ISSN 0130 1640

www.znanie-sila.su

ЗНАНИЕ-СИЛА

«Knowledge itself is power» *(F. Bacon)*

7/2020

Эволюция жизни на Земле: совершенство и красота



7/2020 В НОМЕРЕ

4 **ГЛАВНАЯ ТЕМА**

Эволюция жизни на Земле: совершенство и красота

6 *Михаил Федонкин*
Понять смысл жизни

Разговор с академиком М. А. Федонкиным о том, каким образом формировалась жизнь на Земле, почему древние организмы совсем не похожи на современные и почему жизнь — это неизбежное явление.

16 *Сергей Ястребов*
Проблема формы в биологии

26 *Борис Жуков*
Перезапуск гипотезы

32 **НОВОСТИ НАУКИ**

34 **ПОГОВОРИМ О НАУКЕ**

Александр Винничук
Физика и реальность: какой характер имеют законы природы?

Законы природы — необходимое, существенное, устойчивое, повторяющееся отношение между явлениями физического мира. Как менялось представление о них на протяжении истории человечества?

41 **ПОРТРЕТ УЧЕНОГО**

Анна Дегтярева
Игорь Тамм

В июле исполняется 125 лет со дня рождения Игоря Евгеньевича Тамма, выдающегося физика-теоретика, академика АН СССР, лауреата Нобелевской премии по физике, много сделавшего для отечественной и мировой науки.

47 **РАЗМЫШЛЕНИЯ К ИНФОРМАЦИИ**

Борис Жуков
Предсказанный предок

48 **КАК МАЛО МЫ О НИХ ЗНАЕМ**

50 **75 ЛЕТ ПОБЕДЫ**

Виктор Глухарев
Новороссийский десант

Рассказ об одном боевом дне Великой Отечественной войны.

57 **ГРАЖДАНСКАЯ ВОЙНА В РОССИИ**

Олег Филатчев
Тамбовское восстание 1920—1921 года

История «тамбовского восстания» стала важнейшим и красноречивым эпизодом трагической развязки векового системного противостояния государства и крестьянства, города и села.

66 **СОЗДАНО В РОССИИ**

69 **НАШИ ИНТЕРВЬЮ**

Николай Брико
«COVID-19 — это хороший урок для каждого из нас»

О вирусах, пандемии и ее последствиях для человечества рассказывает Николай Иванович Брико, академик РАН, главный эпидемиолог Минздрава России.

7/2020 В НОМЕРЕ

74 **ВО ВСЕМ МИРЕ**

77 **НАШИ ЮБИЛЕИ**

Анна Кречетова
Судьба Евгения Боратынского: вопросы без ответов

Его стихи знали и ценили А. С. Пушкин, П. А. Вяземский, И. В. Киреевский, Н. М. Языков и другие знатоки поэзии.

82 *Игорь Фунт*
Звезда разрозненной плеяды

85 **ПОНЕМНОГУ О МНОГОМ**

86 **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ РЕПОРТАЖ**

Юрий Ревич
Отечественная фантастика и ее эволюция

95 **КТО БЫ МОГ ПОДУМАТЬ?**

Татьяна Соловьева
Бедный Йорик: какого Шекспира знал мир

К середине XIX века гениальные творения Шекспира постигла странная судьба: их знали не такими, какими они вышли из-под его пера, а по искаженным, нередко бездарным, а то и просто пошлым переделкам.

103 **ЗАГАДКИ ИСТОРИИ**

Александр Волков
«Борьба за огонь»

106 **МИР ГЛАЗАМИ ПУТЕШЕСТВЕННИКА**

Ангела Воробьева
Камчатка — начало России

Увлекательное путешествие в край вулканов, гейзеров и первозданной природы.

