но и физики, химики, геологи и астрономы. Однако по описанным выше причинам даже самые остроумные и популярные концепции, такие как гипотеза РНК-мира, все равно остаются в ранге гипотез.

Поразительна та быстрота, с какой на Земле “завелась” биосфера. Принято считать, что астрономический возраст нашей планеты составляет приблизительно 4,5 млрд лет. Новорожденная Земля была местом, не очень привлекательным для проживания, и напоминала, возможно, картины Ада, со-

зданные фантазией Иеронима Босха. Жидкая вода — необходимое условие для возникновения жизни — появилась около 4,3 млрд лет назад, а самые ранние следы пребывания в земном океане живых существ датируются временем 3,7 млрд лет назад, причем есть веские основания думать, что земная биосфера на самом деле еще старше⁷. В любом случае древнейшие из горных пород, в которых теоретически можно отыскать свидетельства о ранней жизни, имеют возраст около 4 млрд лет⁸. Сведения обо всем, что происходило в первобытном океане раньше этого времени, до нас в принципе не могли дойти.

Итак, первые обитатели нашей планеты появились в период с 4,3 до 3,7 млрд лет назад, то есть в промежутке, примерно равном 600 млн лет. Много это или мало? По человеческим меркам это баснословно продолжительная эпоха, но если ее сравнивать с абсолютным возрастом Земли и тем более с возрастом Вселенной (составляющим, как ныне установлено, около 13,8 млрд лет⁹), грандиозность данной величины несколько меркнет. К слову сказать, от появления первого в истории Земли животного до пришествия в этот мир *Homo sapiens* прошло от 600 до 700 млн лет. Выходит, что на временной шкале, с которой привыкли работать современные астрономы и геологи, абиогенез занимает совсем небольшой отрезок, то есть он свершился если не совсем уж мгновенно, то, во всяком случае, довольно быстро. Вкупе с отсутствием материальных следов этого процесса такая быстрота открывает простор для альтернативных гипотез, включая ненаучные.

Например, можно предположить, что живые существа возникли совсем не на Земле, а где-то на другом небесном теле, откуда таинственным образом попали на нашу планету. Говорили и писали об этом немало, но прямых доказательств нет как нет, что не позволяет вывести дискуссию за пределы спекулятивных рассуждений. К тому же нерешенным остается фундаментальный вопрос о том, как возникла жизнь в этом загадочном “где-то”, откуда она к нам затем и попала. Но эта гипотеза вполне уважаема с научной точки зрения, и отказаться от нее априори, потому что, как выражался

у Чехова автор письма к ученому соседу, “этого не может быть, потому что этого не может быть никогда”, непозволительно.

Другой сорт гипотез, для которого в современной научной картине мира места не находится, сводится к тому, что возникновение жизни на Земле было результатом творческой деятельности некоего сверхъестественного существа, создавшего живые организмы сверхъестественным же способом. Такие гипотезы принято называть *креационистскими* (от лат. “creatio” — сотворение). Споры со сторонниками креационизма в мою задачу тоже не входят, но и в этом случае надо сделать небольшой экскурс в сторону и, перед тем как вернуться к рассказу о ЛУСА, поговорить о соотношении религиозной и научной картин мира.

Рассказывают, что однажды всемогущий император Франции Наполеон I посетил великого французского астронома Лапласа и много расспрашивал его об устройстве мироздания. Бывали такие времена в прошлом, когда монархи искренне интересовались последними достижениями в области естественных наук. Выслушав рассказ Лапласа, Бонапарт спросил, а какое же место в системе мира он отвел Господу Богу. “Сир, — гласит легендарный ответ астронома, — я не нуждаюсь в этой гипотезе!”

Если это и апокриф, то очень хорошо придуманный, недаром его раз за разом пересказывают в книгах по истории науки. Вот уже более 200 лет создатели естественно-научной картины мира не принимают в расчет божественное вмешательство, пытаясь объяснить природные явления природными же причинами. И это вовсе не значит, что все естествоиспытатели как один атеисты, нигилисты и скептики. Причина лежит несколько глубже.

