

РАЗДЕЛ II. ЖИВАЯ МАТЕРИЯ

Живая материя – это материальная субстанция, характеризующаяся процессами формирования, развития и взаимодействия живых организмов в масштабах космоса. Живая материя – это вторичное состояние вещества и поля, определяемое: углеродорганической белково-нуклеиново-водной основой; диссимметричностью внутренней материально-энергетической среды; необратимостью; неравновесностью и направленностью физико-химических процессов; избирательной способностью организмов в отношении к изотопам химических элементов; самовоспроизведением: самообновлением белковых тел, в основе которого лежит саморепликация¹, а также двухуровневой (белково-нуклеиновой) атомистической организацией. Данные характеристики в комплексе формируют новое качественное свойство материи – сложнотрансфункциональность, позволяющее выделить живую материю в самостоятельное космологическое явление.

Г. П. Гладышев
(г. Москва, Россия)

ЧТО ТАКОЕ ЖИЗНЬ

С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Понятие «биологическая жизнь», или просто «жизнь», – центральное в биологии. Оно фигурирует во всех разделах биологических и смежных наук. Например, термины «жизнь», «продолжительность жизни», «здоровая жизнь» используются в эволюционном учении, в науках о старении организмов (геронтологии), во многих разделах медицины. Однако термин «жизнь» довольно неоднозначный, поскольку не существует строгого универсального определения этого понятия [см.: 9; 11]. Определение упомянутого термина с позиции общих законов природы [см.: 1; 3–5] и движущих сил развития биологической материи позволило бы с единых позиций более глубоко изучать разнообразные биологические системы и явления. Настоящая работа посвящена попытке сформулировать представление о жизни как био-физико-химическом явлении с учетом достижений термодинамической теории эволюции и старения живых систем, основы которой были заложены автором в 70-х годах прошлого века [см.: 2].

Многообразие жизни

Известно много различных определений явления биологической жизни как одной из форм существования материи. Ряд из этих определений используют данные о химическом составе живых объектов, обмене вещества живой материи, хранении и передаче генной информации и различных

¹ Саморепликация – это удвоение молекулы ДНК с передачей рождающейся клетке генетической информации.

признаках, характеризующих явление жизни. Таких признаков достаточно много [см.: 9; 11–14]. Поэтому иногда отмечают, что ни одно из существующих определений жизни не является универсальным. Однако можно попытаться дать определение жизни на основе общих законов природы, опираясь на современные достижения в области точных наук – физики, физической химии и физико-химической биологии [см.: 2–8; 10; 12–14].

Если принять во внимание, что жизнь – неотъемлемая составляющая эволюции материи, то целесообразно определить явление жизни с позиции движущих сил эволюции материальных систем. Эти движущие силы представляются нам «двойными силами». Они определяют направленность **несамопроизвольных процессов** (индуцированных за счет притока в систему энергии извне) и **самопроизвольных процессов**, протекающих собственно в самой системе. Указанные процессы наблюдаются на наноуровне и высших иерархических уровнях организации живой материи.

Таким образом, учитывая общие законы природы, а также законы физической химии, прежде всего, – термодинамики Гиббса – Клаузиуса в ее классическом понимании [см.: 1], – жизнь можно характеризовать следующим образом.

Жизнь – проявление одной из форм существования материи, неотъемлемо связанное с круговоротом вещества, протекающего под действием потока энергии, прежде всего, – энергии Солнца.

Жизнь – явление, обусловленное самопроизвольным синтезом (например, фотосинтезом) сравнительно малостабильных химических веществ. Она характеризуется возникновением под влиянием физических факторов и действием термодинамических сил, самообновляющихся супрамолекулярных полииерархических структур, состоящих из воды, органических и неорганических соединений разнообразной природы. Эти структуры возникают и функционируют, в основном, в близких к равновесию условиях, существующих внутри самих живых объектов. Более того, жизнь возможна только в определенных диапазонах колебания температур, давлений и других термодинамических параметров окружающей среды. Жизнь возникает и развивается в квазиравновесных динамических квазизакрытых системах (подсистемах), входящих в состав природных открытых систем.

В определенных диапазонах изменений термодинамических и физических параметров окружающей среды, а также под влиянием некоторых механических факторов (например, сил Кориолиса), возможно одновременное существование хиральных химических – молекулярных и супрамолекулярных – образований. Следует подчеркнуть, что организмы, популяции и другие высшие структуры также являются сложными

супрамолекулярными образованиями [см.: 12–14]. Условия окружающей среды допускают наличие обмена веществ на всех иерархических уровнях живой материи, что способствует возникновению и сохранению живых существ. Однако следует заметить, что химическая эволюция плавно переходит в биологическую эволюцию. Отсюда следует, что трудно провести грань между живой и неживой материей. Можно только договориться об условном переходе, разделяющем эти формы существования материи.

