

УДК: 573.3:001

ГЕОМЕТРИЧЕСКИЙ КОД ЖИЗНИ ПО ВЛАДИМИРУ ВЕРНАДСКОМУ

С. И. МАЛЕЦКИЙ

Федеральное бюджетное учреждение науки, Институт цитологии и генетики ФАНО
 Россия, 630090, г. Новосибирск, пр. Лаврентьева, 10
 e-mail: stas@bionet.nsc.ru

Вся история науки на каждом шагу показывает, что отдельные личности были более правы в своих утверждениях, чем целые корпорации ученых или сотни и тысячи исследователей, придерживающихся господствующих взглядов. Жизненность и важность идей познается только долгим опытом. Значение творческой работы ученого определяется временем.

(В.И. Вернадский)

В статье рассматриваются взгляды В.И. Вернадского на пространственно-геометрическую природу живого и косного вещества в рамках биосфероцентрической парадигмы жизни (БЦПЖ). Вслед за Л. Пастером и П. Кюри Вернадский подчеркивал различия геометрических свойства живой и косной материи на Земле, указывая, что между живым и косным веществом нет переходных состояний. Геометрические свойства, рассматриваемые как атрибутивные, определяют принципиальные различия в свойствах живого и косного вещества. В.И. Вернадский предлагал в качестве универсальных атрибутов рассматривать не только физические и химические свойства веществ, но также их геометрические свойства, указывая, что идентичность химического состава органических молекул не является решающим для идентификации конкретного вещества или природного тела и их свойств. Геометрическая структура молекул, по нашему мнению, и является тем геометрическим кодом жизни, который определяет функции органических молекул, надмолекулярных структур и процессы морфогенеза. Изначально кодирующая роль нуклеиновых кислот определяется геометрической структурой молекул (двойная спираль ДНК или геометрическое кодирование), и лишь во вторую очередь код ДНК связан с последовательностью нуклеотидов (триплетный код – вторичная или цифровая форма кодирования). Пространственно-геометрические идеи строения живого и косного вещества биосферы весьма четко сформулированы В.И. Вернадским в его публикациях (1910 – 1940 гг.).

Ключевые слова: биосфера, биогеохимия, космобиогеохимия, кристаллы, геометрия, парадигма, симметрия, диссимметрия, космическая организованность, биосфероцентрическая парадигма жизни (БЦПЖ).

Введение. «Как указал Докучаев, чтобы наука приносила пользу человечеству, необходимо в рамках всего естествознания изучать соотношение между мертвой и живой природой и разрабатывать тем самым общенаучную теоретическую основу. < ... > Природу нужно принимать как истину. Но истину нельзя разрывать на части – она исчезнет по существу» [1, с. 52–53]. Это указание в полной мере осуществлено в рамках учения В.И. Вернадского о биосфере. Созданная на основе этого учения концепция жизни (биосфероцентри-

© С. И. МАЛЕЦКИЙ, 2013

ческая парадигма жизни – БЦПЖ), основана на нескольких постулатах, характерных для естественно-научных взглядов В.И. Вернадского, в которых особо выделена роль геометрических свойств материальных объектов в понимании жизни на нашей планете (выделим четыре постулата).

Первый постулат. Декларирована геологическая вечность земной жизни, т.е. жизнь рассматривается как планетное явление, которая никогда не возникала, являясь частью космического процесса (космической организованности). Первый постулат противоречит широко распространенному в научном сознании мифу, согласно которому жизнь некогда зародилась. Другими словами, этот постулат не совпадает с традиционными взглядами естествоиспытателей, привыкших считать «живое недавним явлением <...> и думать о ее появлении на планете в каких-то неизученных временах, постепенном усложнении в соответствии с уже усвоенным к тому времени эволюционным учением от примитивного к сложному. <...> Идея Вернадского оставляла в стороне такие традиции, полагая совершенно новые основания: жизнь, живое вещество – вечный и неизменный спутник планеты; она имеет закономерные черты, которые нельзя вывести из анализов, сделанных в рамках старой парадигмы происхождения жизни» [2, с. 41]. Вернадский писал: «Поиски старта жизни имеют под собой одну подоплеку. <...> Они есть следствие умственных привычек, многовекового воспитания в лоне сначала иудейского, а затем христианского мировоззрения, в которых идея первоначального творения мира и всего живого, включая человека, является основой главного мифа. За многие века идея вошла в плоть и кровь, стала необсуждаемой установкой. И когда к ней обратилась наука, <...> она самым простым образом впитала предвзятое мнение, не замечая его» [2, с. 44]. Он писал также: «Жизнь рассматрива-

ется как случайное явление на Земле, а в связи с этим исчезает из нашего научного кругозора на каждом шагу проявляющееся влияние живого на ход земных процессов. Не случайно развитие жизни на Земле и не случайно образование на поверхности планеты, на ее границе с космической средой, особой охваченной жизнью оболочки – биосферы» [3, с. 32].

Второй постулат. Жизнь – планетное явление и ее проявление определяется законами Космоса (Вселенной). Этот постулат положен в основу созданной им новой науки – биогеохимии или космо-биогеохимии. «Пример синтетического творчества Вернадского – создание им новой отрасли естествознания, новой науки – биогеохимии. Предмет биогеохимии – роль живых существ в размещении атомов различных веществ в пространстве, или говоря словами Вернадского, роль биогенной миграции атомов в геологической истории планеты» [4, с. 99]. Вернадский писал: «Твари Земли являются созданием сложного космического процесса, необходимой и закономерной частью стройного космического механизма, в котором, как мы знаем, нет случайности» [5, с. 6]. Физическая связь биосферы и Космоса осуществляется посредством разнообразных электромагнитных излучений, поступающих отовсюду из небесных пространств, из которых видные нам световые излучения являются ничтожной их частью.

Третий постулат. Все живое возникает только от живого (принцип Реди). Хотя химический состав живой и косной материи в биосфере идентичен, но существует резкое преобладание (в миллионы раз) числа химических соединений в живом веществе по сравнению с их числом в косных телах. Из этого постулата следует, что размножение живого вещества есть основной способ его передвижения по земной поверхности. «В ходе геологических веков и бесчисленных смен организмов видно, что

размножение есть передвижение по поверхности живого вещества, которое несет с собой потенциальную энергию с новой возможностью размножения. Вернадский называет это передвижение скоростью передачи жизни» [2, с. 55]. В соответствии со взглядами французского философа Бергсона, Вернадский рассматривает рост живого вещества как «дление», т.е. длительность удвоения числа клеток в тканях, длительность удвоения числа особей в популяции и т.п. По Вернадскому, размножение связано с понятием «времени». Существует различие в понимании времени для живой и косной материи. «Так как мы никогда не можем произвести учет живого вещества мгновенно, то биологический элемент времени определяет максимально допустимую величину длительности этого учета, правда, только с одной точки зрения, с точки зрения увеличения количества неделимых и смены поколений» [6, с. 259]. Время направлено и является основным параметром биологических процессов. *Через размножение реализуются следующие биогеохимические функции живого вещества: а) происходит перенос массы и выработанной энергии из одного места планеты в другое; б) размножением определяется феномен биологического времени.*

Четвертый постулат. *Геометрические пространства у живого и косного вещества планеты не совпадают.* Геометрический подход Вернадского к описанию природных тел соответствует классической традиции естествознания, согласно которой природные объекты – это целостные системы, что, в частности, отличает БЦПЖ Вернадского от других концепций о жизни. Традиция геометрического подхода в изучении природы пришла в европейскую науку из Древней Эллады. Вернадский, вслед за Л. Пастером, осознал, что наряду с физическими и химическими свойствами молекул необходимо учиты-

вать универсальную роль геометрии, которая у живых и косных тел различна. «Геометрия – это наука о пространственном порядке, она изучает его путем измерения форм и установления соотношений между ними. <...> Платон считал геометрию и числа абстрактными, а потому и идеальным философским языком» [7, с. 6]. Целостный (космобиохимический) подход к проблемам жизни на Земле привел Вернадского, по нашему мнению, к пониманию (открытию) **геометрического кода жизни**, который предметно до сих пор не рассматривался в научной литературе.

Постулаты БЦПЖ достаточно полно представлены и прокомментированы в трудах самого В.И. Вернадского (1910 – 1940 гг.). Однако его труды долгое время оставались малоизвестными как среди отечественных, так и зарубежных ученых, а их публикация и осмысление происходит лишь в последние 3–4 десятилетия. Идеи БЦПЖ формулировались В.И. Вернадским постепенно, в течение длительного времени, и для их восприятия и сопоставления с современными представлениями они кажутся «неудобоваримыми». *Во-первых*, трудности вытекают из того, что статьи и книги Вернадского выходили в разное время, отличаясь по степени завершенности тех или иных положений БЦПЖ. *Во-вторых*, концептуальные идеи БЦПЖ для современного естествоиспытателя не всегда понятны, так как опираются на огромные пласты научного естествознания, накопленные человечеством за предшествующие XX веку столетия. «В.И. Вернадский относится к числу титанов мысли и нравственности, которыми человечество вправе гордиться < ... > считанные единицы среди ученых: Аристотель, Гете, Ламарк, Леонардо да Винчи, Пастер, Лавуазье, Ломоносов (список можно продолжить) могут сравниться с Вернадским по способности владеть на профессиональном уровне материалом разных наук.

Но и от них Вернадский отличается мастерством синтеза далеко разошедшихся отраслей знания и высоким даром предвиденья будущего» [4, с. 99]. Подобный стиль изложения глобальных проблем общего естествознания практически исчез из научной литературы. В *третьих*, хотя при жизни у В.И. Вернадского было немало учеников, но прямых продолжателей его учения о биосфере и ноосфере в последующие годы фактически не было.

Несмотря на исторические, семантические и стилистические особенности текстов и идей В.И. Вернадского, наше внимание привлекли публикации отечественных авторов, в которых дана достаточно глубокая и многосторонняя интерпретация пророческих взглядов В.И. Вернадского на природу живой и косной материи. К их числу относятся монографии: А.С. Пресмана «Идеи Вернадского в современной биологии» (1976), Г.П. Аксенова «В.И. Вернадский о природе времени и пространства» (2010), Г.Н. Саенко «Владимир Иванович Вернадский: ученый и мыслитель» (2002), Г.И. Флеровой «Моя биосфера» (2010). В статье, наряду с оригинальными цитатами самого В.И. Вернадского, основные положения БЦПЖ иллюстрированы цитатами из названных книг и статей других авторов.

Настоящая работа посвящена анализу и трактовке пространственно-геометрических аспектов БЦПЖ. Приходится отметить, что излагать взгляды В.И. Вернадского по вопросам живой и косной материи представляет известную сложность. В этой связи автор приносит извинения будущим читателям за некоторую компилятивность и стилистическую рыхлость изложения.

Живое вещество биосферы. Учение о биосфере значительно опередило и продолжает опережать существующие ныне в науке представления о жизни. Вернадский писал в 1920 г.: «Я ясно стал осознавать, что мне суждено сказать человечеству но-

вое в том учении о живом веществе, которое я создаю, и что есть мое призвание, моя обязанность, наложенная на меня, которую я должен проводить в жизнь – как пророк, чувствующий внутри себя голос, призывающий его к деятельности. Я почувствовал в себе демона Сократа. <...> Я считаю, мои представления о живом веществе вносят новое в понимание природы, и связное их изложение составляет не науку, но «учение» в общей схеме знаний, которое не было до сих пор в цельном виде высказано. <...> Мы будем при этом обращать внимание не на все свойства живого вещества, а только на те, которые связаны с его массой, химическим составом и энергией. В таком употреблении «живое вещество» является новым понятием в науке» [8, с. 29].

