В. С. Савенко

ЖИЗНЬ
БИОСФЕРА
ЭВОЛЮЦИЯ

ДЕЛИБРИ

УДК 574
ББК 28.02
С12

Рецензенты:
А. Ю. Бычков, д.г.-м.н., проф. РАН, зав. кафедрой геохимии геологического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова;
Д. Г. Заварзина, д.б.н., старший научный сотрудник Института микробиологии им. С. Н. Виноградского ФИЦ Биотехнологии РАН.

Савенко, Виталий Савельевич
С12 Жизнь, биосфера, эволюция / В. С. Савенко — М.: Де'Либри, 2026. — 90 с.
ISBN 978-5-4491-3223-9

В работе изложены представления о жизни как способе существования природных биокосных объектов, образованных живыми организмами и неживым (косным) веществом, которые находятся в непрерывном материальноэнергетическом взаимодействии и образуют отдельные целостные системы разного уровня иерархической организации. Выделено три уровня системной организации земного вещества и соответствующих системообразующих процессов: биотический, климатический (биосферный) и геологический (экосферный) круговороты. Показано, что необходимым условием жизни на Земле является высокая степень внутренней термодинамической неравновесности биосферы и что с течением геологического времени ее избыточная свободная энергия увеличивается. Рассмотрены условия, допускающие развитие хозяйственной деятельности при сохранении устойчивости биосферы.

Книга рекомендуется для экологов, географов и геологов, а также аспирантов и студентов, обучающихся по этим специальностям.

Табл. 6. Ил. 6. Библ. 130 назв.

Исследование выполнено в рамках государственного задания кафедры гидрологии суши МГУ имени М. В. Ломоносова (2026–2030 гг.).

Savenko, Vitaliy Savelevich
S12 Life, biosphere, evolution / V. S. Savenko — M.: De'Libri, 2026. — 90 p.

The paper presents conceptualization about Life as a way of existence of natural bio-earth objects formed by living organisms and non-living (earth) matter, which are involved in continuous material-energetic interaction and form separate integral systems of different levels of hierarchical organization. Three levels of systemic organization of the Earth's matter and corresponding system-forming processes are distinguished: biotic, climatic (biospheric), and geological (ecospheric) cycles. It is shown that a necessary condition for Life on the Earth is a high degree of internal thermodynamic nonequilibrium of the biosphere and that over geological time its excess free energy increases. The conditions that allow the development of economic activity while maintaining the biosphere sustainability are considered.

The monograph is recommended for ecologists, geographers, and geologists, as well as for post-graduate and high-school students specialized in these disciplines.

Table 6. Il. 6. References 130.

УДК 574
ББК 28.02

Все права защищены. Никакая часть данной книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме без письменного разрешения правообладателя.

ISBN 978-5-4491-3223-9 © В. С. Савенко, текст, 2026

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ **3**

1. ЖИЗНЬ **5**

1.1. Биологический подход к определению жизни 5
Феноменология жизни 5
Природа “живого” 20

1.2. Экологический подход к определению жизни 27
Живое, косное и биокосное вещество 28
Жизнь как способ существования биокосного вещества 30