115 **СТРАНА ФАНТАЗИЯ**

Александр Филичкин
Шаровая молния

118 **РАССКАЗЫ О ЖИВОТНЫХ**

Василий Климов
Дик-дики

124 **ЮБИЛЕИ КРУГЛЫЕ И НЕ ОЧЕНЬ**

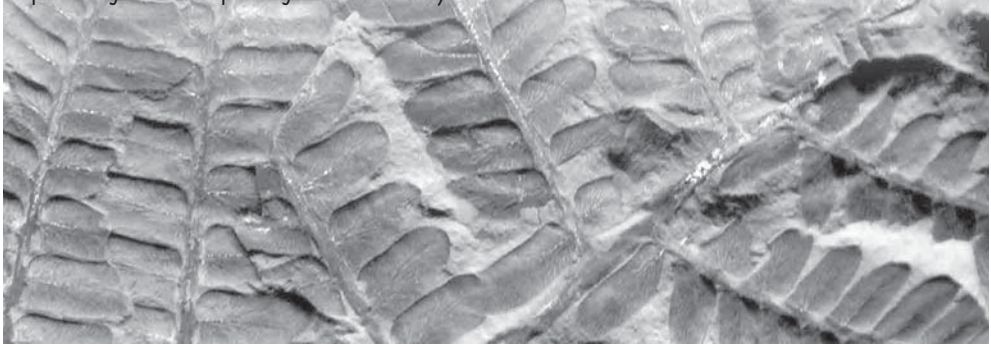
127 **ПУТЕШЕСТВИЯ ВО ВРЕМЕНИ И ПРОСТРАНСТВЕ**

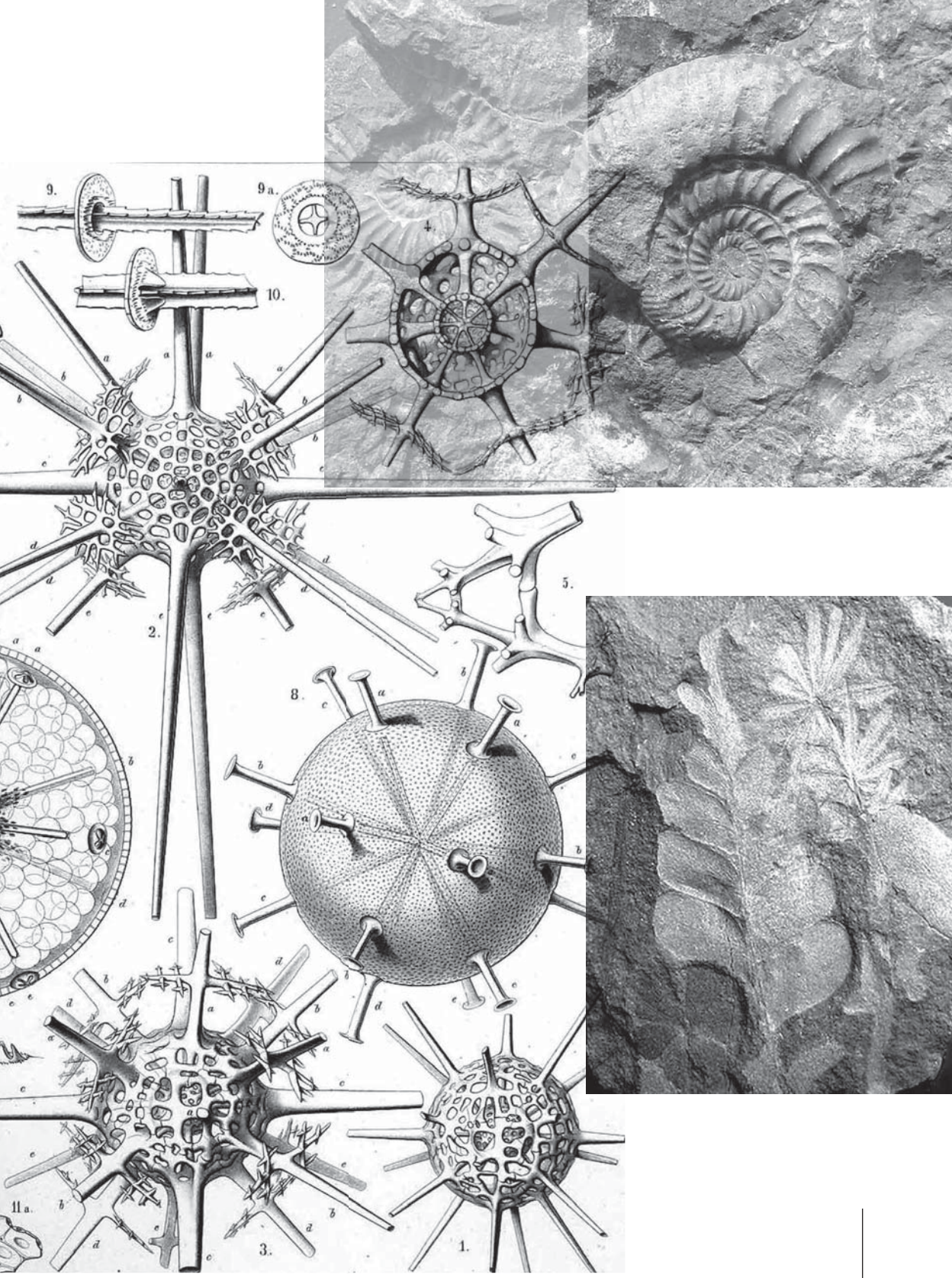
Эволюция жизни на Земле: совершенство и красота