Живое вещество – совокупность живых организмов, населяющих планету. «Живое вещество – понятие, имеющее точные границы и объем, имеющее **не биологическое, а геологическое значение**, т. е. рассматривающее организмы с точки зрения элементарного, атомного, химического состава, имеющее совокупный вес и энергию, обладающее своими, ни к чему не сводимыми свойствами. <...> *Живое вещество расценивалось Вернадским как предельный, неразложимый и целостный элемент мира, то есть такой же, как основные понятия науки – материя и энергия*» [2, с. 100].

Учение о биосфере позволило Вернадскому перевести дискурс о живом веществе из биологии в биогеохимию. «Биогеохимия вносит в научное изучение явлений жизни совершенно другую трактовку естественных живых тел, чем та, к которой привык биолог. Она вносит новое понимание живой природы, не противоречащее старому, но его дополняющее и углубляющее. Рассматривая *живой организм в аспекте биосферы*, она обращается к составляющим его атомам. <...> Жизнь проявляется

в непрерывно идущих <...>, закономерных миграциях атомов из биосферы в живое вещество, с одной стороны, и, с другой стороны, в обратных их миграциях из живого вещества в биосферу. Живое вещество есть совокупность живущих в биосфере организмов <...> и изучается в планетном масштабе, так как отдельное неделимое¹, на которое направлено внимание биолога, отходит на второе место в масштабе изучаемых в биогеохимии явлений» [9, с. 421]. «Вернадский различает три типа биологической миграции атомов. <...> *Первый тип* биогенной миграции атомов – это обмен веществ у организмов с окружающей средой. Превышение притока веществ над убылью обеспечивает на определенном этапе жизни организма рост и размножение. *Второй тип* биогенной миграции атомов, возвращение вещества из состава живых организмов в косную материю, связан со смертью. *Третий тип* биогенной миграции атомов – сознательное перемещение живыми существами атомов косной материи при строительстве гнезд, сот, сооружений термитов, при создании подземных укрытий: нор, тоннелей, при добывании пищи» [4, с. 102–103].

В учении о биосфере Вернадский обобщает множество эмпирических наблюдений, которые «опираются на факты индуктивным путем собранные, не выходя за их пределы и не заботясь о согласии или несогласии полученного вывода с другими существующими представлениями о природе. В этом отношении эмпирические обобщения не отличаются от научно установленного факта» [3, с. 51]. «Только в самые последние годы наука «доросла» до понимания того коренного переворота в познании фундаментальных основ жизни, который полвека назад совершил этот «могучий мыслитель» [5, с. 4].

¹ Неделимое – этим словом В.И. Вернадский называет отдельную особь или отдельный организм.

Идея вечности жизни была основополагающей для Вернадского как теоретика естествознания. «Живая поверхностная «пленка» в несколько километров, без пропусков облегающая поверхность геоида и обладавшая своей строго определенной закономерной функцией как часть планетного устройства. Ее роль заключалась в биогеохимическом преобразовании энергии Солнца на поверхности Земли в геологические тела и структуры» [2, с. 40]. Изучив в историческом контексте взгляды на происхождения жизни, он нашел точное, но забытое решение этого вопроса. «Флорентийский врач Франческо Реди в 1668 г. сформулировал принцип биогенеза: **все живое только от живого**. Иначе говоря, не может быть сейчас и не могло быть в прошлом зарождения живого из косной материи. <...> Никакие другие варианты <...> зарождение сначала самых примитивных видов от различных органических веществ, а потом уж эволюция к сложному или древнее одномоментное зарождение с последующим закономерным развитием уже от организма к организму, никакие такие варианты не имеют места. *Нет научных фактов, хотя бы близко подводящих к ним*. Весь научный опыт подтверждает *принцип Реди*. Не имеют успеха и опыты прямого синтеза живого из химических соединений. Живое происходит от живого, и так было всегда, на протяжении всей геологической истории планеты. <...> Признавая биогенез за единственную форму зарождения живого, неизбежно приходится допустить, что *начала жизни в том космосе, который мы наблюдаем, не было, поскольку не было начала этого космоса*. Жизнь вечна постольку, поскольку вечен космос, и передавалась всегда биогенезом. То, что верно для десятков и сотен миллионов лет, протекших от архейской эры и до наших дней, верно и для всего бесчисленного хода времени

космических периодов истории Земли. Верно и для всей Вселенной» [2, с. 44].

Обобщения Вернадского о количестве живого вещества на планете соответствуют *физическому принципу сохранения массы и энергии*. «Положение Вернадского о вечности жизни, о ее неизменном количестве в химических реакциях планеты в течение всей геологической истории, постоянство отношения к инертной материи планеты, о ее неизменной роли в осуществлении геохимических функций – *все это разные формулировки принципа сохранения количества жизни*. <...> Принцип вечности жизни оставался всегда для него важнейшим научным фактом среди всех остальных и одновременно методологическим приемом, из которого он исходил при обсуждении любого вопроса биосферы, планетной жизни, строения и истории планеты и космического пространства» [2, с. 45].

Размышляя об организации биосферы, Вернадский обратился к пространственным свойствам молекул. Развивая учение о планетной форме жизни, В.И. Вернадский связывал свойства живого со структурной организацией как самого низшего (атомарного), так и самого высокого, или биосферного, уровня. Правизна – левизна органических молекул указывала на то, что живому веществу присуща иная геометрия, чем косному. «Между живыми и косными естественными телами биосферы нет переходов – граница между ними на всем протяжении геологической истории резкая и ясная. <...> Вещество биосферы состоит из двух состояний, материально и энергетически различных – живого и косного. Хотя живое вещество в биосфере материально ничтожно, энергетически оно выступает на первое место. Этим определяется новое чрезвычайно важное свойство биосферы – ее геометрическая разнородность. Можно допустить <...>, что живое вещество проявляет иную геометрию, чем геометрия Эвклида» [9, с. 428].

«Мы уже много знаем о жизни, но все еще не понимаем ее сущности, не можем найти чего-то общего, присущего всему многообразию живого, т. е. установить критерий живого. И все очевиднее обнаруживается несостоятельность надежд преодолеть такой разрыв между знанием и пониманием путем дальнейшего накопления экспериментальных данных. <...> В свете такой конфликтной ситуации необходимо обратиться <...> к вопросу о том, правомерны ли сложившиеся представления, исходя из которых, мы пытаемся найти критерий живого? Большинство биологов считают, что свойства живого в полной мере проявляются в отдельном организме, что единицей живого является клетка и что специфика живого связана с особой упорядоченностью биологических структур. Успехи молекулярной биологии привели многих ученых к убеждению, что первооснова этой упорядоченности заложена в особенностях физической структуры ДНК, а, следовательно, законы возникновения и эволюции жизни можно будет <...> свести к элементарным физическим процессам. Однако современные биофизические исследования не подтверждают, а опровергают эти радужные надежды» [5, с. 4].

Симметрия и диссимметрия. В качестве базового понятия при описании природных тел В.И. Вернадский использует понятие «симметрия» («гармония»). Оно появилось еще в Древней Греции и позволяло грекам оценивать красоту природных объектов и человеческого тела. Под симметрией понимается соразмерность или соответствие в расположении частей объекта относительно некой точки, прямой или плоскости. В естествознании с симметрией связаны законы сохранения энергии, количества движения, свойства элементарных частиц, строение атомов, молекул, структура кристаллов (кристаллографическая симметрия) и т. д. «Прин-

цип симметрии <...> уже более 100 лет как проник в науку в современной форме и раскрылся нам с поразительной яркостью в одной из наиболее совершенной отрасли физики – кристаллографии. Новым в науке явилось не выявление принципа симметрии, а выявление его всеобщности» [9, с. 64].

Мировоззренческую роль симметрии в естествознании впервые осознал П. Кюри: *симметрия как физическое состояние пространства*. Из этого следует: «любые физические <...> тела, включая организмы, сохраняют те элементы симметрии, которые совпадают с элементами симметрии физических полей внешней среды. <...> Симметрия среды как бы накладывается на симметрию <...> тел, образующихся в этой среде, воплощается в них» [10, с. 17]. В биологии симметрия – «это зеркальное, билатеральное, радиальное или иное правильное расположение одноименных частей тела или органов по отношению к некоторой оси или плоскости. <...> В основе симметрии <...> лежат явления симметрии в кристаллах неорганических веществ, в том числе и биополимеров – белков, нуклеиновых кислот и полисахаридов» [11, с. 611]. К понятию «симметрия» тесно примыкает понятие «асимметрия», которую можно рассматривать как количественная форма симметрии (рис. 1). «В действительности асимметрия – другое выражение для симметрии, и как симметрия может быть разных типов, разной может быть и асимметрия. Например, круг обладает высшим типом симметрии вращения среди других плоских фигур: он совпадает сам с собой при повороте с собой при повороте на любой угол относительно центра. Правильный восьмиугольник обладает симметрией вращения порядка 8: он совпадает сам с собой при повороте на 7 различных углов плюс один нулевой поворот. <...> Квадрат обладает симметрией вращения 4: по отношению к кругу восьмиугольник менее симме-

тричен, более асимметричен. Но по отношению к квадрату он, напротив, более симметричен, у него ниже степень асимметрии» [12, с. 109–110]. По сути, симметрия и асимметрия – это два разных способа говорить об одном и том же.



Рис. 1. Симметрия (асимметрия) у круга, восьмиугольника и квадрата

Существует множество симметрий, к которым можно отнести сходства, подобия и гомологии у природных объектов или у их систем. «Обобщая понятие симметрии, можно говорить о том, что симметричны, например, молекулы воды в сосуде: каждая частица жидкости схожа с другой – по форме, по строению, по свойствам. То есть симметрию можно рассматривать не только как геометрическое свойство, но как сходство частей структуры в общем смысле» [12, с. 211]. Симметрию как предметное свойство обычно относят к объекту целиком (гештальт-качество¹). «Если из структуры, состоящей из множества элементов, изъять хотя бы один, то её симметрия не изменится на «чуть-чуть», а разрушится полностью и сразу, как изменяется или разрушается мелодия, если в ней изменить (или заменить) хотя бы одну только ноту» [12, с. 115]. «Симметрия <...> обладает пороговым эффектом: минимальное изменение структуры приводит к резкому изменению гештальта, связанного с нею» [12, с. 110]. Например, зеркальная симметрия человеческого лица не складывается отдельно из симметрий глаз, ушей, рта, правой и левой половины лица, она свойственна только лицу целиком как единому целому (гештальту).

¹ Гештальт-качества – свойства целого, целостностей, которые не вытекают из свойств частей этих гештальтов, а присущи самим гештальтам как таковым [13, с.104].

В рамках БЦПЖ симметрия рассматривается на разных уровнях, начиная с расположения атомов в кристаллах. Один из вариантов симметрии – *изомерия*¹ (или энантиомерия) органических молекул, когда у молекул «нет элементов симметрии – ни центра, ни оси, ни плоскостей. <...> Неизбежно образуются две физически идентичные разности винтового спирального расположения атомов – правое и левое. И количество каждой из этих разностей будет всегда случайно и, стало быть, приближаться к равенству.<...> Соотношение правых и левых будет приближаться к соотношению 50 на 50 %» [2, с. 266]. Изомерия присуща любым полимерам, к числу которых относятся белки, нуклеиновые кислоты, полисахариды и др., входящие в состав внутрилклеточных структур и органелл.

