

Глава 5. Роль симметрии и асимметрии. Асимметрия в строении планет

5. 1. Симметрия и асимметрия как универсальные механизмы природы

Симметрия и асимметрия в природе. В самых различных отраслях естествознания сейчас широко используется учение о симметрии как методе познания фундаментальных закономерностей в строении и эволюции материи на всех уровнях ее организации – от физических полей и элементарных частиц до Вселенной в целом. Понятие симметрии трактуется очень широко, в частности, его в некоторых отношениях приравнивают к понятию инвариантности, когда говорят о симметрии законов⁴⁴. Развитие учения о симметрии, асимметрии и диссимметрии (расстроенной симметрии) связано с именами Е. С. Федорова, П. Кюри, В. И. Вернадского, А. В. Шубникова и др. (Кац и др. 1984⁴⁵).

Очень красивым примером симметрии или, скорее, даже высшей ее формы – гармонии можно считать так называемое золотое сечение, основанное на числах Фибоначчи. Каждый член ряда чисел Фибоначчи является одновременно аддитивным и мультипликативным, то есть одновременно причастен к природе арифметического ряда и геометрической прогрессии. Связь аддитивного (сложение) и мультипликативного (умножение) принципов постоянно находится в центре внимания исследователей золотого сечения. Из него видно, что тождество противоположностей есть сущность золотого сечения, и в этом его гармонический смысл, его природа. Правило золотого сечения показывает, что большее относится к меньшему, как целое относится к большему (Хорошавина 2005). В процентном округленном значении золотое сече-

⁴⁴ Если законы, устанавливающие связь между характеристиками системы (или определяющие изменение этих характеристик с течением времени), не изменяются в ходе определенных преобразований над системой, то говорят, что эти законы обладают симметрией (или инвариантны) относительно данных преобразований (Докукин 2010: 74).

⁴⁵ Здесь и далее, когда мы ссылаемся на эту книгу, то используем главу «Почему планеты асимметричны».

ние – это деление какой-либо величины на две части в отношении 62 % и 38 %. Или это соотношение 1,62, которое часто встречается в построении объектов. Золотое сечение имеет множество замечательных свойств.

Таким образом, симметрия и асимметрия – довольно хорошо изученные механизмы природы в самых разных проявлениях. Они находятся в числе тех основных паттернов, которые используются природой и эволюцией для создания и жизнедеятельности объектов. Не случайно В. И. Вернадский отмечал, что новым в науке явилось не выявление принципа симметрии, а выявление его всеобщности (Горбачев 2003: 132). Таким образом, довольно давно отмечается универсальность этих свойств. Для нашего исследования важно, что они хорошо проявляются в особенностях планет (и их общих характеристиках). Но в дальнейших исследованиях эти характеристики будут важны и для анализа Земли, биосферы и социальной сферы.

Важно, однако, понимать, что симметрия и асимметрия не только универсальны, но и обычно представлены в объектах и системах одновременно. Утверждается, что одним из наиболее ярких проявлений закона единства и борьбы противоположностей является *единство и борьба симметрии и асимметрии в структуре симметрии и в процессах, имеющих место в живой и неживой природе*, что симметрия и асимметрия являются парными относительными категориями (Хорошавина 2005). Вероятно, лучше рассматривать это не столько как борьбу, сколько как особенность единства. Действительно, асимметрия без симметрии не существует, по крайней мере в рамках отдельных объектов и систем. Асимметрия заметна лишь на фоне симметрии. Например, сфера (как фигура наиболее важная в планетологии) может быть полностью или неполностью симметрична. И мы знаем, что многие планеты (под влиянием вращения) отходят от идеальной сферической формы. Даже поверхность сферы Солнца далеко не полностью симметрична.

Поэтому мы остановимся не столько на законе единства и борьбы (хотя и он здесь полезен), сколько на *идее сочетания антагонистических качеств как явления, характерного для всех уровней эволюции* (Гринин 2013: 111–112).

Что касается преобладания симметрии и асимметрии в природе вообще или в каком-то ее царстве, то это гораздо более абстрактное понятие, которое можно трактовать по-разному.

Например, асимметрия на уровне элементарных частиц – это абсолютное преобладание в нашей части Вселенной частиц над античастицами. Однако, возможно, верно и то, что очень важное соотношение между симметрией и асимметрией уже заложено в элементарных частицах (Лима-де-Фариа 1991: 331).

