

DOI: 10.17805/zpu.2018.2.23

От учения о биосфере к экологии биосферы

Т. А. ГОРЕЛОВА

МОСКОВСКИЙ ГУМАНИТАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Рецензия на издание: Гиляров А. М. Экология биосферы : учеб. пособие / под общ. ред. Д. В. Карелина, Л. В. Полищука. М. : Изд-во МГУ, 2016. 160 с.

Ключевые слова: биосфера; экология; эволюция; В. И. Вернадский; А. М. Гиляров; рецензия

Идея данной статьи родилась после выхода посмертного издания книги по экологии биосферы А. М. Гилярова (Гиляров, 2016). При сопоставлении момента создания учения о биосфере В. И. Вернадским (с 1917 по 1926 г.) и издания современной книги выдающегося отечественного эколога возникла мысль сравнить, что изменилось в подходе к изучению биосферы за 100 лет. Алексей Меркурьевич Гиляров отмечал, что «сам термин “биосфера”, предложенный Э. Зюссом, в трудах Вернадского получил второе рождение и начал широко использоваться во всем мире» (там же: 10). Эмпирические обобщения Вернадского были первыми догадками о жизни биосферы, и они в основном подтвердились. Работая в русле философии русского космизма, Вернадский хотел «вписать» земные процессы в космические масштабы, поэтому идея целостного функционирования жизни на планете Земля, т. е. понятие биосферы, отражало это устремление. Но по прошествии 100 лет стало ясно, что понятие «биосфера» оказалось очень продуктивным и для земных исследований. «В течение XX столетия биосфера изучалась очень интенсивно, что позволило достичь понимания многих аспектов ее устройства. Это был суммарный результат множества ученых, которые в подавляющем большинстве своем вовсе не считали себя специалистами по биосфере... а занимались проблемами микробиологии, почвоведения, гидробиологии, физиологии растений, климатологии, палеонтологии, геологии, геохимии и других, казалось бы, более частных и конкретных наук. Однако полученные ими данные постепенно складывались в целостную картину» (там же).

Представим далее, как догадки Вернадского, обросшие эмпирическими данными, превратились в полноценные законы функционирования биосферы.

1. *От идеи целостности биосферы к биосфере как глобальной экосистеме.* Идея биосферы в интерпретации В. И. Вернадского включает наработки двух основных направлений русской философии конца XIX — начала XX в. — космизма (Н. Ф. Федоров, А. В. Сухово-Кобылин, К. Э. Циолковский и др.) и всеединства (В. С. Соловьев, П. А. Флоренский, Е. Н. Трубецкой, С. Л. Франк и др.). По Вернадскому, лик Земли формируется не только ее планетарным веществом, но также внешними силами — космическими энергиями, которые собирает и распределяет аппарат биосферы, становясь «необходимой и закономерной частью стройного космического механизма, в котором... нет случайностей» (Вернадский, 1960: 11).

Философская идея всеединства в концепции биосферы находит отражение в следующем утверждении Вернадского: «На земной поверхности нет силы, более постоянно действующей, а потому и более могущественной по своим конечным последствиям, чем живые организмы, взятые в целом» (там же: 21). Эта сила проявляется, с одной стороны, в физико-химическом единстве живого вещества Земли, с другой — в том, что принцип функционирования биохимического аппарата биосферы остается

одним и тем же в течение миллионов лет. Идея внутреннего единства живого позже подтвердилась биохимией, цитологией и генетикой, которые показали, что все разнообразие жизни держится на 29 мономерах (аминокислотах, составляющих белки; азотистых основаниях, входящих в состав нуклеиновых кислот; глюкозе, которая входит в состав всех углеводов; жирных кислотах, формирующих липиды), причем более 99% вещества организмов (как по числу, так и по массе) приходится всего на четыре химических элемента — водород, углерод, кислород и азот. Это открытие соотносится с «законом бережливости» (там же: 47) в использовании живым веществом химических тел, в соответствии с которым «атомы, вошедшие в какую-нибудь форму живого вещества... с трудом возвращаются, а может быть, и не возвращаются назад, в косную материю» (там же).