Впервые изомерию кристаллов винной кислоты изучил Л. Пастер (1848 г.). «У меня возникла счастливая идея поместить мои кристаллы строго перпендикулярно, и тогда я увидел, что в этой беспорядочной массе кристаллов <...> имеются два вида по признаку расположения у них диссимметрических граней. У одних они были расположены вправо по отношению к моему телу, у других – влево от меня. Иными словами <...> они представляли собой смесь двух сортов кристаллов, обладали гемиедрией², т. е. имели похожий скос, но на разных гранях. Кристаллы являлись как бы отражением друг друга в зеркале <...> Пастер отделил кристаллы с правой гемиедрией от кристаллов с левой гемиедрией,

¹ Изомерия – «существование одинаковых по составу и молекулярной массе химических соединений, но различающихся по строению или расположению атомов в пространстве. Вследствие этого идентичные по химическому составу молекулы различаются по физическим свойствам» [14, с. 210].

² Гемиедрия – кристаллографический термин, обозначающий присутствие на кристалле половины числа плоскостей, требуемого симметрией кристаллографической системы, к которой принадлежит кристалл.

и по отдельности растворил их. Он увидел яркую картину поляризации: правые вращали плоскость света вправо, левые – влево. Смешав снова кристаллы и растворив, Пастер получил нейтральный раствор, то есть не вращавший плоскость поляризации ни в какую сторону. <...> Пастер назвал это явление *диссимметрией*³. Данный термин означал, что вещество обладает как бы двойной несимметричностью, усугубленной асимметрией.< ...> У них зеркальная симметрия. <...> Таковы, например, наши руки, которые при всем внешнем сходстве нельзя совместить никакими поворотами в трех плоскостях. Они отражают только друг друга как в зеркале.< ...> Пастер считал диссимметрию самым важным из всех своих открытий. <...> В диссимметрии сходились сразу все как будто без исключения науки: и кристаллография, и химия, и оптика. Но, кроме того, (неожиданно!) биология, поскольку кристаллы принадлежали к органическим соединениям, продуктам винограда» [2, с. 94–96]. Диссимметрию, или несовместимость объекта и его зеркального отражения, обозначают также термином «*хиральность*».

Позже Пастер неожиданно обнаружил, что дрожжевые грибки, которые питаются винной кислотой, усваивая кислоту только правого типа, оставляют без внимания винную кислоту левого типа. «Он наливал в сосуд с дрожжами нейтральную винную кислоту, и начиналось брожение. Потом оно прекращалось и оказывалось, что *переработана только правая кислота, ее не было и следа, и оставалась целиком не-*

³ Диссимметрия – свойство молекул существовать в одной из двух возможных пространственных конфигураций. По законам физики и химии любые молекулы должны синтезировать в равном количестве левые и правые формы – рацемичность (соответствие второму началу термодинамики). В живых организмах самые важные вещества (нуклеотиды и белки) стопроцентно диссимметричны, т. е. синтезируются только в одной форме, менее важные – в неравном количестве левых и правых форм.

тронутой левая, на которую дрожжевые грибки совершенно не обращали внимания. И бывшая нейтральная право-левая кислота начинает вращать плоскость поляризации влево. Он обнаружил аналогичное явление не только в процессе ассимиляции организмами разных веществ, но и в прямо противоположном процессе – в синтезе новых. Одни органические вещества синтезируются организмами только в левом виде, например, кислоты, другие – только в правом, к последним относятся различные сахара. Причем противоположные – правые кислоты и левый сахар – ничуть не отличаются по своим лабораторным свойствам ни от своих искусственно создаваемых антиподов, ни от их смеси. <...> Зачем растениям и бактериям диссимметричный продукт? Чисто химические резоны для избирательности как будто нет. И, тем не менее, *растения или бактерии предпочитают потреблять и производить только левые или только правые вещества, и никак не их смеси.* <...> Упорство в распознавании и употреблении диссимметричного вещества, а также в их синтезе было абсолютным. *Дрожжи или бактерии никогда не ошибались*» [2, с. 98].

Вернадский рассматривал диссимметрию в качестве атрибутивного свойства органических молекул, позволяющего отличать живое вещество от косного. Пространственная изомерия присуща, вероятно, всем без исключения органическим молекулам, т. е. любое вещество в природе может существовать одновременно в виде правых (R) и левых (L) молекул (рис. 2). Между тем, *органические молекулы, входящие в состав живых существ, вращают плоскость поляризованного света всегда только в одном направлении. Другими словами, диссимметрия встречается в живом веществе и не встречается в косном веществе планеты.* В противоположность вышесказанному, молекулам в неживой природе присуща зеркальная

симметрия (рацемическая смесь левых и правых молекул), поддерживаемая в равных пропорциях.

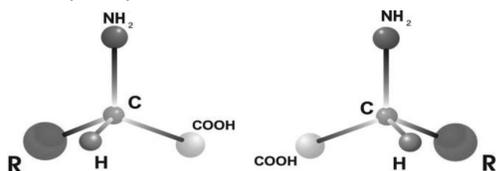


Рис. 2. Зеркальные изомеры L- и D- аминокислот

По мнению Вернадского, Л. Пастер описал новое свойство молекул – их геометрические различия. *Они вращают плоскость поляризации либо влево, либо вправо, тогда как все остальные физические и химические свойства у этих молекул совершенно идентичны.* Открытие левизны-правизны молекул знаменовало неизвестный ранее тип вариативности, основанный на геометрии. Изомерия – это не химическое или физическое свойство молекул (поскольку атомы в этих молекулах уложены одинаково), а их геометрическая атрибутика. Диссимметрия молекул подобна таким физическим свойствам, как температура, давление, химическая обстановка среды, фазы вещества. Вернадский подчеркивал, что *правизна-левизна характеризует не только органические молекулы, но также и геометрико-информационное пространство живого вещества, отличное от пространства, в котором пребывает косное вещество на планете.*

У Пастера феномен правизны-левизны вызывал законное недоумение: почему вообще в природе имеет место диссимметрия? *«Как может быть левое без правого, верх без низа? Все эти свойства существуют не сами по себе, а только в оппозиции, действие обязательно должно иметь противодействие.* Но вот для живого вещества нормой является невозможное и даже по здравому суждению – невыносимое для природы в целом состояние. По логике нормальным состоянием для всей

природы должно быть равновесие левого и правого в одном месте (рацемичность). Все эти, на первый взгляд, необычные факты позволили Пастеру сделать далеко идущий вывод о природе живого и неживого вещества: *при всем химическом разнообразии мира диссимметрия есть единственное, отчетливо выраженное различие, которое мы можем обнаружить между химией неживой природы и химией живой природы»* [2, с. 98]. Другими словами, открытие диссимметрии указало, что левизна-правизна – это совершенно новый (геометрический) атрибут органических молекул.

«В лекции «Низшие организмы и строение материи» Пастер попытался разделить вещества на два основных класса: те, зеркальные изображения, которых можно совместить с самим собой, и другие <...>, у которых нет зеркальных двойников. И оказалось, что он **фактически провел самую кардинальную границу между неживым и живым**. К первым относятся существующие в природе минеральные соединения и разнообразные, создающиеся человеком искусственные тела. Они были симметричными относительно зеркальной плоскости симметрии. К вторым, у которых двойник отсутствовал, относились вещества, играющие основную роль в биологических тканях: *клетчатка, крахмал, камедь, сахара, винная кислота, хинная, таниновая кислоты, морфин*. Их молекулы и соединения были не только асимметричными, но у них не было вторых, зеркальных воспроизведений. Множество веществ, которые мы получаем из живых существ, обладают именно этим свойством – диссимметрией. Быть диссимметричным или быть рацемичным соответствует разделению между живыми телами и продуктами их жизнедеятельности и неживыми веществами. Оказалось, что по пространственной ориентации вещество вообще может быть четырех различных видов: 1) *левым*,

2) *правым*, 3) *смесью их в какой-либо пропорции* и 4) *ни правое, ни левое и не смесь – аморфным»* [2, с. 97].

Жизнь на Земле – это геометрически однородная среда, включающая лишь один тип белков с L-аминокислотами, у которых отсутствуют D-аминокислоты (рис. 1). Существует также один тип нуклеиновых кислот, полисахаридов и пр. *Самопроизвольное возникновение хирально чистых веществ из рацемической смеси невозможно термодинамически*. Хиральная чистота молекул ДНК – условие их способности к саморепродукции и к матричному синтезу полипептидов. Диссимметрия определяет как геометрические, так и информационные свойства органических молекул. «Особое диссимметрическое состояние пространства биологами, насколько я знаю, совсем не учитывалось, оно введено было мною в 1924–1926 гг. в биогеохимию» [9, с. 231]. Он писал: «Кюри указал на глубокое значение диссимметрии. <...> Из фактов и обобщений Кюри и Пастера следует, что биосфера нашей планеты <...> должна состоять из пространства резко различных состояний: в живом веществе в состоянии определенной диссимметрии <...>, в остальном объеме, занятом газами, жидкостями и твердыми телами, – ее лишенной. Лишь жидкие массы нефти, связанные в своем происхождении с жизнью, несущие биохимически созданные вещества <...>, обладают той же диссимметрией» [15, с. 141].

Открытие Пастера не забыто наукой, но диссимметрию исследовали раньше и исследуют сегодня как вещественно биохимический признак, а не как особый атрибут, особая геометрическая структура. Диссимметрия поддерживается на протяжении всего срока жизни, так как постоянно воспроизводится (наследуется) организмами из поколения в поколение. «Мы теперь знаем, что причина диссимметрии <...> связана с материальными частица-

ми, с атомными структурами, с монокристаллами, с кристаллизацией белков, углеводов, жиров и других основных <...> химических соединений <...>, а не с энергетическими проявлениями, которые являются только их следствием. Левое и правое вращение света является следствием, а не причиной» [2, с. 317].

Стереизомерия молекул и наследственная информация в клетках. Правизна-левизна молекул затрагивает фундаментальные основы жизни. Очевидно, что геометрия органических молекул определяет геометрию и внутриклеточных структур клетки, а также тканей и органов живых существ. Если рассматривать роль диссимметрии в информационных процессах клетки, то геометрия ДНК и белков проявляются при их самовоспроизведении (сохранение хиральности молекул при биосинтезе). «Гетерохиральные неразветвленные биополимеры (нуклеиновые кислоты и белки) теряют свою уникальную стереоспецифичность, если в них случайным образом будут входить мономеры-энантиомеры. Гетерохиральные ДНК не будут обладать необходимым свойством комплементарного взаимодействия в двойной спирали. Белки-ферменты, рецепторы, переносчики, ионные каналы, шапероны¹ в случае отклонения от гомохиральности также утратят свою уникальную пространственную конфигурацию, необходимую для специфического комплементарного узнавания своих субстратов и лигандов². Для рибосимального синтеза белков используются только L-аминокислоты, а в состав нуклеиновых кислот входит только D-(дезоксир)рибоза. Для биохимических

преобразований гомохиральных соединений требуется гораздо меньше ферментов, чем для таких же преобразований гетерохиральных соединений» [16, с. 13]. «Малоизвестно, что все фосфолипиды в биосфере также гомохиральны. Объяснение состоит в том, что на входе и выходе их метаболизма стоят «хиральные фильтры» – ферменты. <...> С некоторой долей определенности можно полагать, что и в бислойных липидных мембранах хиральная чистота фосфолипидов контролирует характер липид-липидных взаимодействий. <...> В живых организмах хиральных соединений содержится не менее половины всех типов биомолекул» [16, с. 14].