Вселенная и пространство в больших масштабах изотропны и однородны. Но в меньших масштабах распределение вещества, естественно, происходит неоднородно. Мы видим тесную связь понятий симметрии и асимметрии с другими. С одной стороны, наличие неравномерности концентрации вещества (и энергии) как во Вселенной, так и почти во всех системах, то есть здесь наблюдается асимметричность, но с другой – есть теснейшая связь между симметрией и законами сохранения физики⁴⁶.

Симметрия и асимметрия в неживой и живой природе: различия. Существует точка зрения, что для неживой природы характерно преобладание симметрии, при переходе от неживой к живой природе на микроуровне преобладает асимметрия (Хорошавина 2005). Действительно, органические молекулы асимметричны в отличие от неорганических. Но важно иметь в виду, что органические молекулы широко распространены и в неживой природе. И молекулы органических веществ там имеют ярко выраженный асимметричный характер. Кроме того, асимметрия очень широко представлена также в других объектах и на других уровнях в неживой природе, о чем мы будем говорить ниже.

Стоит, тем не менее, сказать несколько слов о том, чем отличаются молекулы живого вещества от молекул неживой природы, как неорганических, так и органических. Точнее говорить, что органические молекулы (как живого, так и неживого вещества) в отношении симметрии существенно и качественно отличаются от не-

⁴⁶ В 1918 г. были доказаны теоремы Э. Нётер, смысл одной из которых состоит в том, что различным видам симметрии физических законов соответствуют определенные законы сохранения. Эта связь является настолько всеобщей, что ее можно считать наиболее полным отображением понятия сохранения субстанций и законов, ее описывающих, в природе (Горбачев 2003: 134).

органических⁴⁷. А органические молекулы живого вещества имеют свои отличия от молекул органического неживого вещества.

Отличие молекул «живых веществ» от молекул «неживых веществ» в какой-то мере связано с симметрией, точнее, с зеркальной симметрией. Если рассмотреть пример зеркального изображения двух молекул неорганического вещества воды и органического, но «неживого» вещества – бутилового спирта, то принципиальное различие проявляется в том, что молекула H_2O зеркально симметрична, а молекула спирта зеркально асимметрична. «Левая» и «правая» молекулы не совпадают, как левая и правая руки человека. Само свойство зеркальной асимметрии носит название *хиральности*. Итак, наличие хиральности – это отличие между органическими и неорганическими молекулами. Однако «неживые» хиральные молекулы мы равновероятно встречаем и в левом, и в правом варианте, а «живые» – только или в левом, или в правом. В этом смысле молекулы живых организмов хирально чисты. Так, ориентация ДНК-спирали всегда правая (Горбачев 2003: 137–8). А Луи Пастером было установлено, что все аминокислоты и белки, входящие в состав живых организмов, являются «левыми», то есть отличаются оптическими свойствами (Вейль 1968: 60–61).

Неслучайно в свое время Л. Пастер, а затем и В. И. Вернадский предлагали на этом принципиальном различии провести раздел между живой и неживой природой.

Таким образом, принимая во внимание, что органические молекулы очень широко распространены именно в неживой природе, можно предположить, что, поскольку они стали основой живой природы, это усилило (или сделало более четкой) асимметричность живых организмов. Предполагают, что основополагающим признаком возникновения и развития жизни и является способность живых организмов извлекать и конструировать из симметричных и хирально нечистых молекул окружающей среды хирально чистые молекулы, необходимые для живого организма (Горбачев 2003: 138). И скорее всего, это результат особенностей эволюции и исторического развития, вследствие чего закрепилась та или иная чи-

⁴⁷ Но особое место среди неорганических молекул и веществ занимают кристаллы, у которых встречается большинство видов симметрии, характерных для органических макромолекул (см. об этом также в *Главе 11*).

стота (левосторонняя или правосторонняя) хиральности⁴⁸. (О роли случайности см. также: Митрофанов 2017: 318.)

Укажем еще на один важный момент. Современная наука доказала, что в живых организмах, как и в кристаллах, изменениям в строении отвечают изменения свойств (Хорошавина 2005). Думается, что это верно и для неорганической природы (но в меньшем масштабе), в том числе, как мы увидим, и для планет.

