

Глава 2. Немного о нашей Галактике: особенности, влияющие на Солнечную систему

Хотя в нашей первой книге (Гринин 2013: гл. 5) немало сказано о нашей Галактике, имеет смысл сделать более связное ее описание, а также вернуться к некоторым моментам, которые не были освещены так подробно, как следовало бы в первой книге, или вовсе в ней не затрагивались: происхождение галактик и звезд, структура галактик и некоторым другим.

Напомним, что наша Галактика (Млечный Путь) относится к крупным, точнее даже к гигантским, галактикам (Засов, Постнов 2011: 335) с огромным количеством звезд. Причем это число, как это происходит и во многих других случаях в космологии, постоянно растет. Еще недавно шла речь о примерно 100 млрд звезд в ней (см., например: Brecher 2005), а сегодня число звезд определяют от 200 до 400 млрд (см., например: Громов 2012; Odenwald 2014; Cain 2017). Поэтому некоторые классификации относят ее даже к сверхгигантским.

Можно смело считать, что в процессе образования уникальных систем и объектов все не случайно, поскольку для образования чего-то качественно нового требуется неповторимое сочетание самых разнообразных условий¹⁹. Однако выявление важности тех или иных моментов в формировании качественно новых систем, объектов, феноменов и т. п. крайне сложно*. В частности, пока неясно, играл ли размер галактики достаточно важную роль в формировании планетной системы и других особенностей Солнечной системы, которые создали уникальные условия для появления жизни на Земле. Тем более что эти особенности также не до конца пока ясны (они будут проясняться только постепенно, по мере изучения экзопланетных систем). Но, во всяком случае, одна качественная харак-

¹⁹ Для анализа биологической и социальной фаз эволюции мы назвали это правилом особых (исключительных) условий для возникновения ароморфозов (Гринин, Марков, Коротаев 2008). В целом для эволюции его можно переформулировать как *правило совпадения уникальных условий для возникновения качественно новых явлений**

теристика нашей галактики (ее гигантские размеры), которая отличает ее от многих других, налицо. Ведь галактик, подобных нашей, в относительном плане во Вселенной совсем немного, возможно, всего 0,1 %, то есть одна на тысячу (Громов 2012).

Возможно, немного больше ясности в плане особенностей с формой нашей Галактики. Существуют разные классификации форм (морфологии) галактик. Но мы не будем вдаваться в детали²⁰. Если не брать во внимание обширный класс карликовых галактик, свойства которых исключительно разнообразны (Засов, Постнов 2011: 342), то большинство галактик можно отнести либо к эллиптическим, либо к дисковым. Те из галактик, в которых дисковые компоненты слабо контрастны или совсем не обнаруживают себя, называют эллиптическими (E), остальные галактики относят к дисковым. Те, в свою очередь, подразделяются на линзовидные (S0), спиральные (S) и неправильные (Ir). Диски галактик S содержат спиральные ветви (Там же), где, по всей видимости, сосредоточено основное их вещество. Спиральные галактики составляют около половины всех галактик. По форме они напоминают мелкую тарелку.

Эллиптические E-галактики (от сферической до более сжатых) довольно невыразительны и в большинстве своем похожи друг на друга. Они мало подходят или вовсе не пригодны для образования планет земной группы и формирования жизни (Там же). Зато спиральные S-галактики демонстрируют разнообразие форм (Там же). И в этом можно увидеть важный эволюционный момент. Здесь, как и во многих других случаях, действует правило достаточного разнообразия (Гринин, Марков, Коротаяев 2008). То есть для качественного эволюционного движения необходимо разнообразие (форм, вариантов, видов, взаимодействий, особенностей и т. п.). Без этого поиск эволюцией новых уровней и форм затрудняется*.

