

## БИОСФЕРНЫЕ ИННОВАЦИИ

**А.В. Титова, Г.Б. Наумов**

*Государственный геологический музей  
им. В.И. Вернадского РАН, г. Москва*

*Рецензент д-р геол.-минерал. наук, профессор А.А. Белов*

**Ключевые слова и фразы:** биосфера; ноосфера; ноосферное просвещение; техносфера; экология.

**Аннотация:** Рассмотрено развитие цивилизации, связанное с реализацией интеллектуальной деятельности человека. Экспоненциальный рост технической оснащенности и ее влияние на окружающую природу привели к тому, что во второй половине XX века человек стал «геологической силой». Решение возникающих экологических вопросов невозможно без хорошо организованной комплексной работы, центральное место в которой должно занять ноосферное воспитание, образование и просвещение широких слоев общества разных возрастов и социальных групп.

Инновация (англ. *innovation*) – это новшество, обеспечивающее качественный рост эффективности процессов или продукции, востребованное рынком. Инновация всегда является результатом реализации интеллектуальной деятельности человека, его творческого процесса, приводящего к открытиям, изобретениям и рационализации. Человек не только *homo sapiens* (мыслящий), но и *homo sapiens faber* (мыслящий созидающий). Все развитие цивилизаций, с момента появления человека разумного, связано с реализацией его интеллектуальной деятельности. Но почему мы только сейчас стали говорить об этом, озаботились последствиями наших инноваций?

Огонь человек освоил примерно 1,5 млн лет тому назад (возраст осколков обожженной глины). Колесо появилось в V в. до н.э., а водяное колесо – источник не мышечной энергии – известно со II в. до н.э. Первые паровые машины появились только в XVIII веке. Дальше все пошло быстрее, по экспоненте (рис. 1). Человек постепенно становился «геологической силой», и природным буферным емкостям все труднее становится сохранять существующие динамические равновесия.

---

Титова Ася Владимировна – доктор технических наук, профессор, заместитель директора по инновации; Наумов Георгий Борисович – доктор геолого-минералогических наук, профессор, заведующий отделом геологии и рационального природопользования, e-mail: [naumov@sgm.ru](mailto:naumov@sgm.ru), Государственный геологический музей им. В.И. Вернадского РАН, г. Москва.



Рис. 1. Эволюционное ускорение

### Человек в биосфере

Окружающий нас мир, в котором мы существуем, представленный в многообразии видов протекающих в нем процессов, определяется, в конечном счете, духовным наследием и ценностями тех, кто его населяет.

Земля – живая. Чем определяется ее жизнеспособность? Присутствием живых существ, населяющих ее, и законами природы, данными нам свыше. Очень важно определить, ни в коей мере не переоценивая, миссию человека на Земле, меру ответственности за все происходящее на ней. За всю историю своего существования Земля не испытала таких нагрузок, какие наблюдаются последние 50 лет, в период «великих идей» и «грандиозных свершений».

Человек, пытаясь подчинить себе законы природы, по которым сам должен жить, еще не научился сосуществовать в гармонии с природой, бесконечно «насилуя» ее и негативно преобразуя, не считаясь с естественными законами Природы, изменить которые не в его власти. Мы создали техносферу (природу-2), в противовес природе-1, а внутри нее фактически и природу-3 (то, что мы называем отходами жизнедеятельности).

Фактически человек стал планетарным существом только в XX веке, породив техносферу. Но вместе с тем растет и масса всевозможных продуктов его жизнедеятельности, а ни один организм не может жить в среде своих отходов. Они в обязательном порядке должны кем-то перерабатываться, включаться в геохимические циклы разного масштаба. Сегодня архиважная и сложная задача – научиться управлять природой-2 в точном соответствии с общими законами Природы, которые нам не подвластны. Для этого подход частный, даже возможно узконаправленный и высокотехнологичный, неэффективен. Ведь большинство производств экологически небезупречны. Мы практически слишком слабо используем искусственно созданную нами систему, а продолжаем активно и безжалостно истощать природные ресурсы. Получается, что мы, по сути, не имеем экологически рентабельных технологий и не научились в должной степени использовать, дарованные нам возобновляемыми, например, солнечную или геотермальную энергии. Система, искусственно созданная человечеством,

не имеет способности к самовосстановлению. Только живая природа обладает этой величайшей способностью. Получается, что человек, обладающий разумом, пока преимущественно паразитирует и не способен внести позитивное в гармоничное развитие природы?