Симметрия – асимметрия: форма, функция и развитие. Сложность выявления диалектики симметрии – асимметрии и в том, что нигде в природе не наблюдается идеальной симметрии (Лима-де-Фариа 1991: 64). Мы уже говорили о том, что в *природе вообще нет ничего идеального* и, полагаем, не может быть; встречаются только приближения к этому. Идеальные объекты есть абстракция нашего ума, стремящегося все разложить по разным полочкам, особенно усилилось стремление к абстрагированию в связи с развитием науки. Любая система в малых количествах содержит сотни недоступных для обнаружения веществ, причем многие из них присутствуют в виде наночастиц, которые трудно (а иногда и невозможно) определить (Мелихов 2018: 10). Отсутствие идеальных объектов, то есть полностью однородных как по составу, так и по характеру свойств частиц, в природе неслучайно, структурно и энергетически они крайне невыгодны⁴⁹. Такие объекты хороши для философских размышлений или физических абстракций (вроде абсолютно черного тела), но без примесей, инородных вкраплений, присутствия антагонистических элементов, словом, хоть «щепотки» инородности; такие объекты абсолютно безжизненны и тем более незволюционны. Напомним, что мы формулировали правило *важности неоднородностей и флуктуаций*, согласно которому в абсолютно равномерной системе не будет развития (и даже движение будет ограниченным). Согласно ему, для эволюционного

⁴⁸ Система может приспосабливаться к своему окружению несколькими способами, или может быть *несколько различных решений* при одних и тех же значениях параметров. И лишь случай решает, какое из этих решений будет реализовано. Тот факт, что из многих вариантов был выбран лишь один, придает системе *историческую размерность*, своего рода память о прошлом событии, произошедшем в критический момент и оказавшем влияние на дальнейшую эволюцию (Николис, Пригожин 2003: 19).

⁴⁹ В отношении одинаковости свойств всех частиц вещества измерения показали, что в природе таких веществ нет. Попытки приблизиться к подобному веществу (сделать его монодисперсным) продемонстрировали, что для этого нужны неопределенно большие энергетические затраты (Мелихов 2018: 9).

изменения (даже в рамках типичной трансформации без качественного эволюционного роста) часто требуется возникновение критической неоднородности, которая способна стать ядром изменений. Абсолютная гомогенность делает невозможными эволюционные процессы. Наличие какой-либо разницы, даже небольшой, способно запустить процессы перегруппировки вещества или элементов совокупности. А на этой базе возникают иная структура и иной порядок. В этом плане асимметричность и выступает той неоднородностью, которая позволяет развиваться. И подобно тому как в физике движение абсолютно, а покой относителен, симметрия относительна, а асимметрия – абсолютна. Недаром П. Кюри сформулировал принцип: *асимметрия порождает физические процессы*. А. Лима-де-Фариа, говоря о роли симметрии и асимметрии, пишет, что наблюдения, сделанные Пастером и Кюри, показывают: 1) асимметрия порождает функцию; 2) симметрия исключает ее. Недавно обнаружили, что в таком фундаментальном биологическом процессе, как фотосинтез, асимметрия является обязательной предпосылкой функции. В итоге он формулирует постулат: *асимметрия порождает функцию, а симметрия создает форму*. Другими словами, если данная система в состоянии симметрии порождает некую форму, то та же система в условиях асимметрии порождает функцию (Лима-де-Фариа 1991: 111–112). По сути, он разворачивает один из важных примеров закона единства и борьбы противоположностей. Дело в том, говорит он, что жизнь и существование вообще суть динамические процессы, в которых всегда проявляется функция. Форма и функция – это два полюса неизменно противоречивого состояния. Его симметрия постоянно нарушается, возникающая асимметрия также постоянно преодолевается с возвращением к симметричным условиям. Плодами этого изначального и постоянного противоречия являются вещества, минералы и живые организмы. Далее ученый делает следующие выводы. Структура есть состояние материи, взятой в отрыве от динамической, функциональной стороны ее бытия. Она сопряжена с наличием симметрии. Функция проявляется в том случае, когда последовательность событий не может осуществляться без участия данной структуры. Можно утверждать, что фермент выполняет свою функцию в реакции в том случае, если она протекает в его присутствии и практически не происходит без него. *Функция есть поток*

энергии между двумя или несколькими структурами. Она приводит к канализации динамических процессов. Непременной характеристикой этого состояния представляется асимметрия. Все вещество включено в систему энергетического обмена, поэтому трудно разделить форму и функцию (Лима-де-Фариа 1991: 111–112).

Объект может быть симметричным, система, как правило, нет. Развивая эту мысль, перейдем к обсуждению важных идей. Объект – это форма, а система – это структура, в рамках которой осуществляются функции⁵⁰. Особенно важным является исследование симметрии у кристаллов. Симметрия является главным свойством всякого кристалла. Применение законов симметрии составляет основу всех кристаллографических методов, что и делает кристаллографию самостоятельной наукой (Егоров-Тисменко 2005: 11).