Кроме того, в спиральных галактиках активнее идут процессы звездообразования, в них на порядки больше газа, чем в эллиптических (так, в них полная масса газа составляет от 1 до 15 %, а в неправильных спиральных – от нескольких процентов и до 30–50 %, тогда как в эллиптических – всего 0,1 %). Примечательно, что в тех

²⁰ В целом до сих пор пользуются типологией, которую в 20-х гг. XX в. предложил Эдвин Хаббл. Он разделил галактики на три основных типа: эллиптические, спиральные и неправильные, обозначаемые соответственно E, S и Ir. Это обозначение сохраняется. Естественно, имеется много подтипов галактик.

галактиках, где нет признаков звездообразования, всегда мало газа (Пикельнер 1976: 12). То есть очевиден вполне тривиальный вывод, что для соответствующих процессов необходимо достаточное количество нужных ресурсов. В более молодых объектах нередко ресурсов больше, чем в старых*. Наличие газа дает возможность образования рукавов спиральных галактик и приводит в действие другие процессы. Кроме того, здесь прослеживается правило необходимой разнородности, то есть наличия в системе разных по своей природе компонентов*.

Особенностью спиральных галактик является то, что в них, как правило, формируются рукава, число и размеры которых варьируются (как и размер центра галактики). Наша Галактика относится к подтипу SBb и имеет четыре основных спиральных рукава²¹. Существуют и местные рукава, то есть ответвления от основных. В одном из таких местных рукавов-ответвлений находится наша Солнечная система. Солнце отдалено от галактического центра на 8 кпк (что почти посередине между центром и краем диска), а расстояние от плоскости галактического диска (вверх, то есть севернее), где концентрируются молодые звезды и звездные скопления, возраст которых не превышает нескольких миллиардов лет, составляет 25 пк. Таким образом, месторасположение Солнечной системы является и не периферийным, и не центральным, а скорее *полупериферийным*. И это существенно.

С точки зрения эволюционных особенностей здесь можно увидеть, как работает важное правило: достаточно часто новые уровни или формы эволюции возникают не в центре системы, где действуют основные правильности и проходит основная на данный момент линия эволюции, и не на дальней периферии, где нет нужной концентрации ресурсов, а на полупериферии и в *местах достаточного разнообразия условий, соединения пограничных условий**. Так, выход кистеперых рыб на сушу происходит не на глубинах и не на удалении от моря, а в мелких затоках и на небольших глубинах, то есть между сушей и морем, в особых условиях, где

²¹ Буква В означает, что наша Галактика относится к подтипу спиральных галактик с перемычкой или баром в центре. Спиральные галактики с перемычкой весьма распространены, они составляют до двух третей всех спиральных галактик. Спиральные ветви в последних начинаются на концах перемычек, тогда как в обычных спиральных галактиках они выходят непосредственно из ядра. Буква b говорит о том, что такие галактики имеют относительно небольшую ядерную область и не очень сильно закрученные спиральные ветви.

достаточно тепло, есть пищевые ресурсы и где затоны могли периодически высыхать. Первичная жизнь, древние гоминиды, так же как и Человек разумный, могли появиться только в особых местах и ситуациях. Земледелие зарождается также в особых условиях. Кроме того, для перехода к новому уровню или качеству требуются предпосылки в виде определенных органов, орудий, технологий и т. п. В биологии это называется преадаптацией, то есть предрасположенностью, наличием определенных возможностей (органов, функций) для освоения новых мест обитания. Но этот термин вполне удачен и для социальных систем, также мы предлагали его использовать и для космических феноменов²² (о космических преадаптациях см.: Гринин 2013: глава 5; о социальных преадаптациях на уровне биологической эволюции см.: Гринин, Марков, Коротаев 2008: 55, глава 4; Grinin, Korotayev, Markov 2011)*.

