

---

---

# ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ГЕОСФЕР

---

---

УДК 316.012

DOI 10.29003/m3145.0514-7468.2023\_45\_1/4-14

## ЭНЕРГИЯ И БИОСФЕРА В.И. ВЕРНАДСКОГО (вклад российских учёных в решение фундаментальных проблем энергогенерации)

А.В. Смуров, А.Б. Шаповалов\*

*В статье приводится краткий анализ процесса непрерывной самоорганизации (эволюции) живого вещества в потоке Первичной энергии. Особое внимание уделено человеку – виду *Homo sapiens*, овладевшему особыми, несвойственными ни одному из каких-либо других видов способами энергогенерации – трансформации непрерывного потока Первичной энергии. Энергогенерация и «научная мысль» позволила человечеству стать, по В.И. Вернадскому, «геологической силой», вовлечь значительные ресурсы планеты в процесс собственной непрерывной самоорганизации и социализации индивидуумов. Научная формализация процессов, используемых для получения энергии, значительно ускорила развитие социума и фактически стала предпосылкой для научно-технической революции. Показано, что именно российские и, в большей степени, советские учёные внесли определяющий вклад в фундаментальные научные основы энергогенерации, обуславливающий современный процесс самоорганизации человечества и социализацию людей. Снижение совокупной эффективности энергоресурсов ниже определённого порога представляет собой опасный и трудноразрешимый вызов для промышленных экономик мира и цивилизации в целом, вызывая конфликтные ситуации. Рассмотрена альтернативная апокалиптическому сценарию развития человечества концепция распределённой энергогенерации, основанная на саморегуляции энергопотребления индивидуом. Распределённая энергогенерация, по мнению авторов, может определить новые феномены социализации и инициировать, согласно учению В.И. Вернадского, переход биосферы в ноосферу.*

**Ключевые слова:** учение В.И. Вернадского, биосфера, живое вещество, энергогенерация, экзотермическое окисление, нанодеструкция отходов, самоорганизация, социализация, эволюция социума, отечественные учёные.

---

\* Смуров Андрей Валерьевич – д.б.н., профессор, МГУ имени М.В. Ломоносова, [smr49@mail.ru](mailto:smr49@mail.ru); Шаповалов Александр Борисович – научный сотрудник, Московский университет имени С.Ю. Витте, [shapovalov-ab@yandex.ru](mailto:shapovalov-ab@yandex.ru).

**Ссылка для цитирования:** Смуров А.В., Шаповалов А.Б. Энергия и биосфера В.И. Вернадского (вклад российских учёных в решение фундаментальных проблем энергогенерации) // Жизнь Земли. Т. 45, № 1. С. 4–14. DOI: 10.29003/m3145.0514-7468.2023\_45\_1/4-14.

Поступила 06.02.2023 / Принята к публикации 08.02.2023

## **ENERGY AND THE BIOSPHERE BY V.I. VERNADSKY (contribution of Russian scientists to solving fundamental problems of energy generation)**

**A.V. Smurov<sup>1</sup>, Dr. Sci (Biol.), A.B. Shapovalov<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Lomonosov Moscow State University (Earth Science Museum),

<sup>2</sup> Moscow Witte University

*The paper provides a brief analysis of the process of continuous self-organization (evolution) of living matter in the flow of Primary energy. Particular attention is paid to humans (Homo sapiens), who have taken possession of special methods of energy generation, not characteristic of any other species, namely, the transformation of the continuous flow of Primary energy. Energy generation and “scientific thought” have allowed humanity to become, according to V.I. Vernadsky, a “geological force”, to involve significant resources of the planet in the process of its own continuous self-organization and socialization of individuals. The scientific formalization of the processes used to generate energy significantly has accelerated the development of society and has actually become a prerequisite for the scientific and technological revolution. It is shown that they were Russian and, to a greater extent, Soviet scientists who have made a decisive contribution to the fundamental scientific foundations of energy generation, which determines the modern process of self-organization of mankind and people socialization. Reducing the overall efficiency of energy resources below a certain threshold is a dangerous and intractable challenge for the industrial world economies and civilization as a whole, causing conflict situations. An alternative to the apocalyptic scenario of human development, the concept of distributed energy generation based on self-regulation of energy consumption by a single individual is considered. Distributed energy generation, according to the authors, could determine novel socialization phenomena and initiate, according to V.I. Vernadsky’s teaching, the transition of the biosphere into the noosphere.*

**Keywords:** V.I. Vernadsky’s teaching, biosphere, living matter, energy generation, exothermic oxidation, waste nanodestruction, self-organization, socialization, evolution of society, domestic scientists.