Однако кристаллы – не слишком сложные объекты⁵¹. Когда объект представляет собой действительно сложную систему, он тоже, как правило, не является полностью симметричным, что мы и увидим на примере планет⁵². Как уже было сказано, дело в том, что в системе должен быть источник движения и энергии, а он кроется в разнородности, в том числе в асимметрии (в той или иной степени). Чем более неравновесна система, чем сложнее она, тем, возможно, сильнее асимметричность – но только в некоторых аспектах, тогда как в других может господствовать симметрия⁵³.

Последняя тесно связана с *паттерном двоичности* (парности, что делает систему более прочной). Неудивительно, что симметричность и парность некоторых частей (органов) очень тесно свя-

⁵⁰ Мы имеем в виду прежде всего реальные и эволюционирующие системы. Но в физике придерживаются несколько иного взгляда. «Симметрия – это инвариантность (неизменность) тех или иных свойств рассматриваемой системы при изменении (преобразовании) физических условий, в которых она изучается» (Докукин 2010: 74).

⁵¹ Если рассматривать их на макроуровне. Но уже на наноуровне их сложность существенно возрастает, а вместе с этим выявляются и многочисленные отступления от симметрии.

⁵² Поэтому сложно согласиться с идеей, что симметрия системы может быть скрыта на глубинных уровнях структурной организации, замаскирована случайной диссимметрией формы объекта. Она может быть недоступной для непосредственного наблюдения, но она существует в той или иной форме у всех материальных объектов (Егоров-Тисменко 2005: 10–11). Дело в том, что в данной идее спутаны объект и система, форма и функция.

⁵³ Из практической жизни мы все хорошо знаем, что наиболее плодотворным коллектив будет, если в него входят разнообразные личности. Соберите в него людей, как можно более похожих друг на друга по характеру и уровню, и продуктивность резко снизится (то есть коллектив не должен быть симметричным никоим образом). Но и асимметричным ему быть нежелательно, здесь нужен оптимум. Поэтому часто работоспособные коллективы складываются только путем проб и ошибок, перебора людей.

заны. В самом деле, у высших организмов многие важнейшие органы и члены парные, более или менее симметричны, хотя обычно некоторая асимметричность может наблюдаться (правые конечности сильнее и больше левых и т. п.). Очевидно, что парность-симметричность внутренних органов и органов чувств имеет целью страховку организма от повреждения жизненно важных частей.

Мы уже говорили, что в природе абсолютно чистых явлений и качеств почти нет, но человек стремится рафинировать характеристики, добиваясь все большей концентрации определенного качества. Это же касается и симметрии в математике, искусстве, архитектуре и т. п. Поэтому асимметрия могла рассматриваться как отступление от красоты. Что касается непосредственно общества или его институтов, то здесь примеры симметричности привести сложнее. Скорее, здесь действовал *принцип матрицы* (или подобия), если происходило выстраивание каких-то органов, институтов, организаций на периферии, в колониях и т. п. Определенная симметричность могла иметь место в построении крепостей, структуре войск и прочего (правый и левый фланги и т. п.), но далеко не всегда.

Начиная с пифагорейцев (а скорее, и намного раньше них) симметричность стала рассматриваться как основа красоты и порядка, гармонии, которая в целом присуща природе (тем более замыслу творца). Однако по сегодняшним представлениям это не так. Природа менее симметрична, чем можно было бы ожидать исходя из уравнений классической и квантовой физики, считает, например, И. Пригожин (Горбачев 2003: 132).

Симметричность нередко рассматривается как отражение степени упорядоченности системы. В частности, В. Готт полагал, что симметрия – понятие, которое отражает существующий в природе порядок, пропорциональность и соразмерность между элементами какой-либо системы или объекта природы, упорядоченность, равновесие системы, устойчивость, то есть, если угодно, некий элемент гармонии (Там же). Исследователь симметрии Г. Вейль полагал, что состояние равновесия должно быть симметричным (Вейль 1968: 55). Но если вдуматься, то мы придем к выводу, что такая упорядоченность системы может быть только в гомеостазе, то есть это смертельная ситуация для эволюции. Состояние же равновесия

или случайно, или характерно лишь для систем, которые уже не способны развиваться, но какое-то время могут поддерживать равновесие, прежде чем умрут. А развивающаяся и динамическая система должна быть неравновесной и несимметричной (Горбачев 2003: 132). И это важно понимать, поскольку эпистемологически человеческий ум стремится к совершенству, чистоте и упорядоченности, которой в природе нет и быть не может. Непонимание этого порой вызывает удивление, когда в каких-то случаях «строгие» и «вечные» законы оказываются не столь строги и не столь универсальны. Также можно согласиться, что появление неравномерности является признаком возможности самоорганизации (Брынцев 2017: 23).

