

## БИОРАЗНООБРАЗИЕ КАК БИОСФЕРНЫЙ ФЕНОМЕН

Петров К.М.

*Институт наук о Земле, Санкт-Петербургский государственный университет,  
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация, k.petrov@spbu.ru*

Обсуждаются вопросы, связанные с динамикой биоразнообразия в процессе филитической эволюции и ароморфных скачков в результате биосферных кризисов. Рассматривается функционально энергетический подход к оценке деятельности живого вещества в биосфере. Биосфера понимается как открытая система способная к самоорганизации и саморазвитию, Земля – как суперорганизм (Гея), способный к самоочищению. Основными методами оценки биоразнообразия ландшафтов принимаются эколого-топологическое профилирование и ботанико-географическое картографирование. Целостность ландшафтной структуры ООПТ является условием сохранения биоразнообразия. Возможность гомеостаза биосферы при смене редких реликтовых видов новыми видами с активной жизненной стратегией.

*Ключевые слова:* филитическая эволюция; биосферные кризисы; функции живого вещества; биосфера как открытая система; Гея; жизненные стратегии.

## BIODIVERSITY AS A BIOSPHERE PHENOMENON

Petrov K. M.

*Institute of Earth Sciences, St.-Petersburg state University,  
St. Petersburg, the Russian Federation, k.petrov@spbu.ru*

Discusses issues related to the dynamics of biodiversity in the process of phyletic evolution and aромorphic jumps in the result of biospheric crises. The functional energy approach to the assessment of the activity of living matter in the biosphere is considered. The biosphere is understood as an open system capable of self-organization and self-development, the Earth – as a superorganism (Gaia), capable of self-purification. Ecological-topological profiling and botanical-geographical mapping are accepted as the main methods of assessment of biodiversity of landscapes. The integrity of the landscape structure of protected areas is a condition for biodiversity conservation. The ability of the homeostasis of the biosphere with the change of rare relict species by new species with an active life strategy.

*Key words:* phyletic evolution; biosphere crises; functions of living matter; biosphere as an open system; Gaia; life strategies.

Биогеография, изучающая закономерности размещения любых проявлений жизни на Земле, рассматривает проблему биоразнообразия как одну из наиболее актуальных. В рамках этой проблемы необходимо решать вопросы, связанные с разработкой теории эволюции органического мира, с ботанико-географическими методами оценки биоразнообразия и с определением роли особо охраняемых природных территорий в поддержании стабильной структуры экосистем [1].

**Антиномии теории эволюции органического мира.** Классическая концепция эволюции органического мира и концепция биосферы опираются на разные биологические парадигмы. В рамках традиционной теории эволюции Ч. Дарвина описывается филетическая эволюция. История органического мира Земли реконструируется как последовательность образования таксонов все более высокого ранга. Филогенез и естественный отбор как главные механизмы эволюционного процесса обеспечивают постепенное увеличение биоразнообразия без существенных скачков путем ветвления филогенетических древ. По этой схеме резкие глобальные сокращения биоразнообразия в геологическом прошлом рассматриваются как нарушения хода эволюционного процесса, как биосферные кризисы, спровоцированные экологическими, географическими и даже космическими факторами. Парадоксальным с позиций классической теории эволюции является то, что за биотическим кризисом и вымиранием одних групп организмов следовали ароморфозы и вспышка видообразования в других

группах. На этих этапах спокойный ход дихотомической дивергенции видообразования сменялся узлами кущения видов, резким увеличением биоразнообразия.

В основе концепции В. И. Вернадского лежит функционально энергетический подход к описанию деятельности живого вещества, анализ способов передачи вещества, энергии и информации без акцента на филитическую принадлежность организмов. Вернадский рассматривает биосферу как глобальную биогеохимическую систему Земли, в которой количество живого вещества во все геологические эпохи резко не менялось [2].

Ключевое положение в объединении рассмотренных парадигм, необходимых для понимания законов устойчивого развития органического мира, приобретает теория открытых систем (синергетика).