**For citation:** Smurov, A.V., Shapovalov, A.B., “Energy and the biosphere by V.I. Vernadsky (contribution of Russian scientists to solving fundamental problems of energy generation)”, *Zhizn Zemli* [Life of the Earth] 45, no 1, 4–14 (2023) (in Russ., abstract in Engl.). DOI: 10.29003/m3145.0514-7468.2023\_45\_1/4-14.

*«Многие вещи нам непонятны не потому, что наши понятия слабы, но потому, что сии вещи не входят в круг наших понятий».*

Козьма Прутков

**Введение.** В своих работах Владимир Иванович Вернадский постоянно обращается к роли «живого вещества» в формировании и протекании современных глобальных геохимических круговоротов, затрагивающих все внешние оболочки Земли. Учение В.И. Вернадского о биосфере и ноосфере – это учение о единстве живого и косного, о связи земных и космических процессов, о роли «научной мысли» в современных био-

сферных процессах. В своих рабочих записях марта 1920 г. [4, с. 181] В.И. Вернадский пишет: «Картина мира, сведённая к энергии и материи (выделено В.И. Вернадским), если мы попытаемся сейчас на неё взглянуть без предубеждения, явно не отвечает действительности». Там же [с. 182]: «Сознание человечества становится той «силой», тем фактором, который мы должны принимать во внимание, когда изучаем великий природный процесс (*геохимическое действие человечества – авт.*), как должны принимать во внимание материальную среду, в которой идёт этот процесс, или те формы энергии, например, всемирное тяготение, которое в них проявляется». Далее, рассуждая о материи и энергии, В.И. Вернадский пишет «Материя может быть фактически приведена в связь с энергией (кванты, электроны, эфир – в разных построениях). Но в мире есть еще регуляторы энергии – сознание, та сила, которая находится в хлоропласте с хлоростомом и т. д. Духовное начало?» [там же, с. 183]. Из приведённых выше цитат, очевидно, следует, что Владимир Иванович Вернадский фактически предугадал и определил значимость человеческого сознания и постоянно пополняемой научной базы знаний человечества, предугадал и определил значимость Первичной энергии – энергии поглощаемых и трансформируемых земными процессами космических факторов (прежде всего солнечной энергии), эндогенной энергии планеты, энергии атомов, в самоорганизации социума и возможности перехода биосферы в ноосферу.

**Роль энергии в биосферных и социальных процессах.** Энергия – интегральная мера различных форм движения и взаимодействия материи, обеспечивает протекание всех материальных (вещественных) процессов в Природе, а опосредованно – и нематериальных (социальных) процессов в Обществе. Необходимым и достаточным условием, определяющим протекание природных и социальных процессов, *базовой аксиомой существования всех форм материи является трансформация энергии* [12]. Протекание процессов происходит во времени. Наличие и однородность времени определяет фундаментальный закон сохранения энергии, а *однородность пространства и времени* (для материальных и нематериальных систем) – закон инерции [13].

В непрерывном потоке Первичной энергии, поглощаемых Землей экзогенных космических факторов и эндогенных процессов планеты самоорганизуется эндогенное вещество нашей планеты [18]. Самоорганизация соединений биогенных элементов (углерода, азота, фосфора, кальция, натрия, железа и т. д.) сформировала в водной среде живое вещество<sup>1</sup> – множество саморазвивающихся биологических систем разной степени сложности: видов – от бактерий до человека, сообществ – от популяций до биоценозов и экосистем.

Эволюция самоорганизации живого вещества непосредственно связана с получением, накоплением и сохранением, обработкой и использованием в целях энергогенерации информации об окружающей действительности. Особое место в эволюции и самоорганизации живого вещества на планете занял возникший относительно недавно в геологической летописи Земли вид *Homo sapiens* – человек. Только человек научился сохранять и использовать накопленную и постоянно пополняемую информацию о мироздании на внешних относительно живого вещества носителях – от наскальной живописи и клинописи до современных информационных баз данных, «облачных» технологий и искусственного интеллекта. Именно накопленная, постоянно пополняемая, сохранённая информация (база знаний) позволила человечеству освоить самые разнообразные способы трансформации Первичной энергии (энергогенерации) и пройти путь

<sup>1</sup> Термин «живое вещество» введён В.И. Вернадским в отношении совокупности всех живых организмов, существующих в данный момент на Земле вне зависимости от их систематической принадлежности.

от первобытнообщинного строя до современности. В учении В.И. Вернадского о живом веществе, в его рассуждениях об энергии и материи, в учении о переходе биосферы в ноосферу красной нитью проходит мысль, что именно человек благодаря своим знаниям овладел гигантскими энергетическими ресурсами, стал той геологической силой, которая постоянно растёт с развитием цивилизации. Именно знания и энергетические возможности определяют основные свойства непрерывного развития и структуризации (самоорганизации) человечества: адаптивность, социализацию и иерархическую структуризацию общества.

