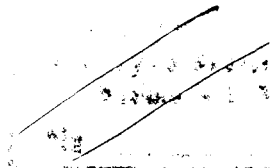
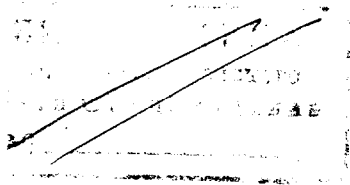
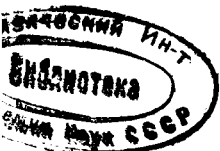


УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУК



НОВОЕ В КОСМОГОНИИ

Дж. Г. Дженнс¹⁾

Астрономия стояла всегда в некотором отдалении от других наук; у нее совершенно особое поле исследований, ее методы принадлежат ей одной, и, что важнее всего, ее результаты имеют значение совершенно отличное от результатов других наук. Те одаряют человечество утилитарными дарами, создают новые способы производства ценностей, увеличивают наслаждения или устраняют мучения людей; астрономия до сих пор давала им только пищу для размышления и созерцания. Это прежде всего и по преимуществу верно в отношении космогонии — той ветви астрономии, которая ставит вопрос о том, каким образом небесные тела дошли до бытия там, где они есть, и в тех формах, в каких они существуют.

С практической точки зрения различие между астрономией и другими науками заключается в различии масштаба. Большинство наук в их развитии приближаются к природе в областях бесконечно малого; но прогресс астрономии и космогонии лежит в направлении бесконечно большого или, лучше сказать, необозримо большого. Ибо теперь мы знаем с достаточной степенью уверенности, что бесконечно большого не существует. Целый ряд соображений приводит нас к выводу, что вселенная конечна, и именно потому, что мы теперь это знаем и начинаем выяснять действительные

¹⁾ J. H. Jeans, The New Outlook in Cosmogony. — Smithsonian Report for 1926, p. 151—160. Washington 1927.

размеры мира в пространстве и его длительность во времени, современные проблемы астрономии и космогонии приобретают для нас необычайный интерес. Эти науки находятся теперь приблизительно в том же положении, в каком находилась география, когда были совершены кругосветные путешествия и когда впервые сделались известны пределы пространств, остававшихся неисследованными.

В 1838 г. были определены первые расстояния неподвижных звезд и тем самым раскрыт масштаб расстояний во вселенной; в этом году три астронома — Бессель, Гендерсон и Струве — независимо друг от друга определили расстояния до трех звезд. Во всех этих случаях был применен „параллактический метод“: движение Земли по ее орбите вызывает видимое смещение ближних звезд в отношении общего фона далеких звезд, так что по наблюдениям этих видимых перемещений может быть получено расстояние близких звезд. Но уже давно стало очевидным, что большинство звезд слишком далеки от нас для того, чтобы их расстояние могло быть измерено этим методом; во всяком случае, этот способ не мог выяснить расстояния наиболее далеких звезд во вселенной, ибо самая возможность его успешного применения обусловлена возможностью наблюдать звезду перед совокупностью еще более далеких звезд. Только недавно другие методы дали нам способ измерения еще больших глубин вселенной.

Самый плодотворный из этих методов основан на особых свойствах одного вида переменных звезд, которых называют Цефеидами, по их прототипу, звезде δ Cephei. Яркость этих звезд не остается всегда одинаковой; через определенные и всегда постоянные интервалы — которые для различных звезд этого типа принимают значения от нескольких часов и до нескольких дней — она усиливается в два, в три раза по отношению к ее исходному значению. И как мореплаватель узнает маяк среди сотен других огней по правильным появлениям его света и по характеру его блеска, так астроном узнает переменную звезду типа Цефеид по правильности, по периоду и характеру колебаний ее яркости. В 1912 г. мисс Ливитт (Leavitt) на Гарвардской обсерватории

