

чества, несмотря на то, что есть сторонники и противники такого контакта. Один из оптимистических сценариев контакта земной и инопланетной цивилизаций может быть таким. Внеземные цивилизации вряд ли захотят завоевать Землю, поскольку наша планета не обладает никакими уникальными ресурсами и в Космосе в избытке можно найти любое сырье и энергию. С другой стороны, внеземные цивилизации вряд ли решат для человечества все проблемы. Конечно, сам факт существования внеземных цивилизаций окажет огромное влияние на человечество, но их науки будут по-разному взаимодействовать с нашими. Поскольку строение материи одинаково во всей Метагалактике, то их физика должна полностью соответствовать нашей, если уровень развития внеземных цивилизаций и человечества окажется одинаковым, поэтому физика вместе с химией, астрономией, техническими науками радикально изменятся после контакта с высокоразвитой цивилизацией. Биология, биохимия, медицина изменятся незначительно, так как нет оснований полагать, что во Вселенной существует универсальная биология, пригодная для описания любых живых существ. Общественные науки изменятся меньше всего, поскольку общество и культура столь разных цивилизаций будут иметь слишком мало общих точек соприкосновения. Искусство внеземных цивилизаций может показаться человеку столь чуждым, что, возможно, он окажется не в состоянии даже воспринять его. Наконец, в любом случае обмен посланиями потребует слишком много времени — сотни и тысячи лет, чтобы получить ответ от внеземных цивилизаций на животрепещущие вопросы.

Отсутствие сигналов от внеземного разума различные исследователи интерпретируют по-разному. Но отсутствие сигналов от разумных существ и их попыток установить связь с человечеством не обязательно означает отсутствие внеземных цивилизаций. Возможно, Земля еще не достигла достаточно высокого уровня развития, возможно, она является частью межзвездного заповедника, а, возможно, внеземные цивилизации просто игнорируют нас и занимаются своими делами.

Успех поисков внеземных цивилизаций невозможно гарантировать в течение десятилетий. Сколько времени человечество будет предпринимать попытки таких поисков, зависит от осознания важности этого тысячелетнего вопроса. Предстоит пройти долгий путь, прежде чем земная цивилизация сделает окончательный вывод: «Мы одиноки», если такое когда-либо произойдет. Но такие поиски сначала наугад, а теперь систематически и целенаправленно уже ведутся, и наука начала XXI века готова к открытию простейших форм жизни на телах Солнечной системы и цивилизаций в нашей Галактике и Метагалактике.

ПРИМЕЧАНИЯ

- ¹ Перов Н. И. Проблема поиска внеземных цивилизаций в Метагалактике. Ярославль: ЯГПУ, 1998. 83 с.

А. Н. Сухорукова

Развитие биосферной концепции В. И. Вернадского в эволюционном направлении

Концепция биосферы В. И. Вернадского получила развитие в трудах широкого круга ученых, представляющих различные отрасли естествознания. Из всех направлений изучения биосферы для нашего исследования представляет интерес эволюционное, так как именно учение о происхождении биосферы и ее эволюции имеет существенное значение для развития теоретической биологии.

Научные воззрения В. И. Вернадского на проблему происхождения жизни противоречили господствующей научной парадигме о постепенном образовании Земли как космического тела, затем появлении на ней жизни с последующим образованием биосферы, и, вероятно, поэтому не были достоянием широкой научной общественности.

С начала 20-х годов и по сей день наиболее известна и имеет наибольшее число сторонников гипотеза А. И. Опарина о абиогенном характере возникновения жизни на Земле в условиях восстановительной атмосферы [11]. А. И. Опарин предполагал, что жизнь появилась в форме дискретных носителей-организмов примерно через 2 миллиарда лет после возникновения нашей планеты и явилась результатом химической эволюции, в ходе которой шел абиогенный синтез органических молекул. По его мнению, из синтезированных абиогенно белков и нуклеиновых кислот возникли сначала пробионты (доклеточные фазо-обособленные органические системы, способные использовать из окружающей среды вещества и энергию), а затем протоклетки. Поскольку абиогенный синтез не мог осуществляться в кислородной атмосфере, А. И. Опарин высказал предположение о восстановительном характере древней атмосферы Земли. Следует согласиться с мнением о том, что гипотеза А. И. Опарина о абиогенном синтезе органических веществ оказала сильное влияние на все рассуждения относительно состава атмосферы предбиологического периода. «Собственно, чаще обсуждался вопрос не о том, какая была атмосфера, а о том, какой она должна быть, чтобы обеспечить этот синтез» [5. С. 21].

