



Э. И. КОЛЧИНСКИЙ

Значение трудов В. И. Вернадского для эволюционной теории

<...> Весь комплекс вопросов, связанных с изучением закономерностей функционирования и эволюции биосферы, был впервые поставлен в трудах основателя учения о биосфере В. И. Вернадского. Взгляды Вернадского претерпели определенную эволюцию в течение почти тридцатилетней разработки учения о биосфере. Если в работе 1926 года «Биосфера» Вернадский прежде всего исследовал проблему постоянства фундаментальных черт организованности биосферы, то в работах последующих лет, и прежде всего в посмертно изданных трудах, он неоднократно обращался к изучению существенных преобразований в биогеохимических круговоротах вещества и потоков энергии в биосфере¹. <...>

В учении о биосфере Вернадский обосновал идею об эволюции поверхностной оболочки Земли как целостном процессе взаимодействия живого вещества с косной материей. При этом активная, ведущая роль принадлежит жизни, которая признавалась «великим, постоянным и непрерывным разрушителем химической косности поверхности нашей планеты»*.

Вернадский не ограничился констатацией положения о ведущей роли живого в эволюции поверхностной оболочки Земли, а стремился найти «кипящий слой» элементарных преобразований биосферы. опережая широкое проникновение популяционных представлений в эволюционную биологию, он уже в конце 20-х годов считал необходимым выделить видовую форму организации живого как главного носителя эволюции. Основная задача в изучении эволюции биосферы, по мнению Вернадского, заключалась в установлении связи «эволюции видов с

* Вернадский В. И. Биосфера. Л.: НХТИ, 1926. С. 27.

механизмом биосферы, с ходом биогеохимических процессов» *. Существование подобной связи не вызывает сомнения, так как «основные числа, характеризующие эти процессы, являются видовыми признаками, меняющимися в процессе эволюции» **. К числу этих признаков он относил общую биомассу вида, его химический состав и геохимическую энергию.

Позднее, конкретизируя эти мысли, Вернадский характеризовал эволюцию химической и энергетической структур биосферы как интегральный результат преобразований, происходящих на видовом уровне организации живого. Факторы и движущие силы эволюции видов, по-видимому, и представляют собой ведущие источники преобразований всей биосферы, поэтому необходимо исследовать, как «эволюция видов переходит в эволюцию биосферы» ***. В связи с этим при постановке проблемы эволюции биосферы Вернадский использовал основные результаты исследований эволюции органического мира, в том числе и дарвинистские представления о движущих силах эволюции живого.

Вместе с тем он считал необходимым учитывать и детерминирующее влияние структуры биосферы на эволюцию каждого вида. «Жизнь неразрывно связана с биосферой, и ее эволюция в значительной степени определяется ее строением» ****. Изучение влияния структуры биосферы на эволюцию видов, по мнению Вернадского, представляет определенный интерес и для эволюционной теории, так как позволяет объяснить некоторые закономерности органической эволюции действием «целой совокупности физических законов и механизмов функционирования биосферы» *****.

Таким образом, Вернадский впервые обосновал идею о важности синтеза основных положений эволюционной теории с созданным им учением о биосфере. С одной стороны, для позна-

* *Вернадский В. И.* Эволюция видов и живое вещество // *Природа*. 1928. № 3. С. 234.

** Там же.

*** *Вернадский В. И.* Размышления натуралиста. М.: Наука, 1977. Кн. 2. С. 18. Следует отметить, что современная эволюционная теория еще далека от реализации этой задачи, хотя все большее число эволюционистов согласно с Вернадским в том, что знание закономерностей эволюции на видовом уровне организации живого является главной предпосылкой для понимания эволюции биогеоценозов и биосферы (Шмальгаузен, 1961; Камшилов, 1974; Шварц, 1976).

