

Введение. Солнечная система как объект эволюции

Эволюция Солнечной системы в аспекте эволюционных сходств и различий. Проблема образования Солнца, Земли, других планет и их спутников – одна из самых древних проблем, волнующих человечество (Кузнецов 2011: 608). Изучая Солнечную систему, можно обнаружить множество важных, интересных и поучительных эволюционных правил, идей и принципов в действии (сами эти правила сведены в *Приложении 2*, см. ниже). Например, как особенности строения и сама судьба меньшей системы зависит от более крупной, в частности – Солнечной системы от нашей Галактики^{1*}.

Также мы можем увидеть, что для обретения статуса особой или уникальной системы последняя должна вобрать в себя совершенно неповторимую комбинацию факторов, попытка разобраться в которых представляет увлекательнейшую научную задачу, потенциально ведущую к серьезному приращению знаний. В то же время становится понятно, что уникальность никогда не бывает полной, она всегда реализуется только в отдельных, но важных с эволюционной точки зрения аспектах*. При этом чем глубже мы постигаем соотношение общего развития, общих трендов эволюции, с одной стороны, и прорывов к новым уровням организации – с другой, тем яснее видим, что эволюционный прорыв, сделанный в результате складывания уникальных условий, никогда не является случайностью, но всегда подготавливается огромной и длительной работой эволюции по продвижению в определенном направлении*. Сказанное относится в частности к нашей планетной системе. До сравнительно недавнего времени вопрос о том, насколько уникальна планетная система у звезд, был одним из важнейших. Теперь ясно, что наличие такой системы у звезд не только не уникально, но даже вполне типично. В частности, на февраль 2017 г.

¹ Здесь и далее * означает, что в указанном месте затронуто одно из эволюционных правил (законов, принципов, идей), которые представлены в *Приложении 2*. См. также *Постраничный указатель упоминания эволюционных правил, законов и принципов*.

известно 3577 экзопланет в 2687 системах². Открыто даже небольшое число «земноподобных» планет, хотя обнаружение таких объектов сильно затруднено вследствие разницы размеров планет и звезд и ограничений существующих методов. Словом, распространенность планет и планетных систем у звезд вообще и даже планет «земноподобных» становится обыденным фактом.

Значит, причины уникальности Солнечной системы и Земли в ней лежат глубже или, точнее, дальше очевидного. Это подтверждается и тем, что уже формулируются первые выводы о «закономерностях» формирования планетных систем. О них пойдет речь в *Главе 7*. Согласно этим первым, возможно, еще очень сырым, обобщениям, планетная система вокруг Солнца выглядит вовсе не типичной, а достаточно редкой по целому ряду параметров (см., например: Pfalzner *et al.* 2015). Но вполне возможно, что через некоторое время то, что сегодня кажется уникальным (например, круговые орбиты солнечных планет), предстанет более типичным. Например, недавно была открыта система 7 небольших (земного типа) планет у звезды TRAPPIST-1 (созвездие Водолея), удаленной от Солнца на 40 световых лет (Gillon *et al.* 2016). А менее бросающиеся сейчас в глаза феномены станут претендовать на роль уникальных. Таким образом, мы будем идти, образно говоря, вглубь уникальности. Сказанное касается также и проблемы возникновения жизни на Земле. Вряд ли она прошла все предстadium именно на Земле, это слишком сложный путь, скорее всего, значимые формы преджизни уже существовали. Они могли быть занесены из космоса, например в кометах. А может быть, в космосе было и что-то аналогичное существующим формам жизни. Но это отдельный вопрос, который мы обсудим в следующих книгах.

Другой тренд эволюции, хорошо представленный в Солнечной системе, тот, который может иметь все большее значение в связи с неизбежной в будущем лавиной новых фактов, – это изучение дивергенции в развитии группы объектов, имеющих общее происхождение. В данном случае речь идет о развитии планет Солнечной системы, поиске сходств и различий между ними. Возникнув в одних и тех же обстоятельствах из одного и того же материала, обла-

² О скорости открытия экзопланет можно судить уже по тому факту, что к 2012 г. было найдено только 750 планет (см.: A Planetary... 2012). Любопытно, что в этой статье упоминается и планетная система возрастом 13 млрд лет.