В рамках непрерывного потока Первичной энергии сформировались все биогеохимические циклы, в которых варьируется вещество нашей планеты. Причём вариации реализуются в циклах исключительно рекомбинацией связей атомов, электронов и ядер атомов при постоянстве их общего числа и изотопного состава. Выделяется единственная форма трансформации Первичной энергии, отличная от круговорота [19]. Это непрерывный однонаправленный поток *самоорганизации материи в виде живого вещества* в биосфере.

Интенсивное вовлечение человечеством разнообразных ресурсов планеты, прежде всего энергоносителей (включая продовольственные ресурсы), привело к необходимости координации ресурсных потоков и, в процессе самоорганизации, к структуризации человеческого общества. В итоге доминанта функционала<sup>2</sup> социализации оформилась в распределённую систему институтов (племена, религии, государства и т. п.) со своим набором институций (норм, обычаев, поведения и т. п.).

**Эволюция и формализация процессов энергогенерации и энергопотребления.** Энергетические потребности, необходимые для поддержания жизни любого консумента, в том числе человека, обеспечиваются пищей и базируются на потреблении углеводородсодержащих энергоносителей (УСЭ) в виде углеводов, белков, жиров энергоёмкостью для взрослого человека в среднем около 2000 ккал/день. При этом энергия пищи (те самые примерно 2000 ккал/день) частично используется оперативно, частично резервируется в организме, в основном в виде уже собственных липидов.

На определённом периоде самоорганизации человек *Homo sapiens*, накопив знания (информационную базу), обеспечил вовлечение растительных УСЭ не только в пищу, но и в управляемый процесс извлечения тепловой энергии путём сжигания растительных УСЭ (дрова). Как следствие, потребление энергии в социуме *Homo sapiens* увеличилось до 5000 ккал/день на индивида. Вполне естественно, что это привело к вовлечению в процесс направленной непрерывной самоорганизации человечества и иных ресурсов.

Непрерывная самоорганизация социума к середине XVIII века вовлекает в свой процесс химическую энергию накопленных в биосфере УСЭ (каменного угля, нефти, газа, горючих сланцев и т. д.). Антропогенное преобразование химической энергии УСЭ в тепловую и механическую, а затем, в XX веке, и в электрическую, увеличивает потребление энергии в социуме примерно до 48 000 ккал/день на индивида [25]. При этом потребление энергии индивидом по регионам мира крайне неравномерно.

Современный процесс непрерывной самоорганизации социума обеспечивается от 86 до 90 % экзотермическим окислением (сжиганием) более 10 млрд т/год в нефтяном эквиваленте УСЭ. Прогнозы развития энергогенерации с 2016 до 2040 г. оценивают её рост более чем на 35 % преимущественно за счёт экзотермического окисления ископа-

<sup>2</sup> В математическом представлении «функционал» – это произвольное отображение из множества в любое множество (безотносительно природы элементов, над которыми операции производятся). Этим определяется топология пространства с дополнительной математической структурой.

емых УСЭ [25]. На современном этапе развития социума, надежды на альтернативные источники энергии (гидроэнергетика, атомная энергетика, возобновляемые источники и др.) призрачны и ограничиваются пределами до 14–15 %.

Естественно, что постоянно растущая потребность социума в интенсификации процессов энергогенерации требовала и их формализации, научного изучения и математического описания процессов экзотермического окисления УСЭ. Такая формализация создаёт научную базу (базу знаний), обеспечивающую вовлечение и более эффективное использование УСЭ в процессе непрерывной самоорганизации социума. Ответом на этот социальный запрос стали первые попытки формализации процессов экзотермического окисления. В 1660 г. англо-ирландский физик и химик Р.К. Бойль определил пламя (огонь) как особый химический элемент или вещество. На основании этого в 1667 г. немецкий химик И.И. Бехер ввёл понятие «огненной субстанции» – флогистона. В свою очередь, немецкий медик и химик Г.Э. Шталь, на основе своих наблюдений с 1697 по 1723 гг., определил процесс горения как выделение особого вещества огня – флогистона [28].

Однако уже в 1756 г. эти представления были опровергнуты российским академиком М.В. Ломоносовым, обосновавшим горение как реакцию химического взаимодействия вещества с воздухом [14]. Результаты были сообщены М.В. Ломоносовым на конференции Императорской Академии наук<sup>3</sup>, но не опубликованы, и поэтому не получили мировой известности в своё время. И только спустя 17 лет французский учёный А.Л. Лавуазье установил фундаментальную роль кислорода в горении, подтвердив окислительный характер горения в 1773–1775 гг.