**** *Вернадский В. И.* Эволюция видов... С. 242.

***** Там же. С. 243.

ния механизмов эволюции биосферы следует опираться на данные эволюционной теории о субстрате эволюции органического мира и ее движущих силах. С другой стороны, изучение структуры биосферы должно способствовать углублению наших знаний о закономерностях органической эволюции, а в некоторых случаях и объяснять их. Эти положения являются ключевыми для понимания взглядов Вернадского на сложные взаимодействия эволюционных преобразований, происходящих на разных уровнях организации живого.

В той области эволюционной теории, которая в последние десятилетия получила название «микроэволюция», Вернадский в целом придерживался принципов селекционизма. Он правильно отмечал особенность дарвинистского понимания субстрата эволюции. В учении о естественном отборе, писал Вернадский еще в начале 20-х годов, элементарным носителем эволюции выступает не особь, а сообщество организмов. «Статистическое представление о живом... проникает дарвинизм и эволюционное мировоззрение. Это то значение, какое в нем получает вид, заменяющий индивид» *. Внедрение статистического подхода к явлениям органической эволюции оценивалось Вернадским как важнейшее достижение дарвинизма, равное по своей значимости формированию статистическо-вероятностных представлений в физике и в общественных науках. «Во второй половине XIX века в учении о борьбе за существование формы статистических законов природы обрели научную почву в научном мировоззрении» **. Тем самым для него были чужды концепции о строго направленном и predeterminedном ходе эволюции, в основе которых лежали принципы жесткого лапласовского детерминизма. <...>

В трактовке эволюции живого Вернадский стоял на позициях адаптацiogенеза, понимая эволюцию как непрерывный процесс приспособления к сложной констелляции абиотических и биотических факторов. Высокая эволюционная пластичность органических форм, их способность адаптироваться к разнообразным по температуре, давлению, химизму средам обуславливает потенциальную возможность многообразных путей эволюции. «Создание эволюционным путем новых форм жизни, приспособляющихся к новым условиям ее бытия, увеличивает всюдность жизни, расширяет ее область. Жизнь этим путем вносится в такие места биосферы, в которых она раньше не

* Вернадский В. И. Живое вещество. М.: Наука, 1978. С. 55.

** Там же.

существовала»*. В качестве примеров он называет происхождение пещерной фауны и глубоководного бентоса. Завоевание жизнью горячих источников, ледниковых и снежных полей, высокогорных областей и т. д., по мнению Вернадского, свидетельствует о том, что адаптивная экспансия жизни продолжается и в настоящее время. Максимальное разнообразие органического мира достигается способностью живого к приспособлению к среде, действующей неуклонно и непрерывно сотни миллионов, по-видимому миллиарды, лет. «Приспособляемость жизни необычайна и формы ее проявления бесконечны»**.

Однако существует и ряд ограничений для эволюционных преобразований органического мира и его экспансии в поверхностной оболочке Земли. Среди них, по мнению Вернадского, наиболее важной является сложившаяся в биосфере система круговоротов вещества и потоков трансформации энергии, которая и определяет главные направления в эволюции живого, в какой-то мере канализируя эволюцию органического мира в целом. В результате действия этих ограничений в ходе эволюции живого, как правило, создаются «формы, все более усиливающие влияние жизни на окружающую среду»***.

Проблема различных факторов — ограничителей эволюционного процесса еще только начинает разрабатываться в эволюционной теории. Ставится задача изучения различных биохимических, геномных, онтогенетических, видовых, биоценологических и других «запретов» в эволюции. Поэтому особенно актуальны идеи Вернадского о существовании ограничений на биосферном уровне.

В работе «Химическое строение биосферы Земли и ее окружения» (1965) Вернадский большое внимание уделил таким филогенетическим закономерностям эволюции, как неравномерность темпов эволюции и внезапные вымирания крупных групп растений и животных на границах геологических периодов, направленность и необратимость эволюционного процесса, полифилетичность происхождения некоторых таксономических групп. Уровень филогенетических исследований того времени не позволял объективно оценить значимость этих закономерностей макроэволюции, которые изучались преимущественно в недарвиновских концепциях эволюции.

