

**Карпин Владимир Александрович**,  
доктор медицинских наук, доктор философских наук,  
Сургутский государственный университет, г. Сургут  
Vladimir Karpin, Doctor of Science (Medicine),  
Doctor of Philosophy, Surgut state University, Surgut

**Шувалова Ольга Ивановна**, кандидат медицинских наук,  
Сургутский государственный университет, г. Сургут  
Olga Shuvalova, PhD (Medicine), Surgut state University, Surgut

## ТЕОРИЯ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ДИССИММЕТРИИ ЛУИ ПАСТЕРА LOUIS PASTEUR'S THEORY OF MOLECULAR DISSYMMETRY

**Аннотация:** Теория молекулярной диссимметрии, впервые выдвинутая Л. Пастером, позволила определить четкую демаркационную линию между живой и неорганической материей. Живое вещество существует в своем собственном, обособленном физическом пространстве. Проведенные исследования позволяют предположить, что, наряду с общим генетическим кодом для всего живого, являющимся инвариантом жизни на Земле, гомохиральность является другим ее инвариантом. Полученные результаты диктуют необходимость дальнейших углубленных исследований, позволивших раскрыть великую тайну жизни.

**Abstract.** The theory of molecular dissymmetry, first put forward by L. Pasteur, made it possible to define a clear demarcation line between living and non-organic matter. Living matter exists in its own, separate physical space. The conducted studies suggest that, along with the common genetic code for all living things, which is an invariant of life on Earth, homochirality is another invariant of it. The obtained results dictate the need for further in-depth research, which allowed to reveal the great secret of life.

**Ключевые слова:** проблема биогенеза, работы Пастера, органические оптические изомеры, молекулярная диссимметрия, тайна жизни.

**Keywords:** the problem of biogenesis, Pasteur's work, organic optical isomers, molecular dissymmetry, the mystery of life.

Еще в первой половине XIX века было установлено, что кристаллы кварца обладают способностью вращать плоскость поляризации света. Подобные вещества стали называть оптически активными. В дальнейшем было обнаружено, что растворы ряда органических соединений, являющихся продуктами живой природы, также являются оптически активными. Подобное вращение должно вызываться какой-то асимметрией их структурной организации [8].

Все химические вещества можно разделить на два больших класса: вращающие или не вращающие плоскость поляризации. Вращение может быть влево (L-) или вправо (D-). Любое правое соединение должно иметь свой левый антипод.

На основополагающее понятие правизны-левизны для понимания явлений жизни впервые обратил внимание Л. Пастер. Он увидел здесь замечательное, исключительное свойство жизни. Проводя эксперименты с винной кислотой, он обнаружил, что винная кислота, получаемая из винограда и других фруктов (биологических объектов), всегда вращает плоскость поляризации в определенном направлении. Далее он выявил, что лабораторным путем можно получить оптически неактивную, рацемическую винную кислоту, содержащую в равных количествах левые и правые оптические изомеры. Химики установили, что эти два вида веществ абсолютно идентичны по всем своим химическим свойствам, кроме одного – способности вращать плоскость поляризации света. Оптические



изомеры вращают плоскость поляризации, а рацемические смеси – нет. Пастер установил, что действие, оказываемое органическими соединениями на поляризованный свет, проявляется на молекулярном уровне. Он доказал, что именно молекулы могут существовать в энантиоморфных, зеркальных формах. Далее он обнаружил, что если плесень выращивать в растворе рацемической кислоты, раствор становится оптически активным. Плесень усваивала только молекулы одного типа, а их оптические антиподы не трогала [8, 14]. «Асимметричный живой организм, – писал Пастер, – выбирает для питания именно ту форму винной кислоты, которая отвечает его требованиям и, несомненно, соответствует какой-то собственной внутренней асимметрии, а другую форму оставляет без изменения. Асимметричный микроорганизм, следовательно, демонстрирует свойство, которым не обладает ни одно химическое вещество типа обычных окислителей. Только асимметричные агенты могут оказывать избирательное действие по отношению к энантиоморфам» [8, с. 105-106].

Таким образом, именно Пастер впервые создал теорию молекулярной диссимметрии. Основываясь на результатах своих научных следований, он сделал важнейший вывод: для всех органических соединений живой природы характерна молекулярная диссимметрия, которая отсутствует у всех соединений неживой природы. Только живые организмы могут создавать органические структуры из асимметричных молекул одного типа. По его мнению, это была единственная «четко установленная демаркационная линия, которую можно провести между химией живой материи и химией неживого» [8, с. 106].