Исходя из философского утверждения: «Сознание не только созерцает мир, но и творит его», что только великий разум способен определять причинно-следственные связи происходящих в природе процессов, управляя и регулируя ими, поддерживая гармонию в системе. «Человек настоящего времени представляет из себя геологическую силу; сила эта все возрастает и предела ее возрастания не видно», – написал В.И. Вернадский еще студентом в 1882 г. [2]. «Человечество, взятое в целом, не безразлично в стихийных, естественных процессах, идущих на земной поверхности. Оно здесь теснейшим образом связано с другими организмами и совершает с ними вместе огромную определенно рода геологическую работу» [6, с. 131]. «Человечество, взятое в целом, становится мощной геологической силой» [3, с. 157].

Основы учения о биосфере были разработаны В.И. Вернадским в первой половине XX века [3, 4]. Представление о структуре биосферы сводится к понятию области распространения жизни на Земле, к суждению о ее функции, энергетика которой определяется прошлой или нынешней деятельностью живых организмов. Обычно считают, что структура биосферы состоит из населенной организмами верхней части литосферы, гидросферы и нижней части атмосферы.

Верхняя граница биосферы ограничена озоновым экраном (23–25 км над экватором), защищающим все живое от губительного воздействия ультрафиолетовой радиации. Нижняя граница распространения жизни очень изрезана. На материках она проникает в земную кору до глубин 2–3 км, реже 4–5 км, в океанах 0,5–1 км ниже их дна (рис. 2). Объем био-

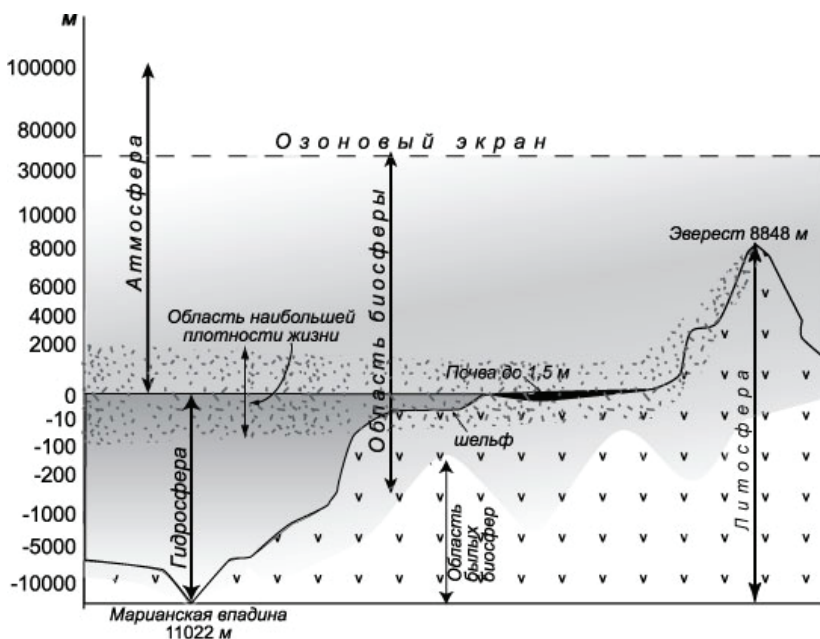


Рис. 2. Положение биосферы в разрезе земной коры

сферы в этих границах составляет  $\sim 10^{19}$  м<sup>3</sup>; масса  $\sim 3 \cdot 10^{18}$  т. Эти огромные значения составляют всего 0,4 % объема и 0,05 % массы Земли. Масса живого вещества всего  $10^{-3}$  % массы биосферы и  $10^{-8}$  % массы Земли. И, тем не менее, влияние его огромно. Согласно современным данным в процессах фотосинтеза ежегодно используется  $430 \cdot 10^9$  (миллиардов) т воды (1 га леса испаряет от 20 до 50 тыс. л воды в день). Современная скорость генерации кислорода может обеспечить удвоение O<sub>2</sub> в атмосфере всего за 4 000 лет [9].