5.2. Симметрия и асимметрия в приложении к планетной геологии

Планеты представляют много интересного в плане соотношения симметрии и асимметрии, их роли в функционировании этих небесных тел. С одной стороны, гармония небесных сфер всегда казалась идеалом симметрии и порядка. С другой стороны, более пристальное изучение показало, что «и на Солнце есть пятна», что симметрия неполная, а асимметрия – вполне осязаемая. Таким образом, в космосе и у планет присутствуют и симметрия, и асимметрия, но последняя, если так допустимо говорить, играет более важную роль. Асимметричность, как мы уже сказали, необходима, чтобы иметь некоторую разность потенциалов, чтобы было движение в рамках планетной системы. Если везде будет абсолютно все одинаково, движения не будет. Например, без движения атмосферы нет и изменения климата. Но асимметрия предполагает похожесть сравниваемых частей или элементов. А это означает нахождение их в одной и той же системе. Таким образом, может осуществляться обмен между частями системы и создаваться источник энергии и движения (так конвекция или дифференциация вещества дают энергию).

Асимметрия имеет место на всех планетах, в частности, как мы видели, пятна есть не только на Солнце, но и на планетах-гигантах, что уже делает их полушария асимметричными. На планетах зем-

ной группы (и не только) присутствуют разные типы асимметрии, в том числе структурно-морфологическая и тектоническая, связанная с важными свойствами внешних геосфер, подверженных тектоническим деформациям. *Можно говорить о важной общей закономерности в строении Земли, Луны, Марса и Меркурия – их структурной асимметрии.* Она проявляется независимо от размеров, массы, плотности, расстояния от Солнца этих небесных тел и выражается первичной неоднородностью в распределении вещества в их верхних оболочках (Кац и др. 1984). Но эта особенность, как мы увидим, характерна и для планет-гигантов, и для их спутников, а также для карликовых планет. Это доказывает, что структурная асимметрия необходима для функционирования объектов. Без нее (как и без еще многих условий) эволюции быть не может. А эволюция неизбежно усиливает такую асимметрию. Да и сама жизнь индивидуальных космических объектов делает это: вследствие ударных эпизодов, формирования рельефа и многого другого асимметрия со временем становится заметнее. Но глобальная асимметрия планет может уходить корнями в глубокую древность. Земля в этом смысле вряд ли является исключением.

5.2.1. Симметрия и асимметрия в литосфере Земли и других отношениях

Земля, в частности ее кора и верхняя часть мантии, дают хороший пример асимметрии (как и симметрии). Есть и еще один специальный географический термин, связанный с асимметрией, который называется *антиподальность* (или *антиподальная асимметрия*). Термин происходит от слова «антипод», то есть «противоположный». Так называли в период Великих географических открытий предполагаемых обитателей территорий, которые располагались на противоположном конце земного шара (в Австралии и других местах). Антиподальность суши и океана означает, что материки как бы противостоят океанам. Так, Евразия как самый крупный материк противостоит Тихому океану. Вообще «антиподальная асимметрия» в распределении масс на поверхности Земли является почти всеобщим законом – из двух концов одного и того же диаметра геоида (Земли) один почти всегда находится в океане. Наиболее

ярко эта асимметрия проявлена в антиподальности распределения сиалических масс в арктической и антарктической полярных областях (Расцветаев 1980: 149). Другими словами, на севере земного шара расположился океан, а на юге – материк; Антарктида является антиподом Северного Ледовитого океана. Антиподальности мы уделим особое внимание, поскольку, как выясняется, она характерна не только для Земли, но и для планет земной группы.

Рассмотрим, что пишут о соотношении симметрии и асимметрии в литосфере Земли.

В структуре литосферы Земли отчетливо проявлены признаки симметрии и асимметрии. Характерными примерами тектонической симметрии являются срединно-океанические хребты (или их фрагменты), рифтовые структуры, некоторые геосинклинально-складчатые зоны. Но в глобальном аспекте Земля тектонически асимметрична. Асимметрию придает ей впадина Тихого океана, занимающая на планете огромную площадь. Вполне оправданно обособление на Земле двух сегментов: Тихоокеанского и противоположного ему – Атлантического. Глобальная асимметрия Земли обнаруживается при рассмотрении ее в географическом, океанографическом и тектоническом аспектах. Отчетливо обособляется Тихоокеанская планетарная депрессия со средней глубиной около 4 км, занимающая примерно 1/3 общей площади поверхности Земли. Она обрамлена гирляндами островных дуг и горными складчатыми системами окраин континентов. Далее в глубине континентов лежат древние платформы. С океанографических позиций могут быть вполне отчетливо выделены континентальные и океанические полушария. В тектоническом аспекте дно океанов – часть планеты, лишенная так называемого гранитного слоя.

