

Что такое жизнь с точки зрения геолога? (Перечитывая В.И. Вернадского и А.Эйнштейна)

В.Г. Ганелин

*Геологический институт РАН, 119017 Москва, Пыжевский пер., 7
vigdal@yandex.ru*

Откуда мы пришли, куда свой путь вершим..?

Омар Хаям

Современная наука – враг всякой имманентности. Случай – вот единственный источник всего нового, всего творческого в биосфере. Вселенная вовсе не была чревата жизнью, равно как и биосфера – человеком. Наш номер выпал в игре в рулетку. Что ж удивительного в том, что мы испытываем чувство странности нашего положения, подобно выигравшему только что миллиард.

Жак Моно

Твари Земли являются созданием сложного космического процесса, необходимой и закономерной частью стройного космического механизма, в котором нет случайностей.

В.И. Вернадский

Наука XX века завершила второе тысячелетие тремя наиболее великими открытиями. Два первые (теория относительности и квантовая механика), принадлежащие физике, являются основой современных релятивистских представлений о пространстве–времени, строении атома и вероятностном характере причинности, связующей события нашего мира. Третье фундаментальное открытие принадлежит геологии, в первую очередь ее разделу – биогеохимии, и связано с созданием В.И. Вернадским учения о биосфере. Центральным представлением этого учения явилось переоткрытие феномена, впервые обозначенного еще великим Ламарком – биосферы, и обоснование планетной и космической значимости этого феномена. Если первые два открытия прочно вошли в арсенал современной науки, то биосферные идеи Вернадского освоены, как представляется, далеко не полностью. А его наиболее глубокие мысли порой либо оставлены без внимания, либо восприняты как чудачества, гению дозволенные.

Между тем без преувеличения можно сказать, что научная биология как эмпирическая наука до Вернадского вовсе не занималась изучением «жизни». Объектом ее изучения, как писал А.Г. Гурвич [1944], служили отдельные и конкретные, главным образом поддающиеся ясному определению,

жизненные проявления. По словам В.И. Вернадского [1994, с. 26], «биологи забывают, что изучаемый ими организм является неразрывной частью земной коры, представляет собой механизм, ее изменяющий, и может быть отделен от нее только в нашей абстракции. Можно получить о нем ясное представление только тогда, когда мы при его характеристике к морфологическим или физиологическим свойствам организма присоединим и его геологическое, в частности геохимическое свойство – изменение его совокупностью химических изменений в биосфере». Открытием биосферы, введением представления о живом веществе, ее строящем, было положено начало изучению «жизни» как таковой, жизни как целостности, хотя сам Вернадский сознательно отказывался от употребления понятия «жизнь», считая его слишком расплывчатым и предпочитая говорить о живом веществе.

Программой установкой Вернадского была задача связать в единое целое два синтеза «Космоса», две картины мироздания. Первый из них – мир физический, «где все сводится в конце концов на немногие нашими органами чувств и даже нашим сознанием не охватываемые в образной форме представления об эфире, энергии, квантах, электронах, силовых линиях, вихрях или корпскуллах». Этот мир, этот Космос, представляет,

по Вернадскому, «чуждую нам картину, схему, далекую от действительности, независимо от того, лежит ли в ее основе хаос или гармония. Эта абстракция является удобной формой научной работы, входит в научное мировоззрение, но не охватывает его всего, не проникает даже все области естествознания, она явно не полна, как неполны по сравнению с природными объектами все отвлеченные и идеальные создания человеческого разума, всегда упрощающие реальные объекты, подлежащие нашему изучению» [Вернадский, 1994, с. 26, 27].

Этой физической картине мира Вернадский противопоставил восприятие этого мира натуралистом – представление о мире, «какое всякий натуралист, изучающий описательные науки, имеет об окружающей его природе». Оно не разложимо на геометрические формы, «более сложное и более для нас близкое и реальное». Оно «пока тесно связано не со всем Космосом, но с его частью – с нашей планетой... В это представление всегда входит новый элемент, отсутствующий в построениях космогоний, теоретической физики или механики, – элемент живого. Эти представления о природе не менее научны, чем создания космогоний или теоретической физики и химии, и ближе для многих, хотя они так же неполны, как и геометрические схемы упрощенной мысли физиков, но они менее проникнуты призрачными созданиями человеческого ума и дают нам другие стороны Космоса, оставленные последними вне своих абстрактных построений... В научном мировоззрении и в культурной среде, – сожалел Вернадский, – именно физическое представление о Мире, выраженное в образах математической физики, считается настоящим научным достижением, а натуралистическое миропонимание более грубым к нему приближением» [там же, с. 27].

* * *

Переворот в физической картине мира начала прошлого века, вызванный теорией относительности и заставивший по-иному взглянуть на сущность традиционных представлений о пространстве–времени, материи, массе, энергии, вселял в Вернадского надежды на новый синтез, который смог бы объединить миры физика и натуралиста.

Синтез этот представлялся Вернадскому не за горами. Увы, наука XX века перевалила в третье тысячелетие все с тем же багажом, где реальность разделена на природу и изучающего ее наблюдателя, а «жизнь» – явилась лишь эпифеноменом современной физической картины мира. Диссипативные структуры, «ячейки Бенара», составившие основу современного представления о живом, явились очевидной онтологической при-

митивизацией жизни и сознания. Против этого и был направлен основной пафос учения Вернадского о Биосфере.

Внутренним стержнем представлений Вернадского о живом веществе явился тезис, выдвинутый еще в первой четверти XVII века Христианом Гюйгенсом, – «жизнь есть космическое явление, в чем-то резко отличное от косной материи». Этому тезису он придал значение принципа. Непроходимая грань между живым и косным веществом представлялась Вернадскому несомненной. «Резкое отличие живого от мертвого является аксиомой, точно так же как являются ею положение о существовании неразрывной связи между живым и мертвым и круговорот химических элементов в живом веществе» [Вернадский, 1994, с. 147, 148].

Справедливость этого тезиса вытекала, в первую очередь, из принципа Ф.Реди – *omne vivum e vivo*, все живое из живого, сформулированного флорентийским ученым во второй половине XVII века. Этому принципу, а по существу эмпирическому выводу об отсутствии абиогенеза – происхождения живого из косного, Вернадский придавал первостепенное значение: «1668 год – великий год в истории человечества. Принцип Реди – все живое из живого – есть первое научное достижение, которое позволяет нам научно подойти к загадке жизни» [там же, с. 265]. Из принципа как будто бы вытекал вывод об отсутствии у жизни начала, ее вечности в Космосе, ее космичности. В согласии с этим находились и данные геологической летописи, указывавшие на то, что в геологической истории планеты не было безжизненных периодов. (В настоящее время древнейшие из найденных органических остатков датируются 3,8 млрд лет). Общепринятая (в ту пору и ныне) идея о возможности абиогенеза в более отдаленные времена представлялась Вернадскому скорее логическим и философским построением, нежели основанной на эмпирическом материале научной гипотезой. «Необходимость начала жизни, во-первых, указывается как логическая предпосылка эволюционного процесса. Во-вторых, необходимость абиогенеза или абиогенеза представляется неизбежным следствием отрицания для живых организмов особых, свойственных только им сил» [там же, с. 281].

Особые, свойственные только живому веществу качества, убеждавшие в коренном, фундаментальном различии живого и косного и, таким образом, утверждавшие справедливость принципов Гюйгенса и Реди, следовали и из другого принципа, обозначенного Вернадским, принципом Пастера–Кюри. Здесь шла речь о явлении так называемой диссимметрии, или нарушении зер-

кальной симметрии, свойственной основным органическим соединениям, строящим живой организм. Позднее это явление было названо гомохиральностью, или хиральной специфичностью биоорганического мира. Хиральность (англ. *chirality*, от греч. *chéir* – рука) – понятие, характеризующее свойство объекта быть несовместимым со своим отображением в зеркале, наподобие правой и левой руки. Хиральные, не имеющие центра и плоскости симметрии молекулы, представлены в природе двумя антиподами – правыми и левыми изомерами, каждый из которых оптически активен, то есть способен вращать плоскость поляризации света. Рацемическая смесь этих изомеров, состоящая из равного количества тех и других, оптически неактивна. В косном веществе хиральные органические и неорганические соединения представлены оптически неактивной рацемической смесью правых и левых молекул. В живом организме «кирпичики жизни» – основные вещества, его строящие, выявляются в качестве только левых, либо только правых изомеров. В частности, аминокислоты в живых белках представлены только левыми изомерами, а сахара в рибонуклеиновых кислотах – только правые. Зеркальная симметрия, равноправие правого и левого не имеют места в живом веществе. Открывший это явление Л.Пастер в полной мере представлял фундаментальность своего открытия и придавал ему огромное значение. Он полагал, что это единственное отчетливо выраженное различие, которое обнаруживается между химией живой и неживой природы [1960]. В своих опытах Пастер обнаружил, например, что дрожжи, поселенные на винной кислоте, поглощают только правые молекулы этой смеси, оставляя не тронутыми левые. Явление напоминало термодинамического демона Дж.Максвелла, который, сидя в закрытом ящике с перегородкой, успешно боролся с законами термодинамики, сортируя быстрые и медленные молекулы, и уменьшал, таким образом, энтропию системы. Однако в отличие от виртуального термодинамического дьявола, биохимический демон Пастера, разделяющий правые и левые изомеры, явился эмпирической реальностью. Приняв же во внимание то обстоятельство, что энтропия оптически однородного состава всегда ниже, чем у рацемической смеси, можно полагать, что антиэнтропийный демон Максвелла и хиральный демон Пастера – родные братья.