Важно подчеркнуть, что гипотеза А. И. Опарина геоцентрична и организмоцентрична, так как все этапы химической эволюции связывает с Землей, а все особенности жизни выводит из клеток (организмов), игнорируя надорганические системы. Кроме того, она представляет собой синтез идей биохимии и дарвинизма, поэтому исходным свойством жизни в ней признается обмен веществ, на развитие которого был направлен предбиологический отбор.

Гипотеза А. И. Опарина нашла поддержку и дальнейшее развитие у зарубежных и отечественных ученых: Дж. Холдейна, Дж. Бернала, М. Кальвина, С. Фокса, К. Дозе, Г. В. Войткевича, К. Л. Гладилина, В. И. Гольданского и др.

Следует заметить, что если А. И. Опарин основное внимание уделял эволюции об-

мена веществ, то Дж. Холдейн — эволюции генетического механизма. В отличие от организмоцентричных представлений А. И. Опарина, Дж. Берналу первичная живая система виделась как ранняя биосфера (биохимическая жизнь без организмов, осуществляющая самовоспроизведение и обмен веществ). С. Поннаперума, Г. В. Войткевич и др., связывая самозарождение жизни с Землей, основные этапы синтеза органических молекул переносили в космическое пространство.

Следует заметить, что если в более ранних работах по происхождению жизни речь шла лишь о эволюции соединений углерода, то в работах последних лет большое внимание уделяется эволюции Вселенной, этапам физической эволюции (происхождению химических элементов). В связи с этим широкое признание получило мнение о согласованности гипотез абиогенеза с хорошо известной в естествознании гипотезой Большого взрыва [10].

Последние достижения химии высокомолекулярных соединений позволили расширить представления об этапах химической эволюции и рассматривать в качестве важнейшей предпосылки возникновения жизни нарушение зеркальной симметрии и появление «хирально органической среды», состоящей из оптически асимметричных аминокислот и сахаров [4. С. 31].

Однако, несмотря на 40-летний период интенсивных теоретических и экспериментальных исследований проблемы абиогенного происхождения жизни, она, по мнению ученика А. И. Опарина, К. Л. Гладилина, «зашла в тупик и за последние 10 лет не появилось никаких принципиально новых результатов» [3. С. 19], то есть можно утверждать, что по-прежнему между самыми сложными, с точки зрения химии, предбиологическими системами и самыми простыми, с точки зрения биологии, организмами существует ничем не заполненный разрыв.

Но именно в последние десятилетия теоретическая биология приходит к идеям, высказанным В. И. Вернадским. Прежде всего получили признание предположения В. И. Вернадского о геологической вечности жизни. Этому в наибольшей степени способствовали ус-

пехи микропалеонтологии и исторической (геологической) микробиологии. Известно, что микропалеонтология изучает морфологические остатки докембрийской жизни — микрофоссилии. Данные геологической микробиологии позволяют реконструировать геохимическую деятельность докембрийского прокариотного мира по хемофоссилиям — химическим остаткам метаболической активности этого мира. Соотнесение данных обеих наук с геохронологической шкалой позволило А. В. Сидоренко заключить, что самые древние осадочные породы, возрастом более 3,5 миллиарда лет, отлагались в среде, где уже существовала жизнь, то есть геологическая и биологическая истории нашей планеты совпадают с точностью до 100 млн. лет [12. С. 7].

Значительный вклад в возрождение идей В. И. Вернадского внесли работы Г. А. Заварзина по истории микробиологии [5, 6]. С точки зрения этого ученого, находки древнейших микрофоссилий в виде строматолитов и остатков их метаболической деятельности говорят о существовании «былых микробных сообществ» и подтверждают постулат В. И. Вернадского о сложной структуре первичной биосферы, состоящей из множества «совокупностей организмов». В полном согласии с В. И. Вернадским Г. А. Заварзин неоднократно отмечал, что жизнь — свойство, присущее биосфере в целом, а не отдельным видам, организмам или изолированным скоплениям молекулярных соединений.

Эти идеи находят все большее число сторонников среди биохимиков, экологов, эволюционистов-биологов. В свете современных знаний становится все более очевидным, что «центральный вопрос о происхождении жизни — это не вопрос о том, что возникло раньше, ДНК или белок, а вопрос о том, какова простейшая экосистема» [8. С. 178].