Когда мы обращаем свой взор на живую природу, пусть даже на экранах ноутбуков и телевизоров, мы не можем не восхищаться совершенством и красотой земных творений — результата эволюции длиной в миллиарды лет. Геометрическое совершенство соцветий георгина или кажущийся хаос лепестков хризантем, буйство цвета и форм перьев райских птиц и воздушная элегантность медузы, изящество гепарда. Захватывающее дух разнообразие видов, форм, расцветок. Для того чтобы восхититься красотой и совершенством, не обязательно отправляться в дальние дали, стоит просто внимательно посмотреть на любое растение или же на домашнего питомца. Один из величайших авиаконструкторов А. Н. Туполев как-то сказал: «Некрасивые самолеты не летают». В живой природе то же самое – любой организм или растение прекрасны в своем совершенстве.

Эволюция необратима. Жизненные формы сменяют друг друга, усложняясь, развиваясь и совершенствуясь. Палеонтологи, изучая ископаемую летопись, рисуют нам удивительные картины прошлого (читайте интервью с академиком Михаилом Федонкиным), решают самый главный вопрос биологии – вопрос формы, этого самого чудесного проявления жизни (об этом статья Сергея Ястребова «Проблема формы в биологии»), рассказывают о происхождении и ранней эволюции цветковых (статья Бориса Жукова «Перезапуск гипотезы»).




9.
9a.
10.
4.
2.
5.
8.
11a.
3.
1.

Михаил ***Федонкин***

Понять смысл жизни



Мы знаем, что когда-то Земля была безвидна и пуста. Знаем также, что в какой-то момент на ней зародилась жизнь – появились предки наших далеких предков. О том, каким образом формировалась жизнь на Земле, почему древние организмы совсем не похожи на современные и почему жизнь – это неизбежное явление, – наш разговор с Михаилом Александровичем Федонкиным, академиком РАН, советником директора Геологического института РАН, заведующим лабораторией докембрийских организмов Палеонтологического института РАН.

— Михаил Александрович, вы — геолог и биолог в одном лице, и всю свою жизнь в науке занимались темой происхождения животного мира нашей планеты. Почему именно к этой теме возник интерес?

— Надо сказать, моя научная жизнь началась в этом институте, когда я студентом кафедры исторической геологии геологического факультета МГУ поехал в экспедицию в Якутию. Вместе с геологами из этого института мы проплыли от верховьев Лены до самых ее низовьев. Наш геологический отряд, в который входили профессор Борис Максимович Келлер и доктор Игорь Николаевич Крылов, мои учителя, прошел через множество удивительных мест долины этой великой реки, в том числе там, где на поверхность выходят весьма древние горные породы. Именно там меня ввели в тему ранней истории Земли. Надо сказать, эта тема была тогда новой не только для меня. Про историю жизни в так называемом протерозое мало кто что знал. Это был малоизвестный в то время отрезок истории жизни нашей планеты.

— Но ведь многое было уже известно?

— В исторической геологии очень неплохо изучены последние полмиллиарда лет. Этот период называется фанерозоем — время явной жизни. А вот предшествующие три миллиарда лет называются криптозоем. Это время так называемой скрытой жизни.