Математические исследования Пьера Кюри, выполненные в начале прошлого века и посвященные роли симметрии в физическом пространстве, свидетельствовали о диссимметрии как следствии особого состояния пространства, где противопоставление левого и правого имеет

абсолютное значение. При этом Кюри был сделан вывод о том, что диссимметрическое явление может являться следствием только такой же диссимметрической причины.

Гомохиральность живого вещества, «хиральная чистота биосферы», представляла таинственной загадкой, противоречившей всему тому, что было известно физической и химической науке о природе. С абсолютным различием направления во времени, различием между прошлым и будущим наука давно смирилась, хотя и не очень понимала его истоки. Но за пространственной асимметрией живого, абсолютным противопоставлением правого и левого в живом веществе проглядывалась возможность проникновения в тайну происхождения и сущности живого. Сам Пастер полагал, что обнаруженное им явление имеет космическую причину, и связывал его происхождение с прошлым прохождением солнечной системы через асимметрические области Вселенной.

Открытое более полувека назад внутриядерное неравноправие правого и левого, несохранение четности в слабых взаимодействиях элементарных частиц, поначалу вселяло надежду понять природу биологической асимметрии. Однако экспериментальные данные и теоретические расчеты не оправдали этих ожиданий. Как указывает В.И. Гольданский, «к настоящему времени можно считать твердо установленным: вклад слабых взаимодействий слишком мал, чтобы постепенное накопление избытка одного из оптически активных изомеров химических соединений над другим могло привести (даже за все время существования Вселенной, т.е. за 20 млрд лет) к хиральной чистоте биосферы... В итоге – эволюционный путь возникновения хиральной чистоты живой природы не проходит» [Морозов, Гольданский, 1984, с. 36]. Это утверждение напроочь отвергает предложенные ранее эволюционные сценарии абиогенеза. Его современный вариант завязан на идеях неравновесной термодинамики, теории бифуркаций – теории катастроф [Аветисов, Гольданский, 1996; Гольданский и др., 1996; Гольданский, Кузьмин, 1989; Морозов, 1984; Морозов, Гольданский, 1984]. По словам Гольданского, «теперь можно считать доказанным, что возникновение хирально чистой биосферы из первоначально рацемической смеси оптических антиподов мира добиологической химии, иными словами – возникновение жизни в безжизненной природе – произошло именно как своеобразный фазовый переход, как бифуркация, катастрофа (благоприятная катастрофа). Скачкообразный переход к хиральной чистоте означает, что подобно тому, как возникновение Вселенной связывается с «Большим взрывом» (Big Bang);

обозначим его 2В), так и возникновение жизни во Вселенной можно связать со своеобразным «Биологическим Большим взрывом (Biological Big Bang; или 3В)» [Морозов, Гольдманский, 1984, с. 36]. Вопрос о том, когда и как произошел этот биологический Big Bang, остается пока без ответа. Комментируя эти представления, связывающие происхождение жизни с неравновесной термодинамикой, с теорией катастроф, известный английский астроном Ч.Викрамасингхе [1982, с. 36] писал, что «скорее ураган, пронесшийся по кладбищу старых самолетов, соберет новехонький суперлайнер из кусков лома, чем в результате случайных процессов возникнет из своих компонентов жизнь».

* * *

Для Вернадского, в отличие от взглядов сегодняшней науки, пространственная и временная асимметрии, свойственные живому веществу и только ему, представлялись тесно взаимосвязанными явлениями. Выводы П.Кюри послужили ему основанием рассматривать асимметрию живого вещества, демон Пастера, как свидетельство особого состояния пространства–времени живого, резко отличного от пространства–времени современной физической картины мира. Собственно говоря, разгадку тайны жизни, «живого вещества» Вернадский искал на пути нового понимания этих фундаментальных понятий: пространства, времени, пространства–времени. В этом отношении он указывал на близость своих идей с идеями А.Бергсона и Г.Зиммеля. «Время есть жизнь, если оставить в стороне ее содержания» – эта мысль Георга Зиммеля вполне отвечала научному мировоззрению Вернадского. «Опираясь исключительно на эмпирический материал биолога и геолога, мы видим своеобразное проявление пространства–времени, отличного от пространства и от времени в земной природе, только в живом веществе. Это пространство–время не отвечает раньше рассмотренным его случаям и проявляется в основных жизненных процессах, прежде всего в смене поколений. Для тела живого организма отделить время от пространства невозможно. Смерть организма, не существующая в косных телах биосферы, и есть такое отделение» [Вернадский, 1965, с. 191].

Новое понятие, новый термин «живое вещество», было сопоставлено Вернадским с понятием минерального, косного вещества. Аналогично тому, как минеральные массы слагают различные горные породы, биологические виды (единицы живого вещества) составляют популяции, биоценозы и экосистемы.

«Живое вещество, выраженное в весе, в химических элементах, в энергии, в характере про-

странства, может быть изучаемо в геохимии так же, как горные породы и минералы, и точно сравниваемо с ними в своих проявлениях... Живое однородное вещество геохимика и вид биолога тождественны, но выражены различно. Однородное живое вещество соответствует минералам или простым горным породам. Разнородное же живое вещество можно рассматривать как образованное из совокупностей однородного живого вещества (гесп. минералов); оно соответствует горным породам» [Вернадский, 1983, с. 59]. В земной коре, в биосфере, следовало различать, таким образом, живое, косное и биокосное вещества, находящиеся в тесном взаимодействии.

Представлением о живом веществе и биогенной миграции химических элементов (биогенном токе атомов), с ним связанной, наука о «живом» логически вводилась в круг проблем, охватываемых физико-химической картиной мира. Эти представления составили основу обобщений, связанных с биогеохимическими процессами в земной коре. «Биогенная миграция производится силами жизни и, взятая в целом, является одним из самых грандиозных и самых характерных процессов биосферы, основной чертой ее организованности. Огромные количества атомов, исчисляемые не квинтиллионами, а еще большими числами, находятся в непрерывной биогенной миграции» [Вернадский, 1992, с. 137]. Оценивая вес всего живого вещества как десятые или даже сотые доли процента от массы биосферы, Вернадский указывал на поразительную несоизмеримость этого соотношения с энергетической мощностью живых масс, биосферу формирующих. Биохимическая энергия живого вещества представлялась ему энергией особого рода, поведение которой не подчиняется «принципу Карно» – второму закону термодинамики. Рассеяние энергии, ее диссипация, характеризуемая ростом энтропии, не имеет места в живом веществе биосферы. Напротив, деятельностью живого вещества в биосфере идет накопление действенной энергии. Оно выражается в создании природных резервуаров свободной энергии, каковыми в биосфере являются созданные жизнью кислородная атмосфера, мощные толщи карбонатов, скопления ископаемых углей, углеводородов, мощные концентрации железа, марганца, алюминия, фосфора и многих других элементов. Вся «гранитная оболочка» земной коры представлялась Вернадскому продуктом былых биосфер.

Анализ химических процессов, формирующих биосферу, позволил выдвинуть два основных биогеохимических принципа. Первый из них утверждает: «биогенная миграция химических элементов в биосфере стремится к максимально-

му своему проявлению». Второй принцип формулируется следующим образом: «эволюция видов, приводящая к созданию форм жизни, устойчивых в биосфере, должна идти в направлении, увеличивающем проявление биогенной миграции атомов в биосфере» [Вернадский, 1965, с. 283]. «Так выраженные явления жизни изучаются в биогеохимии и выявляются как огромный геологический процесс, геологическая сила планетного характера» [там же, с. 53].