Геометрия молекул напрямую связана с наследственной (генетической и эпигенетической) информацией. Понятие «наследственная информация» вовсе не предполагает, что единственный ее носитель – последовательность нуклеотидов в полимерных молекулах ДНК. Это условие потребовало бы от молекул ДНК обладания гигантской информационной емкостью, которая у них отсутствует. Очевидно, что значительная часть информационных потоков в клетках реализуется без прямого участия молекул ДНК (цифровой формы информации). В онтогенезе постоянно возникают и реализуются информационные коды, определяющие рост и развитие индивидов (*аналоговая форма информации и наследования*). Эти коды реализуются под влиянием факторов различной природы, формируя биологическую изменчивость. К аналоговой форме информации относится и геометрический код Вернадского, о чем пойдет речь далее.

Ранее в работах Л. Пастера была отмечена роль геометрии органических молекул в выполнении различных биологических функций. «Все наиболее важные вещества, из которых построены живые организмы, состоят из *диссимметричных* молекул, существующих в двух зеркаль-

¹ Шапероны — класс белков, главная функция которых состоит в восстановлении правильной третичной структуры повреждённых белков, а также в образовании и диссоциации белковых комплексов.

² Лиганд – молекула, которая связывается с комплементарным сайтом другой молекулы, например, кислород является лигандом для гемоглобина.

но-симметричных формах. При этом вещества, составляющие конституциональную основу клеток и несущие основные жизненные функции, во всей биосфере встречаются только в одной определенной из этих двух форм, и поддержание «оптической чистоты», т. е. *недопущение или устранение другой, является важной составляющей жизненных процессов*. <...> Эта диссимметрия, видимо, связана с какими-то первостепенной важности особенностями жизненных процессов и является неотъемлемым свойством живого вещества. В живых системах хиральны не только простейшие, первичные «строительные элементы» — молекулы, но и все более сложные образования вплоть до белковых полимеров. Более того, морфологическая диссимметрия характерна и для самих живых организмов и их функций. Столь ясно выраженное «неравноправие правого и левого» в живых системах, не наблюдаемое в неорганическом мире (на что обратили внимание еще Л. Пастер и П. Кюри), до сего времени представляется несколько загадочным или, во всяком случае, трудно объяснимым» [17, с. 209–210]. «Вещества, играющие в организме вторичную роль – несущие функции обменных, метаболиты, пищевые запасы, экскреты, – уже менее строго подчинены правилу соблюдения знака и могут, в зависимости от условий, существовать в обеих конфигурациях или в виде их смеси «рацемата». Можно высказать следующие выводы: а) в живых системах предпочитают в качестве исходных первичных хиральные молекулы; б) вещества, особенно относящиеся к основной конституциональной части, существуют в организмах в виде оптически чистых изомерных форм; в) у наиболее важных веществ четко предпочитается один, определенный для каждого, знак конфигурации. Диссимметрия простых исходных молекул влечет за собой и диссимметрию

следующих звеньев в иерархии биологических структур: аминокислоты → полипептиды → белки, простые сахара → полисахариды; мононуклеозиды → нуклеотиды → нуклеиновые кислоты, хотя знак конфигурации и не обязан ... совпадать со знаком конфигурации исходных молекул» [17, с. 212].

«В косных телах нет различия между правыми и левыми молекулами. Резко противоречит данному свойству <...> проявление левизны-правизны в живом веществе. Здесь мы вступаем в совсем другой мир, совсем в другое состояние пространства. Самое важное, такие пространства получают в биосфере только путем размножения, происхождением каждого организма от себе подобного (принцип Реди). Их нельзя получить никак иначе, например, *в лаборатории нельзя синтезировать одно левое вещество*. Одновременно здесь проявляется принцип Кюри: диссимметрия одного вида происходит только от такой же диссимметрической причины, в лаборатории ее нет» [2, с. 185].

Информационная роль геометрии отчетливо проявляется при взаимодействии живого вещества с химическими соединениями, поступающими в организм извне, определяя сущностные отношения между живой и косной материей. Например, лекарственные препараты (средства, обеспечивающие поддержание жизни человека и животных) должны быть непременно хирально чистыми, что отчетливо осознано современной фармакологией. С позиций фармакологии, как правило, препараты, приготовленные из растительного или животного сырья, по медицинским показаниям всегда более эффективны, чем их аналоги, синтезированные химически. «Как правило, лекарства проявляют положительный эффект в L-форме, что связано со стереоспецифичностью рецепторов, транспортных систем, комплементарностью взаимодействия белков-ферментов

и нуклеиновых кислот с лигандами. «Для многих лекарственных препаратов энантиомерная чистота должна быть не ниже 99,5 % ее, а для отдельных лекарств и хиральных катализаторов – практически 100 %. <...> Среди 500 наиболее продаваемых в мире лекарственных средств доля энантиомерно чистых соединений превышает 60 %» [18, с.4].

Примерами фармацевтических препаратов, у которых положительный эффект дает L-энантиомер, а токсичный – его изомер, являются талидомид¹, этамбутол, пеницилламин и др. Многим памятна трагическая история 1960-х гг., широко освещаемая в мировых СМИ и связанная с использованием успокоительного средства для беременных женщин – талидомида. «Оказалось, что седативным действием с положительным эффектом обладает только L-изомер, а ничтожная примесь его зеркального аналога приводит к тератогенному эффекту (врожденным уродствам) и генетическим мутациям» [18, с. 19].

Как правило, геометрические формы одной и той же молекулы напрямую связаны с их биологическими функциями. Так, ферментам, антителам и другим внутриклеточным компонентам присуща своя геометрия, а потому любое пространственное несоответствие между ними препятствует их взаимодействию. Например, ферменты проявляют специфическую реакционную способность только в отношении одного из энантиомеров. По-

¹ Талидомид — седативное снотворное лекарственное средство, получившее широкую известность из-за своей тератогенности, после того, как было установлено, что в период с 1956 по 1962 годы в ряде стран мира родилось по разным подсчетам от 8000 до 12 000 детей с врожденными уродствами, обусловленными тем, что матери принимали препараты талидомида во время беременности. Эта трагедия заставила многие страны пересмотреть существующую практику лицензирования лекарственных средств, ужесточив требования к лицензируемым препаратам.

добные примеры характерны и для лекарственных соединений. Так, биологической активностью обладает лишь один энантиомер ибупрофена – (S)-(+)-ибупрофен, в то время как его оптический антипод (R)-(-)-ибупрофен в организме неактивен.

Изомеры, возникающие с определенной частотой в ходе биосинтетических процессов в клетках, могут вызывать нарушения в развитии организмов. Более 50 лет назад была абсолютная уверенность, что D-аминокислоты не встречаются в клетках, но исследования последних десятилетий показали, что D-аминокислоты представлены в тканях высших организмов, включая человека, и связаны с процессом старения. В 1970-х годах показано появление D-аминокислот в белках человека и животных в процессе **старения**. Появление D-аминокислот в клетках человека ускоряется воздействием на клетки ультрафиолетового света. Например, в организме 60-летних людей около 8 % всей аспарагиновой кислоты находится уже в D-форме. В клетках долгоживущих тканей (дентин, зубная эмаль, хрусталик и др.) наблюдается четкая корреляция между возрастом человека и концентрацией D-оксипролина и D-аспартата.

Структура кристаллов и геометрический код жизни по В. И. Вернадскому.

«О материи можно сказать, что она одновременно является плотной субстанцией (частицами) и нематериальным силовым полем (волнами). Когда изучают атомы как материальные частицы, те выглядят и ведут себя как физическая материя. Но если их начинают описывать в терминах электрических потенциалов и длин волн, они проявляют свойства энергии (волн). Уравнение Эйнштейна устанавливает фактическое тождество материи и энергии: $E = mc^2$ » [19, с. 103]. С позиций квантовой физики атомы состоят из невидимой энергии, создавая силовые поля, а Космос по Вернадскому представляет сложную совокуп-

ность энергетических полей, образующих в пространстве замысловатую паутину.

Понятия квантовой физики вносят новые представления в понятия «*внешняя и внутренняя среда организмов*» и широко используются в дискурсе о биосфере. Внешняя среда для биосферы – прежде всего, электромагнитные излучения и электромагнитные поля Космоса, взаимодействующие с электромагнитными полями атомов и молекул, входящих в состав живых и косных тел. «Почему же электромагнитная сигнализация в биосфере осуществляется именно посредством электромагнитных полей радиочастот, низких и инфракрасных? Потому, что *из всех мыслимых типов связи радиосвязь является наиболее экономичной и информативной.* <...> В биосфере преимущества связей посредством электромагнитных полей (ЭМП) по сравнению со звуковой, световой и химической обусловлены следующими причинами: а) сигналы ЭМП (соответствующих частот) распространяются в любых средах обитания жизни – в речной и морской воде, в почве и, наконец, в тканях организмов; б) такие сигналы могут передаваться при любых метеорологических условиях и в любое время суток; в) они могут передаваться на любые расстояния на планете; г) в отличие от избирательности к другим раздражителям все биосистемы реагирует на ЭМП. <...> Чувствительность к ЭМП у биосистем возрастает по мере их усложнения: от макромолекул – к клеткам, изолированным органам, организму. Так же возрастает чувствительность и в ряду организмов от простейших до хордовых» [5, с. 22].

Изменения геометрии рецепторов клеточных мембран позволяют осуществлять связь клеток с внешней средой. «Наноантенны белков-рецепторов способны улавливать колебания энергетических полей, таких как свет, звук и радиоволны. Такие антенны вибрируют наподобие камерто-

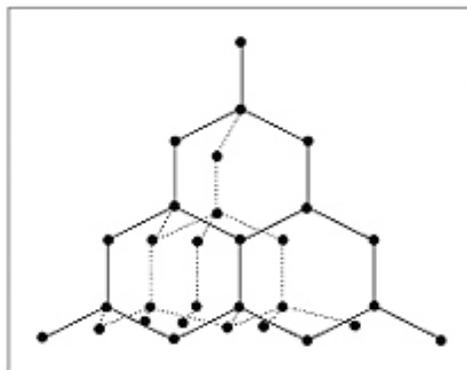
на, и если колебания энергии во внешней среде оказываются в резонансе с антенной белка-рецептора, в нем происходит перераспределение заряда, и он изменит свою конфигурацию. <...> Коль скоро белки-рецепторы могут воспринимать энергетические поля, нам необходимо отказаться от представления, что на физиологические процессы в клетке могут влиять только молекулы того или иного вещества. <...> После того как белки-рецепторы проинформируют клетку о внешних сигналах, ей надлежит предпринять адекватные ответные действия, направленные на поддержание жизнедеятельности. Эта задача белков-эффекторов. В целом тандем рецепторов и эффекторов можно назвать коммутатором: он реагирует по типу «раздражение – отклик» [19, с. 83]. Изменения в геометрии белков-рецепторов и белков-эффекторов позволяет клеткам поддерживать жизнедеятельность в широком диапазоне внешних воздействий.