— Почему же она была скрыта?

— Дело в том, что фанерозойские отложения, которые начинаются с кембрийского периода, буквально наполнены окаменелостями, остатками различных морских организмов — фауны, флоры, простейших и так далее. А вот

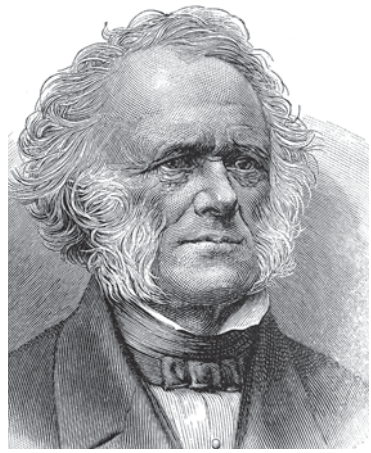
когда мы опускаемся ниже по этой последовательности земных слоев, то видим более древние толщи. К удивлению всех, кто изучал этот интервал геологической летописи (а это удивление длилось, вообще-то, века), переход от кембрийских отложений в более древние толщи сопровождался утерей какой бы то ни было палеонтологической информации. Точнее не утерей — ее просто не видели, не могли обнаружить. Эта проблема мучила Чарльза Дарвина. Для него это был совершенно необъяснимый факт, поскольку он придерживался концепции постепенного эволюционного развития от предков к потомкам. И вдруг — провал. Как обрезано.

— Это, видимо, был удар по его теории эволюции?

— Совершенно верно. Поэтому Дарвин сочувственно относился к суждениям геологов, в том числе Чарльза Лайеля и других, о неполноте геологической летописи. Они объясняли отсутствие палеонтологических свидетельств жизни ниже кембрийских отложений тем, что древние толщи уничтожались эрозией, изменялись процессами метаморфизма. В истории накопления осадков были и длительные перерывы при высоком стоянии суши материков и низком уровне моря. Они предполагали, что более древние организмы могли быть мелкими, без твердых частей тела. Такие делались суждения о причинах неполноты геологической летописи криптозоя. Она действительно крайне неполна. В ней много пробелов разной природы. И на момент выхода книги Чарльза Дарвина «Происхождение видов» в 1859 году эта ситуация казалась неразрешимой.

Но в дальнейшем стали появляться первые находки окаменелостей в докембрийских отложениях. Сначала на Ньюфаундленде еще в конце XIX века нашли дисковидные отпечатки. Потом — в Намибии (Южная Африка) обнаружили очень странные крупные слепки неясной природы. Это было уже начало XX века. Потом — находки в Южной Австралии, где в середине прошлого века начались серьезные исследования. Интересно, что эти первые находки древних окаменелостей, совсем непохожих на известных кембрийских животных, сначала считались кембрийскими. В сложные формы жизни в докембрии никто не верил.

Чарльз Лайель



— А в России что-то находили?

— Да, геологи находили единичные отпечатки в керне глубоких скважин и в естественных обнажениях протерозоя по берегам Белого моря, в Сибири. Множество дисковидных слепков было известно из древних толщ Украины, в районах тектонических поднятий, где они выходят на поверхность. Ведь земная кора, можно сказать, дышит — она всегда подвижна, и эти процессы подчас циклически обратимы. Есть формы поднятий, когда две континентальные плиты сходятся и, вздымая древние толщи, выводят их на поверхность.

— Какого типа эти находки? Что это за существа?

— Первое, что казалось странным,— те окаменелости, которые находили тогда, оказались совсем не крошечными, как думали до того. Размеры их были вполне ощутимыми — до 30 сантиметров и больше. Потом оказалось, что среди них встречались и двухметровые существа. Второе, что удивляло, — эти окаменелости не имели никаких следов минерализованных частей. Ни панцирей, ни костей, ни зубов, ни раковин. Это были явно отпечатки каких-то пластичных, эластичных организмов.

— Черви?