Понимаемая таким образом биогенная эволюция существенно расходилась с дарвинистскими эволюционными представлениями современной Вернадскому биологии, впрочем, как и биологии наших дней. От эволюции видов Вернадский переходил к эволюции живого вещества, эволюции биосферы. Взятая в таком аспекте, аспекте «монолита жизни», жизнь и ее развитие представляли в ином свете по сравнению с представлениями современной Вернадскому биологии и натурфилософии. В первую очередь, это касалось отношения живого и косного. Если в господствующей дарвиновской парадигме среда лепила жизнь путем естественного отбора, то выводы, вытекавшие из эмпирически установленных им биогеохимических принципов, свидетельствовали об обратных отношениях. «Действием живого вещества на земной поверхности создается мощное развитие свободной энергии, способной производить работу и, соответственно, производящей огромные изменения химические и физические на нашей планете, непрерывно действующие, по крайней мере, три миллиарда лет. Эта биогенная энергия находится как в действенном состоянии, способном производить работу, так и в пассивном (потенциальном), которое может переходить и постоянно переходит в действенную форму» [там же, с. 284]. Жизнь, живое вещество, будучи мощной силой планетного и даже космического значения, выступала активным фактором в формировании среды обитания, в устройстве организованности биосферы. «Биогеохимическая энергия роста и размножения живого вещества есть основное свойство всего живого вещества, для каждого вида организмов свое характерное и меняющееся в тех же пределах, в которых меняются вообще все другие видовые признаки. Это есть энергия активная, действенная, меняющая окружающую организм среду и проявляющая давление, напор в окружающей среде, если нужно и можно разрушающая препятствия» [Вернадский, 1965, с. 287]. «Напор живого вещества есть одна из самых мощных нам известных геологических сил» [там же, с. 54].

Представлениям о борьбе за существование – одному из важнейших принципов эволюционной

теории, Вернадский противопоставил принцип солидарности, выдвинутый еще П.А. Кропоткиным. В справедливости и большой значимости этого принципа его убеждали разнородная геохимическая специализация организмов при наличии тесных физико-химических связей всего живого в биосфере, выраженных, в первую очередь, цепями питания и дыхания. Он категорически отвергал монофилетическую эволюцию, связанную с дарвиновскими представлениями о происхождении жизни от одного или немногих предков. «Древо жизни эмпирически не превращается в один ствол, как думал это Дарвин» [там же, с. 286]. Это в корне противоречило физико-химическому представлению о живом веществе. Жизнь с самого начала (если у нее было это начало) могла существовать только как биосфера, то есть как весь комплекс физико-химических связей живого, косного и биокосного вещества. Единство всего живого, отмеченное еще Дарвином, являлось следствием не его родословной, а общностью его материально-энергетической и пространственно-временной основы. Наконец, опять же, в отличие от господствующих представлений, эволюция, по Вернадскому, являла собой направленный процесс, что с неизбежностью вытекало из второго биогеохимического принципа. Наиболее важной особенностью этой направленности представлялось явление цефализации, обозначенное Вернадским как «принцип Дана».

Американский геолог и палеонтолог Д. Дана в 1851 году указал, что в ходе эволюции идет непрерывное усложнение и усовершенствование центральной нервной системы, мозга животных. Этому принципу Вернадский придавал большое значение, полагая, что невозможно сомневаться «в существовании вплоть до микробов таких проявлений сознательности, которые мы резко научно выявляем от невидимых простым глазом инфузорий и до человека включительно. Перед нами в течение тысяч поколений стоит загадка неразрешенная, но вполне разрешимая – загадка жизни» [там же, с. 152]. Общее представление Вернадского о живом, его развитии и положении в Универсуме никак не укладывалось в дарвиновскую парадигму, исходящую из случайности, вероятностного механизма эволюции. «Твари Земли являются созданием сложного космического процесса, необходимой и закономерной частью стройного космического механизма, в котором нет случайностей» [Вернадский, 1994, с. 318, 319].

* * *

В современной (впрочем, как и в прошлой) литературе осталось как-то незамеченным созвучие идей Вернадского с эволюционистскими

представлениями его современника, биолога и географа Л.С. Берга [1977]. В противоположность дарвиновскому селекционизму Берг предложил свою концепцию эволюции, обозначенную им как «номогенез». Самим названием концепции – «номогенез, или эволюция на основе закономерностей», была подчеркнута сущность противопоставления его взглядов дарвиновской теории, которую Берг поименовал как «тихогенез», или эволюцию на основе случайностей.

Существо идей номогенеза составили, в первую очередь, представления об изначальной целесообразности живого. Эта изначальная целесообразность превращала в ненужное излишество основной механизм селекционистских моделей эволюции – естественный отбор. Целесообразность же, по Бергу, «есть основное свойство живого», ибо то, что не ведет себя целесообразно, не может быть названо живым. «Теория Дарвина задается целью объяснить механически происхождение целесообразности в организмах. Мы же считаем способность к целесообразным реакциям за основное свойство организма» [там же, с. 93]. Выяснение происхождения целесообразности не является, по Бергу, предметом эволюционного учения. Это область другой науки, той, которая возьмется ответить на вопрос о происхождении жизни. По мнению же самого Берга, вопрос этот принадлежит метафизике. Механизму борьбы за существование Берг, как и Вернадский, противопоставил взгляды Кропоткина – принцип солидарности. Организмы, по Бергу, развились из многих тысяч первичных форм, а не из одной или немногих, как это полагалось Дарвином. Эволюция направлена, полифилетична и конвергентна, в отличие от дарвиновской – дивергентной и монофилетичной. Нетрудно видеть, что с разных позиций и Вернадский, и Берг независимо приходили к очень близким взглядам. Однако, если перед «последними вопросами» Берг останавливался и отправлял эти вопросы в метафизику, Вернадский переносил их в естествознание и упорно искал физические ответы на «метафизические вопросы».

Важным элементом, содержащимся в эволюционных представлениях Берга, явилось противопоставление закономерности и случайности. «Эволюция, основанная на случайных вариациях, среди которых имелись бы целесообразные и нецелесообразные, лишь тогда могла бы быть руководимой естественным отбором, если бы таких вариаций имелось бы бесконечное множество. Таков характер законов, имеющих вероятностную, статистическую природу... Но о бесконечном количестве наследуемых вариаций у организмов не может быть и речи» [Берг, 1977, с. 110].

Противопоставлением тихогенез–номогенез Берг в 1922 году предвосхитил широко развернувшуюся в естествознании дискуссию между детерминизмом и индетерминизмом, возникшую уже позже, после оформления (1927 г.) квантово-механического представления о природе. Уже в ту пору Берг вполне представлял себе суть проблемы и различие между законами статистическими и динамическими. «Природа закономерностей эволюции, очевидно, не статистического характера, а динамического, подобно законам, управляющим обратимыми процессами» [там же, с. 310].

* * *

Спустя двадцать лет эта же проблема с несколько иных позиций привлекла внимание одного из основателей квантовой механики Э.Шредингера, которой он посвятил свою небольшую книжку «Что такое жизнь с точки зрения физика?». «Мы теперь серьезно стоим перед вопросом: как можно с точки зрения статистической физики примирить то, что геновая структура, по-видимому, включает в себя только сравнительно малое число атомов (порядка 10000, а возможно, гораздо меньше) и все же проявляет весьма регулярную и закономерную активность и такое постоянство граничит с чудом» [Шредингер, 1972, с. 51].

За тридцать лет до Шредингера почти такой же вопрос был задан Г.Мизэ [1912, с. 13]: «И это ничтожное количество вещества обладает способностью до мельчайших деталей регулировать отложение поступающих извне посторонних масс, которые почти в 18000 миллионов раз тяжелее самой яйцеклетки. Таким образом, из всей массы нашего тела действительно унаследовано лишь 0,0000000056%! Каким образом этому ничтожному количеству вещества удается руководить сложным процессом развития? Каким образом оно сохраняет свою индивидуальность, не теряется при таком колоссальном разжижении, если можно так выразиться, и снова собирается, сосредоточивается в половых клетках организма? На это мы не можем дать в настоящее время удовлетворительного ответа».