В сжатой общей формулировке жизнь можно определить как **явление существования энергозависимых динамических самообновляющихся иерархических структур, востребованных термодинамикой.**

Жизнь – явление, востребованное кинетической иерархической термодинамикой, допускающей, что функции состояния исследуемых систем имеют реальный физический смысл [см.: 2–6]. Другими словами, с позиции термодинамики собственно самих живых систем их близкое к равновесию эволюционное развитие и преобразование можно характеризовать с помощью соответствующих функций состояния образования этих систем. Для этих целей удобно пользоваться удельной функцией Гиббса (Гельмгольца) образования подобных систем. Живые системы представляют собой растущие («раздувающиеся», начиная с наноуровня) полииерархические хроматографические (разделительные) колонки, в многочисленных ячейках которых протекают квазиравновесные молекулярные и супрамолекулярные превращения, а также превращения структур высших иерархий. Примером «хроматографической колонки» социальной иерархии является «местообитание» популяции, где наблюдается отбор наиболее стабильных организменных структур. Такой отбор инициируется физическими факторами посредством взаимодействия супрамолекулярных рецепторов организмов («аур» организмов), воспринимающих потоки вещества и энергии на нано- и макроуровнях. Как хорошо известно, подобные живые колонки являются квазиравновесными квазизакрытыми системами. Аналогичными системами являются лабораторные (неживые) колонки, широко используемые в молекулярной равновесной (квазиравновесной) хроматографии.

Таким образом, приток энергии извне, а также термодинамика процессов образования близких к равновесию иерархических систем, определяют возникновение и поддержание жизни. Жизнь, подобная нашей жизни, может возникать **только при определенных условиях** на небесных телах. Однако отдельные молекулярные и супрамолекулярные компоненты живых систем могут появляться и существовать в разнообразных условиях, например, в условиях космоса.

Функции состояния и направленность процессов

Понимание общих законов природы, управляющих процессами развития и самовоспроизведения живых систем, существенно упрощается благодаря известным представлениям о функциях состояния. Функции состояния имеют полные дифференциалы и однозначно характеризуют системы в заданных точках пространства при постоянстве известных физических и термодинамических параметров.

Использование функций состояния открывает путь осознания единства эволюционного развития и преобразования материального мира на строгой физической основе. При притоке энергии в систему изменение функций состояния характеризует преобразование этой системы вследствие несамопроизвольных процессов. Они (функции состояния) также позволяют устанавливать направление самопроизвольных процессов и определять степень их завершенности внутри собственно самой системы. Изменение определенных функций состояния образования систем характеризуют изменения термодинамической стабильности этих систем. Так, изменение во времени удельной величины супрамолекулярной функции Гиббса образования живой системы (вследствие вариации ее химического состава) связано с термодинамическим механизмом изменения супрамолекулярной стабильности структуры этой системы. Упомянутая стабильность стремится к относительно максимальной величине, что соответствует относительно минимальному значению функции Гиббса образования упомянутой супрамолекулярной системы. При достижении этой максимальной величины стабильности процесс жизнедеятельности соответствующей системы завершается, и упомянутая система деградирует с образованием сравнительно стабильных, в условиях окружающей среды, химических веществ, вновь включающихся в круговорот веществ.

Термодинамическое описание круговорота вещества

Для термодинамического описания процессов возникновения жизни и ее эволюции, как уже указывалось, удобно пользоваться функцией Гиббса (свободной энергией Гиббса) образования супрамолекулярной живой системы, удельная величина которой в онтогенезе и филогенезе (эволюции) стремится к минимуму.

Старение организмов и эволюция живых систем протекают в соответствии с законом временных иерархий и принципом стабильности вещества. Термодинамические механизмы (механизмы изменения функций состояния систем во времени) эволюционных превращений в живых системах, и в круговороте вещества в целом, рассмотрены в многочисленных публикациях автора [см.: 2–8].

Схемы круговорота вещества с позиции иерархической термодинамики представлены в работах [6–8].

Условия существования жизни должны соответствовать температурам, давлениям и другим физико-химическим параметрам окружающей среды, когда прочность химических связей в молекулах метаболитов, будучи сравнительно высокой, однако, все же соизмерима с прочностью связей, возникающих при образовании супрамолекулярных структур организмов.

Супрамолекулярная термодинамика (или нанотермодинамика), согласно принципу стабильности вещества, делает отбор сравнительно химически малостабильных молекул при образовании супрамолекулярных структур, которые объединяются в органеллы, клетки, организмы, популяции и т. д. [см.: 6–8].

Как уже указывалось, живые системы представляют собой растущие раздувающиеся хроматографические колонки, в ячейках которых претерпевают химические превращения молекулы, поступающие в организм. Часть вещества накапливается в организме, что сопровождается его ростом. Однако большинство продуктов жизнедеятельности выводится из организма. Удаленные из системы молекулы метаболитов замещаются новыми подобными молекулами, что способствует сохранению, хотя и несколько трансформированных, супрамолекулярных образований в живых системах.