— И черви, и медузы, и так называемые морские перья — так их тогда интерпретировали. Внешне они очень напоминали некоторых современных животных. Причем они неплохо сохранились. Видны были морщинки, смятия, причудливые деформации, которые присущи только мягкому телу. Все это говорило о том, что это были какие-то бесскелетные организмы. Если же говорить о скелете, то он мог быть только гидростатическим, когда морская вода или полостные жидкости поддерживают форму тела и тургор.



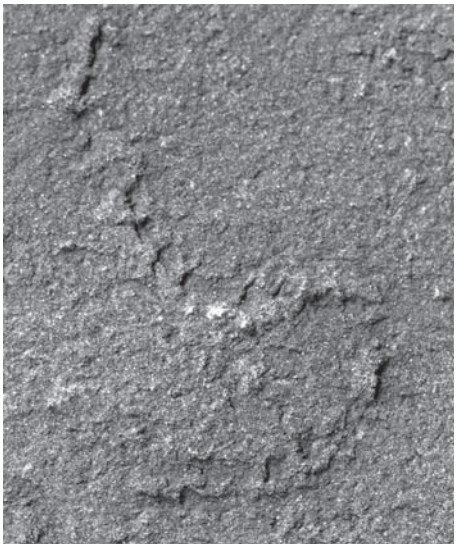


Отпечатки медузы (слева) и червей

Но первая реакция: вот, нашли мы все-таки предков! И первые палеонтологические описания однозначно указывали, что мы имеем дело с животными. Да, они странные. Они, действительно, мягкотелые, без следов минерализации. Их относили к существующим ныне классам кишечнополостных — к тем же медузам или мягким кораллам, к аннелидам (это кольчатые черви). Некоторые формы относили к предкам членистоногих. Попытка привязать их к уже известным нам типам животных казалась весьма естественной. Именно этим путем несколько десятилетий развивалось изучение этих ископаемых организмов. Но по мере изучения новых обширных коллекций накапливались противоречия, которые не позволяли относить их к известным нам классам и типам животных. Оказалось, что у них необычные черты, необычная симметрия, какая нечасто встречается в животном мире. У них иные способы роста, морфология, форма, анатомия...

— *Другие?*

— Совершенно верно — другие. Сейчас мы знаем, наверное, более трехсот их видов. Выделение нового вида или рода — всегда процесс непростой, потому что организмы могут быть и очень маленькими, и большими, сложными, и сохраняются они разными способами. Например, есть организмы, у которых сохраняется прикрепительный диск. Он сидит глубоко в осадке. Есть также стебель и огромное перо, по форме напоминающее папоротник. И может сохраниться отдельно этот диск, отдельно перо. Может сохраниться слепок внутренней полости и отпечаток поверхности тела. Зачастую мы имеем дело с разными частями, которые описываются отдельно. Не всегда удается связать эти описания и понять, что они принадлежат одному виду. Однако, когда мы собрали все эти новые знания воедино, возникла совершенно парадоксальная картина. Ощущение, что мы прилетели на нашу планету 550 миллионов лет назад — и совершенно ее не узнали. Это было удивительно, потому что совер-



Отпечаток хородискии

шенно расходилось с нашими предыдущими представлениями. Мы «увидели» огромные моря на разных континентах, располагавшихся в то время не так, как сейчас. И там мы могли бы наблюдать формы жизни, крупные, явные, весьма сложные по своей морфологии, но ничего общего не имеющие с современными. Мы ничего не знаем ни об их предках, ни о потомках, потому что подобные организмы ни в кембрии, ни далее не встречаются.

— Выходит, название «скрытая жизнь» неверно?

— Да, она была скрытой от нас, но на самом деле оказалась явной. Поэтому и сам этот термин начал разрушаться. Это была сложная, разнообразная жизнь. Конечно, первые миллиарды лет — это преимущественно бактериальная жизнь. Но уже где-то миллиард пятьсот миллионов лет назад начали появляться первые организмы, видимые невооруженным глазом. Например, я описывал в США и Австралии организмы из отложений, жившие полтора миллиарда лет назад, которые напоминают ожерелье — так называемая хородиския *(Horodyskia)*. Она похожа на нить, и на ней бусины. Такие организмы тысячами разбросаны под ногами, когда идешь по песчаникам. Это бывшее дно древнего моря. Удивительное чувство, когда ты идешь по этой поверхности и видишь отпечатки морской ряби. И эти ожерелья, существа, которые когда-то здесь жили, росли, питались, а потом почему-то исчезли. Возможно, это был один из первых экспериментов живой природы, попытка выйти в большой размер, в многоклеточность. И такие попытки были, наверное, неоднократно.