По Шредингеру [1972, с. 80, 81], «физик и химик, исследуя неживую материю, никогда не встречали феноменов, которые им приходилось бы интерпретировать подобным образом... Здесь мы встречаемся с явлениями, регулярное и закономерное разворачивание которых определяется «механизмом», полностью отличающимся от «механизма вероятности» в физике... Мы вправе предполагать, что живая материя подчиняется новому типу физического закона». Как для Вернадского, так и для Шредингера эта проблема не

была предметом метафизики. Отвечая на вопрос, «должны ли мы назвать этот закон нефизическим, чтобы не сказать: сверхфизическим законом?», Шредингер полагал, что «это подлинно физический закон и ... он не что иное, как опять-таки принцип квантовой механики».

Подобно Шредингеру, Вернадский также искал этот новый тип физического закона, тот путь, через который явления жизни могли бы быть соотнесены с фундаментальными представлениями физической картины мира. Однако, судя по всему контексту его творчества, этот путь уводил дальше, в еще более глубокие основы мироздания. Он не был согласен с парадигмой современной ему биологии, связанной с представлениями XVIII–XIX столетий, «когда явления протяженности или представления о молекулах, отражающие свойства видимой и ощущаемой материи, считались незыблемыми» [Вернадский, 1994, с. 160]. По его мнению, новая, современная ему физика вносит все большие изменения «в представление о материи, и все больше и больше теряется та твердая почва, какую занимает биолог, когда он из наблюдаемых фактов делает вывод о связи жизненности с материей... Если бы оказалось когда-нибудь, ... что мы действительно имеем дело с материей, находящейся вследствие жизни в особом состоянии, то эта материя оказалась бы обладающей особыми свойствами, резко отличающимися ее от обычной материи, и сближающей с некоторыми проявлениями энергии в представлениях физиков и натуралистов, энтелехии у философов» [там же, с. 161]¹.

Со своих, биогеохимических позиций Вернадский [там же, с. 446] заключал, что, оставаясь на почве фактов, следует признать, «что в области геохимических явлений мы видим проявление какого-то такого свойства живой материи, которое мы не можем привести к ее химическому составу, массе или энергии, и с которыми мы не встречаемся в явлениях природы безжизненной... Возможно, что жизнь в наших построениях нужно будет поставить наряду с атомами и с энергией... Если это будет так, ... то жизнь станет рядом с материей и энергией в строении всего научно охватываемого Космоса».

* * *

Целесообразность как особую проблему в познании живого вещества Вернадский специально не рассматривал. Однако не сомневался «в суще-

ствовании вплоть до микробов таких проявлений сознательности, которые мы резко научно выявляем от невидимых простым глазом инфузорий и до человека включительно». Берг изначальную целесообразность всего живого положил в основу своих эволюционных представлений, полагая, что сама проблема является метафизической. Проблема целесообразности является центральной проблемой биологической науки. Целесообразность живого вещества пронизывает всю науку о живом, начиная с этологии клетки и ее органов, эмбрионального развития организма, морфологических преобразований в процессе филогенеза и до появления высшей нервной деятельности, до перехода биосферы в ноосферу. Здесь, в ноосфере, по Вернадскому [1994, с. 328], «перед нами встала новая загадка. Мысль не есть форма энергии. Как же может она изменять материальные процессы? Вопрос этот до сих пор не разрешен».

Проблеме целесообразности, телеологии, понятию и категории «цель» посвящена огромная литература, преимущественно философского характера. Здесь нас будет интересовать более узкий аспект, а именно тот, который имеет отношение к естествознанию, конкретно – к физике.

Исторически понятие «цель», целенаправленность рассматривается в тесной связи с причинностью, причинно-следственной связью. С Аристотеля цель выступает как четвертый вид причинности, «конечная причина». В последнее время в физике нередко говорят об опережающей и запаздывающей причинности. Причинный способ описания событий – это предсказание событий, исходя из прошлых явлений. Целевой фактор в причинно-следственной связи появляется при обращении во времени причины и следствия. По той причине, что в девять часов я должен быть в офисе, в восемь я выхожу из дома. Здесь следствие на час опережает причину. К формуле, подобной этой, сводится любой целенаправленный акт, идет ли речь об осознанной (рефлектированной) или не осознанной цели.

«Язык телеологии является языком причинности в обращенном времени», – утверждает Г.Рейхенбах и приводит следующий пример причинного описания («язык L1»). «Предположим, что мы обнаружили следы на песке, которые несколько сглажены в результате действия ветра, но которые еще можно признать за отпечатки ног человека. Из этого «протокола» мы делаем вывод, что несколько ранее по песку прошел человек, в результате чего и появились отпечатки... Проверим теперь наши результаты на языке L2, в котором употребляется противоположное направление времени... Мысленно представив историю с отпечатками в обратном

¹ Здесь уместно будет напомнить, что «энтелехия» у Г.Дриша [1915], одного из крупнейших эмбриологов и философов биологии, современника Вернадского, означала некоторый непротяженный, не локализованный в пространстве фактор, имеющий в самом себе цель.

времени, мы получим следующее описание. В начале на песке будут наблюдаться сглаженные отпечатки, отчасти напоминающие следы человека. Затем начинает дуть ветер, переноса песчинки туда и сюда, в результате отпечатки на песке становятся более отчетливыми и в конце концов принимают строгую форму следов человека. Наконец, появляется человек, идущий спиной вперед. Он последовательно вступает ногами в следы на песке, которые точно соответствуют его ноге. Когда он поднимает свою ногу, след со всех сторон засыпается песком и полностью исчезает, так что это место на песке уже не отличается от своего окружения... Сами невероятные события, к которым этот порядок приводит, здесь нельзя объяснить на основе прошлых явлений... Следовательно, мы пришли бы к весьма необычному заключению. Мы стали бы объяснять невероятные совпадения скорее их целью, чем их причиной. Ветер преобразует углубления в песке в следы человека для того, чтобы они соответствовали ноге человека, когда он будет проходить. Человек точно вступает в следы для того, чтобы они исчезали, когда он поднимает свою ногу. Когда мы пользуемся языком L2, в котором направление времени противоположно обычному, объяснение приводит нас вместо причинности к телеологизму» [Рейхенбах, 1962, с. 204, 208]. Можно заключить, таким образом, что целесообразность – это причинность, обращенная во времени, что, вообще говоря, было известно еще Аристотелю.

* * *

Что же является референтом причинности в физической реальности? Причинность есть отношение генетически связанных событий, задающее вектор физического времени. Среди физических законов, описывающих процессы, которые задают вектор времени, таковыми являются лишь необратимые термодинамические процессы, протекающие которых определяется вторым законом термодинамики. «Наше понятие причинности, – указывает Г.Рейхенбах [1962, с. 209], – понятие о прошлом, которое определяет настоящее и будущее, тесно связано с нашим определением положительного времени через возрастание энтропии». Отсюда с неизбежностью следует вывод, что целесообразность, представляющая собою обращенную во времени причинность, имеет своим основанием антиэнтропийную природу. Говоря о целесообразности, присущей всему живому, так же как и об антиэнтропийном характере «живого вещества», мы имеем дело с одним и тем же явлением, выраженным различными понятиями, различными языками. Нильс Бор как-то заметил: «Мы не можем найти в физике или в химии что-

то, хоть отдаленно напоминающее сознание». Антиэнтропийный процесс, окажись он реальностью, пожалуй, мог бы явиться этим «что-то». Антиэнтропийность и целесообразность живого – две стороны одной и той же медали, одной и той же сущности, аналогов которой физика косного вещества не знает. Здесь, как и в случае с гомохиральностью, нам опять является демон Максвелла, нарушающий второй закон термодинамики. Три демона, издавна терзающие умы физиков и биологов: тепловой демон Максвелла, хиральный демон Пастера, целенесущий демон (энтелехия) Дриша, определяющие основные свойства живого вещества, резко отличающие его от косной материи, являются разными сторонами какого-то единого, загадочного феномена, непонятного современной физике. Без преувеличения можно сказать, что тень максвелловского демона повсеместно нависает над основными проявлениями жизни.

Термодинамическое своеобразие живого организма, его способность задерживать переход к термодинамическому равновесию, издавна привлекало к себе внимание исследователей. Имеется множество попыток изгнания демона Максвелла. Наиболее радикальная принадлежит, по видимому, Клаузиусу, который, как указывает П.Шамбадаль [1967], с пренебрежением отмахнулся от демона, заявив, что второй принцип не касается того, что теплота может делать с помощью демонов, а лишь того, что теплота может делать собственными силами. Однако существо проблемы, поставленной Максвеллом посредством антропоморфного (соображающего) демона, как раз и заключается, по-видимому, в том, чтобы обратить внимание на антиэнтропийную сущность сознания.