В.И. Вернадский, опираясь на достижения физики начала XX в., сформулировал связь атомной структуры кристаллов с фундаментальными свойствами живых объектов, осознав, что идентичность ***химического состава двух тел вовсе не делает эти тела физически идентичными.*** Он обратил внимание на геометрию кристаллов алмаза и графита, в состав которых входят одни и те же атомы углерода, что не мешает им быть двумя разными природными телами. Это позволяет понять связь первичного (атомарного) строения молекул органических веществ с «кодированием» свойств у биологических объектов. «Он рассматривал строение соединений атомов углерода, которые служат фундаментом жизни. Они рано или поздно трансформируются в графит или в угольную кислоту и ее производные. <...> Графит имеет самую устойчивую форму в биосфере. Другое твердое кристаллическое устойчивое соединение есть алмаз. И

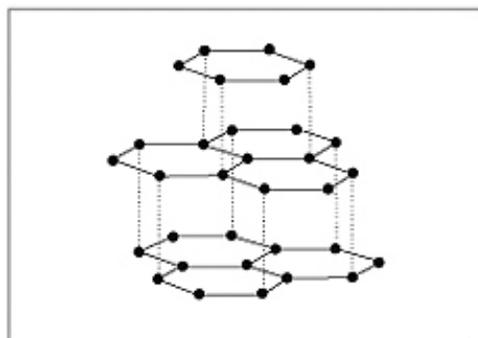
если графит устойчив в косной среде биосферы, то алмаз устойчив в «термодинамическом поле», как называет его Вернадский, живых организмов. <...> Решетки кристаллов графита характерны для обычной температуры и давления <...>, а алмазное построение атомов углерода характерно для двух мест нахождения: в глубоких горизонтах земной коры при высоких температурах и очень высоких давлениях, во-первых, и в живом веществе при обычных температурах и давлениях, во-вторых» [2, с. 84–85].

Независимость свойств веществ от химического состава легко уяснить из сравнения строения кристаллов алмаза и графита, состоящих полностью из одинаковых атомов. «В кристаллах алмаза (рис. 3 а) все углеродные атомы расположены на расстоянии 1,54Å друг от друга, причем каждый атом находится в центре правильного тетраэдра. Такое строение алмаза придает ему необычайную твердость. Структура графита иная: он образован параллельными слоями, состоящими из атомов углерода, расположенных по углам правильных шестиугольников на расстоянии 1,42 Å; слои же отстоят друг от друга на расстоянии – 3,39 Å и сдвинуты относительно друг друга. Это строение обуславливает свойство графита расслаиваться на чешуйки, благодаря чему он применяется для изготовления карандашей и в качестве смазочного материала» (Кошель, интернет).

Почему же столь различны свойства алмаза и графита, построенные из одних и тех же атомов? «Как известно, атомы углерода – самые универсальные для построения различных кристаллических соединений. <...> И причина устойчивости конфигурации лежит не в химических свойствах, и не в форме атомов, а в их симметричном расположении друг относительно друга. Две различные симметрии характеризуют решетки алмаза и графита. В первом случае атомы в алмазе имеют симме-



а



б

Рис. 3. Расположение атомов углерода в алмазе (а) и графите (б)

трию тетраэдра, и векторы к наиболее близким атомам лежат на пространственных плоскостях **только в двух направлениях**, а в графите атомы располагаются в плоскостях пространства **по трем векторам**. <...> **Новые факты заставляют думать, что жизнь может воздействовать на симметрию атомов.** Иначе говоря, атомы, которые входят в состав живого вещества, могут представлять свойства и изотопические комбинации, отличные от тех, которые строят косную материю» [2, с. 85]. Различия в строении графита и алмаза указывают на атрибутивную роль расположения атомов в определении физических и химических свойств у природных объектов. Геометрические свойства расположения ато-

мов важны не только для структуры кристаллов, но и для любых органических молекул, любых природных тел, включая органические молекулы клеток.

По нашему мнению, различия в *симметрии* атомов в кристаллах алмаза и графита позволили В.И. Вернадскому первым осознать **природу первичного биологического кодирования**, хотя этот термин он и не использовал. Именно геометрические свойства атомов в органических молекулах определяют процесс узнавания других молекул (веществ), а в последующем детерминируют процессы морфогенеза – формирование надмолекулярных и внутриклеточных структур. Эта глубинная (атомарная) атрибутика органических молекул не до конца понята современной биологией: «вся химия биосферы как оболочки планеты <...> изменена под влиянием жизни. Механизм этого влияния расположен на **атомном уровне**. Это воздействие обнаруживается не в молекулярной области окружающей среды, а на атомном уровне. < ... > Отсюда логически можно заключить, что воздействие жизни на симметрию атомов может простирается и на другие биогенные химические элементы. В таком случае это будет **главным фактором проявления жизни**» [2, с. 86].

С этой точки зрения можно несколько под другим углом посмотреть и на миф об «уникальности» химического кода ДНК. Можно утверждать, что молекулам нуклеиновых кислот присущи не один, а, как минимум, два типа кодирования: **первичное – геометрическое** (рис. 4), **вторичное – арифметическое, или цифровое** (рис. 5). Кодированная роль нуклеиновых кислот ДНК в синтезе полипептидов в клетках определяется изначально не столько последовательностью нуклеотидов (*вторичная, или цифровая, форма кодирования*), сколько геометрической структурой ее молекул (*первичное или геометрическое кодирование*). «С биоло-

гической точки зрения мы можем рассматривать идеи генетического кодирования как средство копирования и сохранения целостности, но указанное кодирование не принадлежит каким-либо конкретным атомам (углероду, водороду, кислороду, азоту), составляющим ДНК. <...> Носителем постоянства является не только сочетание нуклеотидов в молекуле ДНК, но также и **ее винтовая форма, которая отвечает за способность к воспроизводимости ДНК**. Эта форма, являющаяся особым типом в группе регулярных спиралей, основана на постоянных геометрических пропорциях. < ... > Эти пропорции можно понимать **как существующие без каких-либо материальных аналогов, как абстрактные геометрические отношения. Архитектура существования тел определяется невидимым, нематериальным миром чистых форм и геометрии**» [7, с.4].

Геометрия полимерных молекул ДНК представлена двумя вертикально переплетенными между собой спиральями. Длина шага у каждой из этих спиралей составляет 34 Å, ширина 21 Å. Цифры 21 и 34 (отношение длины и ширины молекулы ДНК) – это числа последовательности Фибоначчи, и их соотношение равно значению $\phi = 0,61803...$ или $\Phi = 1,61803...$ (золотое сечение), т. е. химический (или цифровой) код ДНК основан на геометрической (золотой) пропорции. Химическая информация полимерных молекул ДНК и РНК – пример цифровой записи информации, которая представлена последовательностями из 4-х нуклеотидов. «Хранение и считывание химической информации в цифровом виде встречается в нуклеиновых кислотах. Основой «операции оцифровки» является 2/3-процесс (2 против 3 водородных связей в парах оснований А:Т и G:С, что соответствует обычной 0/1 коммутации в электронных компьютерах» [20, с. 231].

О геометрии органических молекул, которые определяют их функциональные свойства, Лолор пишет: «Структурные и энергетические свойства угла в 60° значительно отличаются от структурных и энергетических свойств угла в 90° и 45° . Аналогичным образом геометрическая оптика показывает, что каждое вещество характерным образом преломляет свет под конкретным углом, и именно по этому углу мы можем наиболее точно определить, что это за вещество» [7, с. 8].

Возвращаясь к концепциям БЦПЖ Вернадского, еще раз повторим, что БЦПЖ – это целостный взгляд на природу живого вещества, отличный от взглядов современных авторов в области молекулярной биологии и эволюции. По Вернадскому, осознать **природное разнообразие жизни можно не через молекулярный, а только через связь атомного и биосферного уровней**. «Доходя до атомов химических элементов, до изотопов, биогеохимия проникает в явления жизни в другом аспекте, чем проникает биология – в некоторых отношениях глубже. <...> Биологическим наукам изучаемая живая природа ближе к нашим чувственным представлениям, чем более отвлеченная <...> биогеохимия. Но она ярко выражает, с другой стороны, такие проявления жизни, которые отходят на второй план в биологическом подходе к явлениям жизни» [9, с. 422]. «Сейчас, когда биогеохимия конкретно, научно поставила на очередь дня **связь жизни не только с физикой частичных сил и с химическими силами, что было известно и раньше, но и со строением атомов, с изотопами, – оставаться в таком инертном положении научная мысль не может**» [3, с. 415]. «Между биологическим и биогеохимическим описанием живых естественных тел <...> противоречий быть не может. <...> Биогеохимия дополняет работу биолога, внося в исследование яв-

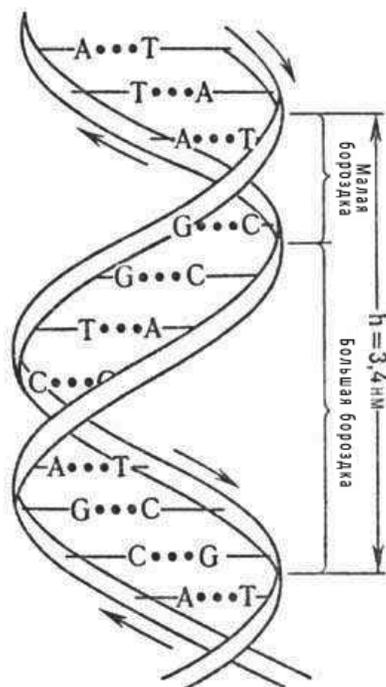


Рис. 4. Геометрический код ДНК (двойная спираль)



Рис. 5. Арифметический код ДНК (2 против 3 водородных связей в парах оснований А:Т и G:С по всей длине молекулы)

лений жизни такие ее проявления, которых мало или совсем не касались биологи. Ее данные гораздо более отвлеченные, чем конкретные и многогранные описания биолога. <...> Биогеохимия исходит из атомов и изучает влияние атомов, строящих живой организм, на геохимию биосферы, на ее атомную структуру. Из множества признаков живого организма она выбирает немногие, но это будут как раз **наиболее существенные** в их отражении в биосфере» [9, с. 424].

Модификация геометрии белков позволяет им выполнять важнейшие функции обмена веществ в клетках, так как фермент-субстратное взаимодействие характеризуется высокой активностью и специфичностью. Это происходит за счет сорбция субстрата на ферменте и образования активного комплекса в результате гидрофобных, полярных и ионных взаимодействий, обусловленных геометрическим соответствием структуры активного центра фермента и субстрата (сближение и ориентация реагирующих групп фермента и субстрата). На процесс ферментативного превращения веществ возможно активное действие факторов среды, изменяющих геометрическое соответствие структуры активного центра фермента и субстрата. В итоге ускорение каталитической реакции может достигать 10¹⁵ раз [14, с. 617].

Геометрия и наследственность. Геометрия важна не только при рассмотрении строения и функций органических молекул, но и при описании строения (морфогенеза) у растений и животных. Собственно, морфофизиологическое сходство родителей и потомков и называют наследственностью. Вот определение наследственности, данное английским философом и мыслителем XIX в. Г. Спенсером: «Закон наследственной передачи <...> состоит в том, что каждое растение или животное производит однородных себе потомков: причем эта однородность заключается не столько в повторении индивидуальных признаков, сколько в повторении <...> *общего строения*. <...> Пшеница производит пшеницу, <...> каждый развивающийся организм принимает форму, свойственную классу, порядку, роду и виду, от которого он происходит. <...> В этом-то и проявляется, главным образом, наследственность» [21, с. 173].