Пьер Кюри расширил понятие диссимметрии, перенеся его в область физических полей. «Он мыслил о *состояниях пространства*, заменив этим словом понятие о диссимметрии. <...> Кюри, говоря о состояниях пространства, резко и определенно передвинул всю проблему, поставленную Пастером, в другую плоскость: из проблемы кристаллографической вглубь основных геометрических представлений» [4, с. 3-4]. Кюри сделал обобщающий вывод, который можно назвать принципом Кюри: явление, связанное с какой-нибудь формой диссимметрии, должно иметь причину, обладающую той же формой диссимметрии. Пространство жизни иное, чем пространство неорганической материи.

В.И. Вернадский посвятил обсуждаемой проблеме несколько научных публикаций [2-7]. В частности, он утверждал, что своеобразие правизны-левизны в организмах более глубоко, чем их физико-химические проявления, что «оно связано с особым геометрическим строением физического пространства, занимаемого телами живого организма» [4, с.4].

Возникло понятие об окружающих нас разных состояниях физического пространства. В разных частях природы и разных ее явлениях эти состояния могут быть различными: окружающее нас пространство может быть резко неоднородным. «Можно утверждать, что кристаллическое пространство отвечает единственно возможным, однородным размещениям материальных атомов в трехмерном пространстве Эвклида. <...> Иначе атомы химических соединений в эвклидовом пространстве трех измерений проявляться не могут» [4, с. 6]. «В материальной (т.е. атомной) однородной среде, в кристаллическом пространстве, правые его проявления не распадаются на два различных пространства... Этот строго логически правильный вывод в сущности определяет характер эвклидова пространства трех измерений для атомной среды. <...> В однородном эвклидовом материальном пространстве... не может быть раздельности левизны и правизны» [4, с. 7-8]. «В новых научно-философских концепциях, связанных с построениями Эйнштейна, реально считаются с пространством четырех измерений, причем это пространство отвечает... пространству не Эвклида, а Римана» [3, с. 29]. Действительно, мы видим отсутствие в живых организмах плоских поверхностей и прямых линий: симметрия живых организмов отличается кривыми линиями и кривыми поверхностями, характерными для римановских геометрий. Еще один признак, обычный для римановских геометрий: это пространство конечное, замкнутое, резко отделяющееся от окружающего. Это вполне отвечает обособленности живых организмов в биосфере.



«Если асимметричное соединение встречается в природе, но не является продуктом жизнедеятельности какого-нибудь организма, во всех подобных случаях оно выступает в рацемической форме, то есть в виде смеси равных количеств правых и левых молекул. Легко понять, почему это так. У сил природы нет различия между правым и левым. В процессе образования соединения обе разновидности молекул, подчиняясь законам случая, рождаются одинаково часто. Даже в лаборатории, синтезируя в симметричных условиях асимметричное соединение, мы получаем его в виде рацемически симметричной смеси, которая не вращает плоскость поляризации света» [8, с. 117].

Могла ли гомохиральность появиться на Земле естественным путем? Это фундаментальная проблема происхождения жизни. Нигде никогда в геологическом времени не наблюдались явления земного абиогенеза. Живая материя сохраняется только своим размножением. Отсюда возникла гипотеза панспермии, то есть возможность заноса каких-то микробиологических или предбиологических объектов из Космоса. Это вполне отвечает обособленности живых организмов в биосфере, их автаркии (самообеспеченности, самодостаточности, замкнутого воспроизводства сообщества). Никакой другой связи с окружающей средой, кроме биогенной миграции атомов, в биологических структурах не наблюдается [3, 5].

Особое состояние пространства, занятого живыми организмами, проявляется в винтовом, спиральном правом или левом формировании органических молекул [2-4]. Каждая молекула левой аминокислоты изгибает в ту же левую сторону весь каркас белковой молекулы, образуя «спиральную лестницу». В результате каркас закручивается в спираль, называемую альфа-спиралью. Правая спираль является составной частью нуклеиновых кислот.

«Мы в космических просторах наблюдаем правизну-левизну... Эти проявления правизны-левизны кажутся в наших представлениях космическими материальными телами основного значения. Это – проявление спиральности небесных туманностей, неизбежно право-левых материальных движений...» [4, с. 15]. Пастер верил, что если бы он открыл происхождение молекулярной асимметрии, то это помогло бы ему раскрыть тайну жизни. Он предполагал, что жизнь в изначальной своей структуре является порождением космической асимметрии, что асимметрия заложена в самом мироздании, что Вселенная асимметрична.