— Но что-то пошло не так?

— Видимо, да, и эти организмы вымерли. Но жизнь продолжалась, и довольно сложная. Мы пока знаем о ней очень мало. Эти позднепротерозойские мягкотелые организмы сейчас называют «вендобионтами». Они появились в самом конце протерозоя. Период этот, который непосредственно предшествовал кембрию, называется вендским периодом. Наш соотечественник, академик Борис Сергеевич Соколов, фактически обосновал существование такого периода, предшествующего фанерозою. Тогда на многих континентах сформировались обширные моря, — как, например, на Европейской части России. Это море покрывало всю сушу, судя по отложениям, которые прослеживаются от Кольского полуострова до Черного моря. Мы видим эти отложения с помощью скважин и естественных обнажений. Под Москвой эти отложения могут быть на глубине двух километров. Но они выходят на поверхность вблизи Кольского полуострова по берегам Белого моря. Они есть и в восточной части европейского фрагмента России на Урале.

— То есть, это был период наступления морей на континенты?

— Да, мы называем это периодом трансгрессии, которая была связана, прежде всего, с тем, что таяли гигантские ледники. Дело в том, что вендскому периоду предшествовал период, который сейчас называется криогеновый период (или криогений — Cryogenian). Это период начался приблизительно 800 миллионов лет назад и закончился где-то около 650 миллионов лет назад. В этом интервале было



Древняя морская фауна



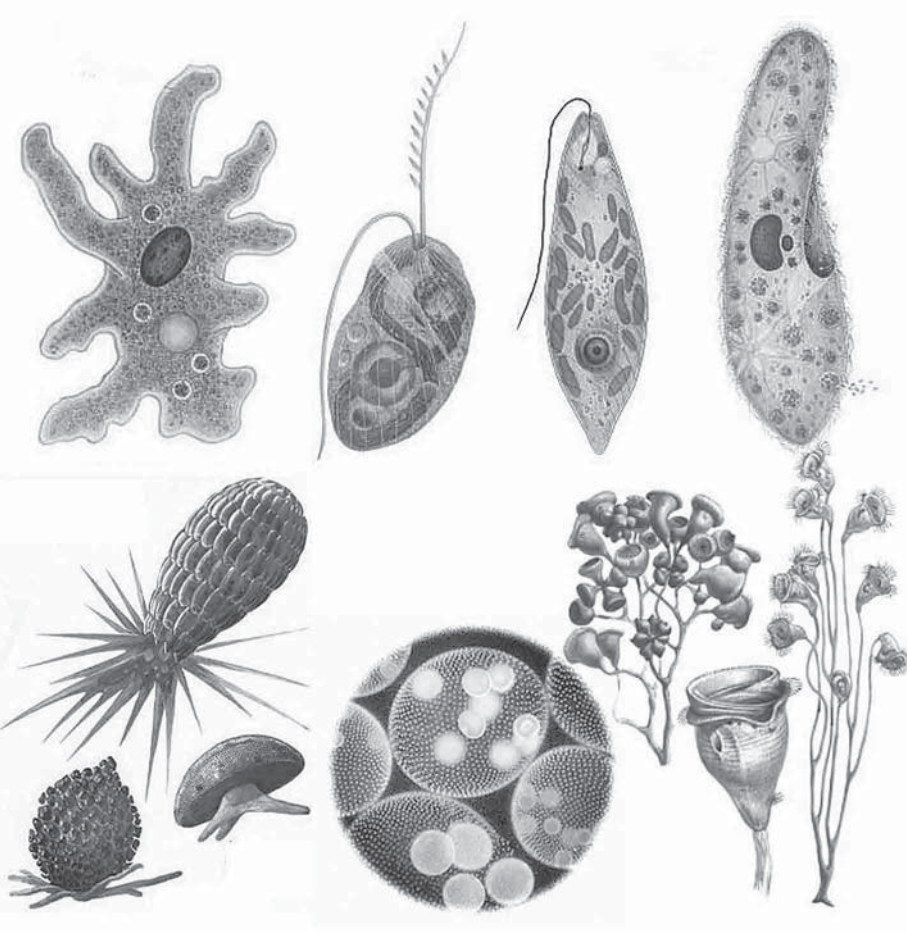
Байконурские тиллиты (внизу)