С тех пор как философы и сами ученые, склонные к рефлексии, начали задумываться о том, что же такое научное знание и чем оно отличается от ненаучного, было сформулировано немало критериев, позволяющих отличить первое от второго. Наибольшую популярность, пожалуй, получил *критерий фальсифицируемости*, предложенный около 80 лет назад фи-

лософом Карлом Поппером. Поппер считал, что любое предположение, претендующее на научность, должно заключать в себе возможность своего опровержения или, выражаясь его языком, *фальсификации*. Высказывание, которое в принципе нельзя опровергнуть, может быть чем угодно — мифом, религиозной догмой, художественным образом, но только не элементом научного познания.

У Гоголя в “Записках сумасшедшего” г-н Поприщин утверждает, что Луну делает в Гамбурге хромой бочар, и делает ее довольно скверно (“видно, что, дурак, никакого понятия не имеет о луне”). При всей абсурдности и смехотворности этого утверждения оно все-таки является фальсифицируемым, то есть, по Попперу, “научным”. Можно ведь отправиться в Гамбург, отыскать хромого бочара и выяснить, так ли обстоит дело. А вот если некто выдвигает предположение, что Луна создана в далеком прошлом сверхъестественным Творцом, к примеру Летающим макаронным монстром, то как мы можем опровергнуть такое утверждение? По крайней мере, используя научные методы, — никак. Наука по определению работает только с материальными причинами, а любые чудеса и разные виды сверхъестественного вмешательства оставляет за рамками своего рассмотрения. Не в последнюю очередь потому, что, апеллируя к гипотезам креационистского типа, можно доказать или опровергнуть вообще все что захочется. Можно видеть в этом добровольное самоограничение или даже “зашоренность” научного способа познания, но факт остается фактом: современное естествознание в принципе выводит сверхъестественное за рамки своей картины мира, не посягая при этом на право каждого человека самому решать, верить ему в “гипотезу Творения” или нет. Но в рамках строго научного подхода эта гипотеза всерьез рассматриваться не может.

То же самое относится и к концепциям эволюционной биологии, включая идею об эволюционном происхождении человека (часто совершенно неправильно выражаемую фразой “человек произошел от обезьяны”). Современная биология и большинство мировых религий имеют резко противополо-

ложные точки зрения на этот вопрос. Даже спустя 150 лет после Дарвина споры об эволюции не утихают, и все такими же актуальными остаются ехидные строки графа Алексея Толстого (того, который написал “Князя Серебряного”, а не “Приключения Буратино”), написанные в далеком 1872 г.:

Всход наук не в нашей власти,
 Мы их зерна только сеем;
 И Коперник ведь отчасти
 Разошелся с Моисеем.

Ты ж, еврейское преданье
 С видом нянюшки лелея,
 Ты б уж должен в заседанье
 Запретить и Галилея.

<...>

Способ, как творил Создатель,
 Что считал Он боле кстати —
 Знать не может председатель
 Комитета о печати¹⁰.

Одним словом, религиозные представления о происхождении Вселенной, живых существ и человека, какими бы почетными по возрасту и дорогими для многих людей они ни были, остаются с научной точки зрения “великим «Может Быть»” (Ф. Рабле), рассуждения о котором естественные науки оставляют философии и богословию.

Конечно, на первый взгляд может показаться, что и некоторые гипотезы, всеми почитаемые за вполне научные, не выдерживают проверки критерием Поппера. Вспомним хотя бы предположение о заносе живых организмов из космоса на Землю. Как можно его фальсифицировать? Это вам не приятная поездка в Гамбург в поисках “хромого бочара”. Тем не менее опровергнуть эту гипотезу можно хотя бы теоретически (а в будущем, возможно, и практически). Предпо-

ложим, что нам удалось отыскать живые существа за пределами Земли, например на спутниках Сатурна Титане или Энцелладе (я не случайно назвал именно эти два космических тела: есть некоторые основания думать, что если в Солнечной системе и могли возникнуть другие биосферы, то, скорее всего, именно там). Если сравнение генетических и биохимических особенностей этих существ с таковыми у земных организмов выявит резкие различия, например принципиально несхожий с нашим вариант кодирования наследственной информации, то, вероятнее всего, жизнь на этих космических телах возникала независимо, а не мигрировала с одного на другое. Если же окажется, что и в генетическом, и в биохимическом отношении земные и внеземные формы жизни схожи, тогда все шансы будут на стороне “космической” гипотезы происхождения жизни.