Морфологическое сходство особей разных поколений основано на сходстве

структур их клеток и тканей. Важна не только пространственная структура молекул, но и геометрия морфологических признаков клеточного и тканевого уровней. «Специализация клеток в тканях тела частично определяется пространственным расположением каждой клетки по отношению к другим клеткам этой области. <...> Пространственную информированность на клеточном уровне можно представить как *врожденную геометрию жизни*. Все наши чувственные органы функционируют в ответ на геометрические – не количественные – различия, свойственные получаемым ими воздействиям. Например, когда мы нюхаем розу, мы реагируем не на химические вещества <...>, а на *геометрию их молекулярной конструкции*. <...> Любое химическое вещество, которое структурно образовано по той же геометрии, на запах будет ощущаться как душистое. <...> Наше зрительное восприятие отличается от осязания <...> потому, что нервы сетчатки настроены не на тот же диапазон частот, что и нервные окончания, расположенные в коже. Если бы наша тактильная или осязательная чувствительность реагировала на те же частоты, что и глаза, то все материальные объекты воспринимались бы такими же бесплотными, как отображение света и тени. <...> Различные способности к восприятию, <...> зрение, слух, обоняние и осязание являются результатом различных пропорциональных преобразований одного большого спектра колебательных частот. Мы можем понимать такие пропорциональные отношения как своего рода геометрию восприятия» [7, с. 5].

Р. Лолор в книге «Сакральная геометрия» (2010), как бы развивая идеи Вернадского по геометрическому узнаванию (кодированию), пишет: «современная биология все в большей степени признает важность формы.<...> Растения, например, могут осуществлять процесс фото-

синтеза только благодаря тому, что углерод, водород, азот и магний в молекуле хлорофилла организованы в сложную двенадцатеричную симметричную структуру, похожую на ромашку. *По-видимому, те же составляющие элементы в каких-либо других сочетаниях не могут преобразовывать энергию светового излучения в живую материю»* [7, с. 4].

Наследственность, т. е. внешнее (фенотипическое) сходство особей разных поколений, можно рассматривать как симметрию между разными поколениями («подобное рождает подобное»). Отсюда следует, что описание наследственности непременно должно включать не только генетические, физиологические и пр. компоненты, но и геометрический. Если сравнивать биообъекты за отдельные интервалы времени, то подобие (сходство) особей в разных поколениях (наследственность) можно рассматривать как одну из форм симметрии. Например, у многолетних многолетних растений форма листьев стеблей, цветков в верхних ярусах в точности соответствует геометрии этих органов в нижних ярусах. Существует отрасль знания, обозначаемая как биосимметрия, исследующая вопросы симметрии в живой природе. «Биосимметрия – наука о симметризации и диссимметризации в живой природе; иначе – это наука о биологических инвариантах, в том числе законах сохранения в соответствующих группах преобразований, а также случаях их нарушения в живой природе» [22, с. 361].

Через геометрию можно описывать морфологию растений. Например, направление роста и развития растений определено законами геометрии (*филлотаксис*). Листья у семенных растений на стеблях расположены в спиральном порядке, характерном для каждого вида. Условная спираль, соединяющая места прикрепления листьев к побегу, называется *генетической спиралью*. Генетической её называют пото-

му, что расположение листьев в ней отвечает *временному* порядку появления листьев. Проекция листьев на плоскость позволяет в долях окружности оценить угол расхождения между листьями (рис. 6). Листорасположение выражают дробью: числитель равен числу оборотов по стеблю воображаемого винта одного листового цикла, а знаменатель – число листьев в данном цикле, совпадающий с числом ортостих¹ на стебле. Спирально закручиваются также усики растений, спиральные движения (нутации) наблюдаются при росте корней и побегов. Спиральное расположение в ходе морфогенеза частей растений наследственно обусловлено и отражает один из существенных его принципов.



Рис. 6. Филлотаксис (спиральное расположение листьев на стебле)

Спиральное расположение частей (листьев, чешуек, семян и пр.) растений может быть плоскостным и цилиндрическим. Плоскостной филлотаксис – у подсолнечника (корзинка – рис. 7), цилиндрический – у сосны (чешуйки в шишках), ананаса, кактусов и др. Различимы правые и левые продольные винтовые спирали. Существуют различные способы листорасположения, и в формулах размещения листьев встречаются геометрические пропорции, соответствующие числам Фибо-

¹ Ортостиха – условная прямая линия, проходящая вдоль осевого органа растения, например, стебля или главного корня, и соединяющая расположенные на них последовательно другие органы, например, листья или боковые корни (Википедия).

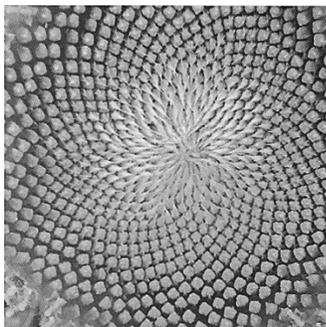


Рис. 7. Плоскостной филлотаксис у подсолнечника (семена в корзинке расположены по двум спиральям – левой и правой)

наччи¹. Например, чешуйки на поверхности сосновой шишки расположены по двум спиральям, пересекающимся приблизительно под прямым углом (их числа равны 8 и 13, 13 и 21). В корзинках подсолнечника семена расположены также по двум спиральям (их числа равны 34 и 55, 55 и 89). Числовые отношения у сосны и подсолнечника стремятся к пределу – число $\Phi^{-1} = 0,61803\dots$ (закон золотого сечения).

В начале XX в. показано, что кристаллы, – это решетки с закономерно расположенными в них атомами, число таких расположений невелико и строго ограничено. «Браве обратил внимание на то, что из пяти правильных многогранников среди кристаллов не встречается додекаэдр² и <...> этот факт является следствием отсутствия в твердых кристаллах оси симметрии пятого порядка. Если представить тело с такой симметрией, то пришлось бы допустить любое расстояние между атомами, а оно не может быть любым, рассто-

¹ Ряд чисел 0, 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89 и т. д. – числа Фибоначчи. Каждый член последовательности, начиная с третьего, равен сумме двух предыдущих $2 + 3 = 5$; $3 + 5 = 8$; $5 + 8 = 13$; $8 + 13 = 21$ и т. д., а отношение смежных чисел (a_{n+1}/a_n) приближается к отношению золотого деления (например, $89/55 = 1,618\dots = \Phi$).

² Додекаэдр – двенадцатигранник. Правильный многогранник с 12 пятиугольными гранями и 20 вершинами.

яние должно быть строго конечным. <...> Значит, число элементов симметрии в кристаллических телах ограничено, потому что они подчиняются законам Эвклидовой геометрии в расположении атомов. <...> Отсюда следует, заключает он, что, когда нет элементов симметрии – ни центра, ни оси, ни плоскостей, тогда неизбежно образуются две физически идентичные разновидности винтового спирального расположения атомов – правое или левое. И количество каждой из этих разностей будет всегда случайно и, стало быть, приближаться к равенству. Чем больше таких тел изготовить, тем ближе соотношение правых и левых будет приближаться к соотношению 50 на 50 %. <...> Вероятно, в живых телах, которые тоже ведь построены из атомов, есть более глубокие свойства их, которые в косных телах не действуют, как бы модифицируются. <...> Теперь становится ясно, что между симметрией кристаллических твердых тел и симметрией живых тел пролегал громадное различие, законы которого еще не найдены. Факты же таковы: 1) в живых организмах проявляются оси симметрии пятого и выше шестого порядков, но отсутствует характерная для кристаллов однородность внутреннего строения; 2) в них характерна динамика, подвижные равновесия, тут мы должны считаться с новым явлением – с движением, в отличие от кристаллов, атомы которых не смещаются в течение геологического времени; 3) отсутствие прямых линий и плоскостей, все живое состоит из кривых линий и кривых поверхностей» [2, с. 266–267]. «Мы можем сейчас утверждать, что между симметрией живых организмов — живого вещества и кристаллических пространств, т. е. симметрией кристаллов, мы имеем резкое различие. <...> Мы имеем здесь дело с двумя природными явлениями, резко друг от друга отличными» [23, с. 177–178].

Частный случай такого различия – пятилучевая симметрия, которая не встречается в косных телах, но весьма распространена, например, среди цветковых растений. Ею обладают представители целого ряда ботанических семейств — *розовцветных, сложноцветных, пасленовых, фиалковых, колокольчиковых и еще нескольких — многие тысячи видов*. Пятилучевая симметрия – один из таксономических признаков, позволяющие различать в ботанике виды, роды, семейства. Характерно, что пятилучевая симметрия – не единственный пример различия типов симметрии в живой и неживой природе.

Сравнивая геометрию живого и косного вещества, Вернадский пришел к заключению, что в живых веществах состояние пространства не отвечает Евклидовой геометрии и является совершенно иным, чем для случая косных тел, геометрия которых соответствует Евклидовой. *«Можно утверждать, что пространство, изучаемое в науке, не есть пространство Евклида. Оно не является таким, потому что обладает строением*. Это строение проявляется, с одной стороны, в существовании физических полей, т. е. это неоднородности в разных частях, с другой – оно связано с одним из свойств, приданных в геометрии трехмерному пространству, – его изотропностью. <...> Мы допускаем физическое поле в пустоте, т. е. в пространстве, не занятом весомой материей. <...> Но понятие физического поля <...> требует, чтобы около каждого материального тела, будь то огромная звезда или ничтожный электрон, было свое поле сил. <...> Физическое пространство глубоко неоднородно, так как каждая материальная частица окружена своим особым состоянием пространства, доступным в своей особенности научному изучению. <...> Оно не только геометрически неоднородно, но оно изменяется и в параметре времени. Это не есть статическая система, это есть сложная неоднородная динамическая система.

Точно также другое явление <...> диссимметрия живых организмов и их комплексов <...> является резким проявлением неоднородности пространства – особой неоднородности, неизвестной пока в изученных нами физических полях» [15, с. 145]. Вернадский полагал, что живым телам соответствует геометрия Римана, но в настоящее время стало очевидным, что наиболее адекватной является фрактальная геометрия Мандельброта [24].

Гомологические ряды наследственной изменчивости Н.И. Вавилова. Целостное видение биообъектов менее популярно в биологии, хотя и воплощено наглядным образом в морфологических структурах разного уровня сложности. В частности, геометрическая тематика в достаточной степени представлена в биологической литературе, оперируя понятиями, как симметрия, асимметрия и диссимметрия, гомология и аналогия, изомерия и метамерия, подобие, фракталы и биоморфы, а также линия, круг, эллипс и др., используемые для морфологического описания растений и животных. Эти термины полезны как в таксономических исследованиях, так и при описании явлений наследственности и изменчивости у растений. Целостное (геометрическое) описание может быть отнесено как к отдельным растениям (мультивидуумам)¹, так и к их частям (фитомерам), а также к органам, тканям, клеткам, органеллам и макромолекулам.

Проиллюстрируем этот тезис трудами Н.И. Вавилова, который фактически одно-

¹ Мультивидуум – это биосистема, состоящая из множества субиндивидуумов (повторяющихся единиц), каждый из которых реализует собственную программу индивидуального развития и имеет собственный зародышевый путь клеток. Мультивидуумы реализуют множество зародышевых путей, а потому их можно делить на части: «черенкование», «клонирование», «вегетативное размножение» [26].

временно с В.И. Вернадским ввел в биологию целостный геометрический взгляд на природу растений, показав, что таксономическое многообразие растений можно свести в систему, подобную периодической таблице Д.И. Менделеева. Им сформулирован «закон гомологических рядов наследственной изменчивости» и подчеркнута сходство гомологических рядов организмов с такими же рядами у углеводородов [25].