Тихоокеанскую впадину обрамляет одноименный тектонический пояс. Особенностью пояса является структурная связь его крупных элементов друг с другом. Получается тектоническое кольцо, смыкающее Азию и Северную Америку, с одной стороны, и Австралию, Антарктиду и Южную Америку – с другой.

Итак, Земле свойственна глобальная структурная неоднородность. В ее пределах обособляется сегмент, включающий Тихий океан и обрамляющий его Тихоокеанский текто-

нический пояс, характеризующийся высокой степенью подвижности и проницаемости литосферы. И другой сегмент – где сосредоточены все древние платформы, геосинклинально-складчатые пояса (их разделяющие) и вторичные океаны. Из такого противопоставления следует, что обе эти части должны были развиваться отличными путями чрезвычайно длительное время (Кац и др. 1984).

Помимо указанных аспектов симметричности-асимметричности есть и другие, причем многое зависит от аспекта. Так, условная линия – экватор – делит земной шар на две равные половины. То есть в этом смысле Земля (как и другие сферические тела) симметрична. Наличие ледовых полюсов делает ее таковой в еще большей степени (но одновременно здесь, как мы видели, налицо ярко выраженная антиподальность). Поскольку угол падения солнечного света изменяется в зависимости от широтности Земли одинаково в северных и в южных широтах, мы можем говорить о симметричной смене времен года в полушариях, о симметричном изменении климата с юга на север и наоборот. Конечно, существуют значительные различия в климате и многом другом между Южным и Северным полушариями. В отношении Восточного и Западного полушарий наблюдается такая же картина. И здесь налицо асимметричность. Смена дня и ночи в Западном и Восточном полушариях в целом симметрична, но с учетом различий, связанных с рельефом для разных мест одной и той же широты, можно заметить и асимметричность. Наряду с существенными различиями отмечается известная меридиональная симметрия (квазисимметрия) в расположении основных платформ и подвижных поясов различного возраста в Новом и Старом Свете относительно меридианов 30° з. д. и 165° з. д. Меридионально-симметричное расположение крупных структур отмечается и в масштабе отдельных континентов (Северная Америка – относительно меридиана 95° з. д., Евразия – относительно меридиана 60° в. д.), платформ и складчатых поясов (Расцветаев 1980: 150).

Для описания асимметрии можно использовать и еще одно симметричное понятие – «антисимметрия» (антиравенство), введенное в науку А. В. Шубиковым. Под эту характе-

ристку подходит такое явление, как асимметрия в фигуре Земли – бóльшая выпуклость Южного полушария Земли по сравнению с Северным; предпочтительное расположение материков в Северном полушарии по сравнению с Южным; равенство площади суши (с материковым склоном) и площади Мирового океана; округлые очертания Антарктиды, окруженной морями, уравновешены океанической впадиной Северного полюса, обрамленной материками (об этом мы уже сказали выше). Антисимметрия Земли подмечена и Е. Е. Милановским, обратившим внимание на существование четырех меридиональных поясов, расположенных через 90°: Срединно-Атлантического, Срединно-Индийского, Западно-Тихоокеанского, Восточно-Тихоокеанского (Егоров-Тисменко 2005: 25–26). Но не стоит забывать, что очертания материков и морей-океанов на Земле в течение ее истории многократно менялись, в том числе были периоды, когда существовали единый материк и единый океан⁵⁴. В эти периоды антисимметрия достигала своего апогея.

Насколько Земля асимметрична или симметрична под литосферой? Пока это неясно, но, несомненно, рано или поздно обнаружится удивительное единство этих двух сторон похожести – непохожести.

Есть интересные гипотезы, предполагающие необходимость асимметрии (антисимметрии) для функционирования сложной системы. Так, геолог М. А. Гончаров предположил конвекцию земного вещества в Северном и Южном полушариях – восходящий поток вдоль оси Земли от Северного к Южному полюсу, объясняющий существование под Южным полюсом поднятия, под Северным – опускания (Там же: 26).