рии установила простую зависимость между периодом и яркостью Цефеид, наблюдаемых ею в Малом магеллановом облаке; чем медленнее происходит изменение свечения Цефеиды, тем она более яркая; вообще говоря, яркость ее оказывается обратно пропорциональной определенной степени ее периода. Сравнительно недавно д-р Шэпли (Shapley), теперь директор Гарвардской обсерватории, показал, что это соотношение (известное сейчас под названием „закона яркостей и периодов“) оказывается справедливым и для всех Цефеид вообще. Всякий раз, как астроном открывает Цефеиду и может измерить длину ее периода, он может вывести и силу света, который излучает эта звезда. Сравнивая эту силу света с той видимой яркостью, которая наблюдается в телескоп, он может легко вычислить и расстояние звезды от нас. Этот метод, в сущности, тождественен приему, которым пользуется моряк, когда он для определения своего расстояния от берега опознает маяк, находит его силу света в справочнике и затем сравнивает ее с видимой яркостью маяка в том месте, где ему приходится наблюдать. Пользуясь методом, аналогичным параллактическому, он мог бы, зная скорость своего корабля, попытаться определить расстояние, наблюдая, с какой скоростью колокольня или заводская труба на берегу видимо смещаются по отношению к более удаленным холмам; этот способ не требует наличия маяка с известной силой света; но, очевидно, он был бы бесполезен для моряка в высоких морях и кроме того, как мы уже заметили, он ни в коем случае не мог бы дать расстояния до наиболее далеких видимых предметов.

Открытие „закона яркостей и периодов“ раскрыло перед нами новый мир в вопросе определения астрономических расстояний; сам д-р Шэпли воспользовался им прежде всего для определения расстояний замечательных объектов, известных под названием „шаровых звездных скоплений“. Как показывает уже само название, это весьма уплотненные группы звезд, приблизительно шарообразной формы; в мощный телескоп они имеют вид роя пчел и производят впечатление мест, где зарождаются звезды — звездных гнезд. Таких объектов нам известно всего 69 и так как в сущно-

сти ни одного нового со времени Гёршелей не найдено, можно считать, что неизвестных нам скоплений больше нет. Все они богаты Цефеидами. Д-р Шэпли находит, что расстояние этих 69 скоплений заключаются в пределах от 21 000 до 216 000 световых лет. В этих и аналогичных измерениях световой год принимается за единицу расстояния, потому что было бы бессмысленно выражать его в километрах или других земных мерах длины. Свету нужно около 8 минут, чтобы пройти расстояние от Солнца до Земли, так что в течение одного года он приблизительно 64 000 раз проходит расстояние между Солнцем и Землей; таково то расстояние, которое астроном принимает за единицу меры и называет световым годом. И мы начинаем понимать смысл выражений: шаровое скопление, находящееся на расстоянии сотен тысяч световых лет; мы уясняем себе, что то, что мы видим в телескоп,—это не скопление, как оно существует сейчас, но скопление, каким оно было, когда первобытный человек жил на Земле. Через длинный ряд доисторических эпох, через смутные начала цивилизации, через величие и падение царств шли к нам те лучи, которые оставили скопление в отдаленные века, приближаясь к нам со скоростью 3×10^5 км/сек, и только теперь достигли Земли.

Совершенно недавно д-р Гэббл (Hubble) на обсерватории Моунт-Вильсон обнаружил присутствие Цефеид и в некоторых спиральных туманностях и таким образом оказался в состоянии оценить их расстояния. Наиболее отдаленной из всех изученных к настоящему времени туманностей оказалась хорошо известная туманность Андромеды—на расстоянии 950 000 световых лет; другие—на расстояниях, сравнимых с ним. Применяя несколько отличный метод, д-р Шэпли определяет расстояние до звездного облака N.G.C.6822 приблизительно в миллион световых лет.

