

## АСИММЕТРИЯ

Асимметричной называют систему, которая изменяет свое исходное состояние (положение) в зависимости от пространственного переноса, поворота, а также же систему в которой проводится пространственное различие правого и левого. В асимметричной системе одна сторона функционально может доминировать по отношению к другой. Асимметричную систему еще называют *киральной или хиральной системой* (от греч. *χείρ* – ручной, то есть отличающий правое от левого и не допускающий их совпадения).

Первые утверждения, что в мире есть «право и лево» исходили от пифагорейцев. Аристотель в трактате «О Небе» (Кн. 2, Гл. 2) связал правую и левую стороны - наряду с «верхом и низом», «передом и тылом» - с темой возвращения Вселенной к исходному равновесию и гармонии. Согласно Аристотелю, это разделение в полной мере присуще только Универсуму, а также тем вещам, которые «содержат причину в самих себе». За основу он взял движение звезд или «вращение Неба». Так, если «правильно» сориентироваться между «верхней» и «нижней» частями Вселенной, то правой будет сторона, где восходят звезды, а левой – где звезды заходят. Движение звезд, по Аристотелю, представляется восстановлением нарушенного равновесия Космоса, поэтому левая сторона, имеет «более высокое достоинство», чем правая, так как указывает направление движения к некоторой фиксированной точке - «естественному месту» во Вселенной. Однако, согласно Аристотелю, отдельные вещи, находящиеся в окружении человека, не имеют подобного звездам внутреннего, присущего им различения сторон. В этом случае правое и левое устанавливаются путем соотнесения с представлениями самих людей<sup>1</sup>.

И. Кант рассматривал асимметрию на примере невозможности замещения двух «вполне одинаковых» предметов, как, например, правой руки и ее зеркального отображения, которое представляется как левая рука («Пролегомены...», §13)<sup>2</sup>. По Канту, мы не можем осуществить какое-то внутреннее различие этих не замещаемых друг другом одинаковых предметов, так как истинный коррелят в вещах самих по себе не может быть познан. Поэтому асимметрия рассматривается им как явление, возможность которого вытекает из соединения априорных форм чувственности с непосредственным созерцанием.

Таким образом, в аристотелевской телеологии асимметрия представляется онтологически – как нарушенная гармония Универсума – и гносеологически – как разделение сторон предметов по усмотрению самого человека. В кантовском трансцендентальном идеализме асимметрия рассматривается как парадокс, возникший на отношении неизвестных самих по себе вещей и априорных форм нашего чувственного восприятия.

Асимметрия часто противопоставляется симметрии, а сама оппозиция «симметрия-асимметрия» рассматривается в качестве одного из *гносеологических принципов*. Выявление тождественных отношений различных объек-

тов здесь выступает как идеализированная цель познания, интуитивно связанная со стремлением к порядку и гармонии. Если принять за симметрию теоретической системы ее себестождественность и инвариантность по отношению к описываемым объектам и явлениям, то развитие научного знания представляется как движение от асимметрии к симметрии в познании. Такой подход воплощал в себе осмысление идеалов классического естествознания. Он широко представлен в различных каузально-детерминистских моделях знания (в том числе и в марксистской философии) конца XIX – сер. XX в.

Гносеологическая функция асимметрии распространяется на большой массив понятий, категорий, явлений и объектов. Рассматриваются различные виды асимметрий: сторон противоречий, добра и зла, доказательства и опровержения, гендерных отношений, полушарий головного мозга. На созерцательно-эмпирическом уровне отмечают функциональную асимметрию левых и правых конечностей у человека. Установлено, к примеру, что доминирование правой руки примерно одинаковое для всех народов и не зависит от культурного уровня. Нечто подобное обнаруживается в растительном и животном мире: по обе стороны экватора за редким исключением доминируют правоспиральные раковины, все вьющиеся растения (за исключением жимолости) закручиваются как правый винт. Спиральная структура живых организмов обнаружена и на уровне бактерий.

Примерно с 20-х гг. XX в. асимметрия стала рассматриваться учеными как данность в каждой конкретной области науки. В течение XX века, по мере развития научного знания, все четче очерчивался ее онтологический статус. Асимметрия обнаруживается в молекулярных структурах основных носителей жизни, в химических реакциях, атомных и ядерных взаимодействиях.