Что касается вывода Вернадского о единстве биохимического аппарата биосферы в процессе ее эволюции, то он подтверждается наличием биогеохимических круговоротов, включающих процессы двоякого рода: «прохождение данных химических элементов через живое вещество и... выделение их — уход из живого вещества...» (Вернадский, 1960: 90). Современная наука ставит под сомнение (хотя и на уровне гипотезы) ту часть вывода, которая предполагает, что все области планеты (атмосфера, биосфера, гидросфера и часть литосферы), соприкасающиеся с живыми организмами, имеют биогенное происхождение. Так, в древней, добиосферной, атмосфере, вероятно, присутствовали такие газы, как CO_2 , NO , N_2 и H_2O , иными словами высокая концентрация N_2 была создана не живыми существами, как считал Вернадский, а возникла в результате физико-химических процессов «задолго до того, как в ней начал накапливаться свободный кислород» (Гиляров, 2016: 68).

Отправной точкой построения теории биосферы можно считать появление системного подхода в биологии в середине XX в. Под системой понимаются «упорядоченно взаимодействующие и взаимозависимые компоненты, образующие единое целое» (Одум, 1975: 11). Главные уровни организации жизни — ген, клетка, орган, организм, популяция, сообщество — во взаимодействии с окружающей их средой образуют соответствующие функциональные системы. Отсюда следует упрек Вернадскому, который назвал живые существа «живым веществом»: «Жизни вне организмов нет, и поэтому нельзя признать удачным выражение “живое вещество”... Живыми могут быть только организмы, но не вещество (Гиляров, 2016: 11). Хотя и такой упрек спорен: биохимики назвали молекулу ДНК — «нитью жизни» (Дж. Кендрью).

Важным следствием системного подхода стало представление о трансформации вещества и энергии на основе трофических цепей, которые, с одной стороны, объединяют движение материи и энергии в единый процесс, а с другой стороны, позволяют количественно оценить и то, и другое. Вернадский хорошо понимал важность расчетов движения вещества и энергии, которые он называл «скоростью передачи жизни» (Вернадский, 1960: 31), и даже предпринимал их на основе плотности организмов, но реальная картина круговоротов на основе трофических цепей стала возможна только с появлением понятия «экосистема», определения ее структурных и функциональных элементов.

Экология изучает системы выше уровня организмов, из них «самой крупной и наиболее близкой к идеалу “самообеспечения” биологической системой является биосфера» (Одум, 1975: 11). Представления об иерархии экосистем приводят к важному обобщению «теории уровней интеграции» (там же: 12–13): нельзя объяснить явления систем более высокого уровня признаками систем предыдущего уровня. Например,

для того чтобы понять, как функционирует экосистема леса, нужно изучать и лес (как целое), и деревья (как части целого). Именно понимание биосферы как глобальной экосистемы предполагает возможность взгляда «эколога-биолога на всю биосферу в целом, на выяснение того, как те или иные группы организмов вовлечены в круговорот вещества, имеющие глобальные (т. е. относящиеся ко всему земному шару) последствия» (Гиляров, 2016: 10).

2. *От идеи растекания жизни к закону сукцессии.* Энергия жизни, по Вернадскому, проявляется во «всюдности жизни», в захвате видом новых территорий биосферы. «Растекание жизни — движение, выражающееся во всюдности жизни, есть проявление ее внутренней энергии, производимой ею химической работы. <...> следя внимательно за заселением пустых пространств, человек может видеть движение растекания жизни... реально ощущать ее давление. <...> Он его ощущает и в тех случаях, когда ему приходится защищать от чуждого заселения нужные ему поля или пустые пространства, тратить на преодоление давления жизни свою энергию» (Вернадский, 1960: 24, 26). Это растекание жизни осуществляется размножением, законы которого Вернадский определил следующим образом (там же: 29–30): 1) выражается геометрической прогрессией; 2) подчинено правилу инерции (если не будет внешних препятствий, любой вид может покрыть весь земной шар); 3) темп размножения прямо пропорционален размерам организмов. Позже экология уточнила, что 1) численность вида в условиях неограниченных ресурсов описывается экспонентой с основанием натуральных логарифмов (e) (частный случай геометрической прогрессии); 2) существуют принципиальные различия между распространением мелких (менее 1 мм) и крупных организмов: «...организмы более мелкие, как правило, характеризуются необычайно широким, зачастую космополитическим распространением, а более крупные имеют ограниченные ареалы» (Гиляров, 2016: 108).