Следующий прорыв в познании экзотермических реакций совершён российским академиком Г.И. Гессом в 1840 г., открывшим фундаментальный закон термохимии о зависимости теплового эффекта химической реакции исключительно от природы и физического состояния исходных веществ и продуктов реакции [5]. Закон вошёл в анналы науки как «закон Гесса».

Ядром в познании экзотермического окисления явилось открытие на основе экспериментов 1894–1890 гг. российским физиком В.А. Михельсоном влияния физических параметров на процесс горения. Открытие В.А. Михельсона было связано с работами французов Э. Малляра и А. Ле Шателье [26]. В итоге человечество обогатилось законом распространения пламени. На основе этого закона, носящего его имя, В.А. Михельсон разработал тепловую теорию взрывного горения [16].

Впервые роль промежуточных продуктов в реакциях экзотермического окисления выявил российский и советский академик А.Н. Бах. На основе своих ранних работ 1896–1897 гг., А.Н. Бах сформулировал фундаментальную теорию перекисного автоокисления [2]. Теория перекисного автоокисления А.Н. Баха, фактически первая теория биологического окисления, объяснила и самопроизвольно протекающие процессы окисления, являющиеся, в том числе, причиной самовозгорания различных веществ.

В 1897 г. Д.И. Менделеев разработал методiku приближённого определения низшей теплоты сгорания отдельных видов горючих веществ в реакциях экзотермического окисления [15], которая актуальна и в современных инженерных расчётах энергогенерации.

В 1924 г. советский академик Н.Н. Семёнов<sup>4</sup> совместно с физиком Ю.Б. Харитоном обнаружили критическую плотность и температуру конденсации в процессах горения. Критические явления, задающие предел протекания химической реакции, были обнару-

<sup>3</sup> Протоколы заседаний конференции Императорской Академии Наук с 1725 по 1808 годы. Т. II, С.-Петербург, 1899.

<sup>4</sup> Н.Н. Семёнов – основатель кафедры химической кинетики в МГУ.

жены в процессах окисления ряда веществ. Работы Н.Н. Семёнова по тепловому взрыву 1926–1928 гг. легли в основу современного представления об экзотермическом окислении (горении) [20]. Это позволило моделировать процессы распространения пламени, детонацию, горение взрывчатых веществ. За работы по раскрытию фундаментальных природных механизмов разветвлённых цепных реакций и теплового самовоспламенения (взрыва) академик Н.Н. Семёнов был удостоен Нобелевской премии (1956 г.). В 1962 г. Н.Н. Семёнов совершает новое открытие<sup>5</sup> – «Явление энергетического разветвления цепей в химических реакциях».

В 1938 г. советский физик Д.А. Франк-Каменецкий развил теорию теплового взрыва [22], а также, вместе с советским академиком Я.Б. Зельдовичем, теорию распространения ламинарного пламени в предварительно перемешанных смесях [9].

В том же 1938 г. советский инженер и учёный А.Ф. Беляев открыл фундаментальное природное явление: горение летучих веществ происходит в газовой фазе [3]. Таким образом, вопрос о скорости горения веществ был сведён к вопросу о скорости горения в газовой фазе. Это легло в основу создания Я.Б. Зельдовичем в 1942 г. фундаментальной теории горения порохов и взрывчатых веществ, основанной на теории распространения пламени в газовой фазе [6].

В 1940-е гг. Я.Б. Зельдович создаёт фундаментальную теорию детонации [7], названную моделью ZND – по имени Зельдовича, американского физика-математика Д. фон Неймана и немецкого физика В. Дёринга, которые позже независимо пришли к схожим результатам.

В середине 40-х гг. XX века Я.Б. Зельдовичем совместно с П.Я. Садовниковым и Д.А. Франк-Каменецким был открыт и формализован фундаментальный природный механизм окисления молекулярного азота атомарным кислородом при высоких температурах в зоне горения [8]. В историю этот природный механизм вошёл под названием «Термический механизм Зельдовича».

В 1939–1940 гг. Я.Б. Зельдович и Ю.Б. Харитон *впервые* теоретически показали, что при небольшом обогащении природного урана <sup>235</sup>U можно создать условия для непрерывного деления атомных ядер, то есть придать процессу цепной характер [10].

Представление экзотермического окисления в виде математических моделей процессов энергогенерации на основе УСЭ позволило на сегодняшний день реализовать инженерные решения, увеличившие потребление энергии процессом непрерывного развития и структуризации (самоорганизации) человечества на порядок.