* Вернадский В. И. Эволюция видов... С. 240.

** Вернадский В. И. Бактериофаг и скорость передачи жизни в биосфере // Природа. 1927. № 6. С. 446.

*** Вернадский В. И. Эволюция видов... С. 240.

Заслуга Вернадского заключается в том, что признание этих закономерностей эволюции он не связывал с отказом от селекционизма, а лишь стремился расширить дарвинистские представления об эволюции органического мира в масштабах геологического времени. Так, он был согласен с идеями Д. Н. Соболева* и Б. Л. Личкова** о совпадении крупных преобразований органического мира с периодически происходящими внезапными усилениями «орогенетических, тектогенетических, вулканических и ледниковых изменений биосферы»***. Допускал он и влияние на эволюцию органического мира периодических колебаний интенсивности космических излучений, однако оставлял в стороне вопрос о конкретном механизме синхронизации преобразований в органическом и неорганическом мире. Тем самым открывался путь для рационального объяснения этих событий как результатов изменений в комбинации действующих факторов эволюции****.

Закон Э. Копа***** — Ч. Депере^{6*} об увеличении размеров тела в процессе эволюции филогенетических ветвей и закон Д. Дана^{7*} о цефализации рассматривались Вернадским как следствия адаптации органического мира к выполнению биогеохимических функций в биосфере. Ему не только удалось выйти за рамки традиционно антидарвинистских трактовок этих филогенетических закономерностей, но и впервые объяснить их с точки зрения структуры биосферы. Увеличение размеров тела, как правило, ведет к повышению активности организмов в захвате пищевых ресурсов, борьбе с конкурентами хищниками, к снижению плодовитости^{8*}. Параллельно это способствовало росту общего значения организмов в геохимических процессах.

Усиление же доли «разумности» в поведении животных не только обеспечивало быстрое приспособление к новым услови-

* Соболев Д. Н. Начала исторической биогенетики. Симферополь, 1924.

** Личков Б. Л. Движение материков и климаты прошлого Земли. М.: Л., 1936.

*** Вернадский В. И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. М.: Наука, 1965. С. 291.

**** Завадский К. М., Колчинский Э. И. Эволюция эволюции: Историко-критические очерки проблемы. Л.: Наука, 1977. С. 145.

***** Cope E. The primary factors of organic evolution. Chicago, 1896.

^{6*} *epéret Ch.* Les transformations du monde animal. Paris, 1907.

^{7*} *ana T.* Crustacea. Philadelphia, 1855. Vol. 2.

^{8*} Вернадский В. И. Живое вещество. М.: Наука, 1978.

ям существования, как это отмечал А. Н. Северцов*, но и совпадало с общим направлением эволюции органического мира в сторону усложнения биогенной миграции атомов в биосфере. Например, с появлением птиц миграция химических элементов в тропосфере достигла максимума, так как птицы стали играть заметную роль в обмене веществ между сушей и океаном**. Транспортная роль птиц в миграции химических элементов противоположна геохимической деятельности рек. Если реки переносят химические элементы и минеральные вещества в моря и океаны, то птицы обеспечили их обратное движение. «Создание этих летающих видов позвоночных не только создало новые формы биогенной миграции, но и резко отразилось на химическом богатстве моря и суши, оно внесло изменения в историю отдельных элементов, в частности фосфора»***. Столь же значительные изменения в биогеохимических круговоротах вызвали и другие эволюционные новообразования, связанные с усовершенствованием поведения животных. <...>

В противоположность глубоко укоренившимся представлениям о первичности организма и производности всех остальных форм существования живого Вернадский впервые обосновал идею о том, что первичная биосфера с самого начала была сложной, неоднородной системой. В ее состав входили не только первичные виды, но и первичные биоценозы, так как ни один вид не мог бы самостоятельно осуществлять основные геохимические функции биосферы. В процессе образования «первичной живой пленки»**** должен был сложиться комплекс живых форм, способный выполнять «разнообразные геохимические функции биосферы»***** и обеспечивать зарождающийся биотический круговорот.