Но довольно об этом. От начала начал перейдем к началу нашей истории, а именно к происхождению, образу жизни, нравам и обычаям LUCA.

Я открываю свежий номер авторитетного научного журнала *Nature*, на страницах которого публикуются новости о самых замечательных открытиях, сделанных в области естественных наук. (“Открываю” — следует понимать прокручиваю веб-страницу с оглавлением очередного выпуска журнала. Удовольствие листать свежие журналы, вдыхая исходящий от них запах типографской краски, уходит в прошлое так же стремительно, как привычка писать на бумаге обстоятельные письма друзьям и знакомым, аккуратно складывать исписанные листы в бумажный конверт и бежать к ближайшему почтовому ящику... А помнит ли кто-нибудь, что еще лет сто назад страницы вновь напечатанной книги нужно было *разрезать* особым ножом, чтобы добраться до текста?)

Среди сообщений о том, что благополучию акул в Мировом океане серьезно угрожает рыбный промысел, и совершенно непостижимых для моего ограниченного ума заголовков вроде “Гигантская нерцепрокная генерация второй гармоника из антиферромагнитного бислоя CrI_3 ” (я пони-

маю, что это из области химии, но не более того) наткнулся на статью под названием “Трудности, связанные с древнейшими свидетельствами существования жизни”¹¹. Ага, кажется, это что-то интересное! А не найдется ли в тексте чего-нибудь про нашего героя? Отправляюсь на сайт нашей университетской библиотеки, скачиваю файл со статьей, бегло пролистываю. Так и есть.

Автор обзора, бельгийский палеобиолог Эммануэль Жаво, иллюстрирует свою статью небольшим рисунком, где наглядно представлены важнейшие этапы ранней истории биосферы, наложенные на шкалу геологического времени. Я привел этот рисунок здесь (рис. 1.1), немного его упростив и переведа часть терминов с английского языка на русский.

Итак, как говорится, “что мы видим на картине”? Наш замечательный LUCA располагается в левой части графика, но довольно далеко от самого начала, от момента возникновения жизни на Земле. Это означает, что он никак не мог быть самым первым живым существом на нашей планете. Очевидно, что до него (и даже одновременно с ним) в биосфере существовали и другие организмы, но идущие от них родословные линии со временем прервались, а значит, все потомки этих первопоселенцев Земли вымерли... В живых остались только те, которые напрямую происходят от LUCA. Это хорошо видно на следующем рисунке (рис. 1.2), который я тоже взял из статьи Э. Жаво и немного переформатировал для русскоязычного читателя. Обратите внимание на датировки, представленные на обоих рисунках. Современные специалисты относят время существования LUCA к периоду между 4 и 3,5 млрд лет назад. В эту эпоху уже формировались сохранившиеся до наших дней горные породы, и, чисто теоретически, можно ожидать, что в них сохранились остатки LUCA. Тут внимательный читатель вспомнит мое категорическое утверждение о том, что эти остатки все же никогда не будут найдены. Отчего бы, если физическая возможность сохранения микроскопических ископаемых имеется? Ответ очень простой: даже если нам посчастливится обнаружить окаменелые