дая многими сходствами, будучи включенными в единую систему, эти объекты тем не менее развивались во многом по-разному, то есть дивергировали и продолжают дивергировать. Этот феномен дивергенции исключительно важен в биологии, где мы наблюдаем, скажем, дивергенцию видов, произошедших из одного корня, и в обществе, где идет дивергенция языков, этносов, культур, цивилизаций, государств и технологий, ранее имевших единое происхождение. Также можно сказать и о конвергенции, то есть сближении, в тех или иных параметрах различных объектов, что мы наблюдаем и в отношении отдельных планет (скажем, сходств в формировании их структур под влиянием гравитации и конвекции). Много внимания уделяется конвергенции в биологии, где под данным термином подразумевается приобретение в процессе эволюции неблизкородственными группами организмов сходного строения в результате существования в сходных условиях и одинаково направленного естественного отбора (например, сходных форм тела у таких хищников, принадлежащих к разным классам, как акулы, ихтиозавры и дельфины). То же можно сказать о сходных орудиях труда и технологиях у неродственных и даже не соседствующих этнографически наблюдаемых народов (о дивергенции и конвергенции в историческом процессе см.: Гринин, Коротаев 2016: гл. 4; Grinin, Korotayev 2015^{*}).

Чем больше узнаешь о планетах и их истории, тем больше понимаешь, как много у них сходств, но в то же время – насколько они уникальны. Каждая – феномен со своими неповторимыми характеристиками, индивидуальностью и особой судьбой. Последняя в огромной степени зависит от космической «генетики» (химического состава протосолнечного облака, например), но в не меньшей (а то и в большей) степени – от особенностей времени и места зарождения, богатства «зоны питания» протопланет, результатов миграции и массы других вещей, о которых еще речь впереди^{*}. Так, Юпитеру достались 2/3 всего материала, который предназначался планетам. При этом некоторые его спутники не уступают по размерам первой планете Солнечной системы – Меркурию. Как это ни удивительно, но в истории планет не меньше интриг, чем, например, в истории древних обществ. «Убежал» ли Меркурий от Венеры, превратившись из спутника этой планеты в самостоятельную? Был ли Юпитер первой образовавшейся планетой и именно поэто-

му сумел захватить львиную долю всего планетного вещества или все они сформировались более или менее в одно время? Была ли Луна выбита из протоземли при столкновении последней с крупным телом или она образовалась самостоятельно? Является ли пояс астероидов между Марсом и Юпитером остатками расколовшейся планеты, названной Фазтоном? Имелась ли пятая планета-гигант в ранней Солнечной системе, которую затем Юпитер выбросил за пределы нашей системы, превратив в планету-сироту? И т. п. С каждым новым открытием история формирования Солнечной системы будет все более интересной и интригующей. Но уже сейчас можно сделать вывод о том, что любая история природы и общества всегда связана прежде всего с перераспределением ресурсов и борьбой за них*. Этот вывод наверняка порадует сторонников геополитики. Но не менее важно, что указанное перераспределение средств приводит к особой концентрации редких ресурсов или условий, что рождает их новое качество*.

Любая история также связана с катастрофами*. История Солнечной системы и отдельных планет изобилует ими (об этом подробно см. в *Главах 7 и 8*). Таким образом, эволюция – это всегда синтез медленных и взрывных процессов*.

С появлением планет рождается и особая форма движения материи – геологическая, точнее планетологическая, связанная с процессами переструктурирования вещества в шарообразных крупных телах под влиянием гравитации, температур, расплавления вещества и его конвекции, столкновений поверхностей планет с космическими объектами и химических реакций³. Химические реакции, то есть вообще химическая форма движения материи, с появлением планет становится одной из ведущих для этих объектов. С рождением планет можно говорить о климатологических процессах, водно-жидкостном балансе и ряде других феноменов. Таким образом, появляется целый ряд аспектов развития, даже беглое сопоставление которых открывает огромные горизонты для сравнительных эволюционных исследований. Сравнение истории и планетологии планет Солнечной системы – исключительно интересный и важный

³ Исследование планет привело к созданию нового научного направления, получившего название *космическая геология*, или *сравнительная планетология* (Кинг 1979; Барсуков, Базилевский 1984; Милановский, Никишин 1982 и др.), в котором планеты Солнечной системы рассматриваются в геологическом аспекте на основе опыта, накопленного при изучении Земли (Маракушев 1992: 5).