Далее мы рассмотрим аналогичную земной антиподальность на Луне и планетах земного типа. Эти данные, во-первых, свидетельствуют о глубоком сходстве в геологическом строении коры планет, где различия сходны с таковыми у земной материковой и оке-

⁵⁴ Суперконтиненты, состоявшие почти из всех имевшихся континентальных масс: 1750 млн л. н. – Колумбия, 1 млрд л. н. – Родиния, 250 млн л. н. – Пангея (Габдуллин и др. 2012: 209–210), которым противостояли разные суперокеаны, такие как Тетис/Неотетис (280–60 млн л. н.) или Панталасс-2 (240–160 млн л. н.) – последний суперокеан, ставший прообразом Тихого, и более древние.

анической коры, несмотря на то, что гидросфера есть только у Земли, а во-вторых, показывают, что асимметрия поверхности планет играла и играет важную роль, поскольку такая асимметрия (антиподальность) в виде разделения коры на материковую и океаническую возникла у целого ряда планет на ранних стадиях их развития.

5.2.2. Асимметричность коры и мантии Луны

Вновь используем данные из книги «Геологи открывают планеты» (Кац и др. 1984).

До того как Луна была исследована с помощью автоматических межпланетных станций, существовала гипотеза о том, что в целом она обладает симметрией. Первые же снимки обратной стороны Луны показали, что естественный спутник Земли асимметричен и разделяется на два различных по структуре сегмента. Полушарие, обращенное к Земле, характеризуется распространением лунных морей, тогда как на обратной стороне морей почти нет, и там простирается материковая поверхность, усеянная многочисленными кратерами.

В целом проявляется аналогия в строении впадин лунных морей и земных океанических впадин. Примечательно, что впадины на Луне занимают примерно 1/3 часть ее поверхности, что близко к соотношению Тихоокеанского и Атлантического сегментов Земли. Радиологический возраст базальтов, выполняющих впадины Луны, показывает, что на Луне глобальная тектоническая асимметрия возникла еще на ранних стадиях ее эволюции.

Гравитационные и сейсмические данные показали неоднородность в строении коры и мантии Луны. В пределах океанического сегмента мощность коры сокращена до величины порядка 60 км, тогда как для обратной стороны Луны с континентальным строением допускается толщина коры в 100–150 км. При этом мощность базальтового выполнения лунных морей оценивается величиной всего в несколько километров (что приближается к мощности базальтового слоя океанической коры на Земле). В пределах океанического сегмента Луны отмечены аномально высокие скорости продольных сейсмических волн, что можно объяснить воздыма-

нием кровли мантии, как это имеет место на Земле под океаническими впадинами.

Для обоснования неоднородности в структуре Луны с выделением сегментов или блоков глобального масштаба важное значение имеют сведения о сейсмичности. Показательна концентрация эпицентров лунотрясений в зонах сочленения континентального и морского сегментов (что напоминает ситуацию на Земле по периметру Тихоокеанской впадины). При этом континентальный блок в юго-восточной части видимой стороны Луны практически асейсмичен.

5.2.3. Асимметрия Марса и Меркурия

Асимметрия Марса имеет свои очень интересные особенности. При этом можно выделить общие ее черты с Землей. В частности, «для Земли и Марса характерна антиподальность (напомним, что антиподальность суши и океана означает, что материки как бы противостоят океанам. – Л. Г.) их основных планетарных морфоструктур. Действительно, Северное полушарие Земли занято преимущественно материками, Южное – океанами, в то время как на Марсе соотношение обратное: более возвышенные области поверхности планеты – так называемые “материки” – расположены главным образом в южном полушарии, а более пониженные – сложенные базальтами “океаны” – преобладают севернее экватора» (Каттерфельд, Шмуратко 1983: 62).

Можно говорить не просто об антиподальности, но – шире – о дихотомии, то есть резком различии между северным и южным полушариями Марса. Помимо различий между океанической и материковой зонами, в южном полушарии больше ударных кратеров. В частности, там хорошо сохранилось огромное количество древних ударных кратеров, включая гигантские ударные бассейны, например, равнина Эллады в восточном полушарии – глубокое (до 7 км от среднего уровня поверхности) округлое понижение диаметром более 1500 км или равнина Аргир на юге западного полушария – тоже, очевидно, ударный бассейн несколько меньших размеров (Язев 2011: 138–139). При этом граница между полушариями в плане плотности ударных кратеров не совпадает с экватором: она представляет не линию, а зону или пояс шириной от 100 до 500 км

в виде изгибающего обруча, наклоненного к экватору под углом 35° . Эта своеобразная переходная зона характеризуется сложным рельефом, но в целом – это серия уступов, опускающихся в сторону северного полушария (Сиротин 2006: 84). Промежуточное положение экваториального пояса Марса между океаническим и континентальными сегментами с проявлениями вулканизма и тектонических деформаций позволяет сопоставлять его с Тихоокеанским поясом Земли (Кац и др. 1984).