зафиксировано четыре или пять крупных оледенений. Для сравнения: последнее из плейстоценовых оледенений — валдайское оледенение — завершилось около 12 000 лет назад, и оно было не самым крупным. Были и такие, что льды доходили до широты Полтавы. Но те оледенения, которые предшествовали вендскому периоду, были гораздо серьезнее. Их следы мы находим на всех континентах.

— *Что это за следы?*

— Мы видим особый тип отложений, называемых тиллиты, которые образуются при формировании огромных ледников. Ледники, как бульдозер, идут с севера на юг, все стирая на своем пути. В эти льды вморожены, в том числе огромные глыбы горных пород, которые стирают другие породы. Когда ледник отступает и тает, мы видим эти камни. Они похожи на гигантские утюги с отшлифованными боками. Есть следы, которые указывают на оледенения в морских отложениях, где толщи не возмущены штормами. И вдруг ты видишь камень, который прошел и, как бомба, сквозь осадок. Это ледники таяли, айсберги уходили в океан, из них вытаивали камни и падали на морское дно. Это тоже сигнал, что океан был холодным. У нас в Геологическом институте много лет работает профессор Николай Михайлович Чумаков. Он всю жизнь занимается проблемой формирования древних оледенений. Очень много сделал для того, чтобы описать историю процессов, которые предшествовали взрыву жизни в вендском периоде.

— *То есть, в то время, когда наступали эти гигантские оледенения, всех этих древних организмов еще не существовало?*



Эукариотные одноклеточные организмы

— Видимо, нет. Ряд специалистов полагают, что в те времена Земля напоминала снежный ком. Ледники доходили до экватора. Есть защитники гипотезы о том, что Земля замерзала целиком, и не раз. Бактериальная жизнь, конечно, существовала. Но фотосинтез останавливался на какое-то время. А если нет фотосинтеза, значит, и кислород не вырабатывается. Но скорее всего, все-таки в океане оставались значительные участки, куда солнечный свет проникал, и фотосинтез существовал. У нас нет сигналов, что жизнь прекращалась совсем.

— То есть, она все время каким-то образом поддерживалась?

— Да, поддерживалась. Были оледенения, потом ледники отступали, но климат все еще оставался прохладным во многих местах. И вы знаете, это, наверное, пошло на пользу формированию сложной жизни, а, может быть, даже спровоцировало взрыв жизни в вендском периоде. Дело в том, что холодные воды отличаются от теплых тем, что в них больше растворяется кислорода. Это на руку аэробным организмам, которые дышат кислородом, — так называемым эукариотным одноклеточным организмам. И еще одна очень важная вещь. В холодном океане вся толща воды холодная. Вблизи наших полярных областей мы это видим. И там океану ничто не препятствует перемешиваться. Поэтому все, что захоронается на дне — отмершие части организмов, отходы жизнедеятельности, продукты фильтрации — все падает на дно, а затем, течениями все это поднимается со дна и снова выносится на поверхность. Это нутриенты для фитопланктона — основы пищевой пирамиды. Холодные воды отличаются высокой продуктивностью.

А вот теплый океан, который предшествовал этому ледниковому периоду криогена, очевидно, сдерживал развитие высокоразвитой жизни.

— *Казалось бы, должно быть все наоборот.*

— А вот и нет. В теплом океане следующая картина: верхний слой, прогретый солнцем, имеет относительно высокую температуру. Нижний слой, куда не доходит солнце,— низкую. Таким образом, возникает стратификация, то есть он не перемешивается. И это значит, все, что захоронялся на дне, даже на мелководных участках, остается там. Это голодный океан, который нуждается в жизни фитопланктона, но не способен ее кормить. Так что именно холодный океан дал толчок жизни.