аспект исследований, позволяющий понять, как начальные условия влияют на судьбу и историю объекта, а где могут особенно сильно сказаться уникальные особенности. В любом случае представления о многообразии проявления тех или иных форм существования и феноменов, привычных нам в качестве земных, как то: приливы и отливы, землетрясения (планетотрясения) и деятельность вулканов, влияние спутников, расширение и таяние ледников, движение атмосферных масс и т. д. – многое дают для понимания паттернов эволюции⁴.

Таким образом, анализирование как типичных сторон, так и редких, особых, уникальных будет одним из аспектов настоящего исследования. Но в нем и много других аспектов. Один из них связан с неисчерпаемостью свойств объектов*. В отношении Солнечной системы это касается собственно расширения ее границ, включения в нее бесчисленного количества новых объектов, а также новых параметров. Но такое расширение поля и горизонта исследования неизбежно ведет к увеличению пограничных случаев, размыванию прежних четких представлений о Солнечной системе. Наиболее известный случай – введение в 2006 г. понятия *карликовая планета*, к каковым был отнесен Плутон, до этого рассматривавшийся как девятая планета⁵.

Наконец, нельзя не увидеть, что с появлением Солнечной системы и Земли возникает процесс локализации событий: мы не знаем, где до этого впервые локализовывались те или иные важные процессы эволюции (о локализации эволюционных событий см., например: Буровский 2013*).

Солнечная система демонстрирует свои интересные качества, причем с каждым годом она предстает все более сложной, свойства ее неисчерпаемы в процессе познания. В данной книге мы также неоднократно проследим, сколько требуется особенностей для появления чего-то нового, сколько для этого необходимо совпадений непростых условий, причем всегда трудно понять, все ли эти условия требовались неизбежно или какие-то были не играющей важной роли случайностью*.

⁴ Но аспекты, перечисленные в данном абзаце (а именно: сравнение планет по их характеристикам, вопрос о химической форме движения материи, анализ сходных феноменов на планетах и др.), мы надеемся более основательно осветить уже в следующих частях нашей монографии.

⁵ Помимо Плутона к карликовым планетам были отнесены также: крупнейший астероид Церера и транснептуновые объекты Эрида, Макемаке, Хаумеа. Но предполагается, что еще до 40 из известных объектов в Солнечной системе могут принадлежать к этой категории.

Вторая книга монографии об эволюции мира. Это исследование об эволюции Солнечной системы является второй книгой монографии, которую задумал автор, под общим названием «Большая история развития мира: эволюция космоса, жизни, общества». В 2013 г. вышла первая книга этой монографии – «Большая история развития мира: космическая эволюция». Настоящее издание является ее продолжением и неразрывно с ней связано: концепцией, методом, эволюционными подходами и т. д. Напомним читателю наш замысел. Задумана обширная монография, в которой будет предпринята попытка объединить возможности Большой истории и эволюционистики. Автор стремился показать, с одной стороны, процесс роста эволюционной сложности мира, а с другой – сходства в эволюционных законах, принципах и механизмах на разных уровнях и этапах эволюции. Такой замысел требует решить три тесно взаимосвязанные задачи:

1. Дать связное изложение основных событий Большой истории от того момента, который считается началом Универсума, до современности, показывая ее преемственность и наиболее важные узловые точки, фазовые переходы, место и особенности каждого из них в развитии космоса, жизни и общества⁶.

2. Представить структуру, принципы, законы и особенности эволюции в рамках общей канвы Большой истории. Задача: следуя за логикой Большой истории, при характеристике любого из ее этапов и явлений показывать проявление, зарождение и развитие принципов эволюции, искать те или иные общие или особенные черты, характеристики и движущие силы эволюции, сравнивая по возможности разные ее стадии; в целом, описывая каждую из эпох и любой процесс космического, биологического и социального развития, стремиться делать акцент на единстве сущего и разных форм движения материи. Такая задача, насколько известно автору, еще не решалась никем.