Оба эти объекта являются самыми дальними из всех известных до сих пор. Должны ли мы предположить, что их расстояния определяют приближенные границы вселенной, или же нам следует ожидать непрерывного увеличения размеров мира по мере непрерывного роста силы наших

инструментов? Дать окончательный ответ на этот вопрос невозможно, но значительное количество данных указывает, повидимому, на то, что правильной является первая альтернатива. Наше Солнце — один из объектов в группе из 2 или 3 миллиардов звезд, образующих дискообразную или бисквитообразную систему, опоясанную Млечным Путем. Уже давно стало очевидным, что эта группа не может занимать бесконечных пространств. Если бы это было так, небо казалось бы нам сплошным светящимся покровом, а сила притяжения, исходящая от бесконечной массы звезд, была бы так велика, что наше Солнце и другие звезды двигались бы в сущности с бесконечными скоростями. Звездное поле не может иметь даже и равномерную плотность на тех глубинах, которых достигают наши телескопы; ибо, если бы это было так, число звезд, видимых в различные телескопы, было бы пропорциональным кубу диаметров их объективов. Но в действительности мы этого не наблюдаем; отверстие двухдюймовой трубы в 10 раз больше отверстия невооруженного глаза, но мы отнюдь не видим в нее в 1 000 раз больше звезд. Таким образом плотность распределения звезд должна заметно уменьшаться даже и на тех расстояниях, которые раскрывает нам двухдюймовая труба. Этот именно метод — в углубленном виде — дал возможность назначить пространственные пределы звездного поля, в состав которого входит Солнце, и оценить заключающееся в нем число звезд.

Это звездное поле, быть может, представляет собой самое обширное образование во вселенной; но оно, во всяком случае, не исчерпывает ее целиком. Вне его или, может быть, на его внешних зонах лежит множество других объектов, в частности звездных скоплений, которые всегда гораздо меньше, чем оно само, спиральных и других туманностей, наибольшие из которых сравнимы с ним по величине. Теория „островной вселенной“, которую впервые предложил В. Гершель, но которая впоследствии впала в немилость, снова утверждается в результате новейших наблюдательных работ; теперь, говоря о вселенной, нам лучше всего представлять себе ее состоящей из подвселенных, отделенных друг от друга наподобие островов в океане. Мы можем

найти другой способ оценки огромных расстояний до некоторых из этих островов по исключительной слабости отдельных звезд; но переменные типа Цефеид, маяки на этих островах, дают возможность астроному наносить их положения со сравнительной точностью. Действительно, наша собственная звездная система — очень крупный остров с Солнцем недалеко от его центра; большая туманность Андромеды — тоже большой остров, меньших, но сравнимых с ним размеров; звездные скопления и спиральные туманности — все это острова в меньшем масштабе. Соображения, подобные тем, на которые мы опирались выше и которые служат астрономам основой для назначения пределов нашему звездному полю, показывают, что мы должны положить границы и для океана островов вселенной; представляется вероятным, что эти границы лежат не очень далеко, за теми двумя весьма удаленными объектами, о которых уже шла речь, именно за спиральной туманностью М. 31, на расстоянии 950 000 световых лет, и звездным облаком N.G.C. 6822, на расстоянии приблизительно 1 000 000 световых лет.

Для определенности положим — хотя это, конечно, не многим больше простой догадки, — что самые далекие образования во всей вселенной в 4 раза дальше, обоих этих объектов, т. е. в 4 миллиона световых лет от нас. Мы можем попробовать теперь оживить это представление, построив модель полной вселенной в масштабе миллиона миллионов миль к футу ($1:5,3 \times 10^{15}$). Уменьшение размеров в такой модели станет, пожалуй, наиболее наглядным, если мыслить его в представлениях скорости движений, а не в размерах длин. Свет, который в одну секунду может семь раз обойти вокруг Земли, двигался бы по нашей модели приблизительно с той же скоростью, с какой стебель травы произрастает весной. В этом масштабе вся вселенная была бы представлена сферой размера нашей Земли; звездное облако, в состав которого входит Солнце — островом размера Йоркшайра, а большая туманность Андромеды была бы несколько больше о. Уайт, хотя и с очень неясно очерченными пределами. Вся солнечная система на этой модели будет легко покрыта одной песчинкой, а наша Земля, размер которой теперь

оказывается меньше одной десятиллионной дюйма, едва ли на много больше, чем одна молекула в этой песчинке.