**Асимметрия живого.** В 1848 г. Луи Пастер исследовал под микроскопом одну из солей винной кислоты. Он разделил два типа кристаллов, растворил их в воде и пропустил через растворы луч света, обнаружив в каждом из них оптическую активность. В одном растворе плоскость поляризации вращалась по часовой стрелке, в другом – в обратном направлении. Позже, в 1857 г., он обнаружил, что прежде оптически нейтральный (не вращающий плоскость поляризации) «неживой» раствор становится оптически активным после того, как в нем выросла плесень. Был сделан вывод, что химические процессы в живых организмах асимметричны: в них доминируют оптические L- или D- изомеры (*от лат. Levo* – левый и *Dextro* – правый). В современной научно-популярной литературе для обозначения асимметричности правого и левого используется термин «зеркальная асимметрия», а для L- и D-изомеров – «левые» «правые» молекулы.

Уже в XX веке было установлено, что оптические изомеры имеют практически все молекулы основных носителей жизни – белков и нуклеиновых кислот. К примеру, белки построены из L-аминокислот и только в редких случаях содержат D-аминокислоты, которым отводится особая биологическая роль. Молекулы нуклеиновых кислот ДНК и РНК включают только оптический D-изомер сахара. Оказалось, что от выстроенных таким образом

пространственных структур зависят каталитические способности ферментов всего живого. Свойства киральности белков и нуклеиновых кислот (L-аминокислот и D-сахаров) тесно связаны друг с другом в процессе репликации (воспроизведения) всего живого и составляют самую эффективную из возможных комбинаций. Известно также, что химические процессы в живом организме вследствие киральности основных биомолекул очень чувствительны к оптической изометрии синтезированных компонентов лекарств и продуктов. Вместе с тем вопросы, почему в составе белков обнаруживаются только L-аминокислоты, а в нуклепротеидах – D-сахара, как это произошло, остаются до сих пор без ответа. Решения их следует ожидать от успехов современной биологии и физики, которые уже сегодня позволяют рассматривать как великое научное предвидение догадку Пастера: "Жизнь, открытая нам, есть продолжение асимметрии мира и ее следствий... Я даже думаю, что все виды жизни в изначальной своей структуре, в своих внутренних формах являются порождением космической асимметрии"<sup>3</sup>.

**Асимметрия на субъядерном и атомарном уровнях.** Известно, что электромагнитные взаимодействия сохраняют *четность*, когда с одинаковой вероятностью происходят прямые процессы и их зеркальные отображения.

В 50-х гг. XX в. впервые было обнаружено, что слабые ядерные взаимодействия четность не сохраняют. Оказалось, что процесс испускания бета-частиц при радиоактивном распаде зеркально асимметричен: левые электроны намного превосходят правые по числу (электроны квалифицированы как левые или правые в зависимости от движения – вдоль направления спина или против него). При бета-распаде также обнаружена зеркальная асимметрия электрически нейтральных частиц - нейтрино и антинейтрино. Во Вселенной пока не найдены правые нейтрино и левые антинейтрино.

Разработанная в 70-х гг. теория объединения электромагнитного и слабого взаимодействий (С. Вайнберг, А. Салам, Ш. Глешоу) позволила выдвинуть гипотезу, согласно которой атомы и молекулы, которые прежде считались зеркально симметричными, могут приобретать киральность. В последующем эта гипотеза получила экспериментальное подтверждение<sup>4</sup>.

Исследования 80-х гг. (С. Мейсон и Дж. Грантер) были направлены на установление влияния асимметрии, вызванной слабыми взаимодействиями, на энергии молекул, когда энергия одного из оптических изомеров возрастает, а другого – уменьшается. Этот расчет позволил выдвинуть аргумент в пользу обоснования на субатомном уровне количественного превосходства L-аминокислот. Однако установленное экспериментально количественное превосходство L- над D-изомерами очень мало и соответствует примерно  $1:10^{17}$ . Такое ничтожно малое различие оставляет открытым вопрос о влиянии слабых ядерных взаимодействий на установившийся на Земле тип киральности живых организмов.

**Асимметрия и вопрос происхождения жизни на Земле.** Одной из аксиом современной биологии следует считать утверждение: любая научная гипотеза, объясняющая происхождение жизни, должна включать в себя объ-

яснение условий, при которых из первоначально симметричной системы возникла кирально чистая система.

*Когда и как* произошел переход к киральной чистоте биомолекул, определившей существующую форму жизни? Стремясь ответить на «когда?», ученые выдвигают различные гипотезы, которые расходятся в трех основных направлениях. Согласно первому направлению, асимметрия возникла уже на стадии химических эволюции от неживого к живому, второму – на промежуточном уровне сложности между химическим и биологическим и третьему - киральность появилась позже, на стадии биологической эволюции. Каждый концептуальный подход имеет специфические проблемы обоснования. Так, если асимметрия возникла на уровне химических реакций, то является ли она необходимым условием появления жизни? И почему тогда природой выбран именно этот вариант и отсутствуют его антиподы? Гипотеза о возникновении асимметрии на биологической стадии эволюции также требует ответа на вопрос: каким образом киральная жизнь стала артефактом процессов жизнедеятельности?