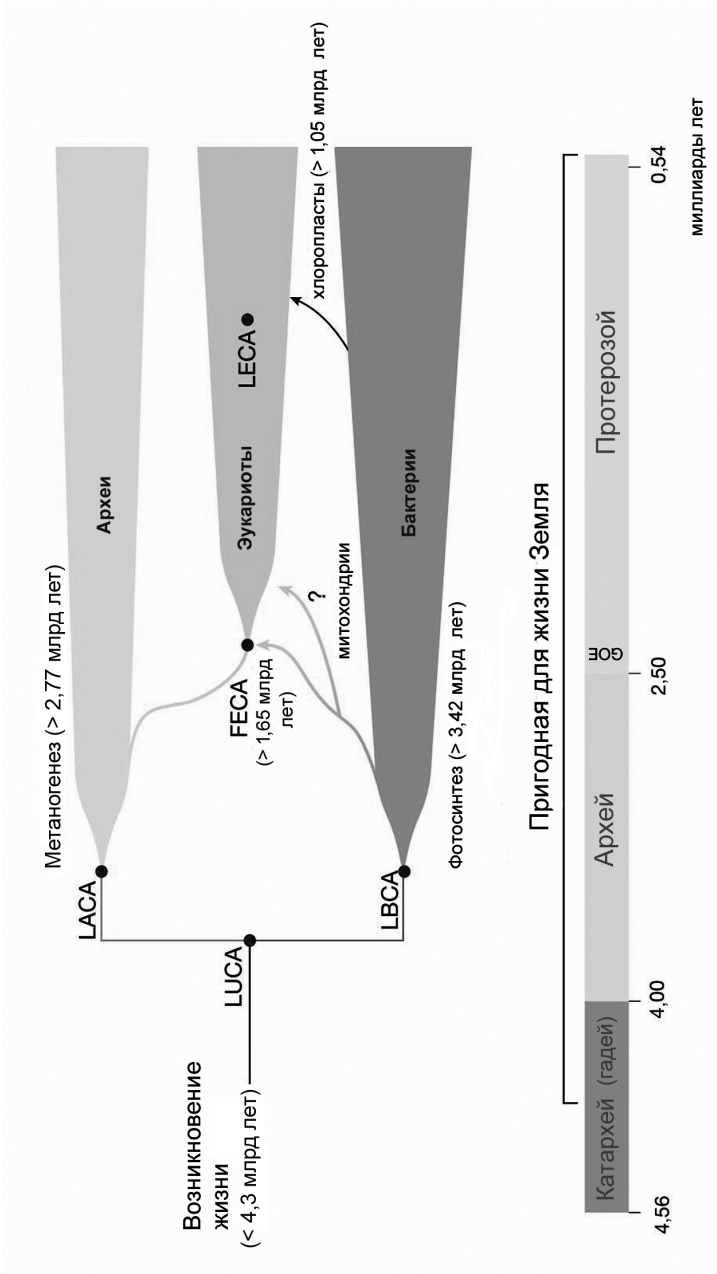


Рис. 1.1. Хронология эволюционных событий на Земле до начала последнего полумиллиарда лет ее истории

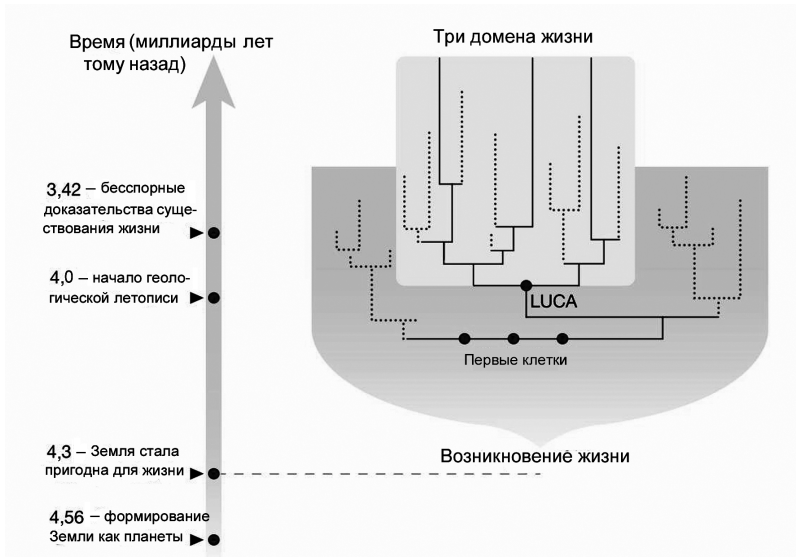


Рис. 1.2. Древо жизни и положение LUCA на нем

остатки LUCA, как распознать, что они принадлежали именно ему? Выделить и проанализировать ДНК из таких окаменелых прапраклеток, видимо, не получится и в самом отдаленном будущем. По внешнему же виду судить крайне затруднительно, а точнее, совсем невозможно. LUCA — в определенной степени научная абстракция, хотя, в отличие от нигде и никогда не существовавшего “идеального газа” физиков, он был в свое время и в своем месте очень даже материален.