Классическим примером преадаптации считается наличие особого рода плавников у кистеперых рыб. Типичный для наземных четвероногих (тетрапод) план строения конечности сформировался около 360–370 млн лет назад, в конце девонского периода, у животных, которые еще сохраняли полностью водный образ жизни (первые тетраподы – потомки кистеперых рыб, такие как *Ichthyostega*, *Acanthostega* и близкие к ним формы). Лишь много позже, в каменноугольном периоде (приблизительно 340 млн лет назад), появились тетраподы, способные жить на суше. Таким образом, между формированием «тетраподной» конечности и началом ее эксплуатации для передвижения по суше прошло 20–30 млн лет. Хотя конечности первых тетрапод служили для передвижения в водной среде, их строение оказалось «преадаптированным» для жизни на суше, что во многом и обеспечило успешную колонизацию тетраподами наземных местообитаний (см., например: Long, Gordon 2004).

Согласно правилу особых/исключительных условий для возникновения ароморфозов (см.: Гринин, Марков, Коротаев 2008) для столь крупного социального ароморфоза, каковым выступало самостоятельное изобретение земледелия, требовались особые (в данном случае – природные) условия. Вот

²² Таково, например, появление органических химических соединений в облаках молекулярного газа. В принципе такого рода сложные соединения для космической эволюции значат мало, но они находятся «в резерве» развития. Они стали играть особую роль на стадии преджизни и зарождения жизни.

почему возникновение сельского хозяйства всегда происходило в особых природных зонах (какие бы при этом растения ни культивировались). Так, в ряде районов Юго-Восточной Азии имелись необычайно удобные для собирательства природные условия влажных тропиков. И на базе этого хозяйственного комплекса собирателей обитатели предгорий Центрального Индокитая перешли к разведению бобовых и бахчевых культур уже в период 9–10 тыс. лет назад. Однако для зерновых условия там не годились (Деопик 1977: 15). Еще ранее, примерно 12 тыс. лет назад, в высокогорьях Папуа – Новой Гвинеи (и, возможно, в некоторых других местах Меланезии) обнаружены некоторые следы культивации таро (Denham *et al.* 2003). Но прогресс в Новой Гвинее был медленным по сравнению с другими регионами.

Первичное возникновение эволюционно наиболее важного зернового хозяйства также могло случиться только в определенных природных и климатических условиях (Мелларт 1982: 128; Haggis, Hillman 1989). Это могло произойти, например, в горных очагах с подходящим микроклиматом, где существовала периферия ареалов диких предков культурных растений, поскольку именно на таких окраинах потребность в земледелии чувствовалась наиболее остро (Гуляев 1972: 50–51; Мелларт 1982; Шнирельман 1989). В таких местах колебания климата заставляли людей не только заниматься сбором растений, но и стремиться поддерживать их существование путем создания благоприятных условий. Предполагают, что дикорастущие злаки стали культивировать изначально где-то на Ближнем Востоке, хотя по поводу более точного указания места имеются значительные расхождения. Существует несколько точек зрения, согласно которым это событие произошло на склонах возвышенностей Палестины (Мелларт 1982), в Междуречье, в верхнем течении Евфрата (Алексеев 1984: 418; Холл 1986: 202), в Египте (Харлан 1986: 200).

Стоит рассмотреть теперь, где находится Солнце по отношению к спиральным рукавам Галактики.

Солнечная система располагается в звездном комплексе, а такие комплексы – в спиральных рукавах. Как образно пишет А. Н. Громов (2012), эти комплексы нанизаны на рукава, как бусины на нить. Но что касается «нашего» звездного комплекса, в котором находится Солнце, то нельзя не отметить важную особенность: он (и соответственно Солнце) размещается не в рукаве, а между *ос-*

новыми спиральными рукавами Галактики, одним из ответвлений, получившем название местного рукава Ориона – Лебеда.

Другая особенность Солнечной системы связана с особым углом наклона рукава. Если два соседних рукава (Персея и Киля – Стрельца) имеют угол закрутки в $10\text{--}12^\circ$, что нормально для галактики типа Sb, то рукав Ориона – Лебеда имеет угол закрутки в 20° , что дополнительно подтверждает: он является лишь отрогом, ответвлением рукава Киля – Стрельца (Громов 2012).