Интеграционный стиль мышления Н.И. Вавилова не соответствует современному майнстриму в научной биологии с преобладанием редуccionистского взгляда на природу. Например, идентификация таксономического разнообразия в растительном царстве сводится к набору дискретных признаков, характеризующих «сходства или различия» между таксонами (видами, родами, семействами и пр.). Систематика и генетика в рамках научной традиции опираются на постулаты арифметики и алгебры (*выделение из целого отдельностей и последующее их дробление на все более и более мелкие части*). Например, менделевский подход к наследственности видит организм (растение) как структуру, составленную из мозаики огромного числа признаков (фенов), развитие и становление которых якобы контролируется множеством внутренних (молекулярных) факторов (генов).

Если наследственность – синоним понятиям симметрия и гомология, то можно констатировать, что именно принцип симметрии положен в основу закона Н.И. Вавилова о гомологической наследственности и изменчивости признаков у растений. Согласно Вавилону, виды и роды, генетически близкие между собой, характеризуются тождественными рядами наследственной изменчивости. Чем ближе генетически расположены в общей системе роды и линеоны, тем полнее тождество (симметрия) в рядах изменчивости. Этим

законностям дано название закона гомологических рядов и приписывается важное значение, так как ему подчиняется изменчивость не только у более или менее близкородственных групп, но и в разных семействах, генетически удаленных друг от друга. «Явление это известно давно. Оно описано еще Дарвином под именем *аналогичной или параллельной изменчивости*. <...> Изменчивость описанного типа, строго говоря, не является параллельной, так параллельными могут быть пути или линии, но не точки, в данном случае, как отмечает сам Дарвин, имеется в виду не способ или порядок изменений, а готовый результат» [27, с. 46]. «Мне представляется, что сходное формообразование в различных группах организмов в отношении устойчивых гомологических признаков, обусловленное существованием одинаковых генов или сходством в строении живого вещества, можно бы назвать *изоморфией*. Ряды форм, обладающих одинаковыми признаками, могут быть названы *изоморфными рядами* <...>, а два или несколько рядов, из которых каждый состоит из различных форм, соответственно изоморфных с формами другого ряда, т.е. гомологические вариационные ряды, можно также именовать *параморфными рядами*, а самое явление вариационных гомологий – параморфизмом или биопараморфизмом» [27, с. 46–47]. «Известный род влияния на ход морфогенеза, обусловленный наследственностью, может исходить и от внешних условий. <...> Что же касается дарвинова принципа отбора и <...> его сопоставления с ламарковским принципом закономерной эволюции, и что лежит в основе биогенеза – случай или закон, то на этот вопрос мы вправе с полной определенностью ответить: *не случай, но закон*. <...> Процессы морфогенеза упорядочены, строго закономерны, и притом тенденциозны» [27, с. 49–50].

Жизнь как космическая организованность. «Биосфера – оболочка Земли, состав, структура и энергетика которой определяются прошлой или современной деятельностью живых организмов. <...> Биосфера охватывает часть атмосферы (тропосферу) <...>, часть литосферы и всю гидросферу. <...> Жизнь на Земле в геологически обозримый период всегда существовала в форме сложно организованных комплексов биоценозов. <...> Живые организмы и среда их обитания тесно связаны <...>, образуя целостные динамические системы – биогеоценозы. Питание, дыхание и размножение организмов и связанные с ними процессы создания, накопления и распада органических молекул обеспечивают постоянный круговорот вещества и энергии. С этим круговоротом связана миграция атомов химических элементов (H, C, N, O, Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl, K, Ca) – их биогеохимические циклы. В ходе биогеохимических циклов атомы большинства химических элементов проходили бесчисленное число раз через живое вещество. <...> В ходе развития жизни неоднократно происходила смена одних групп организмов другими, но при этом всегда поддерживалось постоянное соотношение форм, выполняющих те или иные геохимические функции. <...> Совокупная деятельность живого вещества на Земле непрерывно поддерживала режим неорганической среды, необходимый для существования жизни, т. е. относительный гомеостаз в биосфере, одним из характерных свойств которой Вернадский считал **организованность**» [28, с. 69–70]. «Вернадский обращается к источнику энергии химических реакций, лежащему в основе геохимической активности живого вещества. Источник этой активности – излучения Солнца. Вернадский превращает биогеохимию в биокосмохимию, и его живое вещество предстает перед нами как субстанция, осуществляющая связь миров,

как посредник между человечеством и Вселенной» [4, с. 100].

«В господствующих теориях эволюции, основанных на представлении о развитии от простого к сложному, накапливаются все более серьезные противоречия. В этой связи формируется принципиально новый подход, развивающий идеи Вернадского о том, что жизнь на Земле возникла и эволюционировала как единая планетная система – биосфера и что эти процессы есть закономерное проявление космической организованности» [5, с. 41]. По Вернадскому, биосфера – часть Вселенной (Космоса), сочетающая организующие и дезорганизующие начала (хаос и порядок) и подвержена изменениям не только со стороны Космоса, но и со стороны живущих организмов. «Вернадский одним из первых указал на организующую роль живого вещества в сферах Земли. Более того, он подчеркнул, что лишь XX век привнес в сознание биологов тот факт, что окружающая организм среда находится в определенной организованности с организмом, в ней живущем» [1, с. 104].

Развивая представления о соотношении внутренних и внешних факторов в развитии организмов, Вернадский в 1921 г. писал: «научная мысль в нашем XX веке приходит к выводу, что не только в настоящих геологических условиях, но на протяжении всех геологических веков на Земле существовала жизнь». <...> *Формирование живой и неживой части планеты было одновременным, создавалась единая организованная система, которую можно назвать биogeосфера.* Протопланетный этап образования Земли был связан только с извлечением энергии из космического пространства – лучистой энергии Солнца, энергии космических лучей и т. д. <...> энергетическая стадия формирования биogeосферы. По мере образования земной коры и атмосферы из космической среды начинает извлекаться не только

энергия, но и «порядок» – организация. Это проявляется в ритмичности, ориентированности, симметрии атмосферных, магнитосферных и ионосферных процессов, причем все эти проявления пространственно-временной организации биосферы отражают соответствующую организованность солнечных и космических процессов. На этой энергоинформационной стадии формирования биосферы космическая энергия и информация воспринимаются по одному каналу – информация слита с энергией, утилизирующейся в процессах образования зональных структур Земли. На этой стадии и возникли, по-видимому, простейшие органические вещества как закономерная часть геохимических процессов в земной коре и атмосфере» [5, с. 47–48]. Он указывает, что «начала жизни в том космосе, какой мы наблюдаем, не было, поскольку не было начала этого космоса. **Жизнь вечна, поскольку вечен космос.** Идея вечности и безначальности жизни, тесно связанные с ее организованностью, есть то течение научной мысли, последовательное проявление которого открывает перед научным творчеством широчайшие перспективы» [5, с. 46].

Рассматривая совокупности организмов (ныне живущих и живших в прошлом) Вернадский **делает вывод**, что **живое вещество**, воздействуя на поверхность Земли, образует сложные биокосные тела – почву, природные воды, минералы и др. и подчеркивает, что наш научный физико-химический аспект Космоса не полон, так как в нем нет места явлениям жизни. «В период создания классической механики жизнь как таковая, как объект исследования была исключена из этого целого, как бы «оставлена на потом», потому что ее закономерности не могли быть сведены к законам механики или переведены на них. Теперь своими работами Вернадский восстанавливает ее в правах и тем самым

преодолевают это противоречие» [2, с. 58]. Говоря о геологической вечности жизни, полагал, что живое вещество – неизменный спутник планеты. Эта «мысль шла резко против традиционного отношения геологов к живой материи, привыкших считать живое недавним явлением в истории планеты и думать о ее появлении на планете в каких-то неизученных временах, постепенном усложнении в соответствии с уже усвоенным к тому времени эволюционным учением от примитивного к сложному. <...> Идея Вернадского оставляла в стороне такие традиции, полагая совершенно новые основания» [2, с.41].

«Положение Вернадского о вечности, о происхождении жизни, о ее неизменном количестве в химических реакциях планеты в течение всей геологической истории, постоянство отношения к инертной материи планеты, о ее неизменной роли в осуществлении геохимических функций – **все это разные формулировки принципа сохранения количества жизни.** Вернадский <...> без формулировки термина «сохранения», назвал его космичностью, т.е. универсальностью. <...> Принцип вечности жизни оставался всегда для него важнейшим научным фактом <...> и одновременно методологическим приемом, из которого он исходил при обсуждении любого вопроса биосферы, планетной жизни, строения и истории планеты и космического пространства. <...> Следует сказать, что уже первая публикация Вернадским своей главной выношенной идеи встретила буквально всплеск критических откликов официальных идеологов и почти не вызвала чисто научной критики, осталась непонятой» [2, с. 45].

Взгляды Вернадского в рамках БЦПЖ не совпадают с представлениями о возникновении жизни, развиваемые в 1920-е годы А.И. Опариним, который писал: «в настоящее время становится все более очевидным, что возникновение жизни не

является какой-то счастливой случайностью». <...> Оно представляет собой вполне закономерное явление. <...> В основе нашей земной жизни лежал процесс эволюции углеродистых соединений и формирования из них сложных высокомолекулярных систем» [5, с. 42]. Опарин усматривает космическую закономерность возникновения жизни лишь в том, что углеродистые соединения и их производные широко распространены во Вселенной. Из этого делается вывод, что эти вещества могли попасть на нашу планету еще в процессе ее формирования. «Что касается образования из этих «космических заготовок» биополимеров (полипептидов и полинуклеотидов), а затем и первичных биологических систем, то эти процессы рассматривают вне какой-либо связи с Космосом, а как **самоорганизующиеся**. Исходя из общей схемы: случайные изменения переходили в закономерные благодаря естественному отбору по скорости роста и воспроизведения образующихся структур» [5, с. 42].

Считается самоочевидным, что свойства живого – обмен веществ и энергии, рост и размножение, раздражимость и приспособляемость – присущи любому автономно функционирующему организму. Это представление не соответствует взглядам Вернадского на суть жизненных процессов: «Большинство биологов считают, что свойства живого в полной мере проявляются в отдельном организме, что единицей живого является клетка и что специфика живого связана с особой упорядоченностью биологических структур. Успехи молекулярной биологии привели многих ученых к убеждению, что *первооснова этой упорядоченности заложена в особенностях физической структуры ДНК*, а, следовательно, законы возникновения и эволюции жизни можно будет, в конечном счете, свести к элементарным физическим процессам. Однако *современные*

биофизические исследования не подтверждают, а опровергают эти радужные надежды» [5, с. 4].

Разгадка жизни не может быть получена на основе, казалось бы, очевидного представления, что свойства живого в полной мере присущи любому отдельному организму или любой отдельной клетке. Эти свойства должны быть перенесены на целостность – биосферу, планетную организацию жизни. «Изучая проявления жизни в окружающей ее среде, в планетном масштабе, мы должны отойти от обычного для нас аспекта организма. Жизнь составляет неразрывную часть организованности биосферы. <...> *Вне биосферы мы жизнь научно не знаем и проявлений ее научно не видим»* [9].

Это мнение Вернадского указывает на решающую роль внешней среды в реализации базовых функций жизни, что, например, несовместимо с положениями ГЦП (геноцентрической парадигмы) о том, что все свойства живых существ можно объяснить, рассматривая свойства отдельных организмов, клеток или генов. Современный цитогенетик из США Брюс Липтон по этому поводу пишет: «Беда недооценки среды состоит в том, что она ведет к генетическому детерминизму – убеждению будто гены «управляют» всем живым. Это убеждение не только вынуждает нерационально тратить деньги на научные исследования, но и то, что искажает наши представления о жизни» [19, с. 46]. «Американский ученый Патти (1970) подчеркивает, что «*жизнь – это неизбежное свойство, присущее экосистеме в целом, а не свойство изолированного скопления макромолекул. <...> Центральный вопрос происхождения жизни – это не вопрос о том, что возникло прежде, ДНК или белки, а вопрос о том, какова простейшая экосистема*». Эти выводы на происхождение жизни <...> повторяют выводы, сделанные ранее Вернадским» [5, с. 43].