Продолжим рассматривать эти два интереснейших графика. На обоих наш LUCA предстает родоначальником трех основных подразделений (*доменов*) жизни: бактерии, археобактерии (археи) и эукариоты. С бактериями каждый из нас знаком хотя бы понаслышке. Это микроскопически малые, вездесущие одноклеточные создания, лишённые клеточного ядра и хромосом. Общий предок всех бактерий сокращенно именуется LBCA (см. рис. 1.1), что расшифровывается

как “последний бактериальный общий предок” (Last Bacterial Common Ancestor). Именно бактерии в свое время, не ранее чем 3,42 млрд лет назад, “изобрели” фотосинтез, что сыграло ключевую роль в дальнейшей эволюции биосферы, в частности обеспечило возможность выхода жизни на сушу и появления разумных существ.

Об археях широкой публике известно гораздо меньше. Долгое время их не отличали от бактерий, настолько они похожи, и только в 1977 г. были опубликованы сенсационные на тот момент данные о том, что эти две группы одноклеточных организмов резко различны генетически и никак не могут быть объединены в рамках классификации. Сейчас уже почти никто не сомневается, что археи — совершенно особая ветвь эволюции живого, представленная в наши дни большим числом видов. Их важнейшим эволюционным приобретением был метаногенез, также упомянутый на первом рисунке (кстати, вполне возможно, что метан умел вырабатывать и LUCA, по меньшей мере у него были необходимые для этого генетические предпосылки). В отличие от оксигенного фотосинтеза, побочным продуктом этого биохимического процесса является не кислород, а метан (CH₄). Археи — единственные микроорганизмы, способные производить этот газ, причем они экологически весьма пластичны и встречаются в самых разнообразных средах, от дышащих паром гейзеров до холодных почв зоны вечной мерзлоты. Их можно обнаружить даже в человеческом теле, например в недрах толстого кишечника. По аналогии с общим предком всех бактерий родоначальник (то есть последний общий предок) архей назван LACA (Last Archaea Common Ancestor).

К третьему домену биосферы принадлежим мы с вами, люди, но не только мы, а вообще все организмы, в клетках которых есть клеточное ядро и хромосомный аппарат. Этот домен называют “эукариоты”, или ядерные организмы. Сюда относятся все животные, растения и грибы, а также большое число видов одноклеточных эукариот, традиционно называемых “простейшими”, или протистами. Некоторые из них,

вероятно, запомнились вам со школьных времен (амеба, инфузория-туфелька, эвглена зеленая). Обратите внимание на то, как возникают эукариоты на родословном древе (рис. 1.1): этот домен не имеет единого истока, являясь потомком одновременно и архебактерий, и просто бактерий. Почему это так, мы рассмотрим в главе 5 и тогда снова обратимся к изучению рисунка. Первый на свете представитель эукариот, столь же неуловимый, как LUCA, обозначается аббревиатурой FECA (First Eukaryota Common Ancestor — первый общий предок эукариот). Легко догадаться, что организм, называемый LECA (он тоже есть на рисунке), был последним (last) общим предком эукариот.

Остается только гадать, какие существа населяли Землю до LUCA, как они были устроены и почему сошли с эволюционной сцены, не оставив потомков. Обратимся лучше к тому, что современные ученые смогли узнать о LUCA. Почти все это знание основано на анализе генетических и биохимических признаков ныне живущих видов. Если они происходят от единого первопредка, то непременно должны нести в своих геномах полученное от него “наследство”. Путем сравнения генетических признаков множества видов современных живых существ исследователям удалось идентифицировать 355 генов, которые, как они предполагают, входили в геном LUCA¹².