То, что Солнечная система располагается в звездном комплексе, означает, что она находится не «на отшибе» от процессов, а в определенном сгущении. Некоторые значимые эволюционные события и процессы должны протекать в достаточно интенсивном в событийном плане месте. Это может быть важным, поскольку считается, что толчок к формированию Солнечной системы из газопылевого облака дал взрыв сверхновой (об этом см. в следующих главах). А поскольку это довольно редкое событие, то предположение, что Солнечная система образовалась в плотной звездной ассоциации с присутствием массивных звезд, имеет смысл. Что давала такая среда? Более частые взрывы сверхновых в относительной близости от будущей Солнечной системы, которые могли повлиять на ее химический состав (Адушкин и др. 2008: 276). В *Главе 6* мы увидим, что у звезд, имеющих в своем составе больше тяжелых элементов, чаще образуются планеты, в частности планеты-гиганты, как Юпитер.

Но, повторим, рождение нового качества не должно было быть в самом интенсивном месте и в самом центре. В центре невозможно уйти от магистральной линии эволюции, зарождение нового здесь затруднено силой общего процесса^{23*}.

Однако возраст нашего комплекса оценивается всего в 30 млн лет. И Солнце оказалось внутри комплекса случайно. Оно не обязано своим рождением волнам плотности, некогда прокатывавшимся сквозь газопылевую материю комплекса (Громов 2012). То есть речь не идет о том, что именно этот комплекс оказался удачным местом для рождения Солнечной системы. Где и как она ро-

²³ При этом и появление нового уровня эволюции вовсе не прекращает процессы, характерные для предшествующих уровней. Напротив. Так, процессы звездообразования и планетообразования идут полным ходом. Вариативность растет. Однако принципиально новые качественные прорывы с этих уровней могут быть значительно затруднены, поскольку эволюция уже вышла на новые уровни развития.

дилась, пока остается неясным. Однако есть мнения, что местоположение Солнечной системы благоприятно для Земли.

Этому обстоятельству ряд исследователей и философов уделяют особое внимание.

Возможно, Солнце в Галактике находится в исключительном положении, что может иметь далеко идущие последствия для космогонии Солнечной системы и происхождения в ней жизни. Поскольку галактический диск вращается дифференциально, а спиральные рукава – твердотельно, в Галактике должна существовать окружность, на которой угловые скорости диска и волны плотности равны. Такая окружность называется коротационной (от англ. *corotation* – совместное вращение). Поскольку в каждой спиральной галактике может существовать только одна такая окружность, то, очевидно, она является выделенной. Галактическая орбита Солнечной системы близка к коротационной окружности и, следовательно, находится в особом положении (Сюняев 1986).

Вот что замечал по этому поводу Станислав Лем, известный исследователь развития науки и писатель-фантаст. Как следует из данной картины Вселенной, коперникианский принцип, согласно которому Земля вместе с Солнцем находится не в особо выделенном месте, а «где попало», оказывается под серьезным сомнением. Если бы Солнце находилось на далекой периферии Галактики и, медленно двигаясь, не пересекало ее рукавов, оно, вероятно, не породило бы планет. Планетогенез требует «акушерской помощи» в виде бурных катаклизмов – мощных ударных волн от взрывающихся сверхновых или по крайней мере одного такого «близкого контакта». Если бы Солнце, породив от таких ударов планеты, обращалось вблизи галактического ядра, а значит, гораздо быстрее, чем рукава спирали, то оно часто пересекало бы их. Тогда многочисленные лучевые и радиоактивные удары сделали бы невозможным возникновение жизни на Земле либо уничтожили ее на ранней стадии. А если бы Солнце двигалось по самой коротационной окружности Галактики, не покидая ее рукава, жизнь также не смогла бы сохраниться на нашей планете: рано или поздно ее убила бы вспышка какой-нибудь близкой сверхновой. Внутри галактических рукавов сверхновые вспыхивают чаще, да и средние расстояния между звездами здесь гораздо меньше, чем между рукавами.