**Целесообразность и эффективность использования вовлекаемых в энергогенерацию ресурсов.** Поскольку непрерывная самоорганизация социума и, соответственно, социализация основаны на энергии вовлекаемых ресурсов, безусловно, необходима оценка целесообразности и эффективности их использования. Снижение совокупной эффективности энергоресурсов социума ниже порога  $EROEI^6 = 9:1$  не обеспечит даже существующую самоорганизацию социума и приведёт к его стагнации. Для примера,  $EROEI$  нефти и газа колеблется от 20 до 40 получаемых единиц энергии к единице затраченной,  $EROEI$  солнечных батарей – от 1,5 до 2,5, а  $EROEI$  водорода меньше 1, то есть нерентабельна. Исходя из этого, динамика снижения  $EROEI$  за счёт отказа от ископаемых углеводородсодержащих энергоресурсов представляет собой очень опасный и трудноразрешимый вызов для промышленных экономик мира и цивилизации в целом [27].

<sup>5</sup> Государственный реестр открытий СССР № 172 с приоритетом от 1962 г.

<sup>6</sup>  $EROEI$  (*energy return on energy investment*) – соотношение производимой энергии к затраченной, энергетическая рентабельность. Своеобразный аналог КПД процесса.

Для поддержания современного уровня непрерывной самоорганизации социума необходим не просто избыток энергии, а избыток в большом объёме. Как показывают оценки энергоресурсов, непрерывная самоорганизация социума, обеспечивающая неконфликтное развитие, возможна исключительно при вовлечении энергоресурсов с очень высоким EROI не менее 100 (такое EROI достигается пока только в гидроэнергетике), либо очень большого количества энергоресурсов с EROI не менее 15:1 [23].

Современные фундаментальные противоречия между ресурсами и притязаниями на них формируют в социуме конфликтный потенциал. Эти противоречия являются соблазнительным инструментом различных международных спекуляций и политических манипуляций.

Не секрет, что современные функционалы социума<sup>7</sup> ограничивают доступность ресурсов для индивида. Постоянному экспоненциальному росту потребления энергии социумом традиционно соответствовал экспоненциальный рост численности социума и, соответственно, рост потребления энергии индивидом. Однако рост потребления энергии в расчёте на индивида в последние годы практически исчез [23, 25].

Антропогенные ограничения потребления энергии индивидом приводят к разрушению традиционной социализации. Участники социума перестают отождествлять себя с современным «воображаемым сообществом», вплоть до гендерной деменции [1]. Вполне естественно, что феномены социализации<sup>8</sup> смещаются в область маргинальных систем [21]. Антропогенные ограничения доступности ресурсов *нарушают естественный эволюционный ход самоорганизации* общества. Вероятно, именно поэтому социум, как биологическая самоорганизующаяся система, реагирует на усугубляющиеся деструктивные тенденции конфликтами разного масштаба, вплоть до мировых.

Возможным путём, меняющим развивающийся в настоящее время апокалиптический сценарий развития социума, может стать развитие так называемой распределённой энергогенерации (распределённой энергетики). Распределённая энергогенерация подразумевает самостоятельную генерацию потребителями энергии за счёт источников компактных размеров или мобильных конструкций, производящих тепловую и электрическую энергию для собственных нужд (электрогенераторы и отопительные котлы на УСЭ, ветрогенераторы, солнечные батареи и т. п.), а также направляющих излишки в общую распределительную сеть (электрическую или тепловую).

Система формируется на принципах распределённого реестра (блок-чейна), обеспечивающего независимость источников энергогенерации [11]. Единая распределённая система энергогенерации предполагает объединение территориально удалённых индивидуальных источников, локальных сетей и их кластеров. В такой системе коммутация энергопотоков не критична к спонтанности и может происходить в различном порядке (недетерминизм). Система распределённой энергогенерации органически включает экобезопасную энергогенерацию на основе любых УСЭ [23] и природных факторов: излучения солнца, ветра, атмосферного электричества, движения воды, геотермальных процессов, биоэнергетики и т. п.

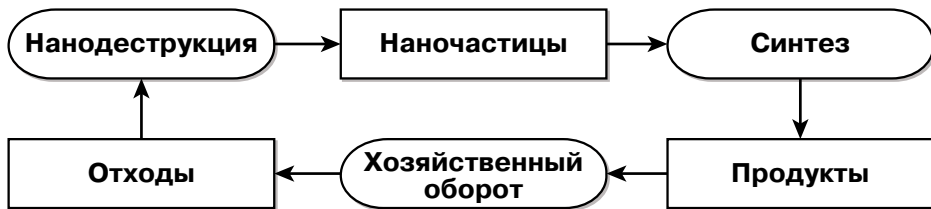
Важным энергоресурсом в системе распределённой энергогенерации могут стать бытовые отходы и технология нанодеструкции накопленных и постоянно пополняемых человечеством отходов (вторичных ресурсов). Технология «*Деструкция вещества отходов на наноразмерные частицы и формирование из них товарного продукта*» была разработана А.Б. Шаповаловым и удостоена в 2009 г. международной награды

<sup>7</sup> Функционалы – многочисленные отдельные функции социума (включая запреты) относительно индивида.