2. БИОСФЕРА **34**

2.1. Концепция биосферы В.И. Вернадского 34

2.2. Дальнейшее развитие представлений о биосфере 37

2.3. Биосфера и географическая оболочка 43

2.4. Биосфера и экосфера 45

2.5. Редокс неравновесность биосферы 51

3. ЭВОЛЮЦИЯ **57**

3.1. Биогеохимические эволюционные принципы В.И. Вернадского 57

3.2. Эволюция термодинамической неравновесности биосферы 60

3.3. Эволюция биосферы – эволюция биокосного вещества 64

3.4. Переход биосферы в ноосферу и концепция устойчивого развития 66

ЗАКЛЮЧЕНИЕ **80**

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ **82**

1. ЖИЗНЬ

В науке понятие “жизнь” имеет два смысловых значения: 1) особое состояние материи, свойственное определенному типу материальных тел – “носителей жизни”; 2) специфическое природное явление, развивающееся в пространстве и времени. В первом случае определение жизни должно содержать признаки, позволяющие выделять “живую материю” среди других состояний материальных объектов природы. Во втором случае определение, помимо пространственной локализации рассматриваемого явления, должно включать характеристики объекта, в котором реализуется явление жизни, и системообразующего процесса, обеспечивающего существование и развитие этого явления. Оба подхода основываются на выделении определенных наборов специфических признаков, позволяющих отличить жизнь-состояние и жизнь-явление от других природных тел и явлений. Поскольку одни и те же природные тела и явления в разных науках описываются не полностью идентичными наборами свойств, это приводит к появлению разных “образов” объектов и явлений. Поэтому понимание жизни в разных областях знания может существенно различаться.

1.1. БИОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ЖИЗНИ

В биологии жизнь во всех аспектах принято связывать с организмами, которые считаются ее материальными носителями: “*Жизнь есть способ существования организмов. Вне организмов жизнь не существует*” [Заварзин, 1999, с. 27]. Эту точку зрения поддерживает подавляющее большинство биологов. При этом отдельный организм, одноклеточный или многоклеточный, представляет собой элементарный носитель жизни. Реальными формами существования организмов в природе являются биологические системы: популяции (объединения организмов одного вида) и сообщества – биоценозы (объединения организмов разных видов).

Феноменология жизни

Наличие у живых организмов тех или иных специфических свойств, как правило, не является однозначным признаком жизни, поскольку в ослабленном виде они могут наблюдаться и у тел, образованных косной материей. Поэтому феноменологическим призна-

ком жизни, скорее, следует считать совокупность соответствующих специфических свойств.

Ж.-Б. Ламарк – один из основателей биологии – выделял десять отличительных признаков, присущих живым организмам:

“1. *Видовая индивидуальность, выражающаяся в характере сочетания, расположения и состояния различных составных молекул, из которых слагается их тело, но никогда ни в одной из этих молекул, взятых в отдельности.*

2. *Тело, составленное из двоякого рода существенных частей, а именно: плотных частей, из которых все или почти все способны содержать флюиды, и из содержащихся в них свободных флюидов. Первые обыкновенно состоят из податливой клеточной ткани, способной претерпевать различного рода изменения под влиянием движения содержащихся в них флюидов и служащей для образования различных специальных органов.*

3. *Внутренние, так называемые жизненные движения, вызываемые только причинами, возбуждающими или стимулирующими их, – движения, которые могут быть ускорены, замедлены или даже остановлены, но которые необходимы для развития этих тел.*

4. *Порядок и состояние вещей, которые, до тех пор, пока они сохраняются в частях (тела), делают возможными жизненные движения, причем выполнение их и составляет явление жизни; они же вызывают в теле ряд вынужденных изменений.*

5. *Потери и восстановления, однако, полностью не уравновешивающие друг друга, в результате чего во всяком наделенном жизнью теле происходит последовательный ряд изменений состояния, а это влечет за собой для каждого индивидуума переход от молодости к старости и в дальнейшем – его разрушение в тот момент, когда явление жизни не может осуществляться в нем.*

6. *Потребности, удовлетворение которых необходимо для самосохранения и которые заставляют живые тела усваивать служащие для их питания посторонние вещества, изменяемые ими и превращаемые в вещество собственного тела.*

7. *Развитие, которому подлежат в течение известного времени все части живого тела и которое выражается в их росте, продолжающемся до определенного для каждого из них предела. Оно же обусловливает различия во внешнем облике, в объеме и состоянии тела, только что образовавшегося, и того же тела, достигшего полного развития.*

8. *Один и тот же способ происхождения, ибо, за исключением тех тел, которые природа произвела непосредственно, все живые тела происходят одни от других, при этом не путем последова-*

тельного развития из предсуществующих зародышей, но в результате обособления и последующего отделения некоторой части их тела или некоторой доли их вещества, которая, будучи подготовлена в соответствии с системой организации индивидуума, определяет присущий ему способ размножения.