В трудах современных авторов можно также найти прямые указания на биосферно-космическую природу живого (рис. 8).

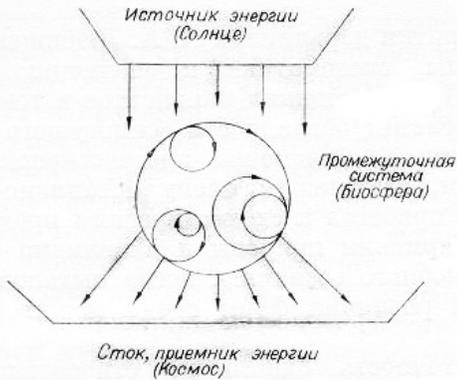


Рис 8. Схема трехзвенной системы с притоком энергии [29]

В монографии Н.С. Печуркина читаем: «Количественные экологические исследования <...> позволяют поставить экосистему, а точнее, *круговорот веществ в ней в центр картины развития живой природы*. И здесь, может быть, даже несколько неожиданно, но совершенно очевидно, проявляется источник движения и развития жизни. *Не таинственное стремление к самосовершенствованию, не самоорганизация биологических структур, «не могущих жить без метаболизма», а постоянная накачка потоком свободной энергии и вынужденность вращения вещества под воздействием этого возмущения* (рис. 3). Обязательным элементом является третье звено — *приемник энергии, или сток, в который энергия в рассеянном виде переходит от промежуточной системы*. Для биосферы основным источником энергии служит Солнце, а приемником — Космос. В любых промежуточных системах такого типа (с притоком энергии) по законам физики возникают циклы в виде динамических структур. В большинстве случаев нам кажется, что они возникают сами по себе, и мы даже называем это явление «самоор-

ганизацией структур», что придает некоторый налет загадочности» [29, с. 6].

Заключение

Биогеохимическая концепция живого вещества В.И. Вернадского позволила ему с новых позиций понять и оценить основы жизненных процессов. Биогеохимия оперирует с суммарной массой и энергией живых существ, осуществляющих непрерывное циклическое движение атомов в биосфере. Другими словами, с биогеохимической точки зрения, жизнь — это циклические миграции атомов из биосферы в живое вещество и обратная миграция из живого вещества в биосферу, а также постоянный обмен атомами между живым и косным веществом планеты. «Утверждая, что количественные соотношения живого вещества, взятого в целом, и косного вещества биосферы неизменны, Вернадский связывает это утверждение с представлением об эволюции биосферы. В поле его зрения — фундаментальные черты взаимодействия живой и косной материи: биогенная миграция атомов из косной материи в живую в процессе жизнедеятельности организмов и в обратном направлении, в результате смерти организмов» [4]. Эта концепция рассматривает жизнь на планете Земля не как существование набора независимых друг от друга и от среды биологических видов, а как некую целостную систему, осуществляющую движение атомов в планетном масштабе.

Наиболее характерным свойством живых существ является самовоспроизведение, посредством которого перемещаются огромные массы живого вещества и энергии. Вернадский рассматривал размножения с геологической точки зрения, которое заключается в распространении по земной поверхности химических элементов и свободной энергии. Роль отдельных молекул в определении свойств жизни в концепции Вернадского никак не рас-

смачивается в связи с отсутствием каких-либо научных доказательств по этому вопросу. Этот тезис Вернадского, в частности, противоречит положениям геноцентрической парадигмы о том, что все свойства живых существ можно объяснить, рассматривая функции отдельных генов, свойства отдельных организмов, клеток в отрыве от биосферы.

Свойства биосферы и живой природы неразрывно связаны со свойствами Вселенной (Космоса), т.е. жизнь рассматривается как часть космической организованности, которую можно обнаружить как в отдельных клетках, отдельных организмах в биосфере в целом. Если жизнь и ее свойства рассматривать в рамках космогеохимии, то можно сказать, что жизнь в биосфере полностью определяется Космосом и его законами (организованностью), иначе говоря, жизнь на Земле определяется средой, частью которой является сама биосфера.

В.И. Вернадский, опираясь на достижения физики начала XX в., сформулировал связь геометрической структуры кристаллов с фундаментальными свойствами природных объектов, осознав, что идентичность химического состава двух тел все не делает эти тела физически идентичными, они обладают различными гештальт-качествами. Геометрия молекул является их атрибутивным свойством столь же важным, как и любые другие физические и химические их свойства. Геометрический код Вернадского – это его взгляд на геометрию органических молекул, в состав которых входят атомы углерода (алмазные атомы по Вернадскому), что обеспечивает им функциональное многообразие в биохимических процессах. Нуклеиновым кислотам присущ не один, а два типа кодирования: первичное (геометрическое) и вторичное (арифметическое, или цифровое). Изначально кодирующая функция нуклеиновых кислот определяет

ся геометрией молекул (первичное, или геометрическое, кодирование – двойная спираль ДНК) и во вторую очередь последовательностью нуклеотидов в молекулах ДНК (вторичная, или цифровая, форма кодирования – триплетный код нуклеиновых последовательностей). По Вернадскому, осознать природное разнообразие жизни можно не через молекулярный, а через атомный уровень, т.е. через связь атомного и биосферного уровней организации жизни.

Благодарности: настоящая работа выполнялась при финансовой поддержке и поддержке гранта Президиумов СО РАН и НАНБ №3 (2012-2014 гг.)

Список литературы

1. Флёрова Г.И. Моя биосфера: Научно-художественное изложение биосферных знаний. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2010. – 247 с.
2. Аксенов Г.П. О природе времени и пространства. – М.: КРАСАНД, 2010. – 352 с.
3. Вернадский В.И. Биосфера и ноосфера. – М.: Айрис пресс, 2003. – 576 с.
4. Берг Р.Л. Осуществленные прогнозы и заблуждения В.И. Вернадского // Почему курица не ревнует? Эволюция и жизнь. – СПб.: Алетейя, 2013. – С. 98–121.
5. Пресман А.С. Идеи В.И. Вернадского в современной биологии (планетно-космические основы организации жизни). – М.: Знание, 1976. – 64 с.
6. Вернадский В. И. Живое вещество. – М.: Наука, 1978. – 358 с.
7. Лолор Р. Сакральная геометрия. Философия и практика. – М.: Варфоломеев А.Д., 2010. – 112 с.
8. Саенко Г.Н. Владимир Иванович Вернадский: учёный и мыслитель. – М.: Наука, 2002. – 225 с.
9. Вернадский В.И. Науки о жизни в системе научного знания // Труды по философии естествознания (Библиотека трудов акад. В.И. Вернадского). – М.: Наука, 2000. – С. 414-451.
10. Заренков Н.А. Биосимметрия. – М.: Книжный дом «Либроком», 2009. – 320 с.
11. СИС (Словарь иностранных слов). – М.: Русский язык. Медиа, 2003. – 820 с.
12. Уфимцев Р. Метафизика метафоры. – Калининград: изд. «Оттокар», 2010. – 294 с.
13. Философский энциклопедический словарь. – М.: ИНФРА-М, 2009. – 570 с.

14. БЭС Химия. (Большой энцикл. словарь. Химия). – М.: изд-во «Большая Российская энциклопедия», 2000. – 792 с.
15. Вернадский В.И. Очерки геохимии. – М.: Наука, 1983. – 422 с.
16. Твердислов В.А., Яковенко Л.В., Жворонков А.А. Хиральность как проблема биохимической физики // Российский химический журнал. – 2007. – Т. LI, №1. – С. 13–22.
17. Кизель В.А. Оптическая активность и диссимметрия живых систем // Успехи физических наук. – 1980. – Т. 131. Вып. 2. – С. 209–238.
18. Колтунов А.В. Энантиоселективный синтез органических соединений: учебное пособие. – Новосибирск: Новосиб. гос. ун-т, 2010. – 41 с.
19. Липтон Б. Умные клетки: биология убеждений. Как мышление влияет на гены, клетки и ДНК. – М.: ООО изд-во «София», 2011. – 224 с.
20. Лен Ж.М. Супрамолекулярная химия: Концепции и перспективы. – Новосибирск: Наука. Сибирское предприятие РАН, 1998. – 334 с.
21. Спенсер Г. Наследственность // Основания биологии. – С.-Петербург: Издание Н.П. Полякова, 1870. – С. 173–187.
22. Урманцев Ю.А. Симметрия природы и природа симметрии. – М.: Мысль, 1974. – 230 с.
23. Вернадский В.И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. – М.: Наука, 1965. – 376 с.
24. Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы. – Москва, Ижевск, Ижевский институт компьютерных исследований, НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2002. – 656 с.
25. Вавилов Н.И. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости // Докл. на III Всерос. селек. съезде в Саратове 4 июня 1920 г. – Саратов: Губполиграфотдел, 1920. – 16 с.
26. Малецкий С.И., Юданова С.С. Зародышевый путь и стволовые клетки у высших растений // Цитология и генетика. – 2007. – Т. 41, №5. – С. 85–97.
27. Соболев Д.Н. Начало исторической биоге�етики. – Госуд. изд-во Украины, 1924. – 202 с.
28. БЭС (Биологический энциклопедический словарь). – М.: Сов. энцикл., 1989. – 864 с.
29. Печуркин Н.С. Энергия и жизнь. – Новосибирск: Наука. Сиб. отделение, 1988. – 190 с.

Представлена В.А. Кунахом
Поступила 30.10.2013

GEOMETRIC CODE OF LIFE ACCORDING TO VLADIMIR VERNADSKY

S.I. Maletskii

Institute of Cytology and Genetics of Siberian Branch of Russian Academy of Science
Russia, 630090, Novosibirsk. Lavrenteva av., 10
e-mail: stas@bionet.nsc.ru

The article discusses views of Vladimir Vernadsky on spatial-geometric nature of living and inert matter within biosphere-centric paradigm of life (BCPL). Following Louis Pasteur and Pierre Curie Vernadsky emphasized differences in geometric properties of living and inert matter on the Earth, pointing out that between living and inert substance there is no transition states. Geometric properties viewed as attributive appear to determine fundamental differences in the properties of living and inert matter. Vernadsky proposed to consider as universal attributes not only the physical and chemical properties of the substances, but also their geometric properties, indicating that the identity of the chemical composition of organic molecules is not crucial for identification of specific substances or natural strength of the body and their properties. Geometric structure of molecules, in our opinion, is the geometric code of life that defines functions of organic molecules, supramolecular structures and processes of morphogenesis. Initially the encoding role of nucleic acids is determined by the geometric structure of the molecules (the DNA double helix or geometric coding), and only secondarily the DNA code is due to the sequence of nucleotides (triplet code of nucleotide sequences – secondary or digital form of encoding). Spatial-geometric ideas for structure of living and inert matter of the planet were quite clearly articulated by Vernadsky in his numerous publications (1910 – 1940).

Key words: biosphere, biogeochemistry, space biogeochemistry, crystals, geometry, paradigm, symmetry, dissymmetry, space organization, biosphere-centric paradigm of life (BCPL).