Большинство ученых отмечают чрезвычайно малую вероятность первого варианта - перехода к асимметрии на уровне химических реакций. Второй, промежуточный, вариант, разрабатываемый Д.С. Чернавским, основан на той позиции, что кирально чистые гиперциклы обеих форм возникли, когда ДНК не выполняли еще полноценно биологической функции (кодирование), но уже выполняли химическую функцию (гетерогенный катализ), обладающую свойством биологической специфичности<sup>5</sup>. Третий вариант указывает на решающую роль биологического цикла и строится на двух основных предположениях: 1) первая клетка в «первичном бульоне» полностью состояла из L-аминокислот, либо в ней случайно возник их небольшой избыток, а эволюционный отбор благоприятствовал этой форме жизни; 2) спонтанное нарушение симметрии, которое привело к существующей киральной однородности, произошло во многих местах зарождения жизни. Согласно последней позиции, которой придерживаются Р. Хегстрём и Д. Кондепуди<sup>6</sup>, жизнь возникла как в L-, так и в D-формах. D-форма «вымерла» в итоге межвидовой борьбы за существование.

Общей для всех вариантов проблемой является установление причин нарушения симметрии. Теоретические модели, реконструирующие процесс нарушения симметрии (отвечающие на вопрос «как?»), строятся либо на основании представлений о спонтанной самоорганизации, либо на принятии в расчет влияния внешних несимметричных воздействий, либо на суммирующем эффекте того и другого.

Одним из первых проблему спонтанного нарушения симметрии сформулировал в 70-х гг. Л.Л. Морозов<sup>7</sup>. В дальнейшем на основе положений теории самоорганизации ее разработка осуществлялась также В.И. Гольданским, В.А. Аветистовым, В.В. Кузьминым, Д.С. Чернавским и другими российскими учеными<sup>8</sup>. Состояние симметрии между двумя видами молекул неустойчиво для открытых систем. Вследствие этого могла возникнуть как химическая, так и биологическая асимметрия, то есть - неравное количество L- и D-

форм. И как только численность одного из них превысила численность другого, система самопроизвольно эволюционировала в сторону асимметричного состояния. Предпочтение одной формы жизни перед другой в этом случае определяется случайной статистической флуктуацией.

Нарушение симметрии могли также вызвать внешние несимметричные воздействия. Это - влияние киральных минералов (например, кварца) и циркулярно поляризованного света. Особое место в рамках этой гипотезы отводится потокам нейтрино, возникающим при взрыве сверхновых звезд. Как было показано выше, не сохраняющие четность слабые взаимодействия, благоприятствующие пусть и мизерному, но все-таки имеющему место количественному перевесу L-форм. В этом случае процесс мог быть направленным в сторону существующей киральности биомолекул. Однако установленные на сегодняшний день вероятностные значения такого влияния настолько малы, что многие исследователи считают, что ими следует пренебречь.

Наряду с продолжающимися поисками возможных внешних причин асимметрии, обсуждается также смешанный вариант, когда малое внешнее воздействие запускает спонтанный процесс и тем самым определяет выбор конечного состояния.

### *Литература*

<sup>1</sup> *Аристотель*. О Небе// Соч.: В 4 т. Т.3. –М.: Мысль, 1981. –С.308-310, 316.

<sup>2</sup> *Кант И.* Прологомены ко всякой будущей метафизике, могущей возникнуть в смысле науки: Пер. с нем. – М.: «Прогресс» - «VIA», 1993. –С.54-56.

<sup>3</sup> Цит. по кн.: *Гарднер М.* Этот правый, левый мир. - М.: Мир, 1967. -С. 148.

<sup>4</sup> *Бушья М.-А., Потье Л.* Несохранение четности в атомных системах// В мире науки. 1984. -№8.

<sup>5</sup> *Чернавский Д.С.* Проблема происхождения жизни с точки зрения современной физики// Успехи физических наук. 2000. Т.170. - №2. –С.157-183.

<sup>6</sup> *Хегстрём Р., Кондепуди Д.* Зеркальная асимметрия Вселенной// В мире науки. 1990.-№3.

<sup>7</sup> *Морозов Л.Л.* Поможет ли физика понять, как возникла жизнь?// Природа, 1984. -№12.

<sup>8</sup> *Аветистов В.А., Гольданский В.И.* Физические аспекты нарушения зеркальной симметрии биоорганического мира// Успехи физических наук. 1996. Т.166. -№8.