Н.Винер [1968, с. 114] предполагал, «что, возможно, ферменты являются метастабильными демонами Максвелла, уменьшающими энтропию». По Шредингеру [1972], термодинамический парадокс живого решается балансом между энтропией, производимой живым организмом, и негэнтропией, поступающей в организм с потребляемыми им высокоупорядоченными органическими соединениями из внешней среды в процессе метаболизма. Однако, по верному замечанию П.Шамбадаля [1967, с. 264], «недостаточно знать, что мы живем за счет отрицательной энтропии, которую черпаем в окружающей среде, важно, что это поглощение отрицательной энтропии, по крайней мере, внешне противоречит второму принципу». К этому можно добавить, что для растений, имеющих столь высокоэнтропийный источник питания, как солнечный свет, внешняя среда никак не может явиться источни-

ком негэнтропии. Л.Бриллюэн по этому поводу пишет: «Рассмотрим взрослый экземпляр – растение, животное или человека. Этот взрослый индивидуум есть изумительный пример химической системы в неустойчивом равновесии..., поскольку он представляет собой в высшей степени тонкую организацию и чрезвычайно маловероятную структуру (это система, обладающая очень низкой энтропией, согласно статистической интерпретации этой величины). Эта неустойчивость проявляется особенно ярко, когда наступает смерть... Но что за странный механизм так отодвигает эту смерть?.. Принцип Карно есть смертный приговор, он грубо и безжалостно применяется в неживом мире, в мире, который уже заранее мертв. Жизнь на время отменяет этот приговор. Она использует то обстоятельство, что, смертный приговор объявлен без указания срока исполнения». И далее: «Довольно странное совпадение, что жизнь и второй принцип представляют собой как раз два наиболее важных примера невозможности обратить течение времени. Это указывает на близкую связь двух проблем» (цит. по П.Шамбадалю [1967, с. 262]).

Бриллюэн, конечно, прав в том, что взрослый индивидуум представляет собой чрезвычайно маловероятную структуру. Однако, как понять утверждение о том, что это пример химической системы, находящейся в состоянии неустойчивого равновесия, нарушающегося, когда наступает смерть? Получается, что жизнь есть состояние перехода от равновесия неустойчивого к равновесию устойчивому. Но равновесная система (даже неустойчивая) не может производить работу. Как совместить это положение с активностью живого организма? И что это за состояние неустойчивости растительного ли, животного индивида, жизненный цикл которого насчитывает до 100–300 лет? Если же взять в эволюционной перспективе, то многие миллионы лет. В термодинамике косных систем различают неравновесные состояния, которые всегда неустойчивы, поскольку стремятся к равновесию, состояния устойчивого равновесия и неустойчивого равновесия.

Термодинамическое состояние живого организма не соответствует ни одному из этих модулов. По-видимому, впервые на это обстоятельство обратил внимание Э.С. Бауэр, сформулировавший свой принцип устойчивого неравновесия живых систем. Принцип Бауэра утверждает: «Все и только живые системы никогда не бывают в равновесии и исполняют за счет своей свободной энергии постоянную работу против равновесия, требуемого законами физики и химии при существующих внешних условиях» [Бауэр, 2002, с. 143].

Справедливость принципа Бауэра в отношении живых существ очевидна. Однако столь же очевидно, что современная термодинамика таких систем не знает. Неравновесность всегда неустойчива, и все косные системы стремятся к равновесному состоянию. Живые термодинамические системы в принципе состояния термодинамического равновесия не имеют.

Именно термодинамическое своеобразие живого явилось основанием для Анри Бергсона утверждать, что эволюция жизни и эволюция косной материи идут в противоположных направлениях. «Действительно, анализ показывает нам жизнь как усилие подняться по тому склону, по которому спускается вещество... Конечно, жизнь, развивающаяся на нашей планете, связана с веществом.... Фактически она неразрывно связана с организмом, который подчиняет ее общим законам инертной материи. Но все происходит так, как будто бы она делала все возможное, чтобы освободиться от этих законов. Не в ее власти изменить на противоположное направление физических сил, определяемое законами Карно. Но, все же, она действует совершенно так же, как действовала бы сила, которая, будучи предоставлена себе самой, стала бы действовать в обратном направлении. Не имея возможности остановить ход материальных изменений, она добивается его замедления... Жизнь – это как бы усилие, направленное к тому, чтобы поднимать тяжесть, которая падает... Жизненная деятельность – это то, что сохраняется от движения прямого в движении обратном: *реальность, которая созидается, – в реальности разрушающейся*» [Бергсон, 2001, с. 242–244].

* * *

Эта фраза Бергсона, пожалуй, может явиться отправной точкой для возможного поиска ответа на загадку жизни. Направлением поиска изберем путь, указанный Вернадским, – переосмысление наших представлений о пространстве–времени. Если эволюция живого и косного – два разнонаправленных процесса, то не сможем ли мы что то понять, изменив какие-то из постулатов, лежащих в основе физики косного вещества, на обратные? Одним из таких постулатов современной релятивистской физики, определяющих наши представления о причинности, пространстве–времени, является постулат о предельности скорости света. **Невозможно движение больше скорости света** – утверждает специальная теория относительности. **Невозможно движение меньше скорости света** – будет обратным ему утверждением.

На первый взгляд, последнее положение представляется лишенным физического смысла, ибо из

уравнений теории относительности следует невозможность преодоления «светового барьера», поскольку при увеличении скорости масса тела возрастает и при приближении к скорости света стремится к бесконечности. Однако это справедливо для известной нам физической реальности. Предположение о существовании объектов, движущихся всегда со скоростями больше скорости света, допускает первичное существование иной реальности, по сравнению с той, которая известна сегодняшней физике. Можно предположить, что с «Большим взрывом» связано рождение не только известного нам сегодня вещественного мира, для объектов которого скорость света является верхним пределом, но и принципиально иных сущностей, для которых световые скорости являются нижним пределом, а верхним – служит бесконечность. Другими словами, не являются ли Big Bang и Biological Big Bang одним и тем же Большим взрывом, не является ли космопоз одновременно также и биопозом. Такое допущение вполне бы отвечало принципу Гюйгенса: *жизнь есть космическое явление, в чем-то резко отличное от космической материи.*

Теоретическая возможность существования объектов, «частиц», движущихся всегда со скоростями больше скорости света, уже почти полвека обсуждается физиками. Идею о возможности существования такого рода объектов впервые высказал профессор МГУ Я.П. Терлецкий [1960] в статье, представленной в «Доклады Академии наук СССР» ее иностранным членом, академиком Луи де Бройлем. В этой статье, так же как и в другой, опубликованной тремя годами позже [Терлецкий, 1963], сверхсветовые частицы («мнимый термостат», состоящий из сверхсветовых частиц) им предлагались в качестве программной основы теории скрытых параметров в интерпретации квантовомеханических эффектов. Позже, в развернутом виде эти идеи он изложил в своей небольшой монографии «Парадоксы теории относительности» [Терлецкий, 1966].

Двумя годами позже первой статьи Терлецкого проблема существования сверхсветовых объектов была рассмотрена сотрудниками Рочестерского университета О.Биланюком, Е.Сударшаном и В.Д'Эспанья [Bilanjuk et al., 1962], которые, так же как и Терлецкий, пришли к заключению, что теория относительности сама по себе не запрещает существование подобного рода частиц. В 1967 году американский физик-теоретик Дж.Фейнберг [1973, 1974; Feinberg, 1967] продолжил развитие этих идей и в преддверии возможного открытия этих частиц предложил для них название «тахiony», от греческого слова «тахис» – быстрый, стремительный. К настоящему времени сущест-

вует огромная литература, посвященная этому вопросу, библиографию к которому можно найти в статье [Перепелица, 1986].