Таким образом, надындивидуальные формы организации живого оказываются столь же древними, как и сама жизнь. Органический мир представляет собой исторически сложившуюся форму организации биогенных потоков вещества и энергии. Его становление включало не только появление дискретных носителей жизни (вначале молекулярных систем возрастающей сложности, затем прокариотной и эукариотной клеток и,

* Северцов А. Н. Эволюция и психика. М., 1922.

** Вернадский В. И. Эволюция видов... С. 227—250.

*** Там же. С. 246.

**** Вернадский В. И. Об условиях появления жизни на Земле // Изв. АН СССР. ОМОН. 1931. № 5. С. 639.

***** Там же. С. 638.

наконец, многоклеточного организма), но и образование надорганизменных систем — видов и биогеоценозов, обеспечивающих процессы взаимообеспечения организмов. А их метаболизм и размножение становятся базой для непрерывного функционирования и развития биотического круговорота. Поэтому «в биосфере всегда наблюдается разнородное живое вещество»*. <...>

Возникновение жизни на Земле, по мнению Вернадского, положило начало длительному процессу эволюции биосферы. Подчеркивая неразрывную связь эволюции видов с эволюцией биосферы, Вернадский вместе с тем стремился найти интегральные характеристики эволюции биосферы, ее специфические закономерности, не сводимые к закономерностям эволюции на нижележащих уровнях организации живого. Эволюция химического состава организмов и их метаболических процессов рассматривалась им прежде всего в плане ее влияния на геологическое строение биосферы, ее биогеохимические функции и общую энергетику. «Благодаря эволюции видов, непрерывно идущей и никогда не прекращающейся, резко меняется отражение живого вещества на окружающей среде. Благодаря этому процесс эволюции — изменения — переносится в природные биокосные и биогенные тела, играющие основную роль в биосфере, в почвы, в наземные и подземные воды (в моря, озера, реки и т. д.), в угли, битумы, известняки, органогенные руды и т. п.»**. <...>

Жизнь, возникнув в «догеологическом периоде» развития Земли, быстро (в геологическом масштабе времени) «растеклась» по поверхности Земли в силу удивительной способности организмов адаптироваться к разнообразным условиям существования и внутренне присущего всему живому стремления к размножению в геометрической прогрессии. С самого начала эволюция живого могла идти в соответствии с первым биогеохимическим принципом, согласно которому «биогенная миграция химических элементов в биосфере стремится к максимуму»***. Поэтому на каждом этапе развития органического мира общая биомасса и область распространения жизни должны были достигать возможного предела. <...>

Избирательно извлекая из окружающей среды химические элементы и их изотопы и выделяя их обратно в виде органических соединений, живое вещество создает и сохраняет в охва-

* Там же.

** Вернадский В. И. Размышления натуралиста. М.: Наука, 1977. С. 18.

*** Вернадский В. И. Эволюция видов... С. 238.

ченной им области общепланетарный биотический круговорот. Тем самым эволюция органического мира обуславливает развитие сложной общепланетарной оболочки, включающей организмы и косное вещество, охваченное и организованное деятельностью живого. «Живое вещество, — писал Вернадский, — охватывает и перестраивает все химические процессы биосферы, действенная его энергия по сравнению с энергией косного вещества... огромна. Живое вещество есть самая мощная геологическая сила, *растущая с ходом времени*» (курсив наш. — Э. К.)*. Эти идеи Вернадского были подтверждены в многочисленных работах геологов, геохимиков, палеобиогеохимиков, почвоведов, палеоклиматологов и др.**

Вернадский впервые поставил вопрос о возможности адаптивных преобразований на биосферном уровне организации живого. Как важнейшую адаптацию биосферы оценивал он возникновение озонового экрана в результате фотосинтезирующей деятельности растительного покрова, защищавшего органический мир от губительного воздействия ультрафиолетового излучения. Следует отметить, что вопрос о возникновении адаптаций на уровне биосферы до сих пор еще остается совершенно неразработанным, что в значительной степени затрудняет понимание сущности преобразований биосферы.