Таким образом, биосфера – это тонкая оболочка Земли (менее 0,016 части ее радиуса), область активной жизни. И именно она сохраняет условия, необходимые для всего живого. В ней развивается и функционирует жизнь, идет обмен веществ и энергии, главным образом за счет жизнедеятельности организмов, за счет живых организмов накапливаются биогены (уголь, нефть, известняк и др.), формируется косное (не живое) и биокосное (почвы, леса, поверхностные воды) вещество – именно та среда, в которой мы существуем. В биосфере живые организмы и среда их обитания органически связаны и взаимодействуют друг с другом, образуя целостную, самоорганизующуюся систему. Таким образом, биосфера в целом является самой крупной экологической системой на Земле.

Живое вещество не только пронизывает верхнюю часть твердой, жидкой и низы газообразной оболочек Земли, но и выступает как сила, регулирующая планетарные потоки вещества и энергии и связывающая между собой все три земные оболочки в единую систему, – зафиксировал В.И. Вернадский. Биосфера, являясь производной эволюции природы, возникла и развивалась на принципах самоорганизующегося многофункционального живого организма, в котором локальные изменения провоцируют адекватные защитные реакции биосферы по принципу: действие – противодействие. В этом смысле возмущающую хозяйственную деятельность человека на биосферу можно рассматривать как подсистему постоянно нарастающего влияния на ее структуру и функции. Космические возмущения на биосферу принято считать как постоянно действующие, то есть фоновые.

Биосфера связана с окружающим ее космическим пространством и геосферами энергетически, структурно и информационно. Обменные энергетические процессы в ней обусловлены космическим и солнечным излучением, поступающим на геосферы извне, и тепловым энергетическим потенциалом, идущим изнутри Земли. В этот энергетический круговорот вначале были вовлечены космохимические, а затем геохимические процессы, породившие вначале космохимические, затем биохимические реакции, а биологическая эволюция сформировала жизнь на Земле.

### **Биосфера и техносфера**

Обобщения, сделанные В.И. Вернадским, позволили ему сформулировать и искать решение проблемы: к чему ведет столкновение не согласующихся между собой двух основных сил планеты? С одной стороны, – это механизм саморегулирования и саморазвития биосферы, а с другой стороны, – это стремительно прогрессирующее нарушение природного равновесия технически вооруженным человеком. В своей знаменитой работе «Биосфера» он писал: «Лик планеты – биосфера – химически резко

меняется человеком сознательно и, главным образом, бессознательно. Меняется человеком физически и химически воздушная оболочка суши, все ее природные воды» [5, с. 176] и далее: «Сейчас мы переживаем новое геологическое эволюционное изменение биосферы. Мы входим в ноосферу. Ноосфера – последнее из многих состояний эволюции биосферы в геологической истории – состояние наших дней. Ход этого процесса только начинает нами выясняться из изучения ее геологического прошлого в некоторых своих аспектах» [5, с. 177].

Энергетический обмен в биосфере, как известно, происходит за счет фотосинтеза, хемосинтеза, дыхания и брожения. *Фотосинтез* обеспечивает синтез органического вещества за счет солнечной энергии. *Хемосинтез* способствует окислению неорганических веществ. В процессе дыхания и брожения органического вещества выделяется энергия, которая используется живыми организмами, формирующими энергетический обмен посредством пищевых цепей, каждая из которых представляет определенный *трофический уровень*.

В любой природной экосистеме вещество может многократно использоваться внутри ее самой, а энергия, поступающая в нее извне в виде солнечного излучения, необратимо превращается в тепло в процессе метаболизма. Как известно, каждая экосистема имеет два компонента: *организмы* (биота) и *неживые вещества* (абиота).

Биологическая структура экосистем построена по единому принципу и включает в себя одни и те же категории организмов, взаимодействующих друг с другом стереотипным образом через трофические цепи (рис. 3), которые отличаются большой сложностью, но имеют несколько (обычно 3–4) трофических уровней, взаимоотношения которых подчинено закону убывания массы на каждом последующем уровне [1, 10].