* * *

В теории относительности энергия покоящейся частицы записывается знаменитой формулой Эйнштейна $E = mc^2$. Для частицы, движущейся со скоростью v и обладающей массой покоя m , соотношение между массой и энергией частицы,

определяется уравнением $E = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$. Из

этого соотношения видно, что когда скорость частицы приближается к скорости света, энергия частицы стремится к бесконечности, а при скоростях больше световой подкоренное выражение становится отрицательным, и значение энергии выражается мнимой величиной, что лишено физического смысла. Это справедливо, однако, лишь для вещественной частицы, которую невозможно разогнать до световой скорости. В «тахийонной реальности», объекты которой движутся всегда со скоростью больше скорости света, положительный знак энергии влечет за собой признание массы тела мнимой величиной, и соответствующее уравнение запишется следующей

формулой: $E = \frac{\mu c^2}{\sqrt{v^2/c^2 - 1}}$, где $\mu = m\sqrt{-1}$. При

скорости, которая больше световой, подкоренное выражение в этой формуле – положительное число, и энергия частицы будет действительной величиной, так же, как и импульс частицы

$|p| = \frac{\mu v}{\sqrt{v^2/c^2 - 1}}$. «Масса покоя» частицы, не

имеющей состояния покоя, будет мнимой величиной, что физикам представляется имеющей смысл физической ситуацией. Квадрат этой массы является вещественной отрицательной величиной, и хотя эта величина не может быть измерена непосредственно, ее значение можно вычислить из соотношения энергии и импульса. Помимо массы, мнимой величиной будет и собственная длина, поскольку релятивистский коэффициент $\sqrt{1 - v^2/c^2}$ входит и в определение длины объекта, так что вполне можно полагать тахионы непротяженными сущностями. Помимо этого тахионы обладают многими совершенно необычными свойствами. В частности, как это следует из вышеприведенного соотношения энергии и скорости частицы, ее энергия при

уменьшении скорости будет возрастать, и уменьшаться при увеличении скорости – ситуация, обратная той, которую мы имеем для вещественных частиц. В предельном случае, при бесконечной скорости – так называемый «трансцендентный тахион», полная энергия частицы будет равна нулю, однако импульс частицы будет конечной, отличной от нуля величиной. Для вещественных частиц полная энергия никогда не бывает равной нулю, в то время как нулевой импульс будет иметь покоящаяся частица. Бесконечно быстрый, «трансцендентный» тахион, не имеет локализованного состояния, он как бы размазан и присутствует всюду на своей замкнутой траектории. Эта ситуация, совершенно незнакомая для вещественных частиц, вызывает вопрос: «Что понимать под распространением частиц, не имеющих локализованных состояний?» [Файнберг, 1974, с. 164].

В мире досветовых скоростей величина энергии частицы может изменяться по отношению к разным наблюдателям, находящимся в разных системах отсчета, однако знак этой величины остается всегда положительным. Для тахионов при переходе от одной системы отсчета к другой величина энергии принимает отрицательные значения, если произведение $vi > c^2$.

Несмотря на совершенно необычные свойства тахионного мира, большинство авторов считают существование подобного рода объектов возможным. Биланюк, Сударшан [1974] констатируют возможность различать три кинематически различных типа объектов, три класса частиц: 1) обычные частицы, движущиеся со скоростями меньше скорости света – тардионы (брадионы), масса покоя которых всегда положительна; 2) люксоны – фотоны и нейтрино, движущиеся со скоростью света и не имеющие массы покоя ($m_0 = 0$); 3) тахионы – гипотетические частицы, движущиеся со скоростью больше скорости света и имеющие мнимую массу покоя.

Теория относительности сама по себе не запрещает существования объектов третьего класса, на что впервые указывал сам А.Эйнштейн, рассматривая гипотетическую возможность сверхсветовых сигналов. Этот запрет проистекает из нарушения принципа причинности, обращения во времени причинно-следственной связи. Рассматривая эту ситуацию, автор СТО писал: «Мы вынуждены считать возможным механизм передачи сигнала, при использовании которого достигаемое действие предшествует причине. Хотя этот результат с чисто логической точки зрения и не содержит, по-моему, в себе никаких противоречий, он все же настолько противоречит характеру всего нашего опыта, что невозмож-

ность предположения $W > C$ представляется в достаточной степени доказанной» [Эйнштейн, 1965, с. 76].

Современные авторы, обсуждающие проблему тахионов, пытаются рассмотреть логическую непротиворечивость этой ситуации, более подробно. При этом предполагается, что все то, что не запрещено теорией, обязательно имеется – правило, часто шутливо называемое всеобщим принципом Гелл-Мана [Биланюк, Сударшан, 1974].

Суть проблемы состоит в том, что для сверхсветовых частиц может быть, как уже говорилось, нарушена инвариантность порядка последовательности событий. Причины и следствия как будто меняются местами во времени. Действительно, при определенном соотношении скоростей один наблюдатель, находящийся в системе N , видит тахион, испущенный атомом A со скоростью $v > c$ в момент времени t_1 и поглощенный атомом B в момент t_2 . Другой наблюдатель N_1 , движущийся относительно первого со скоростью u должен увидеть процесс в обратном порядке. Он увидит сначала поглощение тахиона атомом B и последующее испускание его атомом A . Это обстоятельство, по мнению большинства авторов, представляется наиболее значительной трудностью в теории тахионов. Попытку разрешить ситуацию предприняли Биланюк с соавторами [Биланюк, Сударшан, 1974; Файнберг, 1973, 1974; Bilanjuk et al., 1962], обратившие внимание на то, что временное обращение событий происходит при тех же условиях, при которых меняется положительное значение энергии тахиона на отрицательное, то есть при $vi > c^2$. На этом обстоятельстве основывается предложенный ими принцип реинтерпретации (переключения). Существо принципа заключается в том, что поглощение частицы с отрицательной энергией может трактоваться как испускание частицы с положительной энергией. При таком подходе для каждого из наблюдателей остается положительной энергия тахиона и сохраняется причинная связь событий, однако их временной порядок становится относительным. То, что одному наблюдателю представлялось более ранним событием, для другого представится более поздним и наоборот. Тем самым, проецируемая на психологическое время наблюдателя последовательность событий теряет абсолютное различие между причиной и следствием, различие между прошлым и будущим. Ситуация отличается от того, что известно в кинематике вещественных частиц, которая сама по себе также не дает возможности различения прошлого и будущего ввиду абсолютной временной обратимости микроскопичес-

ких законов движения. Однако здесь абсолютное различие прошлого и будущего, причин и следствий возможно путем проекции последовательности событий на психологическое время наблюдателя. В кинематике тахионов с использованием принципа переключения такое разделение становится относительным. Здесь исчезает различие между причиной и следствием, между прошлым и будущим.

Принцип реинтерпретации, однако, не решает проблему. В этой связи Ю.Б. Молчанов [1986, с. 86] указывает, что «в современной литературе, посвященной проблеме сверхсветовых скоростей, почти повсеместно высказывается убеждение в том, что наличие в природе процессов, происходящих со сверхсветовыми скоростями, так или иначе ведет к нарушению принципа причинности в смысле обращения временных отношений между причиной и следствием, что требует либо отказа от принципа причинности вообще, либо от требования обязательного предшествования причины следствию». Третьим вариантом в этой ситуации является отрицание возможности существования объектов подобного рода. Затруднения, однако, снимаются, если принять во внимание, что обращение причинно-следственной связи, целесообразность есть имманентное свойство всего живого. Таким путем, «метафизическая» проблема целесообразности, возможно, находит свое вполне физическое воплощение, а сознание – рефлексированная целесообразность, приобретает онтологический статус.

Признание возможности сверхсветовых скоростей, по-видимому, с неизбежностью влечет обращение причинно-следственных отношений в макроскопическом срезе. «Законы, действующие на макроуровне, – указывает В.С. Барашенков [1986, с. 16], – не являются “простым непрерывным” следствием закономерностей микромира и временная инвариантность ($t \rightarrow -t$), характерная для микропроцессов, оказывается нарушенной на макроуровне. Теория сверхсветовых взаимодействий становится при этом макроскопически акаузальной».

С введением тахионов в физическую теорию представляется реальным не только обращение причинно-следственных связей, но и признание существования отрицательных энергий и отрицательных абсолютных температур, так же как и систем, в которых нарушение второго закона термодинамики носит не флуктуационный, но систематический характер. В «тахсионной реальности» приходится считаться с возможностью существования систем, принципиально не имеющих состояния термодинамического равновесия. В этой связи Я.П. Терлецкий [1966, с. 100] писал: «До-

пуская частицы отрицательной массы, мы полагаем, что физические системы могут иметь как сколь угодно большие положительные энергии, так и сколь угодно малые, ничем не ограниченные снизу отрицательные энергии. Это свойство систем, содержащих минус-частицы, находится, однако, в противоречии с одной из исходных теорем термодинамики – постулатом существования состояния термодинамического равновесия. Согласно этому постулату любая термодинамическая система должна иметь состояние термодинамического равновесия, то есть такое состояние, в котором все макроскопические параметры неизменны и система не может выйти из этого состояния спонтанно, то есть без дополнительных внешних воздействий. Однако такое состояние равновесия возможно не у всех систем. В термодинамике и статистической физике обычно рассматриваются лишь системы, имеющие ограниченный снизу энергетический спектр, то есть минимальную энергию, которая достигается при нулевой температуре. Такие системы имеют состояние термодинамического равновесия. Системы же, не обладающие минимальной энергией, в соответствии с термодинамикой, стремясь к равновесию, должны переходить на все более и более низкие энергетические уровни, то есть все время находиться в неравновесном состоянии. Согласно статистической физике системы с неограниченным энергетическим спектром, подобные системам, содержащим минус-частицы, также не обладают состоянием термодинамического равновесия... Таким образом, допуская существование минус-частиц, мы тем самым соглашаемся с возможностью нарушения законов термодинамики не только во флуктуациях, но и в макроскопических масштабах».