⁶ Напомним, что термин *Большая история* (Big History) обозначает историю Универсума от ее начала до настоящего времени и часто называется также Универсальной, то есть историей Универсума. История в этом смысле означает последовательное и связное описание важнейших этапов развития мира: от Большого взрыва до формирования галактик и звезд, затем Солнечной системы и Земли, жизни и общества. Большую историю сегодня преподают во многих университетах мира. В России есть вузовский предмет – курс «Концепции современного естествознания», но он не полностью совпадает с Большой историей. В-первых, данный курс не включает в себя социальную историю, во-вторых, не представлен в качестве истории, имеющей общие сквозные, универсальные законы развития (подробнее о Большой истории см.: Гринин и др. 2009; 2012; Grinin, Korotayev, Rodrigue 2011; Grinin *et al.* 2014; Grinin, Korotayev, Baker 2014; Grinin *et al.* 2015; Rodrigue, Grinin, Korotayev 2015).

3. Дать характеристику эволюции *сравнительным методом*, то есть пытаться найти общие черты и показать степень их проявления на разных фазах эволюции. Но при этом уже не подчиняться исторической последовательности, а выбирать разные объекты на различных стадиях мегаэволюции, не ограничиваться только одной линией эволюции, а отбирать разные (как перспективные, так и тупиковые) ее линии. Эта задача в современный период, по сути, не решалась. Между тем очень важно показать не просто сходства, но и степень этих сходств, а также то, на какой фазе мегаэволюции данные качества наиболее сильны и почему, какая тенденция (на усиление или ослабление сходств) присутствует; увидеть начало и предпосылки многих процессов, которые ярко проявляют себя на высоких уровнях эволюции, равно как и обнаружить в них затухающие тенденции, бурно проявлявшие себя на ее первых фазах. Такой подход позволяет сформулировать общие правила мегаэволюции.

В целом монография будет посвящена анализу общего в функционировании и развитии разных форм организации косной, живой и мыслящей материи, общего как в исторических, так и во внеисторических аспектах эволюции⁷.

Словом, *одна из главных задач настоящей книги (и монографии в целом) – найти сходства в эволюционных законах, принципах и механизмах на разных уровнях и этапах эволюции*. Ведь несмотря на многообразие в проявлениях, сравнение разных процессов и объектов, их появление, развитие и эволюция, а также многое другое демонстрируют одновременно большую схожесть в формах, способах, механизмах, паттернах, на основании чего можно вывести правила и даже законы, которые будут применимы в различных фазах эволюции и в самых разных ее проявлениях (список таких правил и паттернов, затронутых в книге, приведен в *Приложении 2*). Порой можно говорить скорее не о правилах, но о правильностях, нередко только об аналогиях, но отнюдь не случайных. Такой подход неоднократно давал новое видение в науке. Именно при таких аспектах удалось создать кибернетику. Предшественник науки кибернетики А. А. Богданов в своей работе об основах управления (в которой он явно опередил свое время) много внимания уделил таким аналогиям, которые позволяют увидеть общее в самых разнообразных явлениях, принадлежащих к разным мирам,

⁷ По замыслу третья книга будет посвящена геологической и биологической эволюции, а четвертая – эволюции социальной.

а также подробно рассказал об ученых, которые работали в этом направлении⁸.

Можно спросить вместе с Богдановым: при бесконечном богатстве материала Вселенной и бесконечном разнообразии форм откуда берутся эти настойчиво, систематически повторяющиеся и возрастающие с познанием аналогии? И согласиться, что признать их простыми «случайными совпадениями» – значит внести величайший произвол в мировоззрение и даже вступить в явное противоречие с теорией вероятностей. И, модифицируя его ответ, сказать, что научно возможный вывод один: налицо действительное единство законов и паттернов эволюции, единство их повсюду – в живой и мертвой природе, в работе стихийных сил и сознательной деятельности людей (Богданов 1989).

Вновь повторим то, о чем шла речь во *Введении* к первой книге монографии. Понимание того, что многие принципы, механизмы, характеристики, особенности, паттерны, законы и правила эволюции, которые мы привыкли относить только к ее высшим уровням и главным линиям, имеют место на всех ее уровнях и в разных линиях, очень многое проясняет в понимании эволюции. Это также многое дает в познании ее движущих сил, векторов, тенденций, открывает новые аспекты эволюционистики, создает единое поле для междисциплинарных исследований. Поистине наш мир потрясающе многолик, разнообразен и неисчерпаем в своих проявлениях. И все-таки во многих своих основах он един. Конечно, обнаружить даже некоторые из этих основ очень непросто. Поиску данного единства и форм его проявления в процессе исторического пути нашего универсума и посвящена эта работа.