<sup>8</sup> Формирование различных социальных групп.

(блок-модель технологии представлена на **рисунке**). Из основных физических законов следует, что энергетически более целесообразна «разборка» вещества на наночастицы и/или молекулы и дальнейшая «сборка» из них заданного ликвидного продукта. Существующий инструментарий преобразования вещества (отходов) позволяет получать заданный продукт в рамках определённых требований [23, 24].

Технология нанодеструкции формирует практически замкнутый оборот вещества. Собственно, это и есть реализация рециклинга отходов, определённая еще в 1992 году ООН как одна из генеральных задач развития социума.



**Рисунок.** Блок-модель нанодеструкции вещества.  
**Figure.** Block model of substance nanodestruction.

Продукты синтеза в ходе процесса нанодеструкции – это цветные металлы, полимеры, химические вещества и т. п. Важно, что энергетические фракции синтеза представляют собой активированные наночастицы типа  $\{C_nH_m\}$  и  $\{C\}$  с повышенной реакционной способностью, определяемой свободной энергией Гиббса. Энергопотенциал наночастиц может быть реализован непосредственно<sup>9</sup>, либо преобразован в разнообразные УСЭ, пригодные для повторного использования. Существующие технологии и инженерные решения уже сейчас дают возможность реализации энергопотенциала углеродсодержащих отходов путём нанодеструкции. Технология нанодеструкции резиносодержащих отходов была успешно опробована на практике [23, 24]. Концептуально реализация экобезопасной энергогенерации нанодеструкцией возможна даже в пределах отдельного домохозяйства.

**Заключение.** Человечество, как биологическая самоорганизующаяся система, исторически постоянно увеличивало численность индивидов и вовлечение в свою деятельность природных ресурсов за счёт постоянного поиска и реализации новых форм энергогенерации, обеспечивающих процесс *непрерывной самоорганизации общества и постоянного увеличения базы научных знаний*. В большей степени именно российские и советские учёные определили возможности современной энергогенерации, обеспечивающей на сегодня жизнедеятельность более 8 миллиардов людей на Земле. Однако объективные (опережающий рост народонаселения Земли, растущие объёмы отходов, загрязняющих окружающую среду и требующих на свою утилизацию всё больших энергозатрат) и субъективные (конкуренция за энергоресурсы и политические спекуляции) ограничения индивидуального потребления энергии нарушают ход *непрерывной неразрушающей самоорганизации* человечества и могут привести к апокалиптическому сценарию. Вместе с тем современный энергоресурс углеродсодержащей части твердых коммунальных отходов (от 400 кг/год ТКО на индивида) обеспечивает, как минимум, бытовые потребности энергопотребления индивида. При этом бытовые отходы индивида естественным образом избавлены от монополизации коммунальными службами,

<sup>9</sup> Например, электрохимическим генератором (ЭХГ) непосредственно в электрическую энергию.

неизбежных коммунальных платежей и энергозатрат на утилизацию мусора. Внедрение в практику технологий нанодеструкции наряду с потенциальными для индивидуального потребления энергоресурсами, инициируемых Первичной энергией нашей планеты (солнце, ветер, атмосферное электричество, движение воды, геотермальные ресурсы, биоэнергетика и т. п.), позволит индивиду стать обладателем ещё одного «современного» энергоресурса – бытового мусора.

Распределённая энергогенерация, органически включая в себя разнообразные природные и антропогенные энергоресурсы, кардинально изменяет энергопотоки в социуме. Распределённая энергогенерация в значительной степени минимизирует фундаментальные противоречия между наличием ресурсов и притязаниями на них. Минимизация противоречий неизбежно затрудняет различные спекуляции и политические манипуляции, и, соответственно, обеспечивает снижение международного разрушающего конфликтного потенциала, ведущего человечество к катастрофе. В свою очередь, согласно Н.Н. Моисееву [17], развивавшему учение В.И. Вернадского, снижение международного конфликтного потенциала – одно из ключевых условий перехода биосферы в ноосферу.