Именно такими системами, в принципе не имеющими состояния термодинамического равновесия, считал Э.Бауэр живые организмы, формулируя свой принцип устойчивого неравновесия для живых систем. С этих позиций живой организм можно представить как термодинамическую систему, снабженную тепловым резервуаром, имеющим отрицательную абсолютную температуру, то есть как термодинамическую машину второго рода.

* * *

Существенной проблемой в теории тахионов, как и в СТО, представляется проблема наблюдателя. В некотором смысле наблюдатель – единственный универсальный прибор физика. Парадокс, однако, заключается в том, что об устройстве этого прибора физик, по существу, ничего не знает. «Прибор – наблюдатель» вынесен за пределы изучаемого физиком мира, но априори

наделен известными на сегодня свойствами и отношениями доступной ему реальности.

Чрезвычайно важный вклад в понимание не только кинематики тахионов, но и свойств и значимости тахионного мира в целом сделал новосибирский физик и философ В.В. Корухов [1994, 2002; Корухов, Наберухин, 1995], введя представление о тахионном наблюдателе и связанной с ним системе отсчета. Известно, что со световыми частицами, так же как и со сверхсветовыми, нельзя связать систему отсчета, то есть такую систему, в которой частица находится в состоянии покоя, поскольку эти частицы в принципе такого состояния не имеют. Корухов сделал революционный шаг, кардинально расширив понятие наблюдателя, выведя последнего «за рамки вещественного центризма» и предложив «тахионного наблюдателя» вместе с соответствующей ему системой отсчета. Для понимания идеи Корухова следует обратить внимание на то, что в рамках четырехмерного пространства–времени СТО для вещественного наблюдателя состояние покоя означает неизменность пространственных координат x , y , z при невозможности остановить переменную t – время. Покоящийся наблюдатель СТО покоится в пространстве, продолжая свой путь во времени. В тахионном мире тахионного наблюдателя состоянием покоя будет покой во времени, которому отвечает трансцендентное состояние – движение с бесконечной скоростью, «трансцендентный тахион».

Действительно, при движении с бесконечной скоростью точки пространства лишены временных различий – время остановилось. По Корухову [1994, с. 27], «для тахионного наблюдателя в его мире покоящаяся система отсчета определяется как покоящаяся во времени, а равномерное движение (скорость) – как изменение **времени** (выделено мною. – В.Г.) в определенном единичном пространственном интервале: $V_t = dt/dx$. Принципиально важным отличием движения тахионного наблюдателя от движения наблюдателя вещественного мира является то, что первый осуществляет свое движение по времени в единичном пространственном интервале, тогда как второй – по пространству в единицу времени. Для трансцендентного тахиона состояние покоя $dt = 0$ соответствует условию $V_t = dt/dx = 0$. Наблюдатель же вещественного мира интерпретирует состояние при $dt = 0$ как состояние с бесконечной скоростью $V_x = dx/dt = \infty$ ».

Для вещественного наблюдателя, согласно уравнениям СТО, скорости света отвечает остановка времени – $dt = 0$, в то время как для наблюдателя тахионного мира при скорости света –

бесконечна скорость времени². В мире вещественного наблюдателя, в котором возможно состояние покоя по пространственной координате x , происходит непрерывное изменение координаты t , времени. Мировая линия вещественного наблюдателя совпадает с временной осью t , при этом время может только увеличиваться, $dt > 0$, тогда как пространственная координата x может быть любого знака. В тахионном мире «тахионного наблюдателя», в котором возможно состояние покоя во времени, происходит непрерывное изменение по пространственной координате x . Мировая линия тахионного наблюдателя совпадает с пространственной осью, при этом, поскольку скорость всегда больше c , dx всегда > 0 . В тахионном мире, таким образом, исчезает различие между прошлым и будущим, но приобретает абсолютное значение противопоставление «правого» и «левого». Вот где таился диссимметрический «демон Пастера»!

Неожиданно для себя мы обнаруживаем, что асимметрия времени (стрела времени) и пространственная асимметрия «живого вещества» – тесно взаимосвязанные явления, отражающие различные аспекты пространственно-временных свойств движения. Постоянная c при этом выявляется как константа, *связывающая пространственную и временную компоненты движения, образующего единый пространственно-временной континуум. Оба эти феномена – различие между прошлым и будущим, между правым и левым, свойственны только живому веществу.* Вещественный мир вещественного наблюдателя – это пространство, движущееся во времени (пространство–время); тахионная реальность – это время, текущее в пространстве (время–пространство). Световой барьер разделяет два эти мира, и перейти из одного в другой невозможно никакими процессами – вспомним принцип Реди: *omne vivum e vivo*. В «живом веществе», можно полагать, они сосуществуют, взаимопроникая друг в друга. Здесь трудно опять же не вспомнить высказывание Вернадского [1965, с. 191]: «Опираясь исключительно на эмпирический материал биолога и геолога, мы видим своеобразное реальное проявление пространства–времени, отличного от пространства и от времени в земной природе, только в живом веществе. Это пространство–время не отвечает раньше рассмотренным его случаям». «Раньше рассмотренные его случаи», относящиеся к релятивистской механике, приняли, как можно сейчас полагать, движение во времени за дви-

² В этой связи напомним, что сам А.Эйнштейн [1965, с. 18] указывал, что скорость света в теории относительности играет роль бесконечно большой скорости (Играет роль...! – В.Г.).

жение самого времени и отказали времени в его онтологическом статусе.

В рассмотренном контексте, можно думать, время четырехмерного пространства–времени Эйнштейна–Минковского – всего лишь проекция времени на пространство, тень времени. В солнечный день уменьшаются тени вслед за подъемом солнца и исчезают в зените. В СТО с увеличением скорости движения во времени тень времени сокращается. В зените (скорость света), которому отвечает бесконечная скорость времени, тень времени исчезает. В знаменитом споре Бергсона и Эйнштейна прав был Бергсон, указавший на опространствование времени в четырехмерном пространственно-временном континууме теории относительности.

Изложенные соображения позволяют нам несколько поправить упоминавшуюся уже формулу Георга Зиммеля: время есть жизнь, если оставить в стороне ее содержание. Более правильной и полной будет другая формулировка: жизнь есть время, проходящее через пространство. Представляется, что именно эта формула проистекает из высказанных соображений и наиболее адекватно отражает идеи философии русского космизма, биосферные идеи Вернадского о космической значимости жизни, «живого вещества». «Время есть проявление – созидание – творческого мирового процесса», – писал Вернадский. Проходящее через пространство время, является подлинно космическим явлением, организующим пространство биосферой, эволюционирующей в ноосферу и далее... Куда? Кто знает?! «Время есть творчество или время ничто» – насколько прав был Бергсон в своем пророчестве!

Сто лет назад гением Эйнштейна метафизическая сущность – время – была осознана, как казалось, физически путем объединения времени и пространства в единый четырехмерный пространственно-временной континуум, который вполне удовлетворительно объяснял процессы, происходящие в косной материи. Современники Эйнштейна, гениальные провидцы – Бергсон и Вернадский, наиболее ясно осознали неполноту этой пространственно-временной модели мира, в которой не нашлось места феномену жизни, «живому веществу». Мир физика и мир натуралиста оставались разными мирами. Однако именно созданием специальной теории относительности наука XX века подошла к рубежу, за которым видится возможным тот синтез, программу которого очертил Вернадский в его учении о биосфере. Расширение представлений теории относительности в область сверхсветовых скоростей, можно полагать, позволит связать водино мир косной материи (мир причин) и мир

живой природы (мир целей). Сегодня, спустя более ста лет после создания СТО, наука третьего тысячелетия имеет возможность сделать следующий шаг на пути от Эйнштейна к Вернадскому.

* * *

За последние десятилетия проблема, связанная с возможностью существования объектов, движущихся со сверхсветовыми скоростями, обсуждалась многократно в теоретическом плане. В то же время автору неизвестны какого-либо рода предположения относительно места и роли этих гипотетических объектов в общей структуре материального мира. Изложенные выше соображения позволяют предположить связь тахионной реальности с жизнью, с «живым веществом».

