

Индекс УДК 2.21.215

Код ГРНТИ 21.31.51

DOI: 10.22204/2587-8956-2025-121-02-48-58

**С.В. КРИОВИЧЕВ***

Феномен жизни в естественных науках и теологии

Понятие жизни находится на стыке естественных наук и теологии. С точки зрения естественных наук проблема живого и неживого до сих пор не решена, как и вопрос о непрерывных переходах между материей, жизнью и сознанием. В.И. Вернадский считал жизнь первичным понятием и настаивал на непреходимой границе между живым веществом и косной (неживой) материей. Различия между живым и неживым особенно ярко прослеживаются при анализе проблемы вида в минералогии и биологии: биологический мир на несколько порядков богаче минерального царства, тогда как разрыв в структурной сложности с точки зрения теории информации можно оценить в 10–12 порядков. Различается также и характер биологической информации, которая связана с функциональной активностью биологических систем. Отличие живого от неживого также состоит в существовании у первого единого молекулярно-генетического аппарата, в связи с чем характер биологической эволюции принципиально отличен от минеральной эволюции. Понятие о прерывном характере природной иерархии имеется в христианской теологии, что обуславливает её продуктивность во взаимодействиях с естественными науками, нуждающимися, по словам С.И. Вавилова, в «новом мировоззрении».

Ключевые слова: жизнь, естественные науки, теология, биология, минералогия, информация

Жизнь — понятие, данное нам в непосредственном опыте нашего существования. Однако попытки дать однозначное определение жизни до настоящего времени так и не увенчались успехом. Существует по крайней мере 123 определения жизни [1], и ни одно из них не является общепринятым. Прошедшие на страницах двух журналов — *Journal of Biomolecu-*

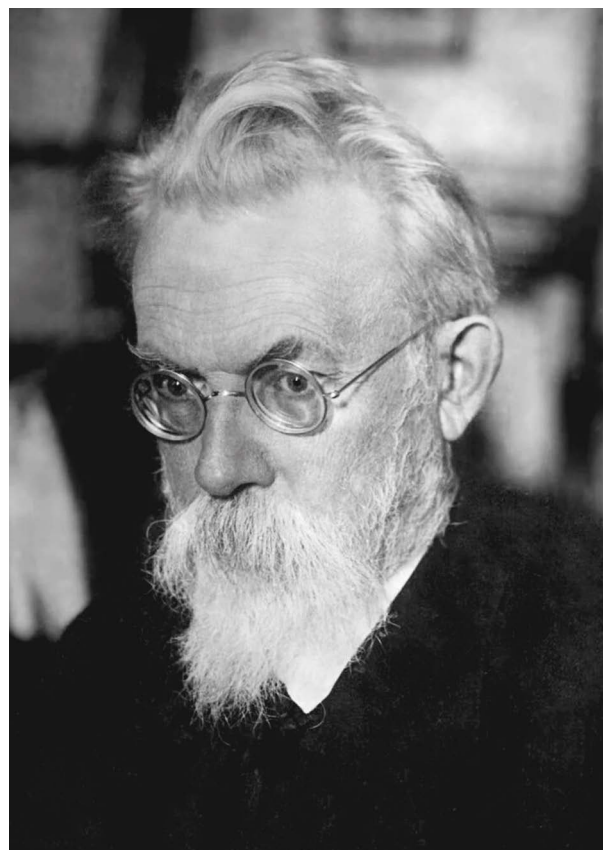
lar Structure and Dynamics [2] и *Origins of Life and Evolution of Biosphere* [3] — дискуссии по этому вопросу так и не привели к биологическому аналогу consensus patrum. Президент Американской Ассоциации продвижения науки (American Association for the Advancement of Science) Д. Кошланд отмечал, что «...хотя каждый знает, что такое жизнь, простого определения жизни не существует» [4].

* **Кривовичев Сергей Владимирович** — доктор геолого-минералогических наук, академик РАН, генеральный директор ФИЦ «Кольский научный центр РАН», руководитель проекта «Феномен жизни в естественных науках и теологии: история и современность» (21-011-44141).
E-mail: skrivovi@mail.ru

Таким образом, такое знакомое для каждого простое явление «жизнь» — загадочно, до сих пор не имеет своего однозначного и общепринятого определения и представляет собой центральное понятие как в естественных науках, так и в теологических системах. Это обстоятельство ставит ряд важных вопросов. Выходит ли понятие жизни за пределы естественно-научного дискурса, являясь первичным — таким же, как понятие материи, или же жизнь — свойство материи, проявляющееся на высших ступенях её организации в определённых химических системах? Может ли взаимодействие традиционных теологических концепций и представлений современной науки внести свой вклад в понимание сущности жизни? Как происходило это взаимодействие в исторической перспективе, каких взглядов на эту проблему придерживались великие умы прошлого?

Различие между живой и неживой природой

Великий русский естествоиспытатель В.И. Вернадский (ил. 1) писал о «коренном материально-энергетическом отличии живых и косных естественных тел биосферы» [5] и составлял таблицу таких отличий. В частности, он указывал, что «...нет никакого изменения косных естественных тел биосферы, аналогичного эволюционному процессу живых веществ. Мы сейчас видим в биосфере в общем те же самые косные естественные тела и те же явления их образования на протяжении по крайней мере двух миллиардов лет» [5]. Однако ещё в конце 1970-х — начале 1980-х гг. отечественные учёные А.Г. Жабин [6] и академик Н.П. Юшкин [7] указали на существование минеральной эволюции, т.е. эволюции минерального мира в истории Земли и Вселенной. Эта идея получила неожиданное развитие в конце 2008 г., когда журнал «American Mineralogist» опубликовал обзорную статью «Эволюция минералов» (Mineral evolution), подписанную коллективом авторов из ряда американских университетов и научно-исследовательских



Ил. 1. Академик В.И. Вернадский (1863–1945)

институтов [8], возглавляемых проф. Робертом Хейзенем — с 2019 г. иностранным членом Российской академии наук. В этой работе рассмотрена проблема эволюции минералов в геологической истории Земли и выделен ряд основных факторов развития разнообразия минеральных видов (разделение и концентрация элементов из их изначально равномерного распределения в протопланетном диске, изменение физико-химических условий в процессе эволюции Земли как планеты, влияние биосферы и т.п.). Статья была широко разрекламирована в западной печати — на её выход откликнулись журналы Nature и Science, она получила своё освещение даже в средствах массовой информации. Стэнфордский геолог Г. Эрнст назвал эту работу «захватывающей дух» (breath-taking), поскольку она представляет минералогию и минералогические проблемы в совершенно новой перспективе, связывая их с общей глобальной эволюцией нашей

планеты. Развитие концепции минеральной эволюции поставило проблему её отличия от биологической эволюции и — шире — проблему фундаментальных различий живой и неживой природы в том виде, как её ставил В.И. Вернадский. С этим напрямую связана проблема «вида» в живой и неживой природе, проблема его реальности. Существует много обзоров по проблеме вида как в биологии [9], так и в минералогии [10, 11], но сравнительного анализа данных понятий в этих двух областях естественных наук, насколько нам известно, до нашей работы [12] не существовало. Рассмотрим её основные результаты.

Определение вида. В минералогии понятие вида определяется, с одной стороны, химическим составом, а с другой — кристаллической структурой. Не принимая во внимание отдельные нюансы, общее правило состоит в выделении нового минерального вида в том случае, когда конкретная позиция (или группа позиций) в кристаллической структуре преимущественно занята химическим элементом, ранее в этой позиции не отмечавшимся в качестве доминантного компонента. В целом в минералогии к середине XX в. был достигнут определённый консенсус касательно понятия минерального вида.

В биологии же проблема выделения таксонов и основного из них — вида — вызывает бурное обсуждение сегодня, как и триста лет назад. В общем, под видом понимают группу организмов (особей) с общими морфологическими, физиологическими, биохимическими и поведенческими признаками, способных к взаимному скрещиванию, которое даёт в ряду поколений плодотворное потомство, закономерно распространённое в пределах определённого ареала и сходно изменяющееся под влиянием факторов внешней среды. В научной литературе существует множество видовых «концепций» на исследовательском и практическом уровне. Mayden [13] выделил 22 различных понятия вида, Wilkins [14] выделил уже 26. В целом следует признать, что понятие

вида в биологии гораздо сложнее и включает в себя не только конституционный (морфологический, физиологический, генетический) аспект, но и аспект эволюционный, который в минералогии фактически отсутствует (по крайней мере в описательной дисциплине).

Процедура установления нового вида. В минералогии эта процедура регулируется комиссией по новым минералам и номенклатуре Международной минералогической ассоциации (создана в 1958 г.) согласно установленным правилам. В биологии описание новых таксонов видового и внутривидового ранга до недавнего времени происходило на основе морфологических признаков, а последние десять лет чаще всего это происходит на основе комбинации классического и молекулярно-генетического методов. Правила наименования новых видов регламентируются кодексами номенклатуры. Образование и применение научных названий животных, растений (включая грибы) и бактерии регламентируются соответственно Международным кодексом зоологической номенклатуры, Международным кодексом номенклатуры водорослей, грибов и растений (International code for nomenclature for algae, fungi and plants) и Международным кодексом номенклатуры бактерий. В целом, несмотря на принципиальные различия в составе представляемых данных (например, у минералов нет материального носителя генетической информации), процедуры установления новых видов в минералогии и биологии похожи между собой.

Видовое разнообразие. Количество известных на сегодняшний день минеральных видов не превышает 6000, тогда как предсказания о возможной максимальной границе этого числа разнятся, даже в том случае, когда основаны на количественных моделях. Сколько на Земле биологических видов — не знает никто. Примечательно, что мы не знаем истинного числа видов на Земле даже с точностью до ближайшего порядка [15]. Согласно

наиболее точной оценке, по состоянию на 2011 г. число описанных видов живых организмов составляло примерно 1,2 млн на суше и около 200 тыс. в океане. Общее число видов, обитающих на Земле, оценивается по-разному: называется число 8,7 млн из которых 2,2 млн являются морскими. По другим оценкам, общее число видов может составить от 11 до 12 млн. Для разных групп организмов оценки разнятся. Так, для грибов предполагают наличие более 5 млн видов (при том что сейчас описано всего лишь около 100 тысяч). По одним оценкам, число вымерших видов составляет около 250 тыс. видов, по другим — около 500 млн. Таким образом, разнообразие биологических видов превосходит разнообразие минеральных видов примерно на 5–6 порядков, что объясняется большей гибкостью жизни и большим комбинаторным пространством форм и функций живых существ по сравнению с минералами.

Классификация видов. Современные классификации живых организмов построены по иерархическому принципу. Живые организмы объединяются в группы с ближайшими родственниками, дальше эти группы объединяем в более крупные группы с более дальними родственниками и так далее, выстраивая иерархию групп или таксонов по родственности. Чаще всего такая классификация будет выглядеть как эволюционное дерево или граф, в котором ветви будут группами живых существ, а разделение ветвей будет обозначать произошедшее в какой-то момент времени эволюционное разделение этих групп. В отличие от биологии, в минералогии, при всей кажущейся простоте минералогических объектов, однозначная классификация минеральных видов отсутствует. Причину этого следует видеть в двойном характере конституции минералов — диалектическом сочетании химического состава и кристаллической структуры. Кроме того, минеральные виды практически не связаны друг с другом эволюционными связями, что представляет

собой отличительную особенность мира живых организмов.

Сложность живой и неживой природы с точки зрения теории информации. С точки зрения шенноновской информации, различие в сложности между простейшими биологическими организмами (живая клетка) и сложнейшими минералами (такими как юингит) составляет примерно двенадцать порядков [16]. По количеству атомов элементарная ячейка самых сложных минералов содержит около 3000 атомов, тогда как живая клетка состоит из примерно 28 миллионов молекул, что соответствует 100 000 000 000 000 атомов. Принимая информационное содержание на атом в клетке примерно в 10 бит/атом (минимально низкая оценка), общее информационное содержание на клетку составляет 1 000 000 000 000 000 бит, т.е. примерно на 12 порядков выше, чем информационная сложность сложнейших минеральных видов.

Принцип максимальной простоты для минералов и биологических организмов. На примере минералов и неорганических соединений с модулярной структурой сформулирован принцип максимальной простоты, согласно которому в модулярных сериях кристаллических структур наиболее распространёнными и наблюдаемыми в природе и эксперименте являются структуры, обладающие максимальной простотой и минимальной структурной информацией. Принцип обоснован разработанной авторами проектом теорией структурной сложности кристаллов, основанной на использовании теории информации Шеннона [17]. Физический смысл принципа состоит в связи между структурной сложностью и конфигурационной энтропией, а сам принцип может рассматриваться как аналог принципа наименьшего действия в механике. Таким образом, сложность природных неорганических (неживых) структур управляется исключительно термодинамическими и кинетическими параметрами, в отличие от живых орга-

низмов, в которых те или иные системы адаптированы для выполнения конкретных функций. Функциональная сложность, наблюдаемая в живых существах, требует гораздо большей структурной сложности и уровня модулярности, которая задействует миллиарды и триллионы атомов одновременно. Отсутствие функциональности в минералах определяет их пассивное отношение к информации, которая не имеет в них материального носителя, но содержится в химическом составе, кристаллической структуре и микроструктурных особенностях. Это объясняет тот факт, что теория информации Шеннона вполне применима к неживым структурам, в которых синтаксическая информация доминирует (если не полностью заменяет) над семантической информацией. Последняя представляет собой вид информации, в которой смысловая часть преобладает, — например, в функциональности. В связи с этим вполне вероятно, что принцип максимальной простоты не может быть сформулирован для живых систем, где семантическая информация имеет первостепенное значение. Важное отличие живых систем от неживых также состоит в их отношении к термодинамическому равновесию: живые организмы являются неравновесными системами. Можно предположить, что функционирование в системах, далёких от равновесия, требует гораздо более высокого уровня структурной сложности, чем существование в состоянии гомеостаза с низкой динамической активностью.

Эволюция в минералах и живой природе

Принципиальным отличием процессов эволюции в минеральном мире и живой природе является наличие в последней уникального молекулярно-генетического аппарата передачи наследственности. За исключением небольших вторичных вариаций, во всех живых организмах работает один и тот же генетический код, что привело учёных к понятию последнего

универсального общего предка или LUCA (Last Universal Common Ancestor), происхождение которого датируется границей между катархеем и археем (около 3,8 млрд лет назад). Именно от LUCA произошли все живые организмы. Концепция LUCA находится в согласии с теологическими соображениями самого Ч. Дарвина, который в конце «Происхождения видов...» указывал: «Есть величие в этом воззрении, по которому жизнь, с её различными проявлениями, Творец первоначально вдохнул в одну или ограниченное число форм; и между тем как наша планета продолжает вращаться, согласно неизменным законам тяготения, из такого простого начала возникло и продолжает возникать бесконечное число самых прекрасных и самых изумительных форм.» Возникновение LUCA как высокоорганизованного организма представляет собой одну из загадок современной молекулярной биологии, — ввиду того, что «...среди современных биологических объектов мы не видим никаких промежуточных форм между макромолекулами и клетками, и представление о том, какими были и как работали такие промежуточные структуры, является огромной проблемой...» [18].

Ещё одним существенным вопросом эволюции является её направленность. Почему вообще произошла эволюция, начавшись от одноклеточного организма и дойдя до такой сложной системы, как человеческий мозг? Нет никакого сомнения, что эволюция привела к возникновению более сложных организмов — иными словами, эволюция сопровождается увеличением сложности. Стоит отметить, что в биологии (в отличие от минералогии) нет чёткого универсального определения сложности, однако совершенно очевидно, что многоклеточные организмы с разными типами органов, тканей и клеток являются более сложными по сравнению с одноклеточными. Одной из теорий направленной эволюции является теория ортогенеза или номогенеза, согласно которой развитие жизни происходит по заранее начерчен-

ному сценарию, регулируемому особыми внутренними закономерностями. В России теорию номогенеза развивал академик Л.С. Берг и в сравнительно недавнее время доктор геолого-минералогических наук С.В. Мейен. Попытки дать научно-религиозную интерпретацию направленности эволюционного процесса предпринимались неоднократно. Так американский минералог и натуралист Джеймс Дуайт Дэна (ил. 2) выдвинул эмпирическое обобщение, названное принципом цефализации. Согласно В.И. Вернадскому, «...Дэна указал, что в ходе геологического времени, говоря современным языком, т.е. на протяжении двух миллиардов лет по крайней мере, а наверное много больше, наблюдается (скачками) усовершенствование — рост — центральной нервной системы (мозга), начиная от ракообразных, на которых эмпирически и установил свой принцип Дэна, и от моллюсков (головоногих), кончая человеком. Это явление и названо им цефализацией. Раз достигнутый уровень мозга (центральной нервной системы) в достигнутой эволюции не идёт уже вспять». В другом месте В.И. Вернадский говорит о том, что принцип цефализации указывает на то, что «...эволюционный процесс имеет определённое направление». Иными словами, согласно Дэна, эволюционный процесс идёт в сторону развития нервной системы и создания мозга — наиболее сложной известной на сегодняшний день материальной структуры. С этой точки зрения принцип цефализации Дэна можно назвать одним из базовых принципов теистической эволюции, основной целью которой являлось появление существа, способного воспринять «дыхание жизни» (Быт. 2:7) и быть образом и подобием Божиим (Быт. 1:26–27), соединив в себе «земная и небесная».

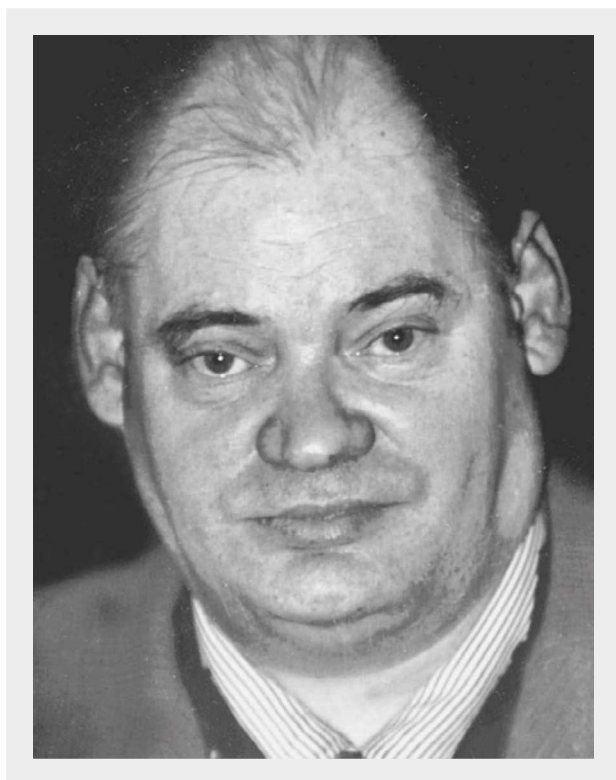
Сущность и происхождение жизни с точки зрения христианской теологии

Сущность жизни. Понятие о сущности жизни в христианской теологии тесно связано с проблемой иерархии природ-



Ил. 2. Джеймс Дуайт Дэна (1813–1895)

ных систем. Св. Лука (Войно-Ясенецкий) называет дух жизни «низшим из Даров Святого Духа». Св. Антоний Великий говорит о том, что «живых существ четыре различных вида: одни из них бессмертны и воодушевлены, каковы ангелы; другие имеют ум, душу и дыхание, каковы люди; иные имеют дыхание и душу, каковы животные; а иные имеют только жизнь, каковы растения. Жизнь в растениях держится и без души, и без дыхания, и без ума и бессмертия; но и прочее всё без жизни быть не может. Всякая человеческая душа есть приснодвижна». Св. Григорий (Палама) указывает на неразрывную связь душ животных с их телами. В святоотеческих творениях нет однозначного ответа на вопрос, является ли дух жизни отдельным, не связанным с материей, даром или заложен в строении вещества. Глубокие физико-химические отличия живой и неживой материи при-



Ил. 3. Н.И. Кобозев (1903–1974)

водили многих учёных к поиску особых *биотонических* законов, управляющих активной деятельностью живого вещества, действующих на мезоскопическом уровне организации материи и при этом находящихся в рамках существующих концепций квантовой механики. Возможно, что особые свойства живого вещества имеют своим источником квантовые механизмы — подобно тому, как они проявляются в неживых макросистемах, — например, в сверхпроводниках. Один из известных научных теологов современности и темптовонский лауреат Х. Ролстон III называет происхождение жизни вторым «Большим взрывом» по аналогии с первым Большим взрывом, с которого началось существование времени, пространства и Вселенной. Таким образом, учение о жизни как о первичной реальности находит своё подтверждение как в науке, так и в теологии.

Теологические интерпретации механизмов биологической эволюции. Эволюция живых организмов, которая сопровождается коренным изменением их

фенотипа, приводящим к последовательной трансформации видов, возможна только за счёт изменения генома, который подвержен ошибкам репликации. Источником этих ошибок являются мутации — изменения генома, которые могут быть вызваны самыми разнообразными причинами, в том числе радиацией, управляемой квантовыми эффектами и подчиняющейся принципу неопределённости Гейзенберга. Американский физик У. Поллард, кажется, первым обратил внимание на то, что неопределённый в фундаментальном смысле характер этих мутаций становится обоснованием открытости мира действию Божественного Промысла. Это положение продолжает оставаться краеугольным камнем теистического принятия эволюционной теории, согласного с принципом непостижимости и неисследимости Божественного промысла для человеческого разума («...и следы Твои не познаются» (Пс 76:20)). С этой точки зрения теистический эволюционизм с его ярко выраженной кенотической составляющей кажется более приемлемым для глубокого религиозного сознания, чем креационизм, отстаивающий творение отдельных биологических видов в конкретные моменты истории Вселенной.

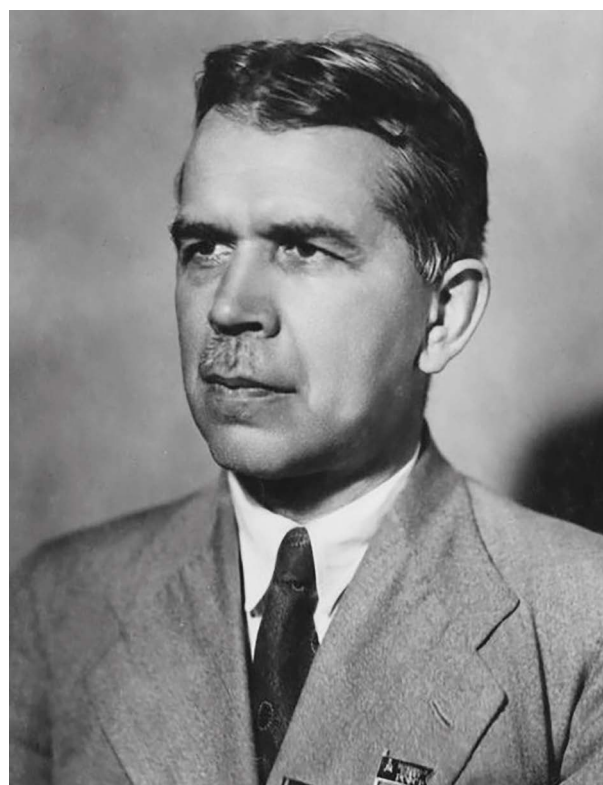
Жизнь и информация

Понятие жизни имеет теснейшую связь с понятием информации — то, что информация играет ключевую роль в существовании, сохранении и самовоспроизведении живых организмов, является неоспоримым и признанным научным фактом. Так, одно из определений жизни звучит так: «Жизнь — это метаболизирующая *материальная информационная система* со способностью к самовоспроизведению с эволюцией, что требует энергии и подходящей окружающей среды» [19]. Один из крупнейших биологов современности Е.В. Кунин пишет: «Замечательное свойство всех известных биологических репликаторов — это их цифровой характер: эти репликаторы представляют собой поли-

меры, состоящие из разнообразных мономеров. Такие полимеры оказываются уникально подходящими для кодирования информации, в связи с чем важной является следующая гипотеза: *цифровые свойства являются необходимыми для жизни* [20]. «Центральная идея современной биологии — это идея информации, — пишет Дж. Майнард Смит. — Биология развития может рассматриваться как изучение того, как информация, содержащаяся в геноме, транслируется в структуру живого организма, а эволюционная биология — как эта информация образуется и развивается» [21]. Слово «информация» происходит от латинского *informo*, одним из значений которого является «придавать вид, форму, формировать, образовывать». Информация творит *формы* и *структуры*. В одном из современных направлений физики информации, наряду с материей и энергией, присваивается центральное место в фундаментальной структуре Вселенной. Американский физик (ученик Нильса Бора) Дж. Уилер считал её основой мироустройства («It from bit» — «Всё из бита»). Тогда как эквивалентность массы и энергии устанавливается уравнением Пуанкаре-Эйнштейна $E = mc^2$ (E — энергия, m — масса, c — скорость света), эквивалентность энергии и информации устанавливается границей Р. Ландауэра, который находит всё больше подтверждений в последних научных работах. Не углубляясь в детали, необходимо отметить, что принцип Ландауэра придаёт информации в некотором смысле онтологический статус как базовой физической реальности, что представляет фундаментальную важность для естественно-научной теологии.

Заключение

Анализ современной научной и теологической литературы показывает, что понятие о жизни является одним из тех понятий, которые находятся на границе науки и теологии. Христианская теология, развитая в трудах святых отцов и богословов и основанная на достиже-



Ил. 4. Академик С.И. Вавилов (1891–1951)

ниях науки своего времени, настаивает на существовании естественной иерархии природных систем, уходящей своими вершинами в иерархию ангельских чинов (см. у Псевдо-Дионисия Ареопагита). Несмотря на то, что у современной науки нет окончательного ответа по вопросу о наличии или отсутствии границ между материей, жизнью и сознанием, ряд выдающихся естествоиспытателей XX в., из которых можно выделить В.И. Вернадского [22] и Н.И. Кобозева (ил. 3) [23, 24], настаивали на особом характере жизни и мышления и их несводимости к чисто материальным явлениям. Иными словами, ни жизнь, ни сознание не возникают на высших ступенях организации материи, а, наоборот, генерируют и определяют эту организацию. По недавно открытым дневниковым записям Президента АН СССР академика С.И. Вавилова (ил. 4), «...надо думать, что сознание есть *condition sine qua non* жизни. А отсюда миллионы следствий, новая наука и новое мировоззрение» [25].

ЛИТЕРАТУРА

1. Trifonov E.N. Vocabulary of definitions of life suggests a definition // J. Biomolec. Struct. Dyn. 2011. Vol. 29. Pp. 259–266.
2. Journal of Biomolecular Structure and Dynamics. Vol. 29. Issue 4. 2012. Pp. 597–650.
3. Origins of Life and Evolution of Biosphere. Special Issue: Definitions of Life. 2010. Vol. 40. Pp. 119–244.
4. Koshland D.E. The seven pillars of life // Science. 2002. Vol. 295. Pp. 2215–2216.
5. Вернадский В.И. О коренном материально-энергетическом отличии живых и косных естественных тел биосферы. М.; Л., 1939.
6. Жабин А.Г. Существует ли эволюция видообразования минералов на Земле? // Докл. АН СССР. 1979. Т. 247. № 1.
7. Юшкин Н.П. Эволюционные представления в современной минералогии // Записки ВМО. 1982. Т. 116. № 4. С. 432–442.
8. Hazen R.M., Papineau D., Bleeker W., Downs R.T., Ferry J.M., McCoy T.J., Sverjensky D.A., Yang H. Mineral evolution // Amer. Mineral. 2008. Pp. 1693–1720.
9. Павлинов И.Я. Проблема вида в биологии – ещё один взгляд // Вид и видообразование. Анализ новых взглядов и тенденций (Труды ЗИН РАН, Приложение № 1). 2009. С. 259–271.
10. Hatert F., Mills S.J., Hawthorne F.C., Rumsey M.S. A comment on «An evolutionary system of mineralogy: Proposal for a classification of planetary materials based on natural kind clustering» // American Mineralogist. 2021. Vol. 106. Pp. 150–153.
11. Hazen R.M. Reply to “A comment on ‘An evolutionary system of mineralogy: Proposal for a classification of planetary materials based on natural kind clustering’” // American Mineralogist. 2021. Vol. 106. Pp. 154–156.
12. Krivovichev S.V., Borovichev E.A. The Concept of Species in Biology and Mineralogy: A Comparative Study, in: O.V. Frank-Kamenetskaya, D.Yu. Vlasov, E.G. Panova, T.V. Alekseeva (Eds.), Biogenic–Abiogenic Interactions in Natural and Anthropogenic Systems 2022, Springer International Publishing, Cham, 2023. Pp. 651–670.
13. Mayden R.L. A hierarchy of species concepts: the denouement in the saga of the species problem // “Species. The units of biodiversity” (Eds Claridge M.F., Dawah A.H. and Wilson M.R.), Chapman & Hall, London, 1997. Pp. 381–424.
14. Wilkins J.S. The dimensions, modes and definitions of species and speciation // Biol. Philos. 2007. Vol. 22. Pp. 247–266.
15. Moral C., Tittensor D.P., Adl S., Simpson A.G.B., Worm B. How Many Species Are There on Earth and in the Ocean? // PLoS Biology. 2011. 9 (8). e100112.
16. Krivovichev S.V., Structural and Chemical Complexity of Minerals: The Information-Based Approach // L. Bindi, G. Cruciani (Eds.), Celebrating the International Year of Mineralogy: Progress and Landmark Discoveries of the Last Decades, Springer Nature Switzerland, Cham, 2023. Pp. 101–129.
17. Krivovichev S.V. The Principle of Maximal Simplicity for Modular Inorganic Crystal Structures // Crystals. 2021. Vol. 11. P. 1472.
18. Кунин Е.В. Логика случая. О природе и происхождении биологической эволюции. М., Центрполиграф, 2014.
19. Barbieri M. The Organic Codes. An Introduction to Semantic Biology. Cambridge, 2003.
20. Koonin E.V. Defining life: an exercise in semantics or a route to biological insights? // J. Biomol. Struct. Dyn. 2012. Vol. 29. Pp. 603–605.
21. Maynard Smith J. The concept of information in biology // Information and the Nature of Reality. From Physics to Metaphysics. P. Davies, N.H. Gregersen, eds. Cambridge University Press. 2010. P. 123.
22. Кривовичев С.В. В.И. Вернадский и его учение о жизни с точки зрения христианского богословия // Сретенское слово. 2023. № 3. С. 99–110.

23. Кривовичев С.В. Теология и термодинамика жизни и сознания в научном наследии Николая Ивановича Кобозева // Вопросы теологии. 2023. Т. 5. № 3. С. 369–387.
24. Krivovichev S.V. Theology and thermodynamics of life and mind: the legacy of Nikolai Kobozev (1903–74) // Kopeikin K., Nesteruk A.V. (eds.) *Consciousness and Matter. Mind, Brain, and Cosmos in the Dialogue between Science and Theology*. Pickwick Publications, Eugene, Oregon, 2024. Pp. 153–165.
25. Сергей Иванович Вавилов. Дневники. Кн. 2. 1920, 1935–1951. М.: Наука, 2016.

The Phenomenon of Life in Natural Sciences and Theology

Sergey Vladimirovich Krivovichev — Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, member of the Russian Academy of Sciences, General Director of the Federal Research Center "Kola Science Center of the Russian Academy of Sciences", Head of the project "The Phenomenon of Life in Natural Sciences and Theology: History and Nowadays" (21-011-44141).

E-mail: skrivovi@mail.ru

The notion of life is at the intersection of natural sciences and theology. From the point of view of natural sciences, the problem of the living and the non-living has not yet been solved, as has the question of continuous transitions between matter, life and consciousness. Vladimir Vernadsky considered life to be a primary concept and insisted that the boundary between living matter and inert (non-living) matter is impassable. The difference between the living and the non-living is especially evident when reviewing the problem of species in mineralogy and biology: the biological world is multifold richer than the mineral kingdom, while the gap in structural complexity from the point of view of information theory can be estimated at a dozen orders of magnitude. The nature of biological information, associated with the functional activity of biological systems, also differs. The living and the non-living also differ in a single molecular genetic apparatus in the former, therefore the nature of biological evolution is fundamentally different from mineral evolution. The concept of the discontinuous nature of the natural hierarchy is present in Christian theology, and this determines its productivity in relations with the natural sciences, which, according to Sergey Vavilov, need a "new worldview."

Keywords: life, natural sciences, theology, biology, mineralogy, information

REFERENCES

1. Trifonov E.N. Vocabulary of definitions of life suggests a definition // *J. Biomolec. Struct. Dyn.* 2011. Vol. 29. Pp. 259–266.
2. *Journal of Biomolecular Structure and Dynamics*. Vol. 29. Issue 4. 2012. Pp. 597–650.
3. *Origins of Life and Evolution of Biosphere*. Special Issue: Definitions of Life. 2010. Vol. 40. Pp. 119–244.
4. Koshland D.E. The seven pillars of life // *Science*. 2002. Vol. 295. Pp. 2215–2216.
5. Vernadskii V.I. *O korennom material'no-energeticheskom otlichii zhivyykh i kosnykh estestvennykh tel biosfery*. M.; L., 1939 (in Russian).
6. Zhabin A.G. *Sushchestvuet li evolyutsiya vidoobrazovaniya mineralov na Zemle?* // *Dokl. AN SSSR*. 1979. T. 247. № 1 (in Russian).

7. Yushkin N.P. Evolyutsionnye predstavleniya v sovremennoi mineralogii // Zapiski VMO. 1982. T. 116. № 4. S. 432–442 (in Russian).
8. Hazen R.M., Papineau D., Bleeker W., Downs R.T., Ferry J.M., McCoy T.J., Sverjensky D.A., Yang H. Mineral evolution // Amer. Mineral. 2008. Pp. 1693–1720.
9. Pavlinov I.Ya. Problema vida v biologii – eshchoy odin vzglyad // Vid i vidoobrazovanie. Analiz novykh vzglyadov i tendentsii (Trudy ZIN RAN, Prilozhenie № 1). 2009. S. 259–271 (in Russian).
10. Hatert F., Mills S.J., Hawthorne F.C., Rumsey M.S. A comment on «An evolutionary system of mineralogy: Proposal for a classification of planetary materials based on natural kind clustering» // American Mineralogist. 2021. Vol. 106. Pp. 150–153.
11. Hazen R.M. Reply to “A comment on ‘An evolutionary system of mineralogy: Proposal for a classification of planetary materials based on natural kind clustering’” // American Mineralogist. 2021. Vol. 106. Pp. 154–156.
12. Krivovichev S.V., Borovichev E.A. The Concept of Species in Biology and Mineralogy: A Comparative Study, in: O.V. Frank-Kamenetskaya, D.Yu. Vlasov, E.G. Panova, T.V. Alekseeva (Eds.), Biogenic–Abiogenic Interactions in Natural and Anthropogenic Systems 2022, Springer International Publishing, Cham, 2023. Pp. 651–670.
13. Mayden R.L. A hierarchy of species concepts: the denouement in the saga of the species problem // “Species. The units of biodiversity” (Eds. Claridge M.F., Dawah A.H. and Wilson M.R.), Chapman & Hall, London, 1997. Pp. 381–424.
14. Wilkins J.S. The dimensions, modes and definitions of species and speciation // Biol. Philos. 2007. Vol. 22. Pp. 247–266.
15. Moral C., Tittensor D.P., Adl S., Simpson A.G.B., Worm B. How Many Species Are There on Earth and in the Ocean? // PLoS Biology. 2011. 9 (8). e100112.
16. Krivovichev S.V., Structural and Chemical Complexity of Minerals: The Information-Based Approach // L. Bindi, G. Cruciani (Eds.), Celebrating the International Year of Mineralogy: Progress and Landmark Discoveries of the Last Decades, Springer Nature Switzerland, Cham, 2023. Pp. 101–129.
17. Krivovichev S.V. The Principle of Maximal Simplicity for Modular Inorganic Crystal Structures // Crystals. 2021. Vol. 11. P. 1472.
18. Kunin E.V. Logika sluchaya. O prirode i proiskhozhdenii biologicheskoi evolyutsii. M., Tsentrpoligraf, 2014 (in Russian).
19. Barbieri M. The Organic Codes. An Introduction to Semantic Biology. Cambridge, 2003.
20. Koonin E.V. Defining life: an exercise in semantics or a route to biological insights? // J. Biomol. Struct. Dyn. 2012. Vol. 29. Pp. 603–605.
21. Maynard Smith J. The concept of information in biology // Information and the Nature of Reality. From Physics to Metaphysics. P. Davies, N.H. Gregersen, eds. Cambridge University Press. 2010. P. 123.
22. Krivovichev S.V. V.I. Vernadskii i ego uchenie o zhizni s tochki zreniya khristianskogo bogosloviya // Sretenskoe slovo. 2023. № 3. S. 99–110 (in Russian).
23. Krivovichev S.V. Teologiya i termodinamika zhizni i soznaniya v nauchnom nasledii Nikolaya Ivanovicha Kobozeva // Voprosy teologii. 2023. T. 5. № 3. S. 369–387 (in Russian).
24. Krivovichev S.V. Theology and thermodynamics of life and mind: the legacy of Nikolai Kobozev (1903–74) // Kopeikin K., Nesteruk A.V. (eds.) Consciousness and Matter. Mind, Brain, and Cosmos in the Dialogue between Science and Theology. Pickwick Publications, Eugene, Oregon, 2024. Pp. 153–165.
25. Sergei Ivanovich Vavilov. Dnevnik. Kn. 2. 1920, 1935–1951. M.: Nauka, 2016 (in Russian).