Здесь принципиально обсуждаются два варианта: жизнь возникла на Земле или занесена извне? На сегодняшний день на этот вопрос никто не может дать ответ. Мы не знаем точно место возникновения жизни, но можем изучить ее развитие.

Хорошо известно, что все органические вещества, встречающиеся в живых организмах, являются соединениями углерода с заложенной в них асимметрией. Трудно себе представить биологическую эволюцию без углерода, обладающего исключительной способностью образовывать огромное множество различных соединений с самыми различными свойствами. Можно даже саму жизнь представить как свойство углеродных соединений.

Работы в области панспермии обсуждают возможности занесения на Землю космическими «путешественниками» (кометами и метеоритами) различных микроорганизмов или их спор. Экстремальное состояние просторов космического пространства делает эту гипотезу маловероятной, порождая множество различных возражений. Однако ошибочным является утверждение, что диссимметрия возникает только при достижении достаточной сложности молекул. Для оптической активности достаточно строение молекулы не менее чем из четырех атомов: этого достаточно, чтобы молекула была неплоской и не имела плоскости симметрии. Таким образом, органическая эволюция может начаться на молекулярной стадии с появления простых молекул еще на заре формирования планеты. Дальше она перерастает в химическую эволюцию, и, наконец, в биологическую [11]. А простые углеродные молекулы вполне могут существовать достаточно длительное время в различных небесных телах, со временем падающих на Землю.



Существует много гипотез, объясняющих происхождение оптической активности в живой природе. Обсуждаются различные аспекты этого феномена и внутренняя противоречивость представленных гипотез. Окончательный вариант еще ждет своего решения [1, 9, 10, 12, 13, 15].

Более важным является вопрос о возможных механизмах развития (эволюции) гомохиральности и прежде всего о преимуществах развивающихся органических оптических изомеров в конкурентной борьбе с другими окружающими структурами.

Вероятнее всего первые «предки» живых организмов появились и начали развиваться в водной среде мирового океана. Эта среда, содержащая необходимое сырье, является наиболее подходящей для их эволюции, а также оптимальным местом для распространения по всей территории планеты. Наилучшими доказательствами этого положения является существенное процентное содержание воды в живом организме, наличие в нем хлористого натрия, а также характерные химические реакции гидролиза.

Почему в живой природе преобладают оптические изомеры, а не их рацемическая смесь? В рацемической смеси мононуклеотидов могут образовываться хирально чистые ДНК, но только сравнительно небольшой длины (50-100 звеньев). В то же время в современной биосфере участок ДНК, кодирующий один белок, должен содержать не менее 600 нуклеотидов. Такая ситуация возможна только в гомохиральных условиях. Кроме того, химические реакции в организме катализируются белками-ферментами. В каждом белке имеется область (активный центр), комплементарная к субстрату. Для катализа двух оптических изомеров необходимы два белка. Для работы с рацемической смесью необходим удвоенный набор белков. Такие организмы были бы громоздки и менее приспособлены к борьбе за выживание. Не удивительно, что «рацемические организмы» не выжили [15].

По мнению Г.Р. Иваницкого [10], одновременная сборка полимеров из смеси молекул L- и D-формы невозможна. Левое с правым не стыкуется. Только L или D могут образовывать полимерные цепи любой длины. Сборка прекращается при наличии смеси из двух полимеров.

Какие преимущества позволили хиральным молекулам живых организмов победить другие структуры в конкурентной борьбе за выживание? Хиральные структуры создают более прочные химические связи: спиралеобразные структуры имеют особую прочность. После образования спиралеобразных элементов ускоряется полимеризация, что является жизненным преимуществом. Спиральные структуры являются самой распространенной формой биологических молекул и живых структур. Хиральные молекулы создают благоприятные условия для каталитических процессов, способствуют ускорению полимеризации. Хиральная чистота дает большую быстроту реакций: в хирально чистых ферментативных реакциях скорость может возрастать в 20 раз и более по сравнению с рацемическими. Наличие хиральной чистоты вдвое сокращает необходимое количество информации. Совокупности хирально чистых молекул имеют преимущества в передаче, приеме, хранении и воспроизведении информации. Оптическая чистота в случаях полимерных образований способствует их устойчивости относительно таких «разрушающих» реакций, как гидролиз, часто встречающихся в природных условиях. Все эти факторы обеспечивают большую фиксированность всех процессов внутренней среды биологических объектов, ее постоянство – гомеостаз и интенсификацию (в частности, более быстрый ответ на внешнее воздействие) и более интенсивный обмен с окружающей средой. Термодинамически равновесным является только рацемическое состояние, обладающее наименьшей упорядоченностью и наибольшей энтропией. Систему с большим упорядочением и кооперативным характером процессов должны удерживать вдали от равновесия какие-то факторы; это относится и к поддержанию оптической чистоты. Эти свойства придают хиральным молекулам и оптически чистым веществам определенную «селективную ценность»; организмы, состоящие из таких веществ, обладают преимуществом в естественном отборе. По-видимому, присутствие подобных структур может повышать темпы эволюции [11].