Предпринятые ранее попытки экспериментального обнаружения тахионов не имели каких-либо достоверных свидетельств их существования. Эти попытки, насколько известно автору, не были связаны с живым веществом. Один из путей этих экспериментов связан с предположением о наличии у тахионов электрического заряда. Ожидается, что электрически заряженный тахион, движущийся в вакуумной камере, может быть обнаружен черенковским излучением фотонов, связанным со сверхсветовой скоростью этого движения. Поскольку тахион должен очень быстро терять свою энергию, вакуумная камера помещается в сильное электрическое поле, что, как предполагается, должно способствовать эффективности регистрации соответствующего излучения. Проведенные на этой теоретической основе эксперименты, как уже сказано, положительных результатов не имели.

Вместе с тем уже с 20-х годов прошлого века известно открытое Г.А. Гурвичем [1944; Гурвич, 1945; Залкинд, 1935] сверхслабое ультрафиолетовое излучение живых организмов, которое, как установил Гурвич, связано с митогенетическим делением клеток. Сделанное открытие было положено автором в основу его общетеоретических представлений о существовании специфического биологического поля, являющегося определяющим фактором целостности биоморфогенеза. В последние годы интерес к этому явлению опять значительно возрос в разных странах [Белоусов и др., 1997; Воейков, 1994; Рорр, 1994]. В значительной степени это связано с использованием современных высокочувствительных методов детекции, позволивших, в частности, выявить когерентный характер этого сверхслабого излучения. Происхождение митогенетических лучей остается загадкой. Можно высказать предположение: не являются ли биофотоны Гурвича черенковским излучением тахионного поля организмов?

Другим явлением, где, возможно, имеет место проявление тахионного черенковского излучения, является так называемый эффект Кирлиан. Супруги С.Д. Кирлиан и В.Х. Кирлиан [1964] в конце тридцатых – начале сороковых годов прошлого века разработали установку, позволившую фотографировать объекты в газоразрядном высокочастотном электрическом поле. Исследова-

ние растительных и животных тканей, помещенных в это поле очень высокого напряжения, выявило своеобразное свечение биологических объектов. Несмотря на широкий интерес к этому открытию и многочисленные попытки использовать этот эффект в целях медицинской диагностики, физическая природа «кирлиановских лучей» еще ждет своей разгадки.

Литература

- Аветисов В.А., Гольданский В.И.* Физические аспекты нарушения зеркальной симметрии биоорганического мира // Успехи физических наук. – 1996. – Т. 166 (8). – С. 873–891.
- Барашенков В.С.* Процессы со сверхсветовыми скоростями // Философские проблемы гипотезы сверхсветовых скоростей. – М.: Наука, 1986. – С. 5–40.
- Бауэр Э.* Теоретическая биология. – СПб.: Росток, 2002. – 353 с.
- Белоусов Л.В., Воейков В.Л., Попп Ф.А.* Митогенетические лучи Гурвича // Природа. – 1997. – №3. – С. 66–80.
- Берг Л.С.* Труды по теории эволюции. – Л.: Наука, 1977. – 388 с.
- Бергсон А.* Творческая эволюция. – М.: КАНОН-пресс-Ц, 2001. – 384 с.
- Биланюк О.Е., Сударшан Е.Г.* Частицы за световым барьером // Эйнштейновский сборник. – М.: Наука, 1974. – С. 112–133.
- Винер Н.* Кибернетика или управление и связь в животном и машине. – М.: Советское радио, 1968. – 327 с.
- Вернадский В.И.* Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. – М.: Наука, 1965. – 375 с.
- Вернадский В.И.* Очерки геохимии. – М.: Наука, 1983. – 423 с.
- Вернадский В.И.* Эволюция видов и живое вещество // Труды по биогеохимии и геохимии почв. – М.: Наука, 1992. – 437 с.
- Вернадский В.И.* Биосфера // Живое вещество и биосфера. – М.: Наука, 1994. – 673 с.
- Вернадский В.И.* Живое вещество // Живое вещество и биосфера. – М.: Наука, 1994. – 673 с.
- Викрамасингхе Ч.* Размышления астронома о биологии // Курьер ЮНЕСКО. – 1982. – №6. – С. 36.
- Воейков В.Л.* Митогенетические лучи: конец забвению? // Химия и жизнь. – 1994. – №9. – С. 21–25.
- Гольданский В.И., Аветисов В.А., Кузьмин В.В.* Хиральная чистота полинуклеотидов как необходимое условие комплементарности // Докл. АН СССР. – 1986. – Т. 290 (3). – С. 734–737.
- Гольданский В.И., Кузьмин В.В.* Спонтанное нарушение зеркальной симметрии в природе и происхождение жизни // Успехи физических наук. – 1989. – Т. 157 (1). – С. 3–51.
- Гурвич А.Г.* Теория биологического поля. – М.: Советская наука, 1944. – 155 с.
- Гурвич А.Г., Гурвич Л.Д.* Митогенетическое излучение, физико-химические основы и приложения в биологии и медицине. – М.: Медгиз, 1945. – 283 с.
- Залкинд С.Я.* Митогенетические лучи. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1935. – 135 с.
- Дриш Г.* Витализм. Его история и система. – М.: Наука, 1915. – 279 с.
- Кирлиан В.Х., Кирлиан С.Д.* В мире чудесных рядов. – М.: Знание, 1964. – 40 с.
- Корухов В.В.* Кинетические и методологические аспекты кинематики тахионов // Гуманитарные науки в Сибири. – 1994. – №1. – С. 25–31.
- Корухов В.В.* Фундаментальные постоянные и структура пространства-времени. – Новосибирск: РИЦ НГУ, 2002. – 183 с.
- Корухов В.В., Наберухин Ю.И.* Сверхсветовые явления и пространственно-временные отношения в тахионных мирах // Философия науки. – 1995. – №1 (1). – С. 58–64.
- Миз Г.* Жизнь и ее проявление. – М., 1912. – 193 с.
- Морозов Л.Л.* Поможет ли физика понять, как возникла жизнь? // Природа. – 1984. – №12. – С. 35–48.
- Морозов Л.Л., Гольданский В.И.* Нарушение хиральной симметрии в предбиологической эволюции и физические условия возникновения жизни // Вестн. АН СССР. – 1984. – №6. – С. 54–58.
- Пастер Л.* Исследования о молекулярной диссимметрии естественных органических соединений // Л.Пастер. Избр. тр. в 2-х томах. Т. 1. – М.: Изд-во АН СССР, 1960. – 1012 с.
- Перепелица В.Ф.* Библиография литературы по сверхсветовым частицам // Философские проблемы гипотезы сверхсветовых скоростей. – М.: Наука, 1986. – С. 95–98.
- Рейхенбах Г.* Направление времени. – М.: Иностранная литература, 1962. – 306 с.
- Терлецкий Я.П.* Принцип причинности и второе начало термодинамики // Докл. АН СССР. – 1960. – Т. 133. – №2. – С. 329–332.
- Терлецкий Я.П.* К вопросу о пространственной структуре элементарных частиц // Философские проблемы физики элементарных частиц. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – С. 100–108.
- Терлецкий Я.П.* Парадоксы теории относительности. – М.: Наука, 1966. – 120 с.
- Файнберг Дж.* Частицы, движущиеся быстрее света // Над чем думают физики. Вып. 9. Элементарные частицы. – М.: Наука, 1973. – С. 90–104.
- Файнберг Дж.* О возможности существования частиц, движущихся быстрее света // Эйнштейновский сборник. – М.: Наука, 1974. – С. 134–177.
- Шамбадаль П.* Развитие и приложения понятия энтропии. – М.: Наука, 1967. – 278 с.
- Шредингер Э.* Что такое жизнь с точки зрения физика? – М.: Атомиздат, 1972. – 88 с.
- Эйнштейн А.* Собрание научных трудов. Т. 1. – М.: Наука, 1965. – 700 с.
- Bilanjuk O.M.P., Deshpande V.K., Sudarschan E.C.G.* “Meta” – relativity // Amer. J. Phys. – 1962. – Vol. 30. – P. 718–723.
- Feinberg J.* Possibility of faster-than-light particles // Physical Rev. – 1967. – Vol. 159. – P. 1089–1105.
- Popp F.A., Gu Q, Li K.H.* Biophoton emission: experimental back-ground and theoretical approaches // Modern Physics Letters B. – 1994. – Vol. 8. – P. 1269–1296.