Следовательно, подходящие для планетогенеза условия существуют внутри спиральных рукавов, тогда как условия, благоприятствующие зарождению и развитию жизни, – в пространстве между рукавами.

Таким условиям не удовлетворяют ни звезды, обращающиеся вблизи ядра Галактики, ни звезды ее периферии, ни, наконец, звезды, орбиты которых совпадают с коротационной окружностью, – но лишь такие, которые находятся в ее окрестностях (Лем 2004).

Таким образом, очень многое зависит от особенностей более крупной родительской системы*. Как мы увидим далее, «генетические» факторы протозвездного облака играют колоссальную роль, то есть момент зачатия едва ли не определяет судьбу. В этом плане «генетика» работает и в космической эволюции, разумеется, не так четко, как в биологической, но все же имеет место нечто вроде наследственности*. Она наблюдается и в химическом составе²⁴.

Подготовительная работа во Вселенной. Формирование нашей Галактики произошло довольно рано. Датировки колеблются от 10 до 13 млрд лет. Все больше ученых склоняется к тому, что ей никак не менее 12 млрд лет, а то и все 13 млрд лет (Pasquini *et al.* 2004; Маров и др. 2008; см. также: Евсеева 2012).

Как известно, Млечный Путь состоит из трех основных частей: галактического центра со сверхмассивной черной дырой, тонкого периферийного диска и практически идеально круглого внутреннего гало. Последнее включает глобулярные кластеры – плотно упакованные конгломераты сотен тысяч звезд. Сейчас некоторые исследователи полагают, что внутреннее гало состоит из двух разных звездных поколений, поэтому гало условно можно разделить на внутреннее и внешнее. Считается, что внешняя часть гало Млечного Пути – это остатки древней протогалактики, на базе которой сформировалась наша.

Три основных составных части Млечного Пути, очевидно, образовались в разное время, причем именно гало было первым. Внутри гало самые старые глобулярные кластеры имеют возраст в 13,5 млрд лет, то есть они сформировались всего через 200 млн лет после Большого взрыва. Однако воз-

²⁴ С точки зрения эволюции индивидуального объекта можно считать химический состав молекулярного облака начальным химическим составом (Вибе 2016: 47).

раст самого гало исследователи до сих пор не могли установить, так как им не удавалось понять, когда началось объединение звезд. Чтобы понять этот аспект, ученые стали исследовать умирающие звезды в их поколениях внутри гало, особое внимание было уделено белым карликам. Большинство последних, родившихся одновременно с нашей галактикой, имеют возраст примерно в 11,7 млрд лет (Евсеева 2012).

Относится ли возраст нашей Галактики к особенностям Солнечной системы? Сложно сказать. Ведь Солнечная система по сравнению с нашей Галактикой относительно молодая. В нашей Галактике много зон, состоящих из более или менее молодых звезд, то есть звезд второго-третьего поколения. К таким относится и Солнце, возраст которого, напомним, менее 5 млрд лет.

Итак, в галактиках идет постоянный процесс звездообразования. Это один из вариантов вечного процесса кругооборота вещества, который наблюдается на всех уровнях эволюции. *И именно в этом, на первый взгляд, консервативном процессе: одни отмирают, высвобождая вещество и энергию (и/или место) для новых других, – таится громадная потенция для роста вариативности и поиска новых вариантов.* Еще раз вспомним правило достаточного разнообразия и добавим к нему важный момент. Чем чаще создаются новые объекты взамен старых, тем больше разнообразия*. Ведь нельзя создать абсолютно похожий объект, как нельзя два раза войти в одну и ту же воду реки. Таким образом, на месте одного ландшафта возникает другой, на место одного биологического вида приходит другой, на месте одной империи появляется другая.