**Благодарности и источники финансирования.** Исследование выполнено при финансовой поддержке государственных заданий Музея земледелия МГУ ААА-А-А16-116042010089-2 и АААА-А16-116042710030-7.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Армен А.С. Деконструкция гендерной идентичности и её отражение в культурном пространстве постмодернистского общества // Культура и цивилизация (г. Донецк, ДНР). 2019. №1(9). С. 54–59.
2. Бах А.Н. Собрание трудов по химии и биохимии: Сб. научных трудов / Под ред. А.И. Опарина, А.Н. Фрумкина. М.: Изд-во АН СССР, 1950. 647 с.
3. Беляев А.Ф. О горении взрывчатых веществ // Ж. физической химии. 1938. Т. 12, № 1. С. 93–99.
4. Вернадский В.И. Биосфера. Мысли // Сб. научных работ В.И. Вернадского. М.: Изд. Дом «Ноосфера», 2001. 244 с.
5. Гесс Г.И. Термохимические исследования. М.: Изд-во АН СССР, 1958. 128 с.
6. Зельдович Я.Б. К теории горения порохов и взрывчатых веществ // Ж. экспериментальной и теоретической физики. 1942. Т. 12, № 1. С. 498–524.
7. Зельдович Я.Б. К теории распространения детонации в газообразных системах // Ж. экспериментальной и теоретической физики. 1940. Т. 10, вып. 5. С. 542–568.
8. Зельдович Я.Б., Садовников П.Я., Франк-Каменецкий Д.А. Окисление азота при горении. М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1947. 148 с.
9. Зельдович Я.Б., Франк-Каменецкий Д.А. Теория теплового распространения пламени // Ж. физической химии. 1938. Т. 12, № 1. С. 100–105.
10. Зельдович Я.Б., Харитон Ю.Б. Кинетика цепного распада урана // ЖЭТФ. 1940. Т. 10, вып. 5. С. 477–482.
11. Киушкина, В.Р. Анализ мировых трендов развития энергетики в прогнозируемой перспективе // Молодой учёный. 2016. №26 (130). С.42–45.
12. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теория поля. 8-е изд. М.: Физматлит, 2012. 536 с.
13. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Механика. 5-е изд. М.: Физматлит, 2012. 224 с.
14. Ломоносов М.В. Тр. по физике и химии 1747–1752 гг. Т.2. М.–Л.: Изд-во АН СССР, 1951. 728 с.
15. Менделеев Д.И. Основы фабрично-заводской промышленности. Вып. 1. СПб: Тип. В. Демакова, 1897. 201 с.

16. Михельсон В.А. О нормальной скорости воспламенения гремучих газовых смесей // Собр. соч. Т. 1. М.: Новый агроном, 1930. С. 112–132.
17. Моисеев Н.Н., Александров В.В., Тарко А.М. Человек и биосфера: Опыт системного анализа и эксперименты с моделями. М.: Наука, 1985. 271 с.
18. Николис Г., Пригожин И. Самоорганизация в неравновесных системах: от диссипативных структур к упорядоченности через флуктуации. М.: Мир, 1979. 512 с.
19. Печуркин Н.С. Энергия и жизнь. Новосибирск: Наука. Сиб. отделение, 1988. 190 с.
20. Семёнов Н.Н. Цепные реакции. М.: Наука, 1986, 534 с.
21. Тоценко Ж.Т. Прекариат: от протокласса к новому классу. М.: Наука, 2018. 350 с.
22. Франк-Каменецкий Д.А. Распределение температур в реакционном сосуде и стационарная теория теплового взрыва // Ж. физической химии. 1939. Т. 13, № 6. С. 738–755.
23. Шаповалов А.Б. Основы энергогенерации. М.: МАКС Пресс, 2021. 224 с.
24. Шаповалов А.Б., Смуров А.В. Экология и нанотехнологии // Жизнь Земли. 2020. Т. 42, № 1. С. 38–45.
25. International Energy Agency (<https://www.iea.org/>).
26. Mallard E., Le Chatelier H.L. Thermal model for flame propagation // Annals of Mines. 1883. Vol. 4. P.379.
27. Shapovalov A.B. The Conception of Power Generation for Sustainable Social Development // A.V. Semenov, I.A. Sokolov (eds). Sustainable Development: Society, Ecology, Economy. Springer, Cham., 2021. P. 3–7.
28. White J.H. The History of The Phlogiston Theory. London: E. Arnold & Company, 1932 (reprinted by AMS Press, New York, 1973). 192 p.