**Синергетика биосферы.** Классическая термодинамика и эволюционное учение отражают единую физическую реальность, но соответствуют различным ее проявлениям. Согласно второму началу термодинамики, если рассматривать Вселенную как закрытую систему, она идет к своей неизбежной дезинтеграции, так как запас полезной энергии, приводящей мировую машину в движение, рано или поздно будет исчерпан. Если запас полезной энергии тает, то ее способность поддерживать целостность системы ослабевает. Высокоорганизованные структуры распадаются на более простые, которые в большей мере наделены случайными элементами. Мера внутренней неупорядоченности – энтропия растет. Второе начало термодинамики предсказывает все более однородное будущее окружающего мира. Однако ход развития биосферы отнюдь не приводит к понижению уровня организованности и обеднению разнообразия организмов и образуемых ими сообществ. Развитие живой материи идет от низших форм к высшим, к увеличению биоразнообразия. Эволюционное развитие органического мира присуще биосфере благодаря тому, что она обладает свойствами открытой системы и находится в неравновесном состоянии, обмениваясь веществом, энергией и информацией с окружающей средой.

Обоснование совместимости второго начала термодинамики со способностью открытых систем к самоорганизации – одно из крупнейших достижений современной физики. Теория термодинамики открытых систем переживает бурное развитие. Г. Хакен [3] предложил назвать эту область исследований синергетикой (от греческого «synergos» – совместный, согласованно действующий). Термодинамика открытых систем изучает существенно неравновесные процессы. Выдающаяся роль в развитии данного направления принадлежит И. Р. Пригожину [4].

Пригожин противопоставляет закономерности развития замкнутых детерминированных систем системам открытым, неустойчивым, неравновесным, в которых слабый сигнал на входе может вызвать сколь угодно сильный отклик на выходе. По его мнению, замкнутые системы составляют лишь малую долю физической Вселенной. Большинство природных систем, в том числе все биологические, экологические и географические – открыты, они непрерывно флуктуируют. Иногда отдельная флуктуация или их комбинация может стать (в результате положительной обратной связи) настолько сильной, что существовавшая прежде система не выдерживает и разрушается. В этот переломный момент в точке бифуркации принципиально невозможно предсказать, в каком направлении будет происходить дальнейшее развитие: станет ли состояние системы хаотическим или она перейдет на новый, более высокий уровень организации. При этом Пригожин подчеркивает возможность спонтанного возникновения порядка и организованности из беспорядка и хаоса в результате процесса самоорганизации.

Живое вещество отличается от мертвой материи не только чрезвычайно сложной структурой, но и способностью отбирать из окружающей среды полезную энергию и информацию в количестве, необходимом для самосохранения и саморазвития [5]. Синергетика позволяет по-новому оценить механизмы устойчивости биосферы. При существующих космических и земных предпосылках живое вещество способно

продолжать свое «давление» на внешние оболочки Земли и потенциал этого давления отнюдь не ослабевает. Джеймс Лавлок [6] утверждает, что наша планета ведет себя как единый одушевленный суперорганизм, который способен преобразовывать свою среду так, чтобы она была для него наиболее благоприятной. Биотический круговорот уподобляется обмену веществ. Лавлок не разделяет живые организмы и окружающую их среду. Все они, включая людей, являются частями единой Геи (Земли) – сложной многоуровневой симбиотической системы, в которой осуществляется информационный обмен между партнерами. Любые особи, которые делают окружающую среду менее пригодной для жизни в конце концов исчезают, также как слабые неприспособленные виды.

Антропогенный фактор, вызывающий разрушение биосферы и угрожающий очередным экологическим кризисом, следует рассматривать как надвигающуюся бифуркацию. Популяционный взрыв человечества по законам Геи неизбежно будет ограничен. Система общество-природа, достигнув точки бифуркации, перестроится. Однако распад старой системы отнюдь не станет означать гибели всей биосферы. Бифуркация – это импульс к развитию биосферы по новому неведомому пути. Какое место займет в нем человеческое общество, это предмет особого разговора. О судьбе биосферы можно не беспокоиться, она продолжит свое развитие. Биотические кризисы в геологическом прошлом – это моменты бифуркаций в эволюционном процессе. При сохранении главной функции живого вещества, черпать свободную энергию из окружающей среды для ограничения роста энтропии, биосфера каждый раз в случае кризиса переходит на новый более высокий уровень организации.