Экология установила, что процесс «растекания» имеет не только пространственную, но и временную составляющую. Процесс изменения экосистем во времени, смена сообществ, называется сукцессией. Иными словами, развиваются не только организмы и виды, но и экосистемы. Замещение одних видов другими в процессе сукцессии связано с тем, что каждая популяция, пытаясь приспособить условия существования «под себя», создает новые условия, благоприятные для других видов. В конечном счете общая стратегия сукцессии «направлена на достижение такой обширной и разнообразной органической структуры, которая только возможна в границах, установленных доступным притоком энергии и преобладающими физическими условиями существования (почва, вода, климат и т. п.)» (Одум, 1975: 332). Процесс продолжается до тех пор, «пока не будет достигнуто равновесие между биотическими и абиотическими компонентами» (там же: 324). К похожему выводу на основе законов термодинамики гораздо раньше пришел Вернадский, утверждая, что «всякая система достигает устойчивого равновесия... когда вся возможная в условиях системы работа выполнена» (Вернадский, 1960: 39). В процессе сукцессии сообщество усложняется: увеличивается доля симбиотических взаимодействий, растет сохранность биогенных веществ, повышается стабильность и растет информация, что, следуя Вернадскому, можно назвать «выполненной работой». Следствием закона сукцессии является утверждение, что устойчивость экосистем непосредственно связана с их разнообразием: на зрелой стадии увеличивается регуляция по типу обратной связи, что усиливает стабильность системы. Сукцессия предстает как быстроедействующий аналог длительной эволюции биосферы: она имеет ту же цель — «усиление контроля над фи-

зической средой... в том смысле, что система достигает максимальной защищенности от резких изменений среды» (Одум, 1975: 324).

3. *От биогеохимических круговоротов к концепции эволюции биосферы.* К дарвиновской идее борьбы за существование как конкуренции за пищу и пространство Вернадский добавляет, что «борьба за существование — не только борьба за пищу, но и за нужный газ», так как «дыханием определяется максимальная возможная геохимическая энергия» (Вернадский, 1960: 35). Иными словами, он как бы предчувствует глобальность и многомерность масштабов этой внутрибиосферной конкуренции и огромные перемены, к которым она ведет. В конце XX в. экология подходит к пониманию того, что механизмом эволюции является не только мелкомасштабная межвидовая конкуренция, но в большей мере крупномасштабные необратимые изменения в глобальных биогеохимических циклах, катализируемые организмами. И именно такие трансформации циклов представляют собой *эволюцию биосферы*. «Основная движущая сила эволюции биосферы — неполнота круговоротов, несбалансированность процессов образования и потребления некоторых веществ» (Гиляров, 2016: 96). Ярким проявлением действия этой силы является создание кислородной атмосферы, которая возникла вследствие несбалансированности потребления выделяемого растениями в процессе фотосинтеза кислорода.

В эволюции биосферы как суперсистемы видны по крайней мере три основных уровня: эволюция организмов (видов), эволюция экосистем (сукцессия) и собственно эволюция биосферы как трансформация биогеохимических циклов. Так, появление цветковых растений привело к сукцессионным изменениям: климаксным сообществом становится лес, а тот в свою очередь изменяет биогеохимический круговорот кислорода и углерода, став мощнейшим агентом, связывающим атмосферный диоксид углерода.

Современные данные позволяют определить некоторые принципы эволюции биосферы (Гиляров, 2016: 96–98): 1) развитие происходит за счет добавления новых компонентов к уже существующей и работающей системе (постепенно, медленно, никогда не в результате глобальной трансформации); 2) поддержание биогеохимических циклов возможно только за счет работы сообществ очень разных организмов; 3) биосфера может существовать лишь как гетерогенная система, включающая в себя сильно различающиеся биотопы (от влажных тропических лесов до арктических пустынь, от геотермальных источников на дне океана до фантастически разнообразных коралловых рифов в поверхностной зоне). Для функционирования биосферы чрезвычайно важны контрасты — границы разделов сред, физико-химические градиенты и прочие средовые параметры разнообразия.