Звезды рождаются из газа (точнее, из газа и пыли, собирающихся в облака), часть которого образовалась при распаде предшествующих им звезд. Облака могут быть самых разных размеров. Отсюда бесчисленные вариации размеров и яркости звезд, рождений парных (и большего количества близнецов-звезд), вариации планетных систем и прочего. Но особенно важно то, что в этом процессе возникают бесконечные вариации химического состава звездных систем. За 8–9 млрд лет существования нашей Галактики до образования Солнечной системы, естественно, химический состав изменился существенно. Главное – появились элементы более тяжелые, чем водород, гелий и литий, и концентрация их возросла.

Напомним, что основные элементы во Вселенной – водород и гелий. Как образуются более тяжелые элементы? Это результат термоядерных реакций в глубинах звезд и процессов саморегуляции в них. В звездах термоядерные реакции идут сначала на водороде, потом, при его выгорании, – на гелии и после сжатия звезды – на других элементах, которые образуются по мере увеличения температуры (в результате дополнительного сжатия ядра звезды). По мере выгорания более легкого элемента происходит дополнительное сжатие и образуется более тяжелый элемент, реакции на котором могут идти при значительно более высокой температуре (подробнее мы говорили об этом процессе в первой книге монографии, см.: Гринин Л. Е. 2013; см. также: Гринин А. Л. 2016б). Отсюда разница в температурах в недрах звезд в амплитуде от нескольких сотен тысяч градусов до нескольких сотен миллионов градусов.

Правда, так не бывает, чтобы эта очередность была полной, то есть чтобы сначала водород выгорел полностью, а потом «зажегся» гелий. Практически всегда имеется определенная слоистость реакций. Внутри звезды возникает слоистый источник энерговыделения: ближе к поверхности идут реакции на еще уцелевшем водороде, глубже – тройная гелиевая реакция, а еще глубже – самые разнообразные реакции между углеродом и гелием, а также между гелием и кислородом, азотом и т. д. (Громов 2012). По мере исчерпания запасов ядерного горючего звезды ее внутренняя структура представляется слоями различных химических элементов, каждый из которых отражает различные стадии ядерного синтеза. Так на протяжении своей «жизни» звезда постепенно превращается из смеси первичного водорода и гелия в хранилище тяжелых химических элементов (Найдыш 2007). Такая слоистая структура, видимо, существует в самых разных системах. То есть никогда не бывает полного исчезновения одного способа (варианта, источника) и после этого замены его другим. Есть некое критическое состояние, при котором старый способ (элемент, источник и т. п.) уже не полностью удовлетворяет потребности. В этом случае должен появиться новый, причем иногда его появление означает существенное изменение, требующее саморегуляции системы. Таким образом, одновременно наблюдается

сосуществование разных способов добывания энергии (или ее производства), их взаимодействие. Разнообразие в функционировании! Никогда не бывает полной унификации, в системе обычно имеются несколько способов реализации важных функций, которые, как правило, способны действовать одновременно, при том, что один способ может быть ведущим*.

Итак, по мере выгорания звезд образуются более тяжелые элементы. При этом особое значение имеют крупные звезды, которые выгорают в сотни раз быстрее, чем мелкие. Соответственно, они после распада обогащают окружающую среду тяжелыми элементами. Но имеется одно важное ограничение на пути разнообразия химического состава Вселенной. Элементы тяжелее железа, никеля, кобальта в недрах «обычных» (пусть сверхгигантских по светимости) звезд не образуются. Дело в том, что такие ядерные реакции, в результате которых могли бы образоваться и более тяжелые элементы, идут с поглощением энергии, а значит, как только они начинаются, температура недр звезды падает, и эти реакции прекращаются сами собой – типичный пример *отрицательной обратной связи*, стабилизирующей текущую ситуацию.

Словом, в любой системе есть предел возможности совершения определенных действий, за которым они становятся либо разрушительными для системы, либо система их погашает. Это своего рода аттрактор, который ей сложно перейти*. Так революции, «забравшие вперед», забирают огромную часть энергии населения, и общество откатывается назад, к более устойчивой ситуации; так в биологии объединение организмов сверх нормы ведет к истощению кормовой базы. Так слишком большая империя (по законам геополитики) уже не может найти средства для охраны своих границ и т. п.