## REFERENCES

1. Armen, A.S., “Deconstruction of gender identity and its reflection in the cultural space of postmodern society”, *Culture and Civilization* (Donetsk, DPR) **1** (9), 54–59 (2019) (in Russian).
2. Bakh, A.N., *Collected Works in Chemistry and Biochemistry: Collection of Scientific Works*. Ed. by A.I. Oparin, A.N. Frumkin (Moscow: Publishing House of the USSR Academy of Sciences, 1950) (in Russian).
3. Belyaev, A.F., “On Combustion of Explosives”, *J. Physical Chemistry* **12**, no 1, 93–99 (1938) (in Russian).
4. Vernadsky, V.I., “Biosphere thought and sketches”, *Collection of scientific works of V.I. Vernadsky* (Moscow: Publishing House “Noösphere”, 2001) (in Russian).
5. Hess, G.I., *Thermochemical Studies* (Moscow: Publishing House of AS USSR, 1958) (in Russian).
6. Zeldovich, Y.B., “To the Theory of Combustion of Powder and Explosives”, *J. Experimental and Theoretical Physics* **12**, no 1, 498–524 (1942) (in Russian).
7. Zeldovich, Y.B., “To the Theory of Detonation Propagation in Gaseous Systems”, *J. Experimental and Theoretical Physics* **10**, no 5, 542–568 (1940) (in Russian).
8. Zeldovich, Y.B., Sadovnikov, P.Ya., Frank-Kamenetsky, D.A., *Oxidation of Nitrogen during Combustion* (Moscow–Leningrad: Publishing House of the USSR Academy of Sciences, 1947) (in Russian).
9. Zeldovich, Y.B., Frank-Kamenetsky, D.A., “Theory of flame thermal propagation”, *Physical Chemistry* **12**, no 1, 100–105 (1938) (in Russian).
10. Zeldovich, Y.B., Hariton, Y.B., “Kinetics of chain decay of uranium”, *J. Experimental and Theoretical Physics* **10**, no 5, 477–482 (1940) (in Russian).
11. Kiushkina, V.R., “Analysis of world trends in energy sector development in the foreseeable future”, *Young Scientist* **26** (130), 42–45 (2016) (in Russian).
12. Landau, L.D., Lifshitz, E.M., *The Classical Theory of Fields*. Vol. 2. 1<sup>st</sup> ed. (Addison-Wesley, ASIN B0007G5B42, 1951).
13. Landau, L.D., Lifshitz, E.M., *Mechanics*. Vol. 1. 1<sup>st</sup> ed. (Pergamon Press, ASIN B0006AWV88, 1960)

14. Lomonosov, M.V., *Physics and Chemistry Essays 1747–1752* 2 (Moscow–Leningrad: Publishing House of AS USSR, 1951) (in Russian).
15. Mendeleyev, D.I., *Fundamentals of factory industry* 1 (Saint Petersburg: Typ. V. Demakov, 1897) (in Russian).
16. Mikhelson, V.A., “On the Normal Rate of Ignition of Flammable Gas Mixtures”, *Coll. Works* 1 (Moscow: Novy Agronomist, 1930) (in Russian).
17. Moiseyev, N.N., Aleksandrov, V.V., Tarko, A.M., *Man and the Biosphere: Experience of Systems Analysis and Experiments with Models* (Moscow: Nauka, 1985) (in Russian).
18. Nicolis, G., Prigogine, I., *Self-Organization in Nonequilibrium Systems: From Dissipative Structures to Order through Fluctuations* (New York: John Wiley and Sons, 1977).
19. Pechurkin, N.S., *Energy and Life* (Novosibirsk: Nauka, 1988) (in Russian).
20. Semenov, N.N., *Chain Reactions* (Moscow: Nauka, 1986) (in Russian).
21. Toshchenko, J.T., *Precariat: from proto class to a new class* (Moscow: Nauka, 2018) (in Russian).
22. Frank-Kamenetsky, D.A., “Temperature distribution in a reaction vessel and the stationary theory of thermal explosion”, *J. Physical Chemistry* 13, no 6, 738–755 (1939) (in Russian).
23. Shapovalov, A.B., *Fundamentals of Energy Generation* (Moscow: MAKS Press, 2021) (in Russian).
24. Shapovalov, A.B., Smurov, A.V., “Ecology and nanotechnology”, *Zhizn Zemli* [Life of the Earth] 42, no 1, 38–45 (2020) (in Russian).
25. *International Energy Agency* (<https://www.iea.org/>).
26. Mallard, E., Le Chatelier, H.L., “Thermal model for flame propagation”, *Annals of Mines* 4, 379 (1883).
27. Shapovalov, A.B., “The Conception of Power Generation for Sustainable Social Development”, *Sustainable Development: Society, Ecology, Economy*. A.V. Semenov, I.A. Sokolov (eds) (Springer, Cham., 2021).
28. White, J.H., *The History of The Phlogiston Theory* (London: E. Arnold & Company, 1932; reprinted by AMS Press, New York, 1973).