Данные о времени обнаружения сообществ прокариот в геологической летописи, по мнению Г. А. Заварзина, «окончательно вытесняют возникновение жизни из земных пределов в космос» [5. С. 89], то есть подтверждают ранние представления В. И. Вернадского о космическом происхождении жизни. К такому заключению Г. А. Заварзин приходит под влия-

нием известных в сравнительной планетологии работ Э. М. Галимова и Хойла [2] об усиленной метеоритной бомбардировке земли на заключительной стадии ее формирования как планеты. Совпадение времени массового падения метеоритов с возрастом древнейших микробных сообществ позволяет Г. А. Заварзину предположить, что в сравнительно короткий период в истории Земли был возможен занос жизни из космоса, при этом средой, способной сохранить микроорганизмы в состоянии анабиоза, могли быть если не метеориты, то ледяные ядра комет. Предположения такого рода, вплоть до «направленной панспермии» — преднамеренного переноса микроорганизмов космическими кораблями, по мнению Г. А. Заварзина, «хотя и обходят вопрос о происхождении жизни, встречают меньше противоречий», чем гипотезы ее самозарождения в результате абиогенеза [5. С. 165].

Связано это прежде всего с новыми научными данными о составе древней атмосферы земли. В известной работе Г. А. Заварзина [5] обсуждаются возможности существования не только восстановительной, но и нейтральной и окислительной атмосферы. Известно, что на Земле существует два основных источника кислорода: фотосинтез и фотохимические реакции. Вопреки общепринятому мнению о том, что скорость фотохимических реакций очень мала для того, чтобы обеспечить современный уровень кислорода в атмосфере, Г. А. Заварзин, ссылаясь на данные геофизики и математического моделирования палеоатмосферы, приходит к заключению, что за счет фотолиза древнейшая атмосфера Земли могла содержать в миллион раз больше кислорода, чем предполагалось ранее [6. С. 148]. При этом он подчеркивает, что поскольку накопление кислорода не может происходить без одновременного удаления из атмосферы Земли эквивалентного количества водорода, то рассеивание водорода в космическом пространстве — основная причина формирования окислительной атмосферы Земли [5. С. 146].

В пользу окислительного характера палеоатмосферы свидетельствуют находки на разных материках (то есть на разных участках древнего мирового океана) древнейших пород

железистых кварцитов (возраст 3,9 — 3,8 млрд. лет), в которых железо представлено окисными соединениями. По мнению Г. А. Заварзина, «это говорит о том, что гидросфера содержала некоторое количество свободного кислорода столь же давно в истории Земли, как мы имели свидетельства о существовании воды» [5. С. 167].

Хотя рассмотренные представления о составе древней атмосферы Земли нельзя считать вполне устоявшимися, они больше отвечают идее космического происхождения жизни, чем идее абиогенеза.

Долгое время идеи В. И. Вернадского об эволюции биосферы мало привлекали внимание исследователей. Только в связи с глобальными изменениями в поверхностных оболочках Земли, происшедшими в последние десятилетия под влиянием деятельности человека, проблема эволюции биосферы приобрела общенаучную значимость и превратилась в «важнейшую глобальную задачу современности» [8. С. 26]. Основные направления в разработке данной проблемы глубоко проанализированы Э. И. Колчинским [8]. Автор пришел к заключению, что «создание общей теории биосферы» — дело будущего, но уже в настоящее время под влиянием работ М. И. Будыко [1], М. М. Камшилова [7], С. С. Шварца [13, 14] и др. определены интегральные свойства биосферы как целостной системы и намечены «основные тенденции» в их развитии [8. С. 191].

К интегральным характеристикам эволюции биосферы авторы относят формирование биосферных адаптаций, возрастание информационной емкости биосферы, исторические преобразования биотического круговорота и др.

Впервые вопрос о возможности адаптивных преобразований на биосферном уровне поставил В. И. Вернадский. Важнейшими адаптациями биосферы он считал возникновение озонового экрана и способность растений улавливать солнечную энергию.

Идея В. И. Вернадского о биосферных адаптациях в современный период получила поддержку в трудах С. С. Шварца [13, 14]. Такие адаптации названы им «линиями обороны биосферы». К ним он относит прежде всего