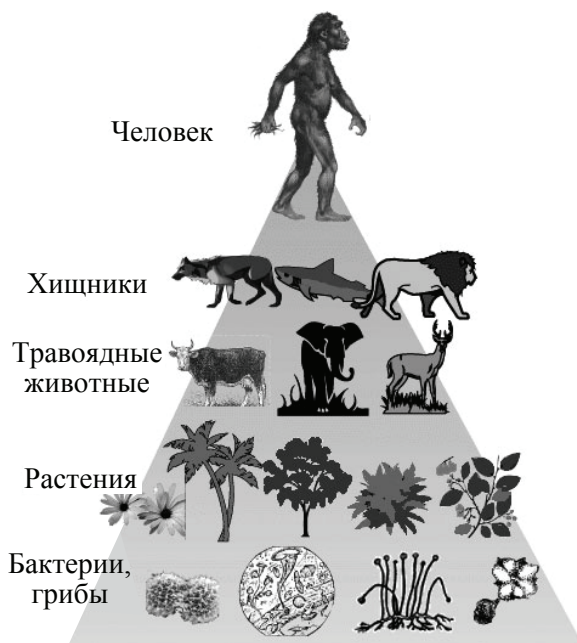


Рис. 3. Пирамида биоты

Абиотическая компонента представляет собой совокупность климатических, почвенно-грунтовых и водных факторов, состоящих из множества динамических элементов, взаимодействующих между собой и с живыми организмами. При этом, по закону лимитирующих факторов (закон минимумов Либиха) даже единственный фактор, за пределами своего оптимума, приводит к стрессовому состоянию организма и в пределе – к его гибели. Особенно важное значение имеет тот факт, что любое изменение за счет каких-то внешних воздействий, обязательно отразится через пищевые связи на всех остальных организмах в конкретной пищевой цепи и неизбежно приведет в действие цепную реакцию изменений с далеко идущими последствиями. Основой равновесного и стабильного существования экосистем является механизм гомеостаза, который регулируется посредством положительных и отрицательных обратных связей, быстрое чередование которых обеспечивает возвращение системы в равновесное состояние. При отсутствии внешних воздействий, биосистема проходит естественные этапы развития, сохраняя на период ее функционирования жизнеспособность и устойчивость. Определяется это тем, что продуктом жизнедеятельности биосистемы является только производимая ею биомасса, и все отходы реализуются в рамках сложившихся в биосистеме трофических цепей [1]. Факторы устойчивости биологических систем определяются также и характером взаимодействия входящих в нее элементов. Познавание этих принципов может подсказать пути развития технологий (включая геотехнологии) в условиях экологического императива.

Основное природоохранное значение имеет определение путей направленного совершенствования технологий, обеспечивающих выполнение ограничений, налагаемых на производство условиями сохранения биоты. Здесь необходимо установить причины появления тех или иных внешних воздействий (антропогенных, включая техногенные нагрузки) на биоту и рассмотреть возможности снижения этих воздействий вплоть до полного устранения. Биосфера в наш исторический момент геологически быстро переходит в новое состояние – в ноосферу, то есть «такого рода состояние биосферы, в котором должны проявляться разум и направляемая им работа человека как новая, небывалая на планете геологическая сила» [7, с. 150]. Исходя из размышлений и многочисленных высказываний Вернадского, можно определить ноосферу как биосферу, организованную цивилизацией [8]. Поэтому временная координата ее начала размыта и связана с периодом появления «человека разумного» и продолжается сегодня. Понимая этот факт, Вернадский использует это понятие во всех временах. Мы живем в ноосфере и формируем ее. Какой она будет, зависит от человека, его разума и направляемой этим разумом практической деятельности.

В условиях сложившейся парадигмы экономического развития общества, любые изменения технологии в интересах безопасности человека или окружающей среды снижают эффективность производства. Поэтому необходимым условием для его модернизации является создание законодательных, экономических и социальных актов, стимулирующих применение экологически обоснованных технологий, соответствующих понятию экологического императива.