Такова та вселенная, которую астроном передает космогонисту для истолкования. Космогонист, принимая вселенную как она есть, должен пытаться выяснить, почему она именно такова, а не иная. То, что для астронома является комплексом наблюдаемых фактов, для космогониста есть последнее звено в длинной цепи процессов, разрез через все сплетение следствий и причин. В то время как астроном удовлетворен, если ему удастся наблюдать вселенную как она есть, космогонист должен иметь перед собою цель — увидеть ее такой, какой она была и какой она будет. Так же как одна из главных задач астронома — назначить пределы вселенной в пространстве, так и главная задача космогониста — назначать ей соответствующие пределы во времени.

Ибо эти пределы должны существовать. Вселенная не может навсегда продолжать свое бытие в тех формах, в каких она существует теперь, и она не могла находиться в ее настоящем виде от вечности. Каждая звезда непрерывно излучает энергию в пространство; нам неизвестно, чтобы заметная часть этого излучения возвращалась бы каким-либо способом на звезды и восполняла запасы их энергии. Вселенная работает как часы, которых некому заводить.

Поверхность Солнца равна приблизительно 10^{22} кв. дюйма ($6,1 \times 10^{22}$ см²); каждый квадратный дюйм ее излучает энергию, и мощность этого процесса соответствует работе 50-сильной машины ($6,2 \times 10^{10}$ *эрг/сек. см²*). Если бы эта энергия доставлялась Солнцу от силовой установки, то в ней надо было бы сжигать 10^{18} тонн угля в минуту. Отсюда очевидно, что источником солнечной энергии не может быть, вопреки тому, что думали первоначально, сгорание самой массы Солнца. Несколько позднее Майер предположил, что солнечная энергия может непрерывно восполняться за счет метеоритной бомбардировки, а затем Гельмгольц предложил свою хорошо известную гипотезу сжатия, по которой энергия солнечного излучения получается от сжимания его массы под влиянием ее собственного притяжения. Из обеих этих теорий получались пределы для продолжительности

солнечного излучения; но оба эти предела оказались гораздо меньше тех, с которыми можно было бы привести в согласие совокупность известных явлений. Метеориты не могли падать всегда на Солнце, ибо его масса теперь была бы уже бесконечной; фактически было показано, что метеориты не могли падать на Солнце в требуемых количествах дольше, чем в течение 20 миллионов лет, так как масса Солнца была бы уже больше, чем она есть. Точно так же и в отношении гипотезы Гельмгольца: Солнце не могло сжиматься в требуемом масштабе значительно дольше 20 миллионов лет; в противном случае, его размеры оказались бы уже меньшими его современных размеров.

Такие периоды времени несоразмерно малы для жизни Солнца. Геологи находят доказательства тому, что общие условия существования Земли были приблизительно тождественны по крайней мере за последние 100 миллионов лет; анализ радиоактивного содержания некоторых канадских минералов определяет их возраст по меньшей мере в $1\frac{1}{2}$ миллиарда лет; анализ других пород подтверждает этот результат. И если, как обычно принимают, Солнце сродни нашей Земле, оно должно быть старше, чем самые старые минералы на Земле. Одно время думали, что радиоактивные элементы могли снабдить Солнце почти беспредельными запасами энергии для излучения, но это предположение не оправдалось. Э. Резерфорд вычислил, что если бы Солнце в начале его жизни находилось в состоянии высокой радиоактивности и представляло собой сферу из чистого урана, радиоактивность могла бы обеспечить его излучение в современной интенсивности на 5 миллионов лет. После этого стало очевидным, что истинный источник энергии Солнца должен быть таков, чтобы обеспечить ему жизнь, продолжительность которой имела бы порядок совершенно иной, чем все, с чем мы привыкли иметь дело до сих пор.

В 1905 г. появилась специальная теория относительности Эйнштейна. По этой теории всякое увеличение энергии материальной системы должно сопровождаться увеличением ее массы. Уже за несколько лет до этого была установлена та особенность наэлектризованных тел, что их масса возрастает

параллельно с увеличением их энергии; теория относительности выяснила, что в этом состоит общее свойство материи, при всех условиях и во всех ее состояниях. Обратное предложение должно быть также справедливо, так что тело, подобное нашему Солнцу, теряющее с излучением свою энергию, должно терять и свою массу. По известной нам мощности солнечного излучения мы можем без труда вычислить соответствующую потерю в массе, и мы находим, что его масса должна уменьшаться со скоростью приблизительно 250 миллионов тонн в минуту.