Зная конкретные гены, можно установить, за производство каких белков они отвечали, а значит, еще немного приблизиться к реконструкции нашего общего предка. Одним из наиболее важных результатов изучения LUCA стал вывод о том, что его белки были в высокой степени термоустойчивы. На основе этого биохимики делают вывод, что их владелец, первобытный одноклеточный организм, жил в весьма теплой, даже горячей среде. По некоторым оценкам, ее температура могла превышать 90 °C¹³, иными словами, наш герой обитал чуть ли не в крутом кипятке! Для большинства современных живых существ даже гораздо меньшие температуры являются смертельными, хотя среди бактерий и архей

известны очень термоустойчивые виды, прекрасно себя чувствующие даже в воде исландских гейзеров. Но большинство исследователей склонны думать, что LUCA жил не в гейзерах, а на дне первобытного океана, где тоже были (да и сейчас есть) подходящие места для любителей поплескаться в кипятке. Я имею в виду подводные гидротермальные источники, такие как, например, знаменитые “черные курильщики”, образующиеся там, где из-под земной коры бьют фонтаны очень горячей и обогащенной минеральными веществами воды. В таких местах процветают сообщества бактерий и архей, а также микробоядных многоклеточных организмов (и многоклеточных организмов, которые питаются последними). Самое место для проживания нашего LUCA!

Значит ли это, что жизнь тоже возникла в подобном “черном курильщике”? Некоторые ученые отвечают на этот вопрос утвердительно, ссылаясь на необычайную теплолюбивость (“гипертермофильность” на профессиональном языке микробиологов) LUCA. Другие возражают, что жизнь могла возникнуть вовсе не в первобытном океане, а в гораздо более специфических местообитаниях, расположенных прямо на поверхности нашей планеты, — жерлах грязевых вулканов или горячих источниках. Еще в 1871 г. Чарльз Дарвин в частной переписке высказал догадку, что первые живые существа могли зародиться на поверхности земли в какой-нибудь “маленькой теплой луже” (warm little pool)¹⁴. Исследования последних десятилетий как будто бы подтверждают его удивительное научное предвидение. В качестве современных аналогов такой “колыбели” первобытной жизни рассматриваются, например, гейзеры Камчатки¹⁵.

Мы помним, что LUCA был далеко не первым организмом в биосфере: между зарождением жизни и появлением последнего общего предка всех современных видов могли пройти многие десятки миллионов лет. Вполне вероятно, что жизнь, возникнув в этой гипотетической “теплой луже”, проникла в воды Мирового океана и там дала множество разнообразных потомков, одним из которых и стал тепло-

любивый LUCA. Но оставим споры по этому интереснейшему вопросу специалистам...

Что еще удалось узнать о нашем далеком первопредке?

Жил он примерно 3,8 млрд лет назад. Как получена эта датировка, поговорим чуть позже, в главе 3. Наследственную информацию LUCA хранил, используя молекулы ДНК, но он еще не имел хромосомного аппарата. Считывание (транскрипция) этой информации проводилось, как и во всех современных клетках, с помощью рибосом и молекул РНК. Белки, которые он мог синтезировать, состояли из тех же 20 базовых аминокислот, которые входят в состав белков нынешних организмов. Был LUCA роста совсем небольшого, прямо скажем, микроскопического, но уже обладал всем необходимым внутриклеточным оснащением, чтобы размножаться и обмениваться с окружающей средой энергией и веществами, необходимыми для жизнедеятельности. Возможно, что его тело (клетку) окружала вполне сформированная мембрана, похожая на те клеточные мембраны, которые есть у современных бактерий и эукариот (правда, с этим согласны не все специалисты). Через нее LUCA получал извне все необходимое и избавлялся от ненужных веществ. Что касается его способа питания, то биологи величают LUCA “анаэробным хемоавтотрофом”. В переводе на более простой язык это значит, что LUCA не нуждался в кислороде для своего существования и мог сам производить нужные ему питательные вещества, используя для этого неорганические соединения, в изобилии представленные в его среде обитания. Это были самые простые вещества — молекулярный водород (H_2) и углекислый газ (CO_2). LUCA получал необходимую для жизни энергию, окисляя водород. Углекислый газ он использовал как источник углерода для построения органических молекул. Да, несмотря на всю простоту своего клеточного устройства, наш герой был весьма искусным химиком. Собственно, почти все его современники, древнейшие микробы, вели сходный образ жизни. Фотосинтез — важнейший биохимический процесс, появление которого предопределило всю последующую историю земной