

## Глава 7

# 75

### *Шумы в сердце Вселенной*

**В** начале 1930-х годов после публикации работ Хаббла и Хью-масона идея расширяющейся вселенной получила широкое признание (хоть и не у самого Хаббла, который предпочитал делать наблюдения и измерения, а не формулировать гипотезы). Даже Эйнштейн наконец смирился с очевидным и признал это публично в апреле 1931 года на научном собрании в Пасадене. Но из какого исходного состояния расширяется Вселенная? В 1927 году Леметр предположил, что наблюдаемое расширение началось из стационарного состояния, как у вселенной Эйнштейна, и что до такого расширения Вселенная колебалась на грани его начала неопределенный период времени (возможно, вечность). Это был один из наиболее мистических вариантов, допускаемых использованием космологической постоянной. Но ко времени одобрения со стороны Эйнштейна ученый уже работал над другой идеей.

В январе 1931 года Эддингтон выступил на собрании Британской математической ассоциации с лекцией, позже

опубликованной в журнале Nature. В ней он представил расширяющуюся Вселенную в ретроспективе: галактики постепенно сближаются и в конце концов сливаются воедино. Мысль о том, что у Вселенной когда-то было начало, он назвал «совершенно невыносимой». Позже в том же году Леметр ответил ему в том же журнале статьей под броским названием «Начало мира с точки зрения квантовой теории», в которой писал, что начало Вселенной «настолько далеко от современного положения вещей в природе, что совсем не кажется невыносимым», и рассуждал, что «мы можем представить начало вселенной в форме уникального атома, из атомного веса которого происходит вся масса вселенной. Этот в высшей степени нестабильный атом разделится на все меньшие и меньшие атомы посредством некоторого вида сверхрадиоактивного процесса». Это была просто догадка, и Леметр говорит здесь, скорее, о первичном атомном ядре, а не о целом атоме. Но вся обозримая Вселенная могла бы расширяться из первичного объекта, при ядерной плотности имеющего диаметр всего в 30 раз превышающий диаметр Солнца и вмещающийся в орбиту Земли. «Естественно, — пишет Леметр, — не стоит придавать слишком много значения этому описанию первичного атома». Он признавал, что «по мере совершенствования наших познаний об атомном ядре его наверняка придется изменить». Главной идеей его работы было то, что Вселенная образовалась из сверхплотного состояния путем мощного воздействия — «фейерверка», как он сам его назвал.

[ 169 ]

Леметр развил свои идеи и ввел термин «космическое яйцо» для описания сверхплотного объекта, из которого возникла Вселенная в современном виде. В итоге появилась книга «Гипотеза первичного атома», опубликованная в 1946 году. Идеи Леметра сильно повлияли на работу Георгия Гамова и его коллектива над тем, что сейчас называется теорией Большого взрыва (см. Пролог). Однако и в 1930-х, и в 1940-х, и даже позже эта идея казалась чрезмерно сложной. Ее временные рамки были слишком короткими. Если использовать значение обнаруженной Леметром и Хабблом постоянной Хаббла, то время, прошедшее с прорыва космического яйца (или Большого взрыва), составит всего примерно миллиард

[170]

лет — намного меньше, чем уточненный к тому времени возраст Солнца и звезд. Леметр предположил, что обойти эту проблему можно с помощью космологической постоянной. Согласно уравнениям, вселенная могла начать расширяться из сверхплотного состояния, потом замедлить скорость расширения почти до нуля и колебаться в этом состоянии сколь угодно долго до начала дальнейшего расширения\*. Но даже в 1930-х это выглядело уже натянуто. Тем не менее интересно, что Леметр, для которого всегда была очень важна физическая значимость уравнений Эйнштейна, никогда не исключал из моделей лямбду и считал, что она представляет реально существующий физический компонент Вселенной — энергию вакуума. Однако идея расширения Вселенной в ее ныне общепринятой версии, с новой силой поднявшая вопрос о возрасте звезд, была сформулирована в 1932 году и оставалась незабываемой до конца XX века. Одним из ее авторов стал сам Эйнштейн, хотя изначально, втайне от коллег, он вынашивал более радикальную идею.

## Пропавшая модель Эйнштейна

В 1931 году, вскоре после посещения Маунт-Вилсона и встречи с Хабблом, Эйнштейну пришла в голову идея стационарной вселенной, бесконечно старой и вечно расширяющейся, в которой непрерывно создается новая материя, или новые галактики, заполняющие зазоры между существующими по мере растягивания пространства. Он даже написал черновой вариант статьи на немецком языке под названием «О космологической проблеме», но затем решил, что в аргументацию вкралась ошибка, и отложил работу до лучших времен. Этот документ сохранился в архивах ученого и был обнаружен после его смерти, однако в течение долгих десятилетий считался наброском к другой публикации с тем же заголовком и не изучался или изучался без должного внимания. Лишь в 2013 году ее значимость осознали Кормак

---

\* Как доказывает этот пример, если разрешить выбирать любую космологическую постоянную, можно получить вселенную, которая делает почти все, что вам нужно, в плане расширения, сжатия или колебания. Это делает постоянную совершенно бесполезной в случаях, когда нужно получить прогноз о реальном состоянии Вселенной.

О'Рафerti и Брендан Макканн из Уотерфордского технологического института, и в 2014 году она была переведена на английский и опубликована.

[ 171 ]

В начале 1931 года Эйнштейн уже понимал разумность идеи расширения Вселенной, но, не желая смириться с тем, что она изменяется со временем, продолжал искать способ примирить эти две концепции. Теория стационарной Вселенной кажется очень подходящей: наблюдаемый из любой галактики космос всегда выглядит приблизительно одинаково, даже несмотря на угасание одних галактик и появление других. Можно сравнить ее с древним лесом или джунглями: они существуют тысячи лет в, казалось бы, неизменном виде, но за это время выросли, засохли, рухнули и были замещены новыми множеством поколений деревьев. Сама по себе идея достаточно очевидная, но Эйнштейн со своим характером желал облечь ее в математическую структуру общей теории относительности.

Он смог сделать это, манипулируя космологической постоянной, которая уже не нужна была ему для остановки расширения пространства. Или, выражаясь его собственными словами, «от этого решения [теперь] почти наверняка необходимо отказаться для теоретического понимания пространства в его истинном виде». Ошибаясь в написании фамилии Хаббла, как он это делал во всех своих работах того времени, он продолжает:

Чрезвычайно важные наблюдения Хаббела показали, что внегалактические туманности обладают двумя следующими качествами:

В рамках точности наблюдений они распределены в пространстве равномерно.

Они демонстрируют доплеровский эффект\*, пропорциональный расстоянию.

Эйнштейн предположил, что расширение вселенной стимулируется появлением новой материи, необходимой для поддержания общей плотности вселенной на постоянном уровне. Он пишет:

---

\* Поразительная небрежность: если кто и должен был догадаться, что это вовсе не доплеровский эффект, то это Эйнштейн!

[ 172 ]

Представим себе физически ограниченный объем: частицы материи будут непрерывно покидать его. Чтобы сохранить постоянную плотность, внутри этого объема из пространства должны постоянно образовываться новые частицы материи.

Это удивительно похоже на идею «полей творения» (C-field), предложенную в конце 1940-х годов Фредом Хойлом, не имевшим ни малейшего представления о неопубликованной работе Эйнштейна. В отличие от Хойла, вместо того чтобы вводить отдельное поле, Эйнштейн описал процесс творения с помощью космологической постоянной. Однако в этот момент, как он вскоре понял, его аргументация развалилась. Подходящим решением уравнений с таким применением постоянной стало бы пустое пространство (с нулевой плотностью) и в силу этого невозможностью создания материи! Рукописные пометки автора доказывают, что он понял свою ошибку, но современные читатели остаются в недоумении, почему он не ввел отдельное поле творения, как Хойл. Вероятнее всего, это связано с убеждением Эйнштейна, что Вселенная должна быть простой (вспомним, что впоследствии он называл введение космологической постоянной своим величайшим промахом). Эта любовь к простоте вскоре проявилась еще в одной космологической модели, которую ученый разработал совместно с голландским астрономом Виллемом де Ситтером и опубликовал в 1932 году.

## Чем проще, тем лучше

В том же 1932 году Джеймс Джинс\*, британский физик и знаменитый популяризатор научного знания, писал:

Снаружи кажется, что вся вселенная равномерно расширяется, подобно поверхности надуваемого воздушного шара, со скоростью, удваивающей ее размеры каждые 1400 млн лет <...> Если космология относительности Эйнштейна верна, у туманностей нет вариантов: свойства пространства, в котором они находятся, вынуждают их разлетаться.

---

\* Джеймс Джинс (1877–1946) — британский физик-теоретик, астроном, математик. *Прим. ред.*

Здесь подчеркнута разница между моделью Эйнштейна — де Ситтера и идеями каждого из них по отдельности до исследований Хаббла (и Леметра). Одной из ключевых особенностей модели, разработанной Эйнштейном и де Ситтером, стала ее согласованность с наблюдениями, а не с чистым интересом к математическому аспекту общей теории относительности, как это было в ранних работах Фридмана, де Ситтера или даже Эйнштейна. Совместная статья Эйнштейна и де Ситтера, написанная в январе и опубликованная в марте 1932 года, называлась «О соотношении расширения и средней плотности Вселенной». В ней всего две странички, и в некотором смысле в работе не говорится о космологических моделях ничего нового, не сказанного ранее Фридманом и Леметром. Поэтому иногда приходится слышать, будто она была опубликована и замечена лишь из-за громкого имени Эйнштейна. Однако это неверно. Важность статьи заключается в попытке описания реальной Вселенной, а не абстрактной математической модели. В ее названии упомянута Вселенная, а не вселенная. Это важнейший шаг вперед.

[ 173 ]

Эйнштейн и де Ситтер знали, что Вселенная расширяется — им даже была известна скорость этого процесса (постоянная Хаббла), хотя сегодня мы знаем, что она значительно преувеличена. Другой поддающейся наблюдению характеристикой Вселенной, как они понимали, была плотность, для оценки которой следовало подсчитать число галактик (и количество вещества во всех звездах в них) на единицу космического пространства. Этих двух чисел хватило бы для определения судьбы Вселенной: расширяется ли она достаточно быстро, чтобы преодолевать гравитационное сжатие и продолжать это расширение вечно (открытая Вселенная с отрицательной кривизной), или же ее плотность достаточно велика, чтобы вначале остановить расширение, а затем вынудить Вселенную сжаться обратно в сверхплотное состояние (закрытая Вселенная с положительной кривизной). Однако существует всего один особый случай — чуть ли не самое простое решение уравнений, — именно он привлек внимание Эйнштейна и де Ситтера.

Вселенная, находящаяся точно между состояниями открытой и закрытой (так называемая плоская вселенная), может быть достаточно просто описана математически с помощью уравнений

[ 174 ]

общей теории относительности. Кроме того, в самом простом виде эта вселенная гомогенна (однородна) и изотропна (одинакова во всех направлениях). Как мы уже видели, Фридман первым открыл плоскую модель вселенной наряду с другими возможными математическими построениями. Но он не увязал ее с наблюдениями за реальной Вселенной. Не сделал этого и Леметр. Именно это выделяет работу Эйнштейна — де Ситтера 1932 года. Они указали, что если значение постоянной Хаббла известно, то можно рассчитать плотность плоской Вселенной и сравнить ее с реальными наблюдениями. Для постоянной Хаббла в 500 км в секунду на мегапарсек требуемая плотность равнялась бы  $4 \times 10^{-28}$  грамма материи на кубический сантиметр пространства. Поскольку современные оценки постоянной Хаббла по причинам, которые скоро станут очевидны, сегодня почти в десять раз меньше, чем думал сам Хаббл, современный вариант этих вычислений дает меньшую плотность — чуть больше  $10^{-29}$  грамм на кубический сантиметр. Если бы вся эта материя имела форму атомов водорода и была распространена равномерно, она была бы аналогична одному атому на миллион кубических сантиметров космоса.

Стоит отметить, что эти рассуждения в свое время использовались как мощный аргумент в пользу стационарной Вселенной. Чтобы заполнить появляющиеся пустые пространства в расширяющейся вселенной, достаточно создавать по несколько атомов водорода то тут, то там. Как повторял Фред Хойл, это в принципе не более сомнительно, чем мысль, что вся материя во Вселенной появилась одновременно при Большом взрыве. В наши дни Хойла порой представляют безумным ученым со странными идеями, но (как подтверждает и тот факт, что схожие концепции обдумывал и Эйнштейн) в его время (вплоть до открытия реликтового излучения) стационарная модель рассматривалась как полноправная альтернатива модели Большого взрыва.

В 1930-е годы было уже ясно, что даже во всех ярчайших звездах видимых галактик не хватит материи, чтобы утверждать, что Вселенная плоская. Но было также ясно, что объем материи ненамного меньше, чем требуется, конечно, с учетом разнообразия математических конструкций. Космологи не рассуждали терминами числа атомов водорода на миллион кубических сантиметров,

они использовали так называемый параметр плотности, обычно обозначаемый греческой буквой «омега» ( $\Omega$ ), исходя из того, что в плоской вселенной  $\Omega = 1$ . Если во Вселенной вдвое меньше материи, чем нужно для ее плоской модели, то  $\Omega = 0,5$ ; если там всего треть необходимого объема, то  $\Omega = 0,3$  и так далее. Количество видимой материи в нашей Вселенной дает приблизительно  $\Omega = 0,1$ , то есть мы наблюдаем примерно в десять (или чуть более) раз меньше вещества, чем требовалось бы для того, чтобы считать нашу Вселенную плоской. Разница кажется значительной, но уравнения допускают любое значение  $\Omega$  в моделях вселенных — например, она могла бы равняться одному миллиарду или одной миллиардной, триллиону триллионов или одной триллионной части одной триллионной части и так далее. Поэтому еще в начале 1930-х годов, когда космология впервые стала искать количественные выражения своих принципов, стало очевидно, что плотность реальной Вселенной подозрительно близка к значению, необходимому для ее плоского состояния<sup>26</sup>. Эйнштейн и де Ситтер сочли разумным предположить, что она и есть плоская, просто мы видим не все ее содержимое. Хотя оценки плотности Вселенной в 1932 году не вполне соответствовали этой модели, ученые писали:

[ 175 ]

Она, безусловно, имеет нужный порядок величины, и мы должны заключить, что в настоящее время можно представить факты, не оценивая кривизну трехмерного пространства. Эта кривизна, впрочем, в принципе определяема, и увеличение точности данных, извлекаемых из наблюдений, поможет нам в будущем уточнить порядок и определить значение.

Чтобы добиться значения  $\Omega = 1$ , достаточно обнаружить необходимое количество невидимой материи (сейчас мы называем ее темной), дополняющей материю ярких звезд. Хотя в тот момент идея темной материи, обеспечивающей Вселенной плоскую модель, не была принята всерьез, существует и другой способ примирить наблюдения с концепцией плоской Вселенной — уточнить постоянную Хаббла в надежде, что тот ее переоценил. Если ее значение окажется достаточно малым, то Вселенная сможет быть признана плоской даже без сокращения ее плотности (это



[176]

также повысит оценку времени, прошедшего с момента Большого взрыва, и, возможно, согласует между собой оценки возраста Вселенной и звезд). В итоге модель Эйнштейна — де Ситтера (плоская, однородная и изотропная) стала краеугольным камнем космологии (отчасти из-за ее максимальной простоты). Ее преподавали многим поколениям студентов (в том числе и мне), несмотря на неясность значения  $\Omega$  и постоянной Хаббла\*. В течение нескольких десятилетий усилия космологов ограничивались поисками постоянной Хаббла, поскольку более ничего предпринять было нельзя. Затем, как мы увидим, стало возможным оценить количество темной материи во Вселенной и точно выяснить значение  $\Omega$ .

## Сквозь Вселенную

### *Вдвое дальше*

Космология Эйнштейна — де Ситтера привлекательна еще и потому, что предлагает простой способ рассчитать возраст Вселенной с опорой на постоянную Хаббла ( $H$ ). Если Вселенная расширяется с постоянной скоростью начиная со времени Большого взрыва, то ее возраст (время, прошедшее после взрыва) равен единице, деленной на  $H$ : и километры, и мегапарсеки — единицы расстояния, и при делении мы получаем секунды, а из них годы. Получившийся «возраст» известен как время Хаббла. Но расширение Вселенной с момента Большого взрыва замедлилось, поэтому значение  $H$  за это время уменьшилось. Постоянная Хаббла постоянна в том смысле, что она одна и та же для любой точки Вселенной в определенный момент (одну и ту же космическую эпоху), но не во времени вообще. Поэтому иногда астрономы называют ее не постоянной, а параметром Хаббла или говорят, что постоянная Хаббла есть значение параметра Хаббла для конкретной эпохи. Поскольку в прошлом Вселенная расширялась быстрее, то для достижения ею нынешнего состояния

---

\* Де Ситтер не дожил до этого времени. Он умер от пневмонии в Лондоне в ноябре 1934 года в возрасте 62 лет.

понадобился меньший период, чем время Хаббла. Но насколько он был меньше? Здесь нам как раз пригодится простота модели Эйнштейна — де Ситтера.

[ 177 ]

В космологической модели Эйнштейна — де Ситтера возраст Вселенной составляет всего две трети от времени Хаббла. Это дает нам период немногим более чем миллиард лет при значении  $H$  в 500 км в секунду на Мпк, что находится в явном противоречии с уже известным в 1930-е годы возрастом Земли (и в несколько менее явном противоречии с возрастом звезд).

В большом значении постоянной есть и еще одна странность, помимо конфликта между предполагаемым возрастом Вселенной и возрастом звезд, но в 1930-е годы ее мало кто заметил. Значение постоянной Хаббла определялось путем точного измерения расстояний до галактик и сопоставления этих данных с их красным смещением. Получив значение этой постоянной, с ее помощью можно определять расстояния; именно поэтому Хаббл изначально и заинтересовался измерением красных смещений. Постоянную Хаббла можно использовать для оценки масштабов Вселенной. Чем меньше расстояния до других галактик, тем больше значение постоянной Хаббла, поскольку расширение пространства быстрее разнесло галактики на их нынешние расстояния. И наоборот, чем больше эта постоянная, тем меньше расстояния между галактиками. Измерения Хаббла, начавшиеся с цефеид и продолженные в других частях Вселенной, явно доказывают, что спиральные туманности — не звездные облака внутри Млечного Пути, а галактики вне его пределов. Согласно тем же измерениям, эти галактики все же расположены довольно близко к нам и друг к другу, что означает: если сопоставить их видимые размеры с расстоянием до них, то они должны быть значительно меньше Млечного Пути. Может быть, мы все-таки живем в самой большой Галактике во Вселенной?

Такое предположение в начале 1930-х годов не казалось совсем уж невероятным, но нашелся человек, подвергший его сомнению, — Артур Эддингтон. В своей книге «Расширяющаяся Вселенная», опубликованной в 1933 году и содержащей чуть ли не первое популярное изложение новейших астрономических открытий, он поясняет:

[ 178 ]

Астрономия так часто преподносит нам урок смирения, что мы почти автоматически принимаем точку зрения, что наша собственная Галактика не представляется какой-то особенной, она не более важна в структуре природы, чем миллионы других островных галактик. Но астрономические наблюдения, кажется, это не подтверждают. Согласно последним измерениям, спиральные туманности, в целом похожие на нашу систему Млечного Пути, оказываются значительно меньше ее. Высказывается мнение, что если спиральные туманности — это острова, то наша Галактика — континент. Может быть, моя скромность чрезмерна, но я склонен не согласиться с предположением, что мы принадлежим к вселенской аристократии. Земля — средненькая планета: не гигант вроде Юпитера, но и не мелкая сошка наподобие астероида. Солнце тоже средняя звезда: не великан, как Капелла\*, но намного крупнее самых малых звезд. Кажется неверным думать, что мы случайно оказались принадлежащими к совершенно исключительной Галактике. Говоря откровенно, я не верю в это: слишком много совпадений. Я думаю, что отношение Млечного Пути к другим галактикам — вопрос, дополнительный свет на который прольют дальнейшие наблюдения, и что в итоге мы обнаружим множество галактик такого же размера, как наша, и даже крупнее.

Это пример того, что называется принципом заурядности Земли: он гласит, что в нашем положении во Вселенной нет ничего исключительного. Эддингтон значительно опередил свое время, и до конца 1930-х годов на его замечание не обращали особого внимания. Но если принять как данность, что Млечный Путь — средняя по размеру спиральная галактика, и скорректировать масштаб расстояний (изменив постоянную Хаббла), отодвинув другие спиральные галактики на достаточное расстояние, чтобы их средний размер был сопоставим с размером Млечного Пути, значение постоянной Хаббла придется сократить примерно в десять раз и таким образом

---

\* Капелла (Альфа Возничего) — самая яркая звезда в созвездии Возничего, шестая по яркости на небосклоне и третья по яркости на небе Северного полушария. *Прим. ред.*

увеличить расчетный возраст Вселенной с миллиарда с чем-то до десяти с чем-то миллиардов лет. Эддингтон, однако, остановился на пороге этого открытия\*. В период, когда он писал книгу, другим способом доказать принцип заурядности мог бы стать поиск галактик размером с Млечный Путь, окруженных мелкими спиральными туманностями, за пределами досягаемости имевшихся тогда телескопов. Определить, какой ответ на вопрос о нашем месте во Вселенной верен, можно было лишь постфактум, изучив большое количество галактик. Оценка постоянной Хабблом и Леметром действительно оказалась завышенной. Первая и самая серьезная корректировка ее значения произошла в результате дальнейших наблюдений в 1940-х годах, примерно тогда, когда Георгий Гамов с энтузиазмом стал пропагандировать идею Большого взрыва.

[ 179 ]

Этим прорывом мы частично обязаны периоду Второй мировой войны и беспомощности немецкого астронома Вальтера Бааде во всем, что не касалось астрономии. Бааде родился в Шреттингхаузене в 1893 году, всего на четыре года позже Хаббла. Он получил докторскую степень в Геттингене в 1919 году и одиннадцать лет проработал в Бергедорфской обсерватории при Гамбургском университете, а затем переехал в США, поскольку наиболее сильные телескопы в те годы находились именно там. Он устроился наблюдателем в Маунт-Вилсон вскоре после того, как Хаббл и Хьюмасон опубликовали первые работы по взаимосвязи красного смещения и расстояний до туманностей. Совместно с Хабблом и другими исследователями Бааде изучал сверхновые и отдаленность других галактик и приобрел репутацию отличного наблюдателя. Его жизнь вне работы, однако, была гораздо менее успешной, и хотя ученый намеревался получить американское гражданство и в 1939 году даже начал оформлять документы, при переезде он потерял нужные бумаги и вынужден был начать все заново. Прежде чем он успел сделать это, в декабре 1941 года японцы атаковали Пёрл-Харбор и Германия, союзница Японии, объявила Соединенным Штатам войну. Таким образом, формально Бааде оказался подданным враждебного государства и поначалу

---

\* Рассуждения Эддингтона получили подтверждение много лет спустя.

[180]

подпал под действие особого комендантского часа, запрещавшего ему покидать жилище между 20:00 и 6:00. Таким образом, он потерял возможность наблюдать за звездами по ночам\*.

В течение нескольких последующих месяцев много исследователей (включая Хаббла) были призваны в армию или на работы для нужд фронта, и в итоге Бааде оказался самым старшим из оставшихся в Маунт-Вилсоне астрономов. К тому времени он был признан не несущим опасности для страны, но непригодным для участия в обороне, что позволило ему возобновить наблюдения с помощью 2,5-метрового телескопа. Как раз в это время появилась новая, более чувствительная фотопластинка, а в Лос-Анджелесе по ночам стали отключать электричество: в распоряжении Бааде был лучший в мире телескоп, передовые фототехнологии и максимально темное небо. Это лишь незначительно облегчило исследование тусклых звезд в галактиках за пределами Млечного Пути, но к 1943 году Бааде был уже наблюдателем высшего класса и смог сфотографировать намного менее яркие объекты, чем это удавалось Хабблу, и даже начать подробное исследование туманности Андромеды.

Вальтер сумел обнаружить отдельные звезды не только во внешнем слое этой галактики (где Хаббл отыскивал цефеиды), но и в ее глубине, которая до этого на фотографиях отображалась как неясное пятно. Его первым крупным открытием стал факт, что туманность Андромеды состоит из звезд двух типов. Это могло означать, что все спиральные галактики, включая Млечный Путь, имеют аналогичную структуру. Один вид звезд (Бааде назвал его Населением I) расположен ближе к краю галактики — в диске и спиральных рукавах. Это горячие молодые звезды голубого или желтого цвета, несущие большие объемы тяжелых элементов. Звезды в центральной области галактики — утолщенном ядре — получили название Населения II: это более старые и холодные красные звезды с очень низкой металличностью. Аналогичный тип звезд присутствует в шаровых звездных скоплениях. Дальнейшие исследования показали, как уже говорилось в первой части книги, что звезды

---

\* Через это прошли многие американцы немецкого происхождения, но им повезло больше, чем японцам: с теми обращались весьма некорректно и помещали их в лагерь для интернированных лиц.

Населения II сформировались из первичного материала, входившего в состав предыдущих поколений звезд, что действительно все спиральные галактики устроены также и что наше Солнце, относительно богато тяжелыми элементами, относится, безусловно, к Населению I.

В 1944 году Бааде также обнаружил, что переменные цефеиды тоже делятся на два типа, связанных с Населениями. Цефеиды Населения I сегодня известны как классические, а Населения II — как тип W Девы (по характерному представителю). Каждый вид обладает особым соотношением периода и светимости, но в целом цефеиды типа W Девы более тусклые, чем классические. В 1944 году это открытие не изменило представления астрономов о космологической шкале расстояний, поскольку Хаббл изучал классические цефеиды, подобные находящимся в нашей части Млечного Пути, и это не вызвало противоречий в его работе. Но, как только появились более современные технологии, были сделаны открытия, изменившие астрономическую картину Вселенной.

На этот раз новой технологией стал еще более крупный и совершенный телескоп — пятиметровый рефлектор на горе Паломар\*, введенный в строй в 1948 году и на протяжении последующих сорока пяти лет остававшийся самым мощным прибором такого типа на Земле (он и сейчас работает и приносит большую пользу науке). Перенеся весь свой опыт на новую технику и применяя лучшие из доступных фототехнологий, Бааде с уверенностью взялся за исследование переменных типа RR Лиры в галактике Андромеды. Эти звезды менее яркие, чем цефеиды, но очень удобны для определения расстояний. Их часто можно найти в шаровых скоплениях, и Бааде был уверен, что обнаружит их и в туманности Андромеды. Но не обнаружил. Он смог вычленил в шаровых скоплениях самые яркие звезды, но тусклых переменных типа RR Лиры не увидел. Если допустить, что красные гиганты, наблюдаемые Бааде в шаровых скоплениях галактики Андромеды, обладают теми же характеристиками, что и находящиеся в шаровых скоплениях нашей Галактики, переменные типа RR Лиры действительно нельзя было бы обнаружить доступными астроному

---

\* Телескопы на горах Вилсон и Паломар относятся к единой системе обсерваторий при Калтехе.

[ 182 ]

приборами из-за их тусклости. Но чтобы быть столь тусклыми, красные гиганты должны находиться на значительно большем расстоянии, чем то, которое Хаббл определил для туманности Андромеды. Причина ошибки вскоре стала ясна, и она отсылала ученых к изначальному процессу определения дистанций до цефеид, который придумал Шепли за тридцать лет до того.

В ходе поиска логики в расстояниях Шепли использовал данные для каждой цефеиды, которую смог найти. К сожалению, ему попались цефеиды и из Населения I, и из Населения II — к концу 1940-х годов это стало понятно. Эти звезды Населения I ярче, и можно подумать, что это сделало бы ошибку Шепли очевидной. Но они находятся в диске Млечного Пути, где много пыли (больше, чем предполагалось во времена Шепли), что мешает их рассмотреть. Цефеиды Населения II располагаются выше и ниже галактического диска, пыли там меньше. Шепли просто не повезло: наблюдаемые им более яркие звезды оказались затемненными пылью почти точно до уровня светимости менее ярких. Выходит, что Хаббл рассматривал цефеиды Населения I (классические), применяя к ним принципы расчета расстояний, в действительности относящиеся к цефеидам Населения II (типа W Девы). Используемые в его вычислениях звезды были ярче, чем ему казалось. Чтобы выглядеть настолько тускло, они должны быть значительно дальше от нас. Вышло, что туманность Андромеды находится на примерно вдвое большем расстоянии от нас, чем предполагал Хаббл, и что точно такой же коррекции следует подвергнуть всю шкалу расстояний во Вселенной, сократив постоянную Хаббла примерно до 250 км в секунду на Мпк. Объявленный в 1952 году результат исследований Бааде произвел эффект разорвавшейся бомбы и попал на первые полосы газет: размеры Вселенной внезапно удвоились! Но, что даже еще более важно, удвоился ее возраст: он составил почти 4 млрд лет, что уже не так сильно отличалось от ранее рассчитанного возраста Земли. Даже в 1952 году еще не было точно известно, сколько лет звездам, и 5 млрд представлялись разумным предположением: оставшийся разрыв не вызывал особых сомнений. Но в течение 1950-х годов оценки возраста Вселенной продолжили расти, а для звезд они росли еще быстрее; при этом противостоящая теории Большого взрыва стационарная модель Вселенной не собиралась сдавать позиции.

## Наследник Хаббла

[ 183 ]

Коррекции возраста Вселенной в большую сторону в 1950–1960-х годах основывались на уточнении постоянной Хаббла. Основной вклад в этот процесс внес еще один американец, Аллан Сэндидж\*, ставший научным наследником Хаббла и доведший использование пятиметрового телескопа до совершенства.

Сэндидж еще в юности знал, что Вселенная расширяется. Он родился в Айова-Сити в 1926 году, всего за год до появления работы Леметра о взаимосвязи красного смещения и расстояния и за три года до признания этой идеи законом Хаббла. Он открыл для себя астрономию в девять лет, когда посмотрел на ночное небо через телескоп школьного товарища. В старших классах Аллан прочел книгу Хаббла «Царство туманностей» и эддингтоновскую «Расширяющуюся Вселенную». В 1944 году он был призван на флот и вынужден прервать учебу, но после демобилизации в 1945-м пошел в Иллинойский университет, окончил его в 1948 году и поступил в аспирