

Теология и термодинамика жизни и сознания в научном наследии Николая Ивановича Кобозева*

Священник Сергей Кривовичев

Кольский научный центр Российской академии наук,
Российская Федерация, 184209, Апатиты, ул. Ферсмана, 14
Санкт-Петербургский государственный университет,
Российская Федерация, 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., 7–9

Для цитирования: *Кривовичев С. В.* Теология и термодинамика жизни и сознания в научном наследии Николая Ивановича Кобозева // Вопросы теологии. 2023. Т. 5, № 3. С. 369–387. <https://doi.org/10.21638/spbu28.2023.302>

Николай Иванович Кобозев (1903–1974) — профессор Московского государственного университета, известный отечественный физико-химик, специалист в области термодинамики — в своих трудах, посвященных термодинамике процессов информации и мышления, подчеркивал несовместимость закона тождества в мышлении и закона энтропии для атомно-молекулярных множеств. Для компенсации энтропии к сознанию должна быть подведена отрицательная энтропия, или антиэнтропия, сущность которой вытекает из расширенного понятия термодинамической вероятности. Кобозев определяет последнюю как число процедур (алгоритмов), при помощи которых физико-химическая система может быть построена из конечного числа своих элементов. Для неалгоритмируемой системы энтропия отрицательна. Для моделирования процессов обработки и произведения информации Кобозев предполагал существование в мозгу сильно вырожденного Ферми-газа из сверхлегких Ψ -частиц, называемых психонами; таким образом, он стал одним из первых ученых, подчеркивавших важность квантовых процессов для физики мышления. Жизнь на всех своих уровнях содержит антиэнтропийную компоненту, что определяет ее коренное отличие от неживой природы. Согласно Кобозеву, «человеческий разум не может быть результатом эволюционного перерождения функций информации в функцию мышления. Эта последняя способность должна быть нам дана, а не приобретена в ходе развития». Поскольку источник антиэнтропии — Сам Бог, в трудах Кобозева обосновывалась теоцентричная научная картина мира, и они вполне могут быть отнесены к теологическим естественно-научным построениям.

Ключевые слова: Николай Иванович Кобозев, термодинамика мышления, сознание, антиэнтропия, квантовая физика мозга, термодинамическая вероятность, символическое мышление, теология науки.

* Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант № 21-011-44141.

© Санкт-Петербургский государственный университет, 2023
© Общецерковная аспирантура и докторантура
им. святых равноапостольных Кирилла и Мефодия, 2023

Введение

Имя доктора химических наук Николая Ивановича Кобозева (1903–1974) хорошо знакомо почитателям творчества А. И. Солженицына, который называл ученого одним «из сильнейших умов России, встреченных [им] когда-либо»¹ и даже намеревался написать о нем «отдельную повесть»². Такое внимание великого писателя к личности физико-химика было связано не только с тем, что Кобозев являлся научным руководителем первой жены писателя Н. А. Решетовской (1919–2003), но и с необычным для современности сочетанием в нем крупного естествоиспытателя и религиозного мыслителя. Будучи верующим православным христианином, Кобозев оставил глубокие размышления о связи научного и религиозного понимания мира, рассматривая сущность процессов жизни и сознания с термодинамической точки зрения. По словам Солженицына, в трудах ученого «доказывается существование противозатронийного центра во Вселенной, т. е., уходя из физической терминологии, — Бога»³.

Если рассматривать научное творчество Н. И. Кобозева в более широком контексте, то его можно поставить в один ряд с выдающимися физиками, химиками и геологами XX в. — специалистами в области изучения неживой природы, которые особенно остро осознали фундаментальное отличие жизни и сознания от всей остальной материальной Вселенной. Имена таких известных ученых, как Эрвин Шредингер, Юджин Вигнер, Вальтер Эльзассер, сразу приходят на ум, когда речь идет о физическом осмыслении явлений жизни и сознания в середине XX в. Среди русских ученых, пожалуй, особенно ярко и выразительно об этом писал академик В. И. Вернадский, посвятивший вторую половину своей жизни разработке идеи «живого вещества». В работе «Живое вещество», вышедшей в 1930 г., он указывал, что «понятие “живого” не создано наукой. Оно вошло в нее извне как создание здравого смысла, донаучного народного знания. <...> Различие между живым и мертвым, существование жизни являются столь же реальными явлениями в области точного знания, какими являются пространство, время, материя, сила и т. д.»⁴. Иными словами, Вернадский ставил явление жизни в один ряд с другими первичными понятиями, которым нельзя дать определение, а нужно принять как данные и неопределяемые. Глубокие размышления о сущности сознания можно найти и в недавно опубликованных дневниках президента АН СССР выдающегося физика-оптика академика С. И. Вавилова. В записи от 26 декабря 1947 г. ученый замечал, что «сознание есть condition sine qua non жизни. А отсюда

¹ Солженицын А. И. Публицистика: в 3 т. Т. 3: Статьи, письма, интервью, предисловия. Ярославль: Верхняя Волга, 1997. С. 495.

² «И не было к тому преград, кроме вечной моей гонки, вечной недостачи времени» (Солженицын А. И. Бодался теленок с дубом. Очерки литературной жизни // Солженицын А. И. Собр. соч.: в 30 т. Т. 28. М.: Время, 2018. С. 442).

³ Солженицын А. И. Публицистика. Т. 3. С. 496.

⁴ Вернадский В. И. Живое вещество // Вернадский В. И. Собр. соч.: в 24 т. Т. 8. М.: Наука, 2013. С. 145–146.

миллионы следствий, *новая наука и новое мировоззрение* (курсив наш. — С. К.)»⁵. Четыре года спустя в том же дневнике читаем: «Психическая загадка никем не разгадана. В естествознание сознание не укладывается... Можно ли разбить это матовое окно психики и заглянуть за него? Не знаю... Но в *мире* [есть] *не только то, что знает естествознание* (курсив наш. — С. К.). Либо надо его в корне перестраивать»⁶. По понятным причинам Вавилов не высказывал в печати своих мыслей о перестройке всего естествознания «сверху вниз», и они остались запечатленными только на страницах его дневника. Именно сущность сознания составила основное ядро научных исследований Кобозева в области термодинамики информации и процессов мышления, которые стали, по сути, «алмазным мостом», связывающим науку и теологию, дающим теологии научное обоснование в рамках физической химии — удивительной дисциплины, посвященной энергетике природы на макро- и микроуровнях ее организации.

1. Николай Иванович Кобозев: краткая биография

Николай Иванович Кобозев (ил. 1) родился 12 мая 1903 г. в Москве в семье юриста Ивана Иосифовича (Иоасафовича) Кобозева (1874–1943) и Софьи Адольфовны Фавст (?–1952). В 1920 г. поступил на естественное отделение физико-математического факультета Московского государственного университета (МГУ), который закончил в 1924 г., после чего поступил в аспирантуру к известному отечественному физико-химику Е. И. Шпитальскому (1879–1931).

Уже в студенческие годы Кобозев размышлял о соотношении науки и религии. Долголетний друг и коллега Кобозева, С. С. Васильев, передает следующие слова молодого студента:

Я обдумывал вопрос об истоках научного познания и пришел к выводу, что без веры в Бога как источника всякой истины теоретическую науку обосновать нельзя. <...> Ньютон полагал, что Бог сообщил сотворенному им миру первый толчок. Но это понимание акта творения механистично, так как оно рассматривает движение только как направленное перемещение какого-то тела или какой-то частицы в пространстве.



Ил. 1. Николай Иванович Кобозев (1903–1974) (источник: *Солженицын А.И. Бодался теленок с дубом. Очерки литературной жизни // Солженицын А.И. Собр. соч.: в 30 т. Т. 28. М.: Время, 2018. Вклейка*)

⁵ Вавилов С. И. Дневники 1909–1951: в 2 кн. Кн. 2. М.: Наука, 2012. С. 334.

⁶ Там же. С. 464.

Более общей будет точка зрения, согласно которой Бог сотворил мир посредством адиабатического сжатия. <...>

Но не следует думать, что для Н.И. вопрос религии носил только абстрактно-умозрительный характер. Он рассказывал, что еще в гимназии его привлекали уроки закона Божьего, который вел весьма вдумчивый священник о. Михаил Стеблев. По-видимому, эти уроки послужили основой его стремления держать православного христианского мировоззрения⁷.

«В религии он был простой православный без мудростей, — упоминает о Кобозеве Солженицын, — пристрастие имел к Достоевскому, к Владимиру Соловьеву»⁸. Религиозные взгляды Кобозева были хорошо известны среди студентов. Вдова ученого Эсфирь (в крещении Екатерина) Ефимова на Гальбрайх в своих воспоминаниях, написанных в 1980 г., описывала, как «Николай Иванович в пылу философского спора с Моисеем Каганом сказал как-то, что в конце концов можно доказать бытие Божье, а тот разболтал (или сознательно?). Тогда это Николаю Ивановичу сошло, но не забилось до конца его жизни»⁹.

Особенно острым положение стало в 1950 г. Воспоминает ученик Кобозева проф. О. М. Полторак:

Это был период «идеологический» в науке вообще и период, когда люди под видом идеологии сводили друг с другом счеты. Николай Иванович в своих статьях задел кого-то из академиков. А это было время, когда все каялись в идеологических грехах. <...> Выступая на Ученом Совете Ребиндер¹⁰ говорит: — Вот вы говорите там на стороне «идеалист Шредингер», а они у нас под боком. Вот Николай Иванович Кобозев — типичный идеалист! Кстати говоря, это чистая правда. Николай Иванович никогда не был материалистом в ленинском смысле этого слова. Николай Иванович действительно считал, что материя вторична, а дух первичен. <...> Сразу появилось много желающих развить тему об идеализме Кобозева. В «Литературной газете» напечатана статья кандидата хими-

⁷ Васильев С. С. Воспоминания о Н.И.Кобозеве (1903–1974). Ч.1 // Химический дизайн. Контекст-хроника как опыт рефлексии в естествознании. Новосибирск: Chem. Lab. NCD, 1999. С.173–174. Протоиерей Михаил Николаевич Стеблев (1873–1923) в 1898 г. окончил Московскую духовную академию, в 1901 г. рукоположен в священники. В 1911–1923 гг. настоятель церкви преп. Пимена Великого в Новых Воротниках. Протоиерей с 1919 г. «В апреле 1922 г. храм подвергся ограблению, официально именовавшемуся “изъятием церковных ценностей”. Всего было “изъято” 12 пудов 38 фунтов 48 золотников золотых и серебряных изделий. Были также сняты колокола. Отец Михаил Стеблев, настоятель храма с 1911 по 1923 г., много сил положивший на благоустройство дорогого ему храма, не смог перенести его разорения. Пожилой человек с уже подорванным здоровьем, он вскоре тяжело заболел и скончался» (О храме: Под покровом аввы Пимена Великого // Храм преподобного Пимена Великого в Новых Воротниках. URL: www.hram-pimena.ru/history/history1.html (дата обращения: 05.08.2023)).

⁸ Солженицын А. И. Бодался теленок с дубом... С. 444–445.

⁹ Гальбрайх Э. Е. Хроника документов // Химический дизайн... С. 17.

¹⁰ Петр Александрович Ребиндер (1898–1972) — советский физико-химик, академик АН СССР с 1946 г.

ческих наук Гольданского¹¹ «Лженаучные домыслы профессора Кобозева», где фамилии его учеников Филиппова, Лебедева и Полторака склонялись еще не очень сильно, а в газете «Московский университет» уже шел текст: «Нашлись выродки вроде Полторака и Филиппова, которые выступили в защиту совершенно антинаучных и антимарксистских концепций Кобозева»¹².

Жизнь ученого, открыто исповедующего свои религиозные взгляды, в СССР была сопряжена с серьезными рисками и проблемами, связанными как с продвижением по карьерной лестнице, так и с возможностью публикации трудов чисто научного содержания.

Профессиональная деятельность Н. И. Кобозева была тесно связана с химическим факультетом МГУ, где он с 1935 г. был профессором и заведующим лабораторией неорганического катализа, после войны трансформированной в ныне существующую и успешно функционирующую лабораторию катализа и газовой электрохимии¹³. Основные научные интересы Кобозева лежали в области теории катализа и химических технологий. Ему принадлежит оригинальная теория активных ансамблей, а также выдающиеся работы по взрывной и окислительной конверсии метана, новым методам получения озона и пероксида водорода и др. После Второй мировой войны его лаборатория была задействована в имевших большое государственное значение работах по возможности использования озона в ракетном топливе (ответ был отрицательный).

Научные достижения Кобозева были высоко оценены выдающимися учеными его времени. Крупнейшие отечественные химики — академики Н. Д. Зелинский (1861–1953) и Н. С. Курнаков (1860–1941) — неоднократно выдвигали Кобозева в члены-корреспонденты АН СССР. Однако оппозиция в лице академиков А. Н. Баха и А. Н. Фрумкина каждый раз блокировала

¹¹ Виталий Иосифович Гольданский (1923–2001) — советский физико-химик, академик АН СССР с 1981 г. С. А. Кутолин приводит следующую выдержку из статьи Гольданского: «Труд Н. Кобозева с его псевдонаучной терминологией и множеством математических уравнений, маскирующих лженаучность его идей, может служить иллюстрацией к известному высказыванию Ленина о физических идеалистах, у которых “материя исчезает, остаются одни уравнения”... бесцельность, случайность развития, принижение сознательной человеческой деятельности — это старая проповедь идеалистических мракобесов... Свежий ветер научной критики после августовской сессии ВАСХНИЛ, видимо, не затронул еще по-настоящему некоторые факультеты Московского университета. А в этом есть большая необходимость!» (Кутолин С. А. «Блаженны чистые сердцем» // Химический дизайн... С. 9). Таким образом, В. И. Гольданский ставил работу Н. И. Кобозева в один ряд с трудами советских генетиков, которые были «развенчаны» на печально известной сессии ВАСХНИЛ (31 июля — 7 августа 1948 г.).

¹² Полторака О. М. Выступление на юбилее лаборатории КГЭ профессора О. М. Полторака // Наш солнечный дом. 1947–2007. Лаборатория катализа и газовой электрохимии. К 60-летию лаборатории / под ред. В. И. Лунина. М.: МГУ, Химический факультет, кафедра физической химии, 2007. С. 147.

¹³ См. подробнее: Наш солнечный дом. 1947–2007...

ла эти выдвигания, что было связано с критикой Кобозевым их отдельных работ¹⁴.

Особенный характер жизни Кобозева придавала болезненность, которая, по всей видимости, спасла его от многих неприятностей. А. И. Солженицын писал:

Болезней — каких только не было у Кобозева, — перечислить не взялся бы. Одна рука его была постоянно вывернута в локте и ничего брать не могла, вторая же неуверенно держала ложку и вилку, так что жена измельчала и упрощала ему пищу как ребенку, к тому же и по язве желудка это требовалось. У него было прокапывание мозговой жидкости в нос, развилась слабость ног, потом они вовсе отнялись, и его катали в кресле; у него было несколько спутанных заболеваний костей, спинного хребта, кровеносной системы, сложные мозговые явления под конец, болезней всегда сразу по несколько, и лечение одних противопоказывалось лечению других. <...> Наслано было болезней на него как на истинного Божьего любимца, едва ли не гуще, чем на библейского Иова, но никогда не взорвало его гневом, а улыбался он с покорностью Божьей воле¹⁵.

Такая особенность личной жизни ученого, с одной стороны, ограничила его возможности в непосредственных занятиях экспериментальной и административной работой, а с другой — создала возможность углубленной теоретической работы и развития новых концепций в химической технологии и термодинамике. Библиография Кобозева, собранная в двухтомнике его трудов, вышедшем в издательстве МГУ в 1978 г., насчитывает 333 работы¹⁶. Под руководством ученого было защищены 12 докторских и 50 кандидатских диссертаций, что указывает, помимо всего прочего, и на его выдающийся талант как научного руководителя и наставника молодых ученых.

2. Научные работы Н. И. Кобозева и теология

Впервые проблемы природы жизни и сознания попали в сферу научных интересов Кобозева еще в студенческие годы. Однако, по воспоминаниям его жены Э. Е. Гальбрайх, ученый стал заниматься ими наиболее плотно в 1940-е годы. В январе 1943 г. на собрании в московском Доме ученых проф. С. С. Васильев впервые доложил теорию векторно-броуновских процессов Н. И. Кобозева. Более пяти лет рукопись с изложением результатов этой работы проходила мытарства в «Журнале физической химии» и других академических изданиях, «которые отказывались ее печатать; одни как не подходящую по профилю, другие как идеологически не выдержанную»¹⁷. В этой работе Кобозев, независимо от Норберта Вине-

¹⁴ Вернадский В. И. Дневники 1943–1944 // Вернадский В. И. Собр. соч.: в 24 т. Т. 23. М.: Наука, 2013. С. 60–62.

¹⁵ Солженицын А. И. Бодался теленок с дубом... С. 443.

¹⁶ Кобозев Н. И. Избранные труды: в 2 т. М.: Изд-во МГУ, 1978.

¹⁷ Гальбрайх Э. Е. Хроника документов... С. 84–85.

ра, заложил основы кибернетики, некоторое время считавшейся в СССР «идеалистической» и «немарксистской». Сама работа была в конце концов опубликована в 1948 г. в «Бюллетене Московского общества испытателей природы»¹⁸. В ней Кобозев развивал общую теорию природных процессов как содержащих две компоненты: направленную (векторизованную) упорядоченную и беспорядочную, связанную с общим тепловым движением молекул. Именно на эту работу была нацелена критика недругов Кобозева (в частности, будущего академика АН СССР В.И. Гольданского), именно эти идеи были названы ими «лженаучными домыслами».

В том же томе «Бюллетеня», где вышла в свет первая работа ученого по тематике векторно-броуновских процессов, была опубликована и его краткая заметка¹⁹ о только что вышедшем русскоязычном переводе книги Э. Шредингера «Что такое жизнь с точки зрения физики?»²⁰. Как известно, центральной идеей Шредингера касательно сущности жизни было понятие отрицательной энтропии, которой «питаются» живые организмы, поддерживая свое существование и препятствуя разрушению своей структуры. Кобозев справедливо указывает, что этой отрицательной энтропией не может быть обычная (по мысли Шредингера) молекулярная энтропия (которую можно рассчитать как информационную сложность структуры организма). Согласно Кобозеву, «основная и принципиальная ошибка Шредингера заключается в утверждении, что между жизнью и смертью организма лежит термодинамический порог, что смерть есть переход организма к максимальной энтропии. В действительности переходу организма в состояние максимальной энтропии отвечает не сама смерть организма, а последующий посмертный распад организованной материи на простые молекулы»²¹. С точки зрения «классической» молекулярной энтропии между живым и мертвым организмом нет термодинамического барьера:

Легкий насморк может дать больший энтропийный скачок, чем смертельная болезнь. <...> Этот барьер следует искать не в обычной молекулярной, а в обобщенной энтропии <...>. Обобщенная энтропия отвечает хаотизации не молекулярных объектов, а макроструктур, не находящихся в термодинамическом равновесии со средой (например, клеток, тканей, хромосом и т. п.). Последнее особенно важно, так как отсутствие такого равновесия есть необходимое (хотя и недостаточное) условие жизни. Эта обобщенная энтропия или макроэнтропия чувствует те структурные изменения, которые не отражаются на обычной

¹⁸ Кобозев Н.И. Элементы общей теории векторно-броуновских процессов и законы биологической кинематики // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отделение биологии. 1948. Т. 53, № 1. С. 3–29. Сама статья была сдана в журнал в 1945 г., т. е. понадобилось целых три года, чтобы она увидела свет.

¹⁹ Кобозев Н.И. Несколько критических замечаний о книге Э. Шредингера «Что такое жизнь с точки зрения физики» // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отделение биологии. 1948. Т. 53, № 3. С. 31–36.

²⁰ Шредингер Э. Что такое жизнь с точки зрения физики? М.: Гос. изд-во инностр. лит-ры, 1947.

²¹ Кобозев Н.И. Несколько критических замечаний... С. 31.

энтропии, и она действительно испытывает скачок вверх при смерти живого вещества, так как при этом полностью исчезает связь и корреляция (векторизация) клеток, тканей и органов²².

Классическая термодинамика, как указывает Кобозев, имеет ограниченную применимость к проблеме живого:

Термодинамический критерий, столь оправдавший себя в области молекулярных процессов и микроструктур, в физике и химии, оказывается не неприменимым, а просто недостаточно чувствительным при переходе к живому веществу. Термодинамика способна вполне четко отличить жидкость от пара, раствор от суспензии, механическую смесь от химического соединения; оптическая стереоизометрия молекулы чувствуется ею уже значительно слабее; изотопия ядер различается едва заметно — это уже предел термодинамической чувствительности. Состояния живой материи лежат уже ниже этого порога. Здесь *нужна новая система статистики и термодинамики, создание которой несомненно возможно и уже крайне назрело* (курсив наш. — С. К.)²³.

Именно на создание этой «новой системы» были направлены последующие работы Кобозева по термодинамике процессов информации и мышления, в которых акцент, однако, был перенесен с жизненных процессов вообще на процессы мыслительные. Следуя намеченной им самим исследовательской программе, ученый разрабатывал эту тематику в течении примерно 20 лет, изложив результаты в целой серии статей в академическом «Журнале физической химии»²⁴ и сведя основные выводы в книгу «Исследование в области термодинамики процессов мышления и инфор-

²² Кобозев Н. И. Несколько критических замечаний.... С. 32.

²³ Там же. С. 32–33.

²⁴ Кобозев Н. И.: 1) Проблема упорядоченности и неупорядоченности энергии в химической термодинамике. I // Журнал физической химии. 1961. Т. 35. С. 2736–2744; 2) Проблема упорядоченности и неупорядоченности энергии в химической термодинамике. II. Равновесие векторно-броуновских форм энергии в химической термодинамике // Там же. С. 2745–2750; 3) Проблема упорядоченности и неупорядоченности энергии в химической термодинамике. III. Применение общих принципов // Там же. 1962. Т. 36. С. 266–273; 4) О физико-химическом моделировании процессов информации и мышления. I. Термодинамика процесса информации // Там же. 1966. Т. 40. С. 281–294; 5) О физико-химическом моделировании процессов информации и мышления. II. Термодинамика процесса мышления // Там же. С. 784–794; 6) О физико-химическом моделировании процессов информации и мышления. III. Системные процессы и типы их отображения // Там же. 1967. Т. 41. С. 1723–1730; 7) О физико-химическом моделировании процессов информации и мышления. IV. Термодинамика процесса мышления на системном уровне // Там же. 1968. Т. 42. С. 5–12; 8) О физико-химическом моделировании процессов информации и мышления. V. Об истолковании отрицательной энтропии // Там же. С. 1045–1051; 9) О физико-химическом моделировании процессов информации и мышления. VI. Моделирование низкоэнтропийных информационно-мыслительных функций на основе выроджденного газа Ферми // Там же. 1970. Т. 44. С. 2969–2974.



Ил. 2. Обложка первого издания книги Н. И. Кобозева «Исследование в области термодинамики процессов информации и мышления» (М.: Изд-во МГУ, 1978)

мации», вышедшую в 1971 г. в издательстве МГУ²⁵ (ил. 2). «Рассматривая эту книгу как сохранившийся осколок погибшей русской науки, — писал А. И. Солженицын, — читатель может живей вообразить ее несостоявшиеся контуры»²⁶. Ниже мы постараемся изложить принципиальные моменты концепции Кобозева в наиболее простых терминах, имея в виду, что строгие математические выкладки и доказательства приведены в соответствующих специальных работах ученого. В отличие от своих великих предшественников, среди которых можно назвать И. Ньютона и Ч. Дарви-

²⁵ Кобозев Н. И. Исследование в области термодинамики процессов мышления и информации. М.: Изд-во МГУ, 1971.

²⁶ Солженицын А. И. Публицистика... С. 496.

на²⁷, Кобозев не мог ни в начале, ни в конце своей книги указать на теологические импликации созданной им теории, но ее выводы, как и стимул для ее создания, лежали далеко за пределами обычного научного дискурса.

3. Энергия, энтропия и мышление

В своей основополагающей статье 1948 г. и в последующей серии статей о проблеме упорядоченности и неупорядоченности энергии в химической термодинамике (см. выше) Кобозев предложил векториальное представление термодинамических функций и, следуя Гельмгольцу, определил два типа общей формы энергии: свободную и связанную. Это разделение соответствует ранее предложенному ученым разделению энергии на векторную (упорядоченную, целенаправленную) и броуновскую (неупорядоченную). Такое различие типов энергии может быть проиллюстрировано известным всем со школьной скамьи броуновским движением неорганических (неживых) частиц и движением микроорганизмов. Если первое имеет чисто хаотический характер, последнее содержит две компоненты: собственно хаотическую и упорядоченную или целеориентированную (движение к свету, движение к источнику питательных веществ и т. п.). Принципиальная сторона вопроса состоит в том, что в природе невозможно полностью векторизованное движение, так как устранить хаотическую (связанную с тепловой энергией) компоненту можно только при абсолютном нуле, который, согласно третьему закону термодинамики, недостижим. Таким образом, все природные процессы, происходящие при температуре выше абсолютного нуля, содержат в себе хаотическую компоненту, т. е. обладают ненулевой энтропией²⁸.

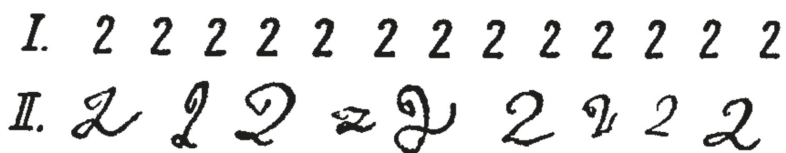
На основании термодинамического анализа процесса мышления Кобозев делает вывод о том, что закон тождества, который представляет собой основу мышления, не может осуществляться в системах с хаотической составляющей, так как тождество исключает неопределенность и хаотичность. «Отсюда вытекает вывод принципиальной важности, заключающийся в том, что *механизм мышления не может находиться на атомно-молекулярном уровне, осуществляемом известными нам частицами*. <...> Мышление представляет единственное природное явление, где *фактически* осуществляется переход к предельному случаю — к вполне безэнтропийному состоянию. *В этом настоящая загадка деятельности мозга* (курсив Кобозева. — С. К.)»²⁹.

Таким образом, главная проблема термодинамики мышления заключается в «несовместимости закона энтропии для молекулярных множеств, в том

²⁷ Не будет лишним напомнить, что основополагающие труды указанных великих ученых — «Математические начала натуральной философии» И. Ньютона и «Происхождение видов путем естественного отбора» Ч. Дарвина — заканчивались теологическими экскурсами их авторов, ставящими полученные ими научные результаты в контекст определенных теологических воззрений.

²⁸ Энтропия, как известно, является мерой беспорядка физико-химической системы.

²⁹ Кобозев Н. И. Исследование в области термодинамики... С. 100.



Ил. 3. К иллюстрации различия физического и мыслительного пространств (источник: Кобозев Н. И. Исследование в области термодинамики... С. 155)

числе для молекулярного аппарата мозга, и закона тождества для мышления. Вывод: молекулярное множество неспособно к функции мышления»³⁰.

Для пояснения специфики работы сознания Кобозев рассматривает два пространства: физическое пространство, или m -пространство, и Ψ -пространство мышления. Возьмем две строки символов, приведенных ниже (ил. 3).

С точки зрения энтропии (неупорядоченности, неопределенности) верхняя строка (I) гораздо менее энтропийна, чем нижняя (II) и в принципе может быть сжата в один символ, объем которого в физическом m -пространстве достаточно невелик по сравнению со второй строкой, в которой тот же символ повторяется в самых разнообразных формах. Однако в мыслительном Ψ -пространстве обе строки идентичны, хотя для обработки нижней строки сознание должно приложить больше усилий или, что то же, выполнить большую работу. Указанная работа возможна только за счет подведения в пространство мышления отрицательной энтропии, которая способна компенсировать повышенную энтропию нижней строки. Эта отрицательная энтропия делает возможным абстрактное мышление для человечества, поскольку одинаковые символы в Ψ -пространстве имеют одинаковое значение для каждого индивидуального сознания:

Термодинамический анализ показывает, что процесс организованного мышления связан с нарушением баланса обобщенной энтропии: энтропийные физико-химические процессы мозга... способны давать безэнтропийную мыслительную (логическую) продукцию. В этом состоит «термодинамический парадокс мышления». <...> Обладание антиэнтропией представляет принципиальное отличие упорядоченного мыслящего мозга от автомата³¹.

4. Определение жизни по Н. И. Кобозеву

Однозначное и универсальное определение жизни — одна из нерешенных принципиальных проблем современной биологии³². Как было указано во введении, такой глубокий и разносторонний мыслитель, как В. И. Вернадский, вообще считал жизнь первичным понятием, которому

³⁰ Там же. С. 7.

³¹ Кобозев Н. И. О физико-химическом моделировании... IV. С. 5.

³² См. об этом: Trifonov E. N. Vocabulary of definitions of life suggests a definition // Journal of Biomolecular Structure and Dynamics. 2011. Vol. 29. P. 259–266. См. также: Кривовичев С. В., свящ. Православие и естественные науки. М.: Познание, 2022. С. 335–337.

невозможно и даже не нужно давать определение. В рамках своей теории векторно-броуновских процессов Кобозев предложил критерий отличия живого от неживого, основанный на характере зависимости коэффициента диффузии частицы от ее массы³³. В грубом приближении коэффициент диффузии показывает, насколько быстро двигается частица в среде. Для неживых частиц этот коэффициент ($D_{нж}$) понижается с увеличением массы частицы по следующему закону:

$$D_{нж} = D_{нж}^0 \times m_{нж}^{-1/2}, \quad (1)$$

где $m_{нж}$ — масса неживой частицы, а $D_{нж} = D_{нж}^0$ для $m_{нж} = 1$.

В отличие от неживых частиц, для живых частиц (организмов) коэффициент диффузии ($D_{ж}$) с массой не убывает, а возрастает:

$$D_{ж} = D_{ж}^0 \times m_{ж}^{2/3}, \quad (2)$$

где $m_{ж}$ — масса живой частицы, а $D_{ж} = D_{ж}^0$ для $m_{ж} = 1$. Чем больше организм, тем (в среднем) быстрее он перемещается в пространстве.

Кобозев указывает на различие «мертвой» ньютоновской массы неживых объектов ($m_{нж}$) и «живой» массы живых организмов ($m_{ж}$) как на критерий разделения живой и неживой природы, вполне в духе В. И. Вернадского:

Возрастание коэффициента диффузии с «биологической массой» показывает, что эта масса не находится в термодинамическом равновесии со средой, причем эта неравновесность растет с величиной массы. <...> Диффузия живых существ обгоняет мертвые объекты; она превосходит по абсолютной величине даже диффузию предельно легкого вещества — водорода и поэтому оказывается способной обеспечить наиболее эффективное перемещение материи. Огромная роль живых организмов при транспорте вещества в биосфере, которую так подчеркивал Вернадский, находит в этих данных количественное математическое обоснование³⁴.

Вполне очевидно, что отличие живого от неживого не исчерпывается их отношением к движению, поскольку живой объект может быть и неподвижным, но количественный критерий, данный Кобозевым, представляется важным параметром, описывающим специфику живого вещества биосферы.

5. Антиэнтропия и происхождение жизни

Термодинамическая энтропия представляет собой меру беспорядка физико-химической системы: более упорядоченные системы имеют пониженную энтропию по сравнению с аналогичными менее упорядоченными

³³ Кобозев Н. И.: 1) Элементы общей теории... С. 26–29; 2) Исследование в области термодинамики... С. 170–172.

³⁴ Кобозев Н. И. Исследование в области термодинамики... С. 172.

системами. Например, жидкость (вода), в отличие от кристалла того же состава (льда), имеет более высокую энтропию.

В статистической физике величина энтропии S для данного макросостояния рассчитывается из уравнения Больцманна — Планка:

$$S = \ln W, \quad (3)$$

где W — число микросостояний, которое реализует данное макросостояние.

Например, состояние жидкой воды реализуется бóльшим числом микросостояний (молекулярных расположений), чем состояние твердого льда, поскольку в последнем движение молекул ограничено состоянием кристаллической решетки (молекулы в той или иной степени «заморожены» в позициях кристаллической структуры, тогда как в жидкой воде они могут передвигаться относительно свободно). Параметр W также называется термодинамической вероятностью.

Поскольку каждое макросостояние системы имеет по крайней мере одно соответствующее микросостояние, т. е. $W \geq 1$, энтропия системы не может быть отрицательной: $S \geq 0$. Условие $W = 1$ и $S = 0$ соответствует температуре абсолютного нуля, запрещенной теоремой Нернста — Планка, которая также имеет статус третьего закона термодинамики.

Ключевой пункт в кобозевском анализе энтропии живых организмов³⁵ состоит в расширении и пересмотре понятия термодинамической вероятности W с алгоритмической точки зрения. Кобозев отмечает, что в классической термодинамике «предполагается как постулат, что если данное состояние существует, то в наличии всегда имеется некоторое число микросостояний или вообще процедур (и уже по меньшей мере одна), способных полностью воспроизвести это состояние из его элементов»³⁶. Чтобы обобщить понятие термодинамической вероятности, Кобозев предлагает «во-первых, понимать ее как число любых процедур, осуществляющих данное макросостояние... во-вторых, не ограничивать теорию постулатом об обязательном существовании полной процедуры для воспроизведения наличных состояний ($W \geq 1$) и считаться со случаями, когда такой полной процедуры не существует, т. е. $W < 1$ и $S < 0$ »³⁷, т. е. случаями отрицательной энтропии. Данный момент принципиален для понимания мысли Кобозева в отношении жизни и сознания: эти феномены как неалгоритмируемые состояния обладают отрицательной энтропией, или антиэнтропией.

Неалгоритмируемость жизни и сознания и связанная с этим их антиэнтропийность указывает на отсутствие процедуры их воспроизведения из неживой материи, — идея, которая противоречит господствующему редукционизму в понимании происхождения жизни, но которая была впол-

³⁵ Кобозев Н. И.: 1) О физико-химическом моделировании... V. С. 1046; 2) Исследование в области термодинамики... С. 160–162.

³⁶ Кобозев Н. И. О физико-химическом моделировании... V. С. 1046.

³⁷ Там же.

не понятна В.И.Вернадскому, отрицавшему возможность абиогенеза. Эта идея также находится в соответствии с такими известными эмпирическими принципами, как правило Франческо Реди *omne vivum ex vivo* («жизнь всегда от жизни») или принцип Рудольфа Вирхова «клетка всегда от клетки».

Несомненно, что живые организмы как атомно-молекулярные системы обладают и положительной энтропией:

В живом веществе молекулярный материал приобретает оба эти уровня энтропии: молекулярной положительной энтропии и отрицательной (потенциальной) энтропии. Можно представить, что элементы живой системы осциллируют между этими уровнями энтропии <...>. В результате такой осцилляции (или суперпозиции этих уровней) живая система занимает некоторый средний биологический уровень энтропии... пониженный относительно энтропийного уровня ее молекулярного интервала³⁸.

Концепция антиэнтропии является центральной для кобозевской мысли о сущности жизни и сознания. С терминологической точки зрения понятие отрицательной энтропии перекликается с таковым у Шредингера, но, по сути, они различны. Кобозев отождествлял отрицательную энтропию Шредингера со свободной энергией, подчеркивая, что «жизнь и смерть в термодинамическом смысле изоэнергетические и изоэнтропийные состояния, и Шредингер не прав, предполагая здесь наличие термодинамического энтропийного барьера»³⁹.

При желании можно установить некоторую параллель между понятием неалгоритмируемого состояния живых организмов (в частности, живой клетки, являющейся первичной единицей жизни) и понятием неприводимо сложных систем (*irreducibly complex system*), предложенным адвокатами теории разумного замысла М. Бихи⁴⁰ и У. Дембски⁴¹. Вместе с тем подчеркнем: Кобозев не отрицал сам принцип биологической эволюции, оставляя в стороне проблему происхождения первой живой клетки. Говоря о принципе антиэнтропии, он замечает: несмотря на то что он сформулирован как термодинамический парадокс мышления, «эволюционная связь живых организмов дает основание обобщить этот вывод на процесс возникновения жизни... если принять, что жизнь на всех своих уровнях содержит антиэнтропийную компоненту»⁴². Удивительным образом эта мысль пересекается с приведенным выше замечанием С. И. Вавилова, о том, что «сознание есть *condition sine qua non* жизни».

³⁸ Кобозев Н. И. Исследование в области термодинамики... С. 168.

³⁹ Кобозев Н. И. Элементы общей теории... С. 32.

⁴⁰ *Behe M. Darwin's black box: The biochemical challenge to evolution.* New York: Free Press, 1996.

⁴¹ *Dembsky W.A. No free lunch: Why specified complexity cannot be purchased without intelligence.* Lanham, MD: Rowman & Littlefield, 2002.

⁴² Кобозев Н. И. Исследование в области термодинамики... С. 169. Ср. у С. И. Вавилова: «Естествознание развивается правильно, но в теперешнем виде оно явно не все и ограничено загадкой сознания. <...> Надо же говорить о сознании полным голосом, не ограничиваясь пустозвонными фразами, что это де проявление высокоорганизованной материи» (*Вавилов С. И. Дневники 1909–1951. Кн. 2. С. 343*).

6. Ψ-частицы и «физика мышления»

В деятельности человеческого сознания Кобозев различал два уровня: пре-логический, связанный с обработкой и производством информации, и логический, т. е. мышление *sensu stricto*. Последнее невозможно без анти-энтропии, которая не является эмерджентным (возникающим на высоких уровнях организации материи) свойством, т. е. «возникла не в виде *deus ex machina*, а как дополнительный параметр, необходимый для организованного мышления. Без этого нового фактора обычная атомно-молекулярная материя мозга неспособна обеспечить процесс мышления и даже простейший информационный процесс, если он связан с самой элементарной символической записью»⁴³.

Однако пре-логические операции мышления, например производство информации, могут быть смоделированы на низкоэнтропийном уровне, доступном для квантовых систем. В качестве физического аппарата этих процессов Кобозев рассматривает сильно вырожденный газ Ферми — Дирака, состоящий из сверхлегких частиц, который он назвал Ψ-частицами, или психонами⁴⁴. По расчетам Кобозева, эти Ψ-частицы в 100 000 раз легче электронов и достаточно велики по размеру ($\sim 10^{-6}$ см³). Гипотетическая Ψ-нейронная сеть, образованная Ψ-частицами, обладает потенциальной способностью «к производству достаточно низкоэнтропийных операций, которые могут считаться свойственными психике в целом, и к передаче информации (возбуждения) по сети»⁴⁵.

Кобозев указывает:

Участие элементарных частиц чрезвычайно расширяет возможности психической деятельности мозга не только путем снижения его энтропии, но и в других важных отношениях: элементарные частицы, подчиняющиеся релятивистской квантовой механике, могут превращаться в другие частицы, размножаться, «исчезать», переходя в состояние «вакуума»... и появляться вновь. Все это недоступно атомно-молекулярной материи, жестко связанной законом сохранения массы. Эта материя пригодна лишь для построения сомы, носителей же психических функций и необходимой для жизни антиэнтропии нужно искать в области элементарных частиц и связанных с ними полей⁴⁶.

⁴³ Кобозев Н. И. Исследование в области термодинамики... С. 173.

⁴⁴ Насколько нам известно, впервые термин «психон» был использован в 1943 г. У. МакКаллохом и У. Питтсом для обозначения «мельчайшей психической единицы», «не меньшей, чем активность отдельного нейрона» (*McCulloch W. S., Pitts W. A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity // Bulletin of Mathematical Biology. 1943. Vol. 5. P. 115–133*). Позднее нобелевский лауреат Дж. Экклс определил психон как «элементарное или единичное ментальное явление, связанное с конкретным дендритом» (*Eccles J. C. How the self controls its brain. Berlin; Heidelberg: Springer-Verlag, 1994, P. 87–88*).

⁴⁵ Кобозев Н. И. Исследование в области термодинамики... С. 182.

⁴⁶ Кобозев Н. И. Исследование в области термодинамики... С. 183. Гипотеза о роли Ферми-газа из неизвестных элементарных частиц в процессах жизни и мышления была впервые сформулирована Н. И. Кобозевым в 1970 г. (*Кобозев Н. И. О физико-химическом моделировании... VI; статья получена редакцией в 1969 г.*). В 1968 г. немецкий

Заключение

Исследовательская программа Н. И. Кобозева в области термодинамики процессов информации и мышления имеет отчетливо выраженную смысловую направленность, состоящую в попытке дать доказательство несводимости мышления и жизни к обычным физическим явлениям. В своих комментариях к книге «Исследование в области термодинамики процессов мышления и информации», переданных им С. А. Кутолину «с просьбой заговорить о них, когда время и обстоятельства позволят это сделать»⁴⁷, ученый указывал, что «человеческий разум не может быть результатом эволюционного перерождения функций информации в функцию мышления. Эта последняя способность должна быть нам дана, а не приобретена в ходе развития». То же относится и к символическому мышлению: «Эта способность также не приобретенная, а данная, которой не обладает никто, кроме людей. Она оттуда же, откуда и человеческое мышление — Сверху». Антиэнтропия при этом «есть необходимое условие упорядоченного мышления и, видимо, упорядоченной психики в целом. В то же время антиэнтропия есть запрет воспроизведения, изготовления системы»⁴⁸.

Работы Н. И. Кобозева в области термодинамики мышления подводят внимательного читателя к последним пределам науки — туда, где собственно научное мышление замолкает и начинается сфера свободного выбора. Тайны жизни и сознания и их возникновение остаются тайнами, но строго научные выкладки неизменно указывают на особые принципы их функционирования, несводимые к обычным физико-химическим феноменам. В жизни и сознании есть что-то, что ускользает от привычной методологии естественных наук, — не в конкретных механизмах и структурах их деятельности, а в самой принципиальной сущности этих явлений, которая обычно остается за рамками повседневной технической научной работы. Понятие антиэнтропии Н. И. Кобозева — одна из наиболее глубоких попыток сформулировать характерные особенности жизни и сознания, а его грандиозные усилия построения с помощью термодинамики теоцентричной научной картины мира ставит его в один ряд с величайшими учеными прошлого, для которых их научные изыскания и религиозные чаяния составляли единое и неразрывное целое.

Статья поступила в редакцию 6 января 2023 г.;
рекомендована к печати 22 мая 2023 г.

Контактная информация:

Кривовичев Сергей Владимирович — священник, академик РАН, д-р геол.-минералог. наук, проф.; s.krivovichev@spbu.ru

физик Х. Фролих предположил, что квантовые конденсаты, такие как конденсат Бозе — Эйнштейна, играют важную роль в функционировании биологических систем (*Fröhlich H. Long-range coherence and energy storage in biological systems // International Journal of Quantum Chemistry. 1968. Vol. 11. P. 641–649*). В отличие от статьи Кобозева, работа Фролиха была процитирована более 1400 раз с момента ее публикации.

⁴⁷ Кутолин С. А. «Блаженны чистые сердцем»... С. 11.

⁴⁸ Там же. С. 11–12.

Theology and thermodynamics of life and mind in the scientific legacy of Nikolay Ivanovich Kobozev*

Priest Sergiy Krivovichev

Federal Research Center “Kola Science Center of the Russian Academy of Sciences”,
14, ul. Fersmana, Apatity, 184209, Russian Federation
St. Petersburg State University,
7–9, Universitetskaya nab., St. Petersburg, 199034, Russian Federation

For citation: Krivovichev S. V. Theology and thermodynamics of life and mind in the scientific legacy of Nikolay Ivanovich Kobozev. *Issues of Theology*, 2023, vol. 5, no. 3, pp. 369–387. <https://doi.org/10.21638/spbu28.2023.302> (In Russian)

Nikolay Ivanovich Kobozev (1903–1974), Professor of Moscow State University, famous Russian physico-chemist, specialist in the field of thermodynamics. In his works devoted to thermodynamics of information and thinking, he emphasized the incompatibility between the entropy law for molecular structures, including molecular machinery of the mind, and the law of identity for thinking. In order to compensate for the molecular entropy, the mind should receive a negative entropy or antientropy, which is defined on the basis of the extended concept of thermodynamic probability. The latter is defined as a number of procedures (algorithms) that can be used to produce a physico-chemical system from its elementary components. For non-algorithmic systems, the entropy is negative. In order to model processing and production of information, N. I. Kobozev postulated the existence in a brain of a strongly degenerate Fermi gas of superlight Ψ -particles (psychons), thus being one of the first scientists who emphasized the importance of quantum processes for the physics of mind. In all its levels, life contains an antientropic component, which distinguishes it from the non-living matter. According to Kobozev, ‘human mind cannot be the result of evolutionary transformation of information function into thinking. The latter must be given to us, and not acquired in the course of evolution’. Since the source of information is the God Himself, the N. I. Kobozev’s works correspond to the theocentric scientific worldview and they can well be considered as theological construction in natural sciences.

Keywords: Nikolay Ivanovich Kobozev, thermodynamics of thinking, mind, anti-entropy, quantum physics of brain, thermodynamic probability, symbolic thinking, theology of science.

References

- Behe M. (1996) *Darwin’s black box: The biochemical challenge to evolution*. New York, Free Press.
- Dembsky W. A. (2002) *No free lunch: Why specified complexity cannot be purchased without intelligence*. Lanham, Rowman & Littlefield.
- Eccles J. C. (1994) *How the self controls its brain*. Berlin; Heidelberg, Springer-Verlag.
- Fröhlich H. (1968) “Long-range coherence and energy storage in biological systems”, in *International Journal of Quantum Chemistry*, vol. 11, pp. 641–649.
- Galbraich E. E. (1999) “Chronicle in documents”, in *Chemical design. Context-chronicle as an experience of reflection in natural sciences*, pp. 14–169. Novosibirsk, Chem. Lab. NCD Publ. (In Russian)

* The present research was funded by the Russian Foundation for Basic Research, project no. 21-011-44141.

- Kobozev N.I. (1948) "Elements of the general theory of vector-Brownian processes and the laws of biological kinematics", in *Bulletin of the Moscow Society of Naturalists, Biology Section*, vol. 53 (1), pp. 3–29. (In Russian)
- Kobozev N.I. (1948) "Several critical notes on the Schrödinger's book 'What is Life from the Viewpoint of Physicist'", in *Bulletin of the Moscow Society of Naturalists, Biology Section*, vol. 53 (3), pp. 3–29. (In Russian).
- Kobozev N.I. (1961) "The problem of ordered and non-ordered forms of energy in chemical thermodynamics. I", in *Soviet Journal of Physical Chemistry*, vol. 35, pp. 2736–2744. (In Russian)
- Kobozev N.I. (1961) "The problem of ordered and non-ordered forms of energy in chemical thermodynamics. II. Brownian-vectorial energy equilibrium in chemical thermodynamics", in *Soviet Journal of Physical Chemistry*, vol. 35, pp. 2745–2750. (In Russian)
- Kobozev N.I. (1962) "The problem of ordered and non-ordered forms of energy in chemical thermodynamics. III. Application of the general principles", in *Soviet Journal of Physical Chemistry*, vol. 36, pp. 266–273. (In Russian)
- Kobozev N.I. (1966) "On the physico-chemical modeling of processes of information and thinking. I. Thermodynamics of the process of information", in *Soviet Journal of Physical Chemistry*, vol. 40, pp. 281–294. (In Russian)
- Kobozev N.I. (1966) "On the physico-chemical modeling of processes of information and thinking. II. Thermodynamics of the process of thinking", in *Soviet Journal of Physical Chemistry*, vol. 40, pp. 784–794. (In Russian)
- Kobozev N.I. (1967) "On the physico-chemical modeling of processes of information and thinking. III. System processes and the types of their representation", in *Soviet Journal of Physical Chemistry*, vol. 41, pp. 1723–1730. (In Russian)
- Kobozev N.I. (1968) "On the physico-chemical modeling of processes of information and thinking. IV. Thermodynamics of the process of thinking on the level of systems", in *Soviet Journal of Physical Chemistry*, vol. 42, pp. 5–12. (In Russian)
- Kobozev N.I. (1968) "On the physico-chemical modeling of processes of information and thinking. V. On the sense of negative entropy", in *Soviet Journal of Physical Chemistry*, vol. 42, pp. 1045–1051. (In Russian)
- Kobozev N.I. (1970) "On the physico-chemical modeling of processes of information and thinking. VI. Modeling low-entropic information-thinking functions on the basis of degenerate Fermi gas", in *Soviet Journal of Physical Chemistry*, vol. 44, pp. 2969–2974. (In Russian)
- Kobozev N.I. (1971) *Investigations in the field of thermodynamics of information and thinking*. Moscow, Moscow University Press. (In Russian)
- Kobozev N.I. (1978) *Selected works*. Moscow, Moscow University Press. (In Russian)
- Krivovichev S. V. (2022) *Orthodoxy and natural sciences*. Moscow, Poznanie Publ. (In Russian)
- Kutolin S. A. (1999) "Blessed are the pure in heart", in *Chemical design. Context-chronicle as an experience of reflection in natural sciences*, pp. 1–14. Novosibirsk, Chem. Lab. NCD Publ. (In Russian)
- Lunin V.I., ed. (2007) *Our sunny house. 1947–2007. Laboratory of catalysis and gaseous electrochemistry. To the 60th anniversary*. Moscow, MGU, Khimicheskii fakul'tet, kafedra fizicheskoi khimii Publ. (In Russian)
- McCulloch W.S., Pitts W. (1943) "A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity", in *Bulletin of Mathematical Biology*, vol. 5, pp. 115–133.
- Poltorak O.M. (2007) "Speech at the Jubilee of the KGE laboratory by Professor O.M. Poltorak", in Lunin V.I., ed. *Our sunny house. 1947–2007. Laboratory of catalysis and gaseous electrochemistry. To the 60th anniversary*, pp. 147–148. Moscow, MGU, Khimicheskii fakul'tet, kafedra fizicheskoi khimii Publ. (In Russian)
- Schrödinger E. (1947) *What is life from the viewpoint of physics*. Rus. ed. Moscow, Gosudarstvennoe izdatel'stvo inostrannoi literatury Publ. (In Russian)

- Solzhenitsyn A. I. (1997) *Journalism*. In 3 vols, vol. 3: *Articles, Letters, Interviews, Prefaces*. Yaroslavl, Verkhniaia Volga Publ. (In Russian)
- Solzhenitsyn A. I. (2018) “The Oak and the Calf. Sketches of Literary Life in the Soviet Union”, in Solzhenitsyn A. I. *Collected Works*. In 30 vols, vol. 28. Moscow, Vremia Publ. (In Russian)
- Trifonov E. N. (2011) “Vocabulary of definitions of life suggests a definition”, in *Journal of Biomolecular Structure and Dynamics*, vol. 29, pp. 259–266.
- Vasiliev S. S. (1999) “Memories about N. I. Kobozev (1903–1974)”, in *Chemical design. Context-chronicle as an experience of reflection in natural sciences*, pp. 169–235. Novosibirsk, Chem. Lab. NCD Publ. (In Russian)
- Vavilov S. I. (2012) *Diaries*. In 2 vols, vol. 2: 1920, 1935–1951. Moscow, Nauka Publ. (In Russian)
- Vernadsky V. I. (2013) “Diaries 1943–1944”, in Vernadsky V. I., *Collected works*. In 24 vols, vol. 23. Moscow, Nauka Publ. (In Russian)
- Vernadsky V. I. (2013) “Living matter”, in Vernadsky V. I. *Collected works*. In 24 vols, vol. 8, Moscow, Nauka Publ. (In Russian)

Received: January 6, 2023

Accepted: May 22, 2023

Author's information:

Sergey V. Krivovichev — Priest, Academician of the Russian Academy of Sciences,
Dr. Sci. in Geological and Mineralogical Sciences, Professor; s.krivovichev@spbu.ru