По разным данным, водорода во Вселенной – три четверти по массе (а по количеству атомов – до 90 %), гелия – 24 % по массе (до 10 % по количеству атомов). Таким образом, всех остальных 90 элементов тяжелее гелия во Вселенной меньше 1 % (по массе). Среди этих элементов чаще всего встречаются кислород (№ 8 в таблице Менделеева), неон (№ 10), азот (№ 7), углерод (№ 6), кремний (№ 14), магний (№ 12), железо (№ 26) и др. Любопытно,

что элементов с **четными порядковыми номерами** во Вселенной больше, чем с нечетными, так как ядра атомов, состоящие из **четного числа** протонов и нейтронов, обладают повышенной устойчивостью. Вообще, концентрация и распределение – это мощнейший способ формирования систем. Можно говорить об универсальном *правиле неравномерного распределения вещества (концентрации вещества)*^{*}. Оно прослеживается везде. Например, самая заметная часть излучающего вещества будет собрана в галактическом диске, а наиболее яркой его частью станет спиральный узор. В Солнце собрано больше 99 % всей массы Солнечной системы. В ядрах планет сконцентрированы наиболее тяжелые элементы. И так далее.

Очевидно, что элементов тяжелее железа совсем мало. Они образуются чаще всего в результате взрывов сверхновых, когда возникают колоссальные температуры и проблема поглощения энергии при образовании тяжелых элементов не играет роли (выше шла речь о том, что это препятствует образованию элементов тяжелее железа в процессе выгорания звезд)²⁵. Исключительно важно, что доля этих элементов, хотя и очень медленно, но росла, вместе с тем увеличивалось и разнообразие в природе. А главное, эти сравнительно редкие элементы могли концентрироваться в отдельных системах и телах (каковыми, в частности, являются планеты земной группы) в гораздо большей пропорции, чем в среднем во Вселенной. И это *правило концентрации редких элементов в отдельных местах* исключительно важно^{*}. Примеры такого правила мы находим везде: в биологии (редкие виды могут обитать только в отдельных местах); в геологии (чтобы найти месторождения, требуется огромная работа и удача); в обществе, особенно в условиях разделения труда (когда, например, мастера определенной квали-

²⁵ Это один из вариантов указанного выше *правила особых (исключительных) условий для возникновения качественно новых явлений*. Здесь *закон перехода количества в качество*^{*} либо не работает, либо работает особо, поскольку здесь нет медленных изменений, которые накапливаются, а есть ситуация резкого изменения, взрыва, катастрофы, в процессе которой и появляется нечто совершенно новое.

Что касается взрывов очень массивных сверхновых, то в этих случаях образуются черные дыры, смещающиеся к центрам галактик, облака, рассеивающиеся в космическом пространстве, или – что важно для нашей темы – диски стремительного вращения, в которых образуется стяжение веществ и которые далее превращаются в небольшие звезды второго поколения (Маракушев и др. 2013: 133).

фикации селятся в одном месте²⁶). Только благодаря такой концентрации могут возникнуть уникальные объекты и особые условия, которые начинают играть совершенно иную роль. Именно из-за способности извлекать и накапливать такие редкие элементы возможна жизнедеятельность организмов и сама жизнь, поскольку концентрация данных элементов в живой материи намного выше, чем в природе.

Как мы увидим далее, в протосолнечном облаке концентрация этих веществ была несколько выше, чем во Вселенной, а в рамках создания Солнечной системы редкие элементы смогли сконцентрироваться в некоторых планетах, что и послужило созданию особых условий на данных планетах.

²⁶ Если собрать редких специалистов в один коллектив, то они смогут совершить прорыв в определенном направлении, который иначе не сделать. Без концентрации мастеров культуры при дворцах монархов не было бы огромного количества шедевров искусства и архитектуры.