Проведенные исследования позволяют предположить, что, наряду с общим генетическим кодом для всего живого, являющимся инвариантом жизни на Земле, гомохиральность является другим ее инвариантом [10].

Таким образом, представленные материалы позволяют предположить, что элементы живой материи развивались в своем пространстве и времени, в своем специфическом пространственно-временном континууме. Могли ли органические оптические изомеры появиться на Земле естественным путем? Если могли, тогда они должны были возникать постоянно в геологическом времени вплоть до сегодняшнего дня. Однако в косной материи мы этого не наблюдаем. Создается такое впечатление, что, однажды появившись (возникнув), эти структуры на протяжении всего остального времени жили своей самостоятельной, обособленной жизнью.

Живая материя ведет себя как «государство в государстве», создавая и поддерживая (сохраняя) свой самостоятельный мир, обмениваясь с необходимостью с окружающей средой веществом, энергией и в последующем информацией. Возникает такое ощущение, что это разные (параллельные) физические пространства, «параллельные миры».

### Список литературы:

1. Аветисов В.А., Гольданский В.И. Физические аспекты нарушения зеркальной симметрии биоорганического мира // Успехи физических наук. 1996. Т. 15766, №8. С. 873-891.
2. Вернадский В.И. Пространственная неоднородность биосферы. Диссимметрические поля живого вещества / Вернадский В.И. Проблемы биогеохимии. Выпуск 1. Значение биогеохимии для познания биосферы. Л.: Изд-во АН СССР, 1934. С. 27-31.
3. Вернадский В.И. Проблемы биогеохимии. Выпуск II. О коренном материально-энергетическом отличии живых и косных естественных тел биосферы. М.: Изд-во АН СССР, 1939. 36 с.
4. Вернадский В.И. Проблемы биогеохимии. Выпуск IV. О правизне и левизне. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1940. 18 с.
5. Вернадский В.И. Проблема времени, пространства и симметрии / В.И. Вернадский. Философские мысли натуралиста. М.: Наука, 1988. С. 210-296.
6. Вернадский В.И. Научная мысль как планетное явление / В.И. Вернадский. Биосфера и ноосфера. М.: Айрис-пресс, 2007. С. 256-257.
7. Вернадский В.И. Науки о жизни в системе научного знания / В.И. Вернадский. Биосфера и ноосфера. М.: Айрис-пресс, 2007. С. 414-469.
8. Гарднер М. Этот правый, левый мир: Пер. с англ. М.: КомКнига, 2007. 272 с.
9. Гольданский В.И., Кузьмин В.В. Спонтанное нарушение зеркальной симметрии в природе и происхождение жизни // Успехи физических наук. 1989. Т. 157, №1. С. 3-50.
10. Иваницкий Г.Р. XXI век: что такое жизнь с точки зрения физики // Успехи физических наук. 2010. Т. 180, №4. С. 351-353.
11. Кизель В.А. Физические причины диссимметрии живых систем. М.: Наука, 1985. 120 с.
12. Клабуновский Е.И. Гомохиральность. Значение для биосферы и теории происхождения жизни // Журнал органической химии. 2012. Т. 48, №7. С. 885-906.
13. Константинов К.К., Константинова А.Ф. Новый взгляд на процессы образования жизни на Земле // Кристаллография. 2013. Т. 58, №5. С. 682-695.
14. Пастер Л. Исследования о молекулярной диссимметрии естественных органических соединений // Л. Пастер. Избранные труды. В 2 т. Т. 1: Пер. с франц. М.: Изд-во АН СССР, 1960. С. 9-48.
15. Чернавский Д.С. Проблема происхождения жизни и мышления с точки зрения современной физики // Успехи физических наук. 2000. Т. 170, №2. С. 164-166.