Это утверждение еще вовсе не предполагает, что к концу каждой минуты на Солнце меньше атомов или молекул, чем их было в ее начале. Если бы Солнце просто охлаждалось, как раскаленный докрасна орудийный снаряд в пространстве, то тепловое движение каждой молекулы было бы к концу минуты слабее, чем в ее начале, так что в среднем молекулы двигались бы медленнее и, таким образом, имели бы меньшую массу. Общее уменьшение массы бесчисленного количества молекул и дало бы в точности требуемые 250 миллионов тонн. Но вся особенная трудность нашего вопроса в том, что из всей массы Солнца в лучшем случае, одна только миллионная доля составляет эту сравнительно легко выделяемую часть; так что, если бы Солнце могло отдать в процессе излучения только эту часть массы, его энергии не могло бы хватить больше чем на несколько миллионов лет. Но допустим теперь, что в недрах Солнца имеют место явления, в результате которых может произойти не только замедление движения молекул, но и совершенное их уничтожение. В таком случае вся масса уничтожаемой молекулы превратится в энергию, и вся масса Солнца (2×10^{27} тонн) становится доступной для перехода в излучение; при его современной интенсивности (250×10^6 тонн в минуту), масса Солнца могла бы служить источником излучения на 15 миллиардов (15×10^{12}) лет.

Наиболее приемлемый для нас процесс, который мог бы влечь за собой полное превращение массы в радиацию, заключается в совмещениях положительных и отрицательных электрических зарядов, из которых образована вся материя,

и в их взаимном уничтожении. Если произвести замыкание обоих полюсов лейденской банки, появляется искра и слышен треск — миниатюрный гром; это обнаруживает, что где-то освободилась энергия. Здесь мы действительно знаем, что энергия произошла от совмещения электрических зарядов обратных знаков, которые нейтрализовали друг друга. Современные исследования доказали совершенно убедительно, что атом водорода состоит из двух электрически заряженных частиц, из которых одна — электрон — имеет отрицательный, а другая — протон — положительный заряд; ничего другого в этом атоме нет. Если бы обе эти частицы можно было фактически совместить друг с другом, то, как естественно предположить, произойдет взаимное уничтожение зарядов; а так как мы не можем допустить существования незаряженных электронов и протонов, мы можем с известным основанием считать, что электрон и протон совершенно уничтожат друг друга. Даже еще более вероятно, что здесь не останется ничего для уничтожения, так как известно, что вся масса электрона происходит за счет его заряда, так что говорить о „незаряженном электроне“ есть внутреннее противоречие; то же самое, надо думать, верно и относительно протона. Таким образом при совмещении электрона и протона водородного атома вся его масса должна быть превращена в излучение. Конечно, нельзя считать правдоподобным, чтобы более сложные атомы уничтожались в результате уже одного процесса такого рода; более вероятно, что здесь будет происходить последовательное совпадение электронов с протонами, каждый раз по одному, так что атом будет постепенно уменьшать свою массу и, конечно, сложность своей структуры. Но детали этого процесса несущественны; каким бы актом ни достигалось уничтожение материи, результат будет одинаковым, так же, конечно, как и общее количество освобождаемого излучения.