Совершенный аппарат биосферы в конце концов приводит к рождению *Homo sapiens*, существа, которое, с одной стороны, являясь частью биосферы, может осознать ее совершенство, а с другой — «одаренный разумом и умело направляемой волей, может достигать непосредственно или посредством областей, недоступных для остального живого» (Вернадский, 1960: 77), т. е. выйти за ее пределы. В первом случае человечество приходит к пониманию *закона незаменимости биосферы*, что ее нельзя заменить никакой искусственной средой, потому что в своих наиболее общих механизмах жизнедеятельности биосфера представляет собой практически «вечный» двигатель. Во втором случае, напротив, изучив механизмы работы биосферы, человек пытается расширить ее границы, перенести биогеохимические круговороты на космический корабль или другие планеты.

Существует символическая связь между осознанием понятия «биосфера», впервые проведенном в учении о биосфере В. И. Вернадским, и выходом в свет почти через 100 лет после этого книги А. М. Гилярова «Экология биосферы», в которой приводятся самые современные научные данные о ее функционировании и возможном влиянии человека на глобальные биосферные процессы. Если В. И. Вернадский через концепцию ноосферы утверждал оптимистический сценарий развития человечества, то А. М. Гиляров, имея современные научные данные, предупреждает, предостерегает и призывает задуматься о том, будет ли будущее у биосферы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Вернадский, В. И. (1960) Биосфера // Вернадский, В. И. Избранные сочинения : в 5 т. М. : Изд-во Академии наук СССР. Т. 5. 422 с. С. 9–104.

Гиляров, А. М. (2016) Экология биосферы : учеб. пособие / под общ. ред. Д. В. Карелина, Л. В. Полищука. М. : Изд-во МГУ. 160 с.

Одум, Ю. (1975) Основы экологии / ред. и предисл. Н. П. Наумова. М. : Мир. 740 с.

Дата поступления: 13.02.2018 г.

FROM THE DOCTRINE OF THE BIOSPHERE TO THE ECOLOGY
OF THE BIOSPHERE

T. A. GORELOVA

MOSCOW UNIVERSITY FOR THE HUMANITIES

A review of the publication: Ghilarov A. M. “Ecology of Biosphere” : textbook / ed. by D. V. Karelin and L. V. Polishchuk. Moscow, MSU Publishing House, 2016. 160 p.

Keywords: biosphere; ecology; evolution; V. I. Vernadsky; A. M. Ghilarov; review

REFERENCES

Vernadskii, V. I. (1960) Biosfera. In: Vernadskii, V. I. *Izbrannyye sochineniya* : in 5 vol. Moscow, Izd-vo Akademii nauk SSSR. Vol. 5. 422 p. Pp. 9–104. (In Russ.).

Giliarov, A. M. (2016) *Ekologiya biosfery* : textbook / ed. by D. V. Karelin and L. V. Polishchuk. Moscow, Izd-vo MGU. 160 p. (In Russ.).

Odum, Yu. (1975) *Osnovy ekologii* / ed. by N. P. Naumov. Moscow, Mir. 740 p. (In Russ.).

Submission date: 13.02.2018.

Горелова Татьяна Анатольевна — доктор философских наук, профессор кафедры философии, культурологии и политологии Московского гуманитарного университета. Адрес: 111395, Россия, г. Москва, ул. Юности, д. 5. Тел.: +7 (499) 374-55-11. Эл. адрес: fylosofy@mosgu.ru

Gorelova Tatyana Anatolyevna, Doctor of Philosophy, Professor, Department of Philosophy, Culturology and Politology, Moscow University for the Humanities. Postal address: 5, Yunosti St., Moscow, Russian Federation, 111395. Tel.: +7 (499) 374-55-11. E-mail: fylosofy@mosgu.ru