Геохимические функции и энергетика отдельных видов, по мнению Вернадского, есть составная часть и основа химического строения и энергетики биосферы. В связи с этим он считал необходимым изучать эволюцию видов не только с точки зрения преобразований их морфофизиологических признаков, как это делалось до него в эволюционной биологии, но и изменения их веса, химического состава и геохимической энергии. Под его руководством были начаты широкие исследования химическо-

* Вернадский В. И. Химическое строение биосферы Земли... С. 127.

** См.: Самойлов Я. В. Биолиты. Л., 1929; Страхов Н. М. Историческая геология. М., 1947; Виноградов А. П. Геохимическая история кислорода и фотосинтеза // Изв. АН СССР. Сер. биол. 1947. № 3. С. 409—422; Польшов Б. Б. О геологической роли организмов // Избр. труды. М., 1956; Перельман А. И. Геохимия ландшафта. М., 1961; Будыко М. И. Климат и жизнь. Л., 1971; Руттен М. Происхождение жизни. М., 1973; Сидоренко А. В. Проблема литологии докембрия и полезные ископаемые // Вестн. АН СССР. 1976. № 1. С. 113—125; Соколов В. С. Органический мир Земли на пути к фанерозойской дифференциации // Вестн. АН СССР. 1976. № 1. С. 126—143; Брода Э. И. Эволюция биоэнергетических процессов. М., 1978, и др.

го состава организмов, принадлежащих к различным таксономическим группам. Для измерения геохимического влияния организмов на окружающую среду Вернадский предложил ряд формул, в которых геохимическая энергия отдельных видов выступает как функция скорости их размножения. Тем самым был намечен путь для изучения связи эволюции видов с геохимическими и энергетическими преобразованиями биосферы. Измерения биомассы биосферы и химических элементов, вовлекаемых организмами в биогеохимические круговороты, позволяли изучать геологическую и энергетическую роль живого вещества в функционировании и развитии биосферы. <...>

В процессах геохимической эволюции биосферы Вернадский выделял несколько основных тенденций. Это прежде всего возрастание области миграции химических элементов в результате увеличения «всюдности» жизни и захвата новых, ранее недоступных зон обитания (выход растений и многоклеточных животных на сушу, проникновение жизни в глубины гидросферы и литосферы, возникновение пещерных биоценозов и т. д.). Во-вторых, увеличение давления жизни на окружающую среду, на косные компоненты биосферы. В-третьих, общее ускорение темпов миграции химических элементов. В-четвертых, появление качественно новых форм биогенной миграции химических элементов, не связанных непосредственно с процессами внутриорганизменного обмена. В-пятых, резкое усиление отдельных биогеохимических функций биосферы и появление качественно новых (например, кальциевой функции на границе криптозооя с фанерозоем). И наконец, общее усложнение структуры биогеохимических круговоротов, связанное с возникновением новых потоков миграции химических элементов.

Все эти преобразования биосферы способствовали тому, что эволюция органического мира во все большей степени подчинялась второму биогеохимическому принципу. «Эволюция видов в ходе геологического времени, приводящая к созданию форм, устойчивых в биосфере, идет в направлении, увеличивающем биогенную миграцию атомов биосферы»*.

С возникновением человеческого общества все большее значение в эволюции биосферы получает третий биогеохимический принцип. Биогенная миграция атомов осуществляется в соответствии с потребностями человечества.

Преобразования биосферы обусловили общее повышение уровня ее организованности и эффективности биотических кругово-

* Вернадский В. И. Химическое строение биосферы Земли... С. 283.