## Экологический императив

Экологический императив, представляющий собой систему действий по гармонизации техно- и биосферы, следует рассматривать как совокупность технологических, биологических, законодательных и нравственных решений и принципов, взаимно детерминированных таким образом, что только совместное их применение может обеспечить сохранение возможности функционирования и эволюции естественной биоты Земли в условиях развития технократической цивилизации.

Такое всестороннее взаимодействие разносторонних элементов не может осуществляться каким-то единым актом действия. Оно, прежде всего, требует гармоничного развития соответствующего времени ноосферного мышления. Не случайно в седьмом докладе Римского клуба «Нет пределов обучаемости» впервые прозвучала мысль о том, что обучение должно быть «предвосхищающим, а не запаздывающим, как сегодня» [11]. Современное обучение лишь адаптирует человека к уже свершившемуся и не учит его строить будущее, то есть не формирует человека с ноосферным мышлением.

Ноосферное сознание сегодня – не очень распространенное явление. Сделать его распространенным можно только через большую и хорошо организованную комплексную работу, центральное место в которой должно занять ноосферное воспитание, образование и просвещение – сложный и многоэтапный процесс, охватывающий широкие слои общества разных возрастов и социальных групп.

В этом процессе развития культуры личности одну из ключевых ролей играют музеи. «Я уверен, что одна Третьяковская галерея сделает больше для развития свободного человека, чем тысячи людей», – записал В.И. Вернадский в своем дневнике 25.01.1894. Но в наше время технического развития деятельность музея, особенно естественнонаучного, уже не может ограничиваться монотонным представлением своих экспонатов, а должна включать в свою деятельность все доступные современные инновационные средства передачи информации и активного включения посетителя в свою работу.

### *Список литературы*

1. Андерсон, Дж.М. Экология и науки об окружающей среде / Дж.М. Андерсон. – Л. : Гидрометеиздат, 1965. – 165 с.
2. Архив РАН. – Фонд 518. – Опись 2. – Дело 3 (дневник 1882 г.).
3. Вернадский, В.И. Биосфера и ноосфера / В.И. Вернадский. – М. : Наука, 1989. – 261 с.
4. Вернадский, В.И. Биосфера / В.И. Вернадский. – Л. : Науч. хим.-техн. изд-во. Науч. техн. отдел В.С.Н.Х., 1926. – 146 с.
5. Вернадский В.И. Биосфера. Мысли и наброски / В.И. Вернадский. – М. : Ноосфера, 2001. – 244 с.
6. Вернадский, В.И. О науке. Т. 1. Научное знание. Научное творчество. Научная мысль / В.И. Вернадский. – Дубна : Феникс, 1997. – 576 с.

7. Вернадский, В.И. Размышления натуралиста. В 2 кн. Кн. II. Научная мысль как планетное явление / В.И. Вернадский. – М. : Наука, 1977. – 192 с.
8. Наумов, Г.Б. Аксиомы ноосферной концепции В.И. Вернадского / Г.Б. Наумов // Науковедение. – 2001. – № 4. – С. 146–162.
9. Наумов, Г.Б. Геохимия биосферы / Г.Б. Наумов. – М. : Академия, 2010. – 384 с.
10. Небел, Б. Наука об окружающей среде: Как устроен мир. В 2 т. Т. 1 : пер. с англ. / Б. Небел. – М. : Мир, 1993. – 424 с.
11. Botkin, J. No Limits of Learning / J. Botkin, M. Elvavjra, M. Maliza. – NY, 1979. – P. 61–112.
- 

## **Biosphere Innovations**

**A.V. Titov, G.B. Naumov**

*State Geological Museum named after V.I. Vernadsky RAS, Moscow*

**Key words and phrases:** biosphere; ecology; noosphere; noosphere education; technosphere.

**Abstract:** The paper discusses the development of civilization associated with the implementation of human intellectual activities. The exponential growth of technical equipment and its impact on the natural environment has turned people into a “geological force”. Addressing emerging environmental issues is impossible without a well-integrated work focused on noosphere education, training and educating the general public of all ages and social groups.

---

© А.В. Титова, Г.Б. Наумов, 2012