**Ботанико-географические методы оценки биоразнообразия.** В процессе разработки концепции биологического разнообразия сложилось представление о базовых единицах:  $\alpha$ -разнообразии (разнообразии видов),  $\beta$ -разнообразии (разнообразии сообществ),  $\gamma$ -разнообразии (разнообразии видов и сообществ в ландшафте) [7].

Главным уровнем сохранения биоразнообразия признается  $\gamma$ -разнообразие [8]. Следует подчеркнуть, что каркасом большинства наземных экосистем является растительность. Опираясь на высказывания В. Б. Сочавы [9], можно сформулировать положение: пространственная структура географической оболочки отображает пространственную неоднородность биосферы, т.е. системе геохор соответствует адекватная ей система биохор, а точнее фитохор. Такой подход к изучению биоразнообразия всецело обращен к ботанической географии, в задачи которой входит изучение растительности современных ландшафтов и ландшафтов геологического прошлого [10].

Ключ к оценке биоразнообразия лежит на топологическом уровне. Ему отвечают биогеоценозы и морфологические единицы ландшафта. Ботанико-географический метод оценки биоразнообразия основан на картографировании растительности. Объектом картографирования является вся совокупность растительных сообществ: естественных, естественно-антропогенных, сорной растительности и динамические серии или разные стадии восстановления коренной растительности. Особенность картографирования состоит в том, что растительность рассматривается как элемент ландшафтной структуры (растительность фаций, урочищ, местностей и т.п.).

Закономерности распределения фитоценозов исследуются методом заложения эколого-топологических профилей, который позволяет представить конкретные сообщества в их пространственном сопряжении друг с другом и меняющимися условиями среды. На основе закономерностей, установленных с помощью эколого-топологических профилей, составляются обобщенные экологические ряды растительности, отражающие характерную для данного ландшафта смену фитоценозов под влиянием направленного изменения какого-либо одного или нескольких экологических факторов: режима увлажнения, богатства почв и т.п.

Легенда ботанико-географической карты включает наряду с единицами классификации сообществ (ассоциации, группы ассоциаций, формации и т.п.), комбинации сообществ (микромбинации сообществ фаций, мезокомбинации сообществ урочищ и т.п.) и динамические серии растительных сообществ [11]. Чем крупнее масштаб, тем больше возможностей показать на карте низшие единицы классификации растительности. Однако из-за комплексности растительного покрова выделения на карте будут отличаться по содержанию. В одном контуре могут оказаться не «чистые» ассоциации, а определенные сочетания и комплексы фрагментов ассоциаций, относящихся к разным формациям и даже типам растительности.

**Значение особо охраняемых природных территорий для стабилизации биоразнообразия.** Главное назначение особо охраняемых природных территорий (ООПТ) – поддерживать естественное биоразнообразие ландшафтов. При этом следует иметь в виду полноту охвата арены жизни. Территория ООПТ должна включать все характерные для ландшафта природно-территориальные комплексы, а в сообществах должны быть представлены все экологические ниши. Совокупность экологических ниш в ландшафте можно уподобить генетическому коду, который поддерживает устойчивость и воспроизводство биоразнообразия. Полнота охвата арены жизни отнюдь не означает, что размеры ООПТ должны быть очень большими. Уроки палеогеографии плейстоцен-голоцена учат, что рефугиумы, в которых находили убежище представители третичной флоры и фауны занимали небольшие площади. Этого было достаточно, чтобы в голоцене элементы тургайской флоры составили основу широколиственных лесов Восточно-Европейской равнины и Дальнего Востока. Чтобы прогнозировать ход восстановления биоразнообразия необходимо учитывать разную жизненную стратегию видов. Еще Л. Г. Раменский [12] подразделял виды растений по их жизненной стратегии на «львов, верблюдов и шакалов». Американские экологи [13] выделяют два типа жизненных стратегий. *K*-стратеги – это как правило крупные многолетние организмы, требующие стабильных условий существования; их жизненная энергия расходуется главным образом на прирост биомассы, а не на размножение. По классификации Раменского это по преимуществу «львы». Напротив, *r*-стратеги, организмы с непродолжительным периодом жизни, они предпочитают нестабильные местообитания и характеризуются высокой репродуктивной способностью. По классификации Раменского это «шакалы». Человек иногда должен помогать «львам» выжить в конкурентной борьбе с «шакалами».