многообразие жизни, представленное тысячами видов, состоящих из миллионов особей, уникальных в генетическом отношении. Такое многообразие, по мнению автора, повышает вероятность сохранения главных геохимических и энергетических функций биосферы в случае катастрофы планетного масштаба. «Второй линией обороны», согласно С. С. Шварцу, является сложившаяся в ходе эволюции биосферы структура использования энергии на различных уровнях организации живого. Автор показал, что эффективность использования ассимилированной энергии падает по мере повышения уровня биологической интеграции. При этом уже на начальных стадиях развития жизни была выработана весьма совершенная структура внутриклеточных энергетических процессов. В этой связи С. С. Шварц отмечал: «Что бы ни случилось на верхних этапах природы, какие бы катаклизмы ни потрясли биосферу и составляющие ее биогеоценозы, высокая эффективность использования энергии на уровне клеток и тканей гарантирует жизнь организмам, которые и восстановят структуры жизни на всех этапах ее проявления в форме, наиболее соответствующей новым условиям среды» [14. С. 65]. Распределение энергии по разным уровням и эффективность ее использования на каждом уровне, по мнению автора, обеспечивает целостность и устойчивость биосферы.

Одним из важнейших показателей эволюции биосферы, по мнению М. М. Камшилова, В. А. Ковды, А. Н. Тюрюканова и др., служит возрастание количества информации в биосфере, ее информационная «емкость», то есть «усложнение ее структуры и взаимодействий между ее компонентами» [8. С. 17]. Увеличение количества информации, согласно этим авторам, обуславливается количественными и качественными преобразованиями биосферы: повышением таксономического разнообразия, усложнением биоценологических связей, нарастанием дифференцированности строения биосферы и т. п. Авторы подчеркивают, что информативная «емкость» повышает целостность и устойчивость биосферы, степень автономности от Космоса и геологических оболочек Земли.

Мысль В. И. Вернадского о том, что эволюция биосферы выражается прежде всего в исторических преобразованиях биотического круговорота, была развита М. М. Камшиловым [7]. Он отмечал следующие основные этапы эволюции данного процесса: круговорот, осуществляемый прокариотами → круговорот, основанный на жизнедеятельности прокариот и одноклеточных эукариот → усложнение цикличности структуры жизни в результате надстройки трофических отношений у многоклеточных эукариот → превращение биотического круговорота в общепланетарный процесс в связи с завоеванием жизнью суши → расширение и усложнение действия круговорота в результате возникновения гомойотермных животных → возникновение человеческого общества → переход к биотическому круговороту, сознательно регулируемому действиями людей [7. С. 46-69].

Неизбежность эволюции биотического круговорота, по мнению М. М. Камшилова, обусловлена тем, что живые организмы постоянно изменяют среду своего существования (извлекают из нее необходимые вещества и возвращают в среду продукты жизнедеятельности) и поэтому вынуждены постоянно приспосабливаться к новым, созданным ими же условиям. Согласно М. М. Камшилову, эволюция биотического круговорота предстает как прогрессирующая дифференциация форм живого, где наряду со старыми формами постоянно возникают все новые и новые. В основе современного круговорота лежит круговорот продуцентов и редуцентов из числа бактерий, низших грибов и других древних групп организмов, над которыми надстроены этажи из многоклеточных растений и животных, связанных трофическими средообразующими, конкурентными и др. отношениями. Это не только усложняет структуру биотического круговорота, но и повышает надежность его функционирования [7. С. 83-86].

Важно отметить, что, рассматривая эволюцию биотического круговорота, М. М. Камшилов попытался развить идеи В. И. Вернадского о неразрывной связи эволюции биосферы с эволюцией видов, которые до сих пор остаются

вне поля зрения биологов-эволюционистов. Согласно Э. И. Колчинскому, необходимость синтеза эволюционной теории с концепцией эволюции биосферы становится очевидной [8. С. 60]. По мнению известных эволюционистов А. В. Яблокова и А. Г. Юсуфова, учение об эволюции биосферы и составляющих ее биогеоценозов в будущей эволюционной теории должно «занимать не меньший объем, чем сегодня занимает учение о микроэволюции» [15. С. 313]. Необходимость синтеза эволюционной теории с учением В. И. Вернадского о биосфере и ее эволюции подчеркивали Н. В. Тимофеев-Ресовский, В. И. Полянский, М. С. Гиляров, К. М. Завадский, С. С. Шварц и др.

В связи с постоянно усиливающимся воздействием человека на биосферу особую актуальность приобретает учение В. И. Вернадского о ноосфере как заключительном этапе истории биосферы.

Особенности эволюции биосферы в современных условиях обсуждаются в работах М. И. Будыко, Н. Н. Воронцова, М. М. Камшилова, Н. Н. Моисеева, Э. И. Колчинского, А. В. Яблокова и др.