ротов вещества и потока энергии. Несколько позже В. Л. Комарова*, но независимо от него, Вернадский предложил рассматривать энергетическое строение биосферы как один из основных результатов эволюции органического мира**. «Организмы не только меняют материальные процессы в земной коре, но меняют и энергетические. Действие каждого организма незначительно, но, взятое в сумме, оно является могучим процессом на земной поверхности, и изменение энергии земной коры живой материей совершенно аналогично изменению ее перемещением в ней химических элементов»***.

Эволюция биосферы ведет к прогрессивному накоплению запаса превращаемой энергии в поверхностной оболочке Земли (и прежде всего в литосфере) и тем самым к уменьшению «производства» непревращаемых форм энергии в земных условиях. Все это вызывает специфические особенности в действии второго закона термодинамики в условиях биосферы. Жизнедеятельность организмов обуславливает рост негэнтропии биосферы. По мере прогрессивного развития растительного компонента биосферы и усложнения всей системы ее трофических связей происходило обогащение биокосного и косного вещества биосферы аккумулированной солнечной энергией.

Таким образом, в работах Вернадского были сформулированы биогеохимические и энергетические подходы к изучению эволюции биосферы. В связи с этим возникала необходимость дополнить современную периодизацию истории жизни, которая была построена только на изучении ископаемых остатков, более существенными критериями. Он выделяет четыре крупных этапа в истории органического мира: появление первичных автотрофов, животных с кальциевым скелетом, лесных биогеоценозов и, наконец, ноосферы².

Недостатком этого перечня является отсутствие единого принципа выделения этапов. Так, первый этап связан с появлением нового способа питания и важнейшего компонента биотического круговорота, второй — с усилением одной из биогеохимических функций в биосфере, третий — с возникновением биотического сообщества, наиболее эффективно осуществляющего аккумуляцию солнечной энергии и биогенную миграцию атомов. Четвертый — с резким изменением всех биогеохими-

* Комаров В. Л. Смысл эволюции // Дневник I Всерос. съезда русских ботаников в Петрограде. Пг., 1921. № 5. С 45.

** Вернадский В. И. Биосфера. Л.: НХТИ, 1926.

*** Вернадский В. И. Живое вещество. С. 95.

ческих и энергетических процессов в биосфере. Но начатый Вернадским поиск критериев периодизации истории органического мира, отличных от принятых в современной геохронологии, был продолжен в ряде работ*. Мы полагаем, что при этом необходимо учитывать специфичность структуры и биогеохимических функций биосферы на каждом из основных этапов развития органического мира. <...>

Одной из главных задач ближайшего будущего эволюционной теории должно стать изучение движущих сил, закономерностей и основных этапов эволюции надвидовых уровней организации живого, и прежде всего биосферы. Для успешного решения этой задачи необходимо привлечь все богатство идей и обобщений Вернадского. Современной теории эволюции еще предстоит включить в канву создаваемого синтеза основные положения учения о биосфере, которое также нуждается в разработке с позиции эволюционного учения. В первую очередь это относится к гипотезе об изначальном существовании четырех основных уровней организации живого, к учению об органической эволюции как сопряженном процессе, протекающем одновременно на всех уровнях существования живого, о ведущей роли антропогенных факторов в современных эволюционных преобразованиях. С учетом фундаментальных черт организованности биосферы становятся объяснимы и такие закономерности макроэволюции, как неравномерность темпов эволюции, возрастание сложности и разнообразия биосистем, и существование определенных направлений в эволюции отдельных филогенетических ветвей, а также мегоарогенеза от протобионтов до человека. В решение всех этих проблем важный вклад внесли труды В. И. Вернадского.



* См.: Ковальский В. В. Возникновение и эволюция биосферы // Успехи соврем. биологии. 1963. Т. 55, № 1. С. 45—67; Завадский К. М., Колчинский Э. И. Эволюция эволюции: Историко-критические очерки проблемы. Л.: Наука, 1977, и др.