Весь ход эволюции на протяжении кайнозоя, когда благодатный теплый и влажный климат сменялся в умеренных широтах холодным и сухим, а в тропических широтах жарким и сухим, шел по пути замены крупных многолетних жизненных форм (*K*-стратегов) на мелкие малолетние и однолетние (*r*-стратегов). «Львы» уступали место «шакалам». Этим объясняется зачастую трудности восстановления численности реликтовых видов, большинство из которых относится к *K*-стратегам.

Когда говорят о важности проблемы сохранения биоразнообразия, обычно имеют в виду влияние последнего на устойчивость биосферы, полагая, что чем выше показатель разнообразия, тем устойчивее сообщества. На самом деле увеличение количества видов и сложности биотических взаимоотношений скорее являются причиной уязвимости сообществ [5]. Может статься, что сохранение биоразнообразия проблема скорее этическая, чем решающая задачи охраны окружающей среды в более широком аспекте.

Гомеостаз биосферы поддерживается благодаря биотическим круговоротам, осуществляемым в процессе жизнедеятельности продуцентов, консументов и редуцентов. Для биосферы безразлично выполняется ли та или иная функция редким реликтовым *K*-стратегом или новым напористым видом. Показателем экологического благополучия является прежде всего величина биологической продукции автотрофов, главным образом растений. Если биомасса, проективное покрытие и жизненность растений снижаются – это свидетельствует об опустошении земель и сокращении биоразнообразия. Если биопродуктивность растительного покрова остается высокой и средообразующие

функции живого вещества осуществляются в полном объеме – биосфере ничего не угрожает. Без сохранения растительного покрова все усилия по поддержанию на Земле условий, необходимых для жизни, не могут быть эффективными. Растительность выполняет свои средообразующие функции в биосфере «бесплатно», ибо она способна к самовосстановлению, если её нарушение не перешло предела, после которого самовосстановление уже невозможно.

#### Библиографические ссылки

1. Петров К.М. Биогеография: концептуальные основы: учеб. пособие. СПб.: Изд-во СПб. ун-та, 2018. 122 с.
2. Вернадский В. И. Биосфера, очерки первый и второй. Л.: НХТИ, 1926. 146 с.
3. Хакен Г. Синергетика / Под ред. Ю. Л. Климонтовича и С. М. Осовца. М.: Изд-во «Мир», 1980. 406 с.
4. Пригожий И., Стенгерс И. Порядок из хаоса: новый диалог человека с природой. М.: Прогресс, 1986. 432 с.
5. Струминский В. В. Как и зачем возникла жизнь на Земле и других планетах космоса // Вести. РАН, 1995. Т. 65. №1. С. 38-51.
6. Lovelock G. E. Gaia. A New Look at Life on Earth. Oxford – New York – Toronto – Melburn, 1982. 175 p.
7. Уиттекер Р. Сообщества и экосистемы. / Под ред. Т. А. Работнова. М.: Прогресс, 1980. 326 с.
8. Юрцев Б. А. Основные направления современной науки о растительном покрове // Ботанический журнал, 1988. Т. 73. №10. С. 1389-1395.
9. Сочава В. Б. География и экология. Л.: Геогр. об-во СССР, 1970. 24 с.
10. Петров К. М., Терехина Н. В. Растительный покров России. Учебник. СПб.: ХИМИЗДАТ, 2017. 368 с.
11. Полевая геоботаника. В 5 томах. Т. 4. / Под ред. Е. М. Лавренко и А. А. Корчагина. Л.: Наука, 1972. 336 с.
12. Раменский Л. Г. Введение в комплексное почвенно-геоботаническое исследование земель. М.: Сельхозгиз, 1938. 620 с.
13. Пианка Э. Эволюционная экология. / Под ред. М. С. Гилярова. М.: «Мир», 1981. 400 с.