О чем эта книга? Настоящая работа посвящена интригующим проблемам истории и эволюции ранней Солнечной системы, ее первому миллиарду лет. С одной стороны, именно этот период (и особенно первые 10–50 млн лет) наиболее важен для понимания того, как и почему Солнечная система стала такой, какой мы ее знаем. В первые несколько сотен миллионов лет она прошла целый ряд сложных преобразований. *В них мы условно могли бы выделить три эволюционные эпохи.* Первая подпадает под емкую характери-

⁸ Особенно много внимания он уделит сербско-французскому ученому М. Петровичу, который уже с 1906 г. старался обосновать «учение об аналогиях», разрабатывая формулы «общих механизмов разнородных явлений» (таково название его книги, изданной в 1922 г.).

стику процесса «порядок из хаоса» (Главы 3, 4), вторая может быть охарактеризована как эпоха борьбы за ресурсы (Главы 5, 6); третья – как эпоха миграций, катастроф и «бомбардировок» (Главы 7, 8). Затем в Солнечной системе установился порядок, который и действует до сих пор. Однако вполне возможно, что в будущем выяснится: нынешний порядок до своего установления имел намного более длительную историю, чем мы представляем сегодня.

Важно также иметь в виду, что после установления основного порядка в Солнечной системе ее история стала представлять собой скорее историю отдельных объектов, из которых мы относительно хорошо знаем историю нашей собственной планеты и более чем фрагментарно – других. Тем не менее накопилось уже довольно много фактов по истории различных объектов Солнечной системы, анализ которых мы оставляем до следующей книги нашей монографии «Большая история развития мира». В настоящей же книге мы будем говорить о ранней, но, как уже отмечалось, наиболее важной эпохе ее истории.

В любом случае говорить об истории Солнечной системы в полном смысле слова, конечно, сложно, поскольку история эта – некоторое количество гипотетических реконструкций. Неудивительно, что мало кто решается ее написать. Во всяком случае, автору этой работы не удалось найти какое-либо достаточно полное и цельное изложение истории Солнечной системы. Таким образом, данная работа в какой-то мере восполняет для интересующихся этот пробел. Но автор не является специалистом в области космогонии и космологии, поэтому какие-то важные аспекты процессов могли ускользнуть от его внимания. С другой стороны, главной задачей данной книги было показать историю и особенности Солнечной системы в аспекте эволюционистики и Большой истории, и это, надеюсь, делает указанные слабости извинительными.

Данная книга состоит из трех частей. Первая часть – «Солнечная система и наша Галактика» – включает в себя две главы, и, по сути, является вводной. Вторая часть – «Протосолнечная система до образования планет» – посвящена истории преобразования протосолнечного облака в протосолнечную систему. Третья часть – «Образование планетной системы» – формированию уже планетной системы. В конце книги помещены два приложения. Первое – «Краткое изложение истории Солнечной системы», которое помо-

жет читателю систематизировать прочитанное и с которого, возможно, некоторым читателям лучше сразу начинать чтение данной книги. Второе – «Система эволюционных идей, используемых в книге» – позволит увидеть эволюционный аспект в системе и большей полноте. Фрагменты, в которых идет речь об эволюционных правилах или законах, как мы уже упоминали, будут помечены звездочкой (*). А в *Постраничном указателе упоминания эволюционных правил, законов и принципов* будет перечислено, на каких страницах затронуты те или иные правила, законы или принципы.

* * *

Работа над второй книгой монографии «Большая история развития мира...» полностью подтвердила и обогатила то ощущение, которое возникло у автора в процессе работы над первой книгой. Стало еще более очевидным, что число сходств и общих черт в эволюционном движении на самых разных стадиях и уровнях исключительно велико, что они присутствуют в самых, казалось бы, непохожих процессах и явлениях. Почти все, что мы знаем об эволюции, можно найти уже в ее космической фазе. Многое, конечно, в зачаточной или несистематической форме, но ряд качеств, напротив, более ярко проявляется именно в космической фазе. И в то же время, когда многие свойственные биологической или социальной эволюции характеристики и черты (как, скажем, борьба за ресурсы*) неожиданно обнаруживают свои корни или особые формы в космической фазе, понимаешь, что универсальность эволюции – это реальность, обнаруживаемая во множестве проявлений.