9. *Способности: одни – присущие всем им и свойственные только живым телам, и, кроме того, – другие, присущие лишь некоторым из них.*

10. *Наконец, – известный предел продолжительности существования индивидуумов. С течением жизни части изменяются к худшему, и это изменение, достигнув определенной точки, препятствует дальнейшему осуществлению тех явлений, которые эту жизнь составляют. И вот тогда достаточно малейшей причины, вызывающей нарушения, чтобы остановить жизненные движения. Этот момент их прекращения без возможности возобновления называют смертью индивидуума*" [Ламарк, 1959, с. 421–423].

Все отмеченные Ж.-Б. Ламарком признаки, действительно, характерны для живых организмов, однако и в неживой природе им можно найти аналогии. В первую очередь это относится к обмену веществ организмов с внешней средой. Конечно, рост кристалла или процесс гетерофазного газообмена принципиально отличаются от обмена веществ в организме. Но в некоторых коллоидных системах, содержащих высокомолекулярные органические соединения, образуются обособленные так называемые коацерватные капли, обладающие способностью роста и самопроизвольного деления–размножения, очень похожие на аналогичные явления в живой природе [Евреинова, 1966; Опарин, 1968]. В некоторых неорганических системах наблюдаются такие, казалось бы, исключительно специфические свойства живых организмов как раздражимость и способность к активному движению [Умов, 1916].

В веществе живых организмов наблюдается ярко выраженная дискриминация разных молекулярных изомеров, тогда как в большинстве объектов неживой природы присутствуют рацемические смеси. В.И. Вернадский [1980*a*] считал, что правые и левые изомеры в живых организмах приобретают различную степень химической устойчивости, чего не происходит вне организмов. Объяснить молекулярную диссимметрию живого, по-видимому, проще всего селективным синтезом органических изомеров у автотрофных организмов и использованием их в трофических цепях гетеротрофными организмами. Впрочем, хиральная асимметрия может возникать и в абиотических сильно неравновесных системах [Твердислов и др., 2012, 2014].

К. Бернар считал наиболее важным отличительным свойством всего живого способность к развитию, которая для каждого индивидуального организма проявляется в форме жизненного цикла рождения, роста, старения и смерти. Последовательность стадий никогда не нарушается; при постоянстве внешних условий безжизненное минеральное вещество остается неизменным, живые организмы же всегда находятся в развитии [Бернар, 1878]. Однако сильно неравновесные абиотические системы при постоянных внешних условиях, подобно живым организмам, развиваются и тоже имеют конечное время существования.

Ч. Дарвин видел в росте и самовоспроизведении организмов причину, порождающую другие принципиальные различия живого и неживого. Он считал, что законы, определяющие все взаимосвязанное многообразие живой природы, "*суть рост и воспроизведение; наследственность, почти необходимо вытекающая из воспроизведения; изменчивость, зависящая от прямого или косвенного действия условий жизни или от упражнения и неупражнения; прогрессия размножения, столь высокая, что она ведет к борьбе за жизнь и ее последствию – естественному отбору, влекущему за собой расхождение признаков и вымирание менее совершенных форм*" [Дарвин, 1952, с. 449–450]. Если, например, в царстве минералов рост является вполне обычным явлением, то морфологическая или кристаллохимическая эволюция минеральных видов, подобная палеонтологической эволюции, отсутствует. При заданных внешних условиях в состоянии термодинамического равновесия минеральное вещество всегда дает одни и те же кристаллические фазы, растворы, газы. В неравновесных условиях могут образовываться неравновесные фазы, имеющие при этом всегда одну и ту же кристаллическую структуру. Чисто абиотические системы при восстановлении первоначальных условий могут возвращаться в исходное состояние, тогда как исчезнувшие виды организмов никогда не восстанавливаются. Биологическая эволюция необратима и в этом, вероятно, также кроется самое существенное различие живого и неживого.

В.И. Вернадский [1980*а*] систематизировал различия живой и косной материи, выделив 16 признаков и разделив их на три группы: по энергетическим характеристикам, химическим процессам и пространственно-временным проявлениям (табл. 1).

Таким образом, жизнь как особое состояние природных тел характеризуется термодинамической неравновесностью, способностью к репродукции и способностью необратимо эволюционировать при сохранении устойчивости в течение длительного времени.

Таблица 1. Материально-энергетические отличия живых естественных тел биосферы от ее косных естественных тел [Вернадский, 1980*а*]

Косные естественные тела	Живые естественные тела
I. Среди косных дисперсных естественных тел биосферы нет тел, аналогичных телам живым. Дисперсные косные формы сконцентрированы. Как и живые, в биосфере, но они идут много глубже ее. Глубже, по-видимому, в гранитной оболочке их существование заглушается давлением. Они создаются в биосфере при умирании живого вещества (например, микроскопических организмов), из его отбросов и выделений, при движении газов или жидких фаз в ветрах, в движущихся водах, в нефтях и т.п. Они вносятся также в биосферу из нижних ее частей газами или жидкостями, вулканическими взрывами и извержениями, тектоническими движениями из более нижних земных оболочек. Они создаются обычными физико-химическими процессами и синтетически воспроизводятся в условиях наших лабораторий. Постоянно и непрерывно идет проникновение в биосферу дисперсных косных тел – космической пыли и метеоритов из космических просторов, – частью из галаксии.	I. Живые естественные тела проявляются только в биосфере и только в форме дисперсных тел, в виде живых организмов и их совокупностей – живого вещества. Они наблюдаются как в макроскопическом (поле тяготения), так и в микроскопическом разрезе реальности. Синтез живого естественного тела не был никогда воспроизведен. Выяснилось, что есть для этого какое-то основное условие, в лабораториях отсутствующее. Л. Пастер видел его в отсутствии в условиях лаборатории диссимметрии – особого состояния пространства. Возможно, но до сих пор не доказано проникновение живых естественных тел в биосферу из космического пространства.
II. Косные естественные тела чрезвычайно разнообразны и взятые в целом никакой единой генетической связи между собой не представляют.	II. Живые естественные тела представляют собой нечто единое целое – живое вещество биосферы – как морфологически, имея единую морфологическую еди-

Ничего общего, единого, аналогичного клетке, протоплазме и размножению – общих для всех естественных живых тел проявлений – для косных естественных тел биосферы нет.	ницу – клетку, так и материально-структурно, имея единую протоплазму, и, наконец, – динамически-структурно, всегда обладая размножением. Едва ли можно отрицать, что такое единство всех живых естественных тел связано с их генетическим единством в ходе времени.
III. В косных естественных телах и в природных явлениях нет различия и в химических проявлениях правизны и левизны для одного и того же химического соединения. Эти тела химически в них идентичны. Правизна и левизна строго подчинены законам симметрии твердого однородного тела (монокристалла). В частности, количество правых и левых кристаллических многогранников одного и того же химического соединения, одновременно образующихся в косной среде, – одинаково. “Дисперсные капли”, т.е. однородные кристаллические многогранники, – индивиды твердого химического соединения, во внутреннем своем строении резко отличаются от обыкновенного (изотропного) пространства Эвклидовой геометрии, но из рамок этой геометрии не выходят. Правизна и левизна в косных естественных телах геометрически и химически тождественны. Всегда оба проявления присутствуют в одинаковом числе и химически неотличимы. Можно утверждать, что эта тождественность – химическая – правых и левых форм есть	III. Химическое различие правых и левых форм одного и того же химического соединения характеризует состояние физического пространства, занятого телом живого организма, и его проявлений в окружающей его среде, в биосфере. В твердых (кристаллических и мезоморфных) и жидких продуктах, образуемых биохимическими процессами, это химическое неравенство резко проявляется. Преобладают или правые, или левые изомеры. Это проявляется резко и глубоко в свойствах живого вещества биосферы, вплоть до молекул, строящих его тела. Законы симметрии твердого кристаллического состояния материи резко нарушены. Такие состояния пространства, занятого телом живого вещества, создаются в биосфере только из ранее существовавших живых естественных тел. Получаются рождением (принцип Реди). Можно здесь видеть проявление принципа Кюри. По-видимому, прав Л. Пастер, что для основных для жизни первичных химических соединений существуют внутри тела организма (в его физическом пространстве)