В 1914 г. проф. Рёссель (Russell) из университета Принстона предложил схему звездной эволюции, которая, по крайней мере в общих чертах, теперь всеми принята. По его схеме все звезды спускаются вниз по некоторой эволюционной лестнице. Одни из них начинают свой путь с самого

верху, другие, вероятно, присоединяются где-то по дороге, но все проходят один и тот же путь и кончают одинаковым состоянием. На верху лестницы находятся звезды с самой большой силой света; излучающие вероятно в 10 000 раз больше тепла и света, чем Солнце; чем ниже по лестнице, тем более ослабевает яркость звезд; мы встречаем тут такие звезды, как Сириус, излучающий приблизительно в 40 раз сильнее Солнца; затем, уже значительно ниже, само Солнце и звезды с такой же силой излучения; наконец, на самых нижних ступенях находятся звезды, излучение которых настолько слабо, что они для нас почти невидимы. Несомненно, имеются и еще более низкие ступени, со звездами, ставшими уже совершенно темными, но мы не будем касаться их здесь. Со времени появления теории Рёсселя постепенно выяснилось, что звезды на высших ступенях имеют большую массу, чем звезды на низших ступенях; а затем также и то, что звезды на одной и той же ступени, т. е. все звезды, обладающие одинаковой яркостью излучения, имеют приблизительно равную массу, так что констатируется постепенное уменьшение массы на низших ступенях этой лестницы; и если — в чем нет серьезных оснований сомневаться — все звезды опускаются по ней вниз по мере хода их эволюции, то очевидно, они все время должны уменьшаться в своей массе. Дойдя до такого заключения, естественно предположить, что уменьшению массы в точности соответствует отдача излучения. Эта гипотеза приобретает значение чего-то большего, чем простое предположение, когда обнаруживается, что она выдерживает любое количественное сравнение, которое только может быть к ней приложено.

Так как интенсивность излучения звезд на каждой из ступеней лестницы известна, то оказывается нетрудным вычислить, с какой скоростью должно происходить их перемещение по этим ступеням, предполагая только, что уменьшение их массы в точности эквивалентно их излучению. Простое сложение покажет после этого — какой интервал времени нужен для того, чтобы звезда при этих предположениях прошла от данной ступени лестницы до любой другой. Таким образом мы находим, например, что время от состоя-

ния Сириуса до состояния Солнца есть приблизительно 6 400 000 лет; от самых ярких известных нам звезд до самых слабых оно порядка 200 биллионов (2×10^{14}) лет, в то время как от самых ярких звезд до Солнца оно равно лишь 7 биллионам (7×10^{12}) лет. Замечательно, что эти гипотетические возрасты различных типов звезд прекрасно сходятся с оценками, которые могут быть получены из некоторых чисто астрономических фактов, совершенно вне зависимости от предположений об источнике звездного излучения. К несчастью, эти доказательства слишком техничны, чтобы их излагать здесь; но они не оставляют места для сомнений в том, что давно поставленная проблема о природе звездного излучения теперь уже решена и что решение ее найдено в том удивительно простом предположении, что источник звездного тепла есть масса звезды. Звезды живут, преобразуя свою массу в излучение; мы можем оценить их возраст, определяя, как много от нее осталось; другое вычисление, основанное на той же данной, покажет нам, как длинна еще остающаяся перед звездой жизнь. Интервал от вершины до конца лестницы — приблизительно 300 биллионов лет — ограничивает всю жизнь звезды, и все звезды различаются только тем, что они находятся выше или ниже по той же лестнице, что они молоды или стары.

Возраст звезд отнюдь не то же самое, что возраст всей вселенной, и нет даже необходимости, чтобы они были сравнимы между собой. Звезды можно сравнить с айсбергами, спускающимися с севера и тающими по мере проникновения в более теплые моря. Мы можем определить возраст тех айсбергов, которые перед нами, но мы не можем сказать, сколько времени уже длится это движение их от полюса к экватору и сколько времени еще будет происходить образование айсбергов и их появление на смену тем, которые спускаются к югу навстречу своему концу. Над полярными областями, где зарождаются айсберги, лежит завеса тумана, и мы не знаем, как нам увидеть то, что скрыто за ней. Но проблема возраста тех звезд, которые теперь уже в бытии, сравнительно проста; практически они образуют вселенную для космогониста, так же как и для астронома. Каждой

звезде мы можем назначить срок жизни порядка 100 биллионов (10^{14}) лет, за которым следует период темноты и, может быть, полного угасания; для Солнца в прошлом жизнь измеряется числом порядка 7 биллионов лет, так что в отношении времени, но не в отношении яркости и блеска, большая часть его жизни еще впереди.

Те возрасты, которые мы должны назначить теперь для Солнца и для других звезд, во много раз больше тех, которые считались вероятными или хотя бы только возможными до самого последнего времени. Это расширение временного масштаба потребует преобразования наших взглядов во многих отделах космогонии и астрономии. Многие из относящихся сюда вопросов чрезвычайно сложны, но один из них относительно прост и вместе с тем очень любопытен. Среди большого числа теорий, предложенных для объяснения происхождения Земли и других планет, так называемая приливная теория, по крайней мере во мнении автора этих строк, имеет огромные преимущества перед другими и встречается, повидимому, гораздо меньше возражений, чем все остальные. По этой теории, Солнце в отдаленные эпохи его странствий в пространстве должно бы встретиться со звездой, более массивной, чем оно само; эта звезда двигалась по направлению столь близкому к его пути, что на поверхности Солнца образовались приливные волны — волны столь огромной высоты, что их вершины потеряли всякую связь с нижними слоями и начали свое независимое движение как отдельные планеты. Эта теория, разработанная математически, оказывается в состоянии объяснить весьма удовлетворительным образом главные особенности строения солнечной системы. Но, до самого последнего времени, ей приходилось считаться с одним весьма серьезным возражением. Расстояния, отделяющие звезды друг от друга, огромны по сравнению с их собственными размерами. Если мы возьмем шесть бильярдных шаров и поместим их по одному в Европе, Азии, Африке, Австралии, Северной и Южной Америке, мы получим модель расположения в пространстве шести ближайших к Солнцу звезд и их взаимных расстояний по отношению к их размерам. Так как все звезды удалены

друг от друга, вообще говоря, на большое число их диаметров, то схождение их путей на несколько диаметров должно быть крайне редким явлением; между тем приливная теория требует взаимного приближения не меньше чем на два диаметра, как условие для образования планет. При прежних взглядах на возраст звезд оказывалось крайне мало вероятным, чтобы какая-нибудь определенная звезда, как, например, наше Солнце, могла за всю ее жизнь испытать столь близкое сближение; и это было серьезным возражением против приливной теории. Выясненная теперь необходимость значительно увеличить возраст звезд уничтожает это возражение; нам нужно считать, что звезды, которые движутся между другими звездами в течение биллионов лет, имели по нескольку достаточно острых сближений со своими соседями. Но даже и теперь схождения до той крайней близости, которая необходима для зарождения планет, мы должны считать явлениями довольно редкими; только небольшая часть звезд, повидимому, может быть окружена семьями планет-спутниц и таким образом служить возможными очагами жизни.

Одно время казалось возможным, что космогонист сойдет со своего высокого пьедестала и, в оправдание своего прежнего бессилия в деле создания материальных благ, принесет самое ценное из всех этих благ вообще — секрет добычи свободной энергии. Ибо если на звездах материя беспрерывно превращается в энергию, то спрашивается, почему человечеству не открыть их тайну и не получать механическую энергию за счет уничтожения небольших количеств материи вместо мучительной добычи, перевозки, сжигания миллионов тонн угля; все количество угля, потребляемое в Англии, производит меньше теплоты, света и энергии, чем могло бы быть получено путем уничтожения 30 % материи в день. Но, насколько можно теперь судить, этим мечтам не суждено осуществиться. Анализ астрономических явлений показывает, что в звездах должны быть смешаны все роды и виды материи; и только некоторые, но отнюдь не все ее типы превращаются в энергию в заметной доле, и именно эти типы — на благо или на зло — отсутствуют на Земле. Они, можно

думать, состоят из элементов, более тяжелых, чем уран — самый тяжелый из всех элементов, известных на Земле; возможно даже, что способность к самопроизвольному распаду, которую обнаруживают уран и другие радиоактивные субстанции, т. е. самые тяжелые земные вещества, представляет собой пережиточные остатки способности уменьшать свою массу за счет испускаемого излучения, которой когда-то обладали их атомы.