В настоящей статье сделан акцент на жизнь в условиях нашей планеты, которая (жизнь) существует при наличии трех агрегатных состояний воды. На других планетах возможны иные формы жизни, в основном примитивной. Не исключено, что подобная примитивная жизнь может существовать в среде жидких углеводородов или других веществ, где она может быть востребована иерархической термодинамикой.

Выводы

Явление жизни легко осознать в рамках общих законов природы без привлечения «неравновесной термодинамики, далеких от равновесия систем», которые не могут быть, в принципе, охарактеризованы посредством функций состояния. Жизнь может быть изучена без использования представлений синергетики, нефизических математических моделей и известных, физически неоправданных, эклектических концепций.

Жизнь – явление существования многообразных энергозависимых динамических самообновляющихся (в условиях близких к равновесию) структур, востребованных иерархической термодинамикой. Жизнь, в различных формах ее проявления, – неотъемлемая составляющая эволюционного развития материи.

Автор выражает глубокую благодарность профессорам В. Н. Анисимову, А. А. Акаеву, В. А. Дурову, В. П. Казакову, Ю. Б. Монакову, К. В. Судакову и Л. Тимсу за поддержку.

Литература

1. *Gibbs J. W.* The Collected Works of J. Willard Gibbs: Thermodynamics. – New York : Longmans, Green and Co., 1928. – Vol. 1. – P. 55–349.
2. *Gladyshev G. P.* On the Thermodynamics of Biological Evolution // Journal of Theoretical Biology. – 1978. – Vol. 75. – Issue 4. – Dec 21. – P. 425–441.
3. *Gladyshev Georgi P.* Thermodynamics Theory of the Evolution of Living Beings. – Commack, New York: Nova Science Publishers, Inc., 1997. – 142 P.
4. *Гладышев Г. П.* Супрамолекулярная термодинамика – ключ к осознанию явления жизни. Что такое жизнь с точки зрения физикохимика. Изд. второе / Институт компьютерных исследований. «Регулярная и хаотическая динамика». – Москва – Ижевск, 2003. – 144 с.
5. *Gladyshev G. P.* The Second Law of Thermodynamics and the Evolution of Living Systems. – Journal of Human Thermodynamics. – 2005. – Vol. 1. – Issue 7. – December. – P. 68–81. – Режим доступа: *Gladyshev Georgi P* <http://www.humanthermodynamics.com/JHT/Second-Law-Systems-Evolution.html>
6. *Gladyshev G. P.* Life is inalienable component of matter evolution // Adv. Gerontol. – 2005. – Vol. 16. – P. 21–29; *Gladyshev Georgi P.* The Principle of Substance Stability is Applicable to all Levels of Organization of Living Matter // Int. J. Mol. Sci. – 2006. – 7. – P. 98–110.
7. *Gladyshev Georgi P.* The invited speaker and guest. Lecture. The thermodynamic theory of aging in action: medical nutrition recommendations for patients of any age. Anti-Aging Therapeutics. – Ed. Dr.R. Klats and Dr.R. Goldman. – Volume IX, American Academy of Anti-Aging Medicine (A4M). – 2007, Chicago, – IL, USA. – Chapter 20, P. 135–152.
8. Gladyshev G.P. Leonhard Euler's methods and ideas live in the thermodynamic hierarchical theory of biological evolution // International Journal of Applied Mathematics and Statistics – (IJAMAS). – 2007. – Vol. 11. – N07, November. – P. 52–68. – Режим доступа: <http://www.ceser.res.in/ijamas/cont/2007/ams-n07-cont.html>.
9. Green N., Stout G., Taylor D. (Ed. Soper R.). – 1993. – Biological Science. – Cambridge University Press, Cambridge. – Russian translation. – Mir. – Moscow. – Vol. 3. – 374 P.
10. Hierarchical thermodynamics. – Режим доступа: <http://www.eoht.info/page/Hierarchical+thermodynamics>
11. Life. – Режим доступа: <http://www.eoht.info/page/What+is+life%3F+%28theories+of+existence%29;>
<http://en.wikipedia.org/wiki/Life;>
<http://www.eoht.info/page/Molecular+evolution+table;>
<http://www.eoht.info/page/Life;> <http://www.eoht.info/page/Aging>.
12. Thims Libb. The Human Molecule. – Morrisville, NC: LuLu, 2008. – 120 P.
13. Thims Libb. Human Chemistry. – Volume 1. – Morrisville, NC: LuLu, 2007. – 392 P.
14. Thims Libb. Human Chemistry. – Volume 2. – Morrisville, NC: LuLu, 2007. – 438 P. – Режим доступа: <http://www.humanchemistry.net/>.