Авторы единодушны в мнении о том, что в последние десятилетия человеческая деятельность стала ведущей преобразующей силой на поверхности планеты, поэтому в основе всех рассуждений о будущем развитии биосферы и человеческого общества должно лежать представление о том, что человек возник в результате эволюции биосферы, является ее естественной составляющей и на него, как и на все остальные виды, распространяются законы развития биосферы.

Выход из экологического кризиса общепланетарного масштаба ученые видят в целенаправленном развитии общества в режиме коэволюции с биосферой. Авторы подчеркивают, что наши знания о коэволюции (совместном развитии) природы и общества (или эпохе ноосферы, по В. И. Вернадскому) ограничены. Эта проблема станет «стержнем в науке будущего», а в настоящее время следует выработать стратегию перехода к такому состоянию природы и общества.

Стратегия переходного периода известна в науке как концепция устойчивого разви-

тия и широко обсуждается в дискуссиях, касающихся общепланетарных экологических проблем. Под устойчивым развитием понимается существование человечества в таких условиях окружающей среды, которые не ставят под угрозу саму возможность выживания человеческого рода — как нынешнего, так и будущих поколений. Другим эквивалентом этого термина, согласно Н. Н. Воронцову, Н. Н. Моисееву и др., является «неистощительное природопользование», то есть такое общественное развитие, которое по использованию возобновляемых ресурсов сбалансировано с самовосстановительными возможностями окружающей среды и предусматривает такой уровень использования невозобновляемых ресурсов, который разумно ограничен возможностью их использования будущими поколениями.

Ученые единодушны в мнении, что стратегия должна касаться всех сфер жизни общества, технического развития, культуры, образования, формирования новой нравственности. Важно заметить, что если для многих стран существенным элементом стратегии должен стать принцип планирования семьи, то для РФ достижение устойчивого развития, наоборот, заключается в обеспечении прекращения прогрессирующего снижения численности населения, преодоления смертности над рождаемостью.

Существенным условием перехода к устойчивому развитию, по мнению Н. Н. Воронцова, Н. Н. Моисеева, А. В. Яблокова и др., является отказ от привычного антропоцентричного мышления в пользу мышления биосферного, то есть отдающего приоритет биосфере, пониманию важности сохранения биологического разнообразия как основы существования биосферы и как меры пригодности ее для жизни будущих поколений людей.

Таким образом, идеи В. И. Вернадского о биосфере, ее происхождении, эволюции, высказанные несколько десятилетий назад, оказали значительное влияние на развитие теоретической биологии: позволили по-новому подойти к проблеме происхождения жизни, увидеть дальнейшие перспективы развития эволюционной теории на основе синтеза с идеями об эволюции биосферы.

Под влиянием учения В. И. Вернадского современное человечество изменило стиль мышления — перешло от противоборства с природой к пониманию единства с ней.

ЛИТЕРАТУРА

1. Будыко М. И. Эволюция биосферы. Л.: Гидрометеоздат, 1981. 488 с.
2. Галимов Э. М. Природа биологического фракционирования изотопов. М.: Наука, 1981. 242 с.
3. Гладилин К. Л. Проблема происхождения жизни // Биология в школе. 1995. № 1. С. 14-20.
4. Гольданский В. И. Возникновение жизни с точки зрения физики // Арена биологической эволюции. М.: Знание, 1986. С. 22-36.
5. Заварзин Г. А. Бактерии и состав атмосферы. М.: Наука, 1984. 193 с.
6. Заварзин Г. А. Фенотипическая систематика бактерий. Пространство логических возможностей. М.: Наука, 1974. 142 с.
7. Камшилов М. М. Эволюция биосферы. М.: Наука, 1974. 254 с.
8. Колчинский Э. И. Эволюция биосферы. Л.: Наука, 1990. 296 с.
9. Моисеев Н. Н. «Устойчивое развитие» или «Стратегия переходного периода» // Биология в школе. 1995. № 4. С. 5-8; 1995. № 5. С. 5-9.
10. Морозов Л. Л. Поможет ли физика понять, как возникла жизнь // Природа. 1984. № 12. С. 35-48.
11. Опарин А. И. Возникновение жизни на Земле. М.: Изд-во АН СССР, 1957. 460 с.
12. Сидоренко А. В. Новое в учении о биосфере. М.: Наука, 1984. 15 с.
13. Шварц С. С. Экологические закономерности эволюции. М.: Наука, 1980. 278 с.
14. Шварц С. С. Эволюция биосферы и экологическое прогнозирование / Вестник АН СССР. 1976. № 2. С. 61-72.
15. Яблоков А. В., Юсуфов А. Г. Эволюционное учение. М.: Высшая школа, 1989. 335 с.