— *Михаил Александрович, но сейчас, как известно, благодаря антропогенному фактору, температуры растут, воздух, как и океан, нагревается. Может быть, это говорит о затухании жизни?*

— Роль человека здесь надо выяснять. Это все-таки спорный вопрос. Природные процессы продолжают играть немалую роль в изменениях климата. Не только на суше, но и в океане, в рифтовых долинах идет активная вулканическая деятельность, выделяются гигантские массы углекислого газа и других парниковых газов. Периоды потепления и похолодания были всегда, и, когда мы изучаем древние оледенения, то понимаем: это был циклический, естественный процесс. Такое колебание весьма характерно для истории планеты. Общий тренд сейчас, действительно,— повышение температуры. Но при этом существуют колебания погоды. Поэтому я бы не стал однозначно утверждать, что человечество перегрело планету, и это стало угрозой для жизни.

— *Вы не видите такого риска?*

— Конечно, опасность есть. Ведь существуют куда более опасные парниковые газы, чем углекислый газ,— метан, например. Но смотрите, какая парадоксальная вещь. С потеплением климата увеличивается объем осадков, включая снег. Его так много, что вечная мерзлота медленнее оттаивает в начале лета в полярных областях.

— *Как вы думаете, те древние организмы, которые почему-то вымерли на нашей планете, могли продолжать свое развитие на какой-то другой?*

— В принципе, если это существует на Земле, значит, возможно и где-то еще. Жизнь — это не случайное явление. Она неизбежна. Существуют процессы самостоятельного усложнения материи, ведущие к формированию все более сложных соединений и структур.



Гейзер Вайманту в Новой Зеландиии



Жорж Кювье

Физики называют это неравновесностью. Скажем, если вы сделаете наклон, вода потечет вниз. Поставите плюс и минус — пойдет электрический ток. Эти вещи, создающие градиент, всегда существовали в природе. Они вызывают поток энергии или вещества. И вот этот поток сам по себе может формировать упорядоченность и высокую сложность. Я всегда привожу пример, который меня глубоко трогает. Этот образ, который показывает, что такое жизнь, оставил нам Жорж Кювье. Он был палеонтологом, занимал высокие должности при Наполеоне. И он сказал, что живой организм подобен смерчу или торнадо. Оно имеет определенную форму, как многие организмы,— коническую. Оно движется, оно растет, как все организмы, вбирает в себя и выбрасывает. Оно может даже делиться. Но это «существо» «живет», только пока дует ветер. Вот это — суть жизни. Еда, дыхание, питание, обмен веществ для нас — это тот самый «ветер».

— Иначе говоря, если создается комплекс условий, то жизнь неизбежна, и она всегда усложняется.

— Совершенно верно. Она начинается на атомном, на молекулярном уровне в разных условиях, но всегда идет по пути усложнения. Но мы начали наш разговор с животных. Посмотрите, как долго потребовалось первым животным — почти три миллиарда лет, чтобы возникнуть из ничего. Видите, какова цена высокой сложности и как непроста эта история! Среди этих существ, о которых мы говорим, пока известны только морские животные. Мы ничего пока не знаем о жизни на суше. Мы описывали и по-новому интерпретировали удивительных животных — кимберелу *(Kimberella)*, например, которая во многом напоминает моллюсков. Это билатеральные животные, у которых был некий хоботок, с помощью которого они питались на бактериальных матах. Эта статья была опубликована в «Nature». Потом мы определили возраст отложений с этими окаменелостями, и кимберелла стала древнейшим видом билатеральных многоклеточных животных, который используют для калибровки молекулярных часов — это метод сравнительной геномики, позволяющий реконструировать эволюционные события и филогентические связи. Статья об этом вышла в «Science». Мои коллеги Илья Бобровский и Андрей Иванцов с соавторами написали статью, которая также опубликована в «Science», в 2018 году: на примере вендской дикинсонии *(Dickinsonia)* они доказали, что эти существа содержат липиды, свойственные только животным. Эта статья цитировалась в числе главных достижений естествознания года, потому что была подтверждена идея о том, что мы имеем дело с древнейшими животными.



Отпечаток кимбереллы