Дихотомия марсианской поверхности не имеет окончательного объяснения. Основная парадигма предлагает версию о катастрофическом ударе астероида с диаметром порядка 300 км, который мог вызвать разломы коры и массивные излияния лавы. Предполагается, что лава могла залить древние кратеры и после застывания образовать гигантские равнинные пространства. Эта модель вызывала возражения, поскольку согласно проведенным расчетам упавший астероид должен был расплавить огромное количество породы, в итоге жидкая лава могла бы покрыть всю планету слоем более нескольких километров. После этого не могли бы сохраниться никакие проявления древнего рельефа. Современные расчеты показывают, что в случае скользящего (касательного) удара под углом $15\text{--}30^\circ$ к поверхности могло получиться менее масштабное нарушение, расплавившее участок коры непосредственно в районе столкновения (в северном полушарии) (Язев 2011: 140). Очевидно, что катастрофы существенно влияют на судьбы планет, а также становятся удобным поводом для выдвижения новых гипотез.

Антиподальность и дихотомии поверхности полушарий есть и на других планетах. На снимках поверхности Меркурия вполне определенно выявляются основные особенности его тектоники. Подобно Тихоокеанской впадине Земли и обширной депрессии Океана Бурь на Луне, здесь также выделяется депрессия планетарного порядка – впадина Калорис (Море Жары). По периферии впадины намечается серия концентрических поднятий, которые могут быть сопоставлены с лунными Кордильерами и тектоническими сооружениями Тихоокеанского пояса Земли. Экстраполируя очер-

тания впадины Калорис на всю поверхность Меркурия, получим ее отношение ко всей площади – $1/3$, то есть то же соотношение, что и у других небесных тел (Кац и др. 1984). Вообще сохранение такого соотношения у ряда планет впечатляет, оно явно не может быть случайным, а составляет некую повторяющуюся особенность формирования планет. Кроме того, в южной полушарии Меркурия гораздо больше ударных кратеров, чем в северном (Язев 2018: 219). Причина этого неизвестна. Но также характерно, что по какой-то причине на одну сторону нескольких планет падало больше планетезималей, метеоритов и астероидов, чем на другую.

Что касается Венеры, то ее поверхность исследована недостаточно, но и на ней наиболее типичными формами в крупном масштабе являются континентальные блоки и океанические впадины (Тебиева 2015: 95).

Те или иные элементы асимметрии можно найти и на многих других телах. Так, мы упоминали, что на спутнике Сатурна Титане обнаружено более 400 озер из жидкого метана. Однако любопытно, что площадь озер в северной полушарии в 20 раз превышает их площадь в южной, что требует объяснений (Язев 2018: 220).

Из сказанного видно, что глобальная структурная асимметрия – свойство, распространенное в Солнечной системе (и не только в ней) и устойчивое во времени (Кац и др. 1984). Одно из объяснений связано с тем, что на ранних стадиях формирования литосферы планет земной группы и Луны возникали огромные депрессионные формы, занимающие примерно $1/3$ их поверхности. Такое явление можно связать с некоторым дефицитом вещества, возникшим вследствие образования первозданных континентов. Впоследствии этот дефицит компенсировался базальтовыми излияниями. Возможно, что истоки неоднородностей восходят еще к стадии аккреции протопланетного вещества, включающего сравнительно крупные ассоциации типа планетезималей (Там же).

Двоичность. Структурная асимметрия, по-видимому, тесно связана и с таким фундаментальным свойством, как двоичность (или бинарность). Важно отметить, что двоичность противоположностей, например, притяжение-отталкивание разноименных единиц, нередко создает крепкие универсальные ячейки, позволяющие

воспроизводить структуры и получать энергию/стимулы развития, к примеру, половое соперничество. В материальном мире двоичность (как ее часть *принцип оппозиции* – или/или) очень важна: частицы и античастицы, положительный и отрицательный заряды. Важнейшая форма бинарности (оппозиции, комплементарности) – разделение живых существ на два пола. В общественной жизни и ее проявлениях также очень много двоичных структур. Антрополог К. Леви-Стросс выделил такие структуры в языке и мифологии (двоичное: мужское-женское, доброе-злое начало и т. п.). В языке также налицо множество двойных структур, например: единственное-множественное число, слова-антонимы и т. д. В кодировании сигналов используется двоичный принцип. Наконец, двоично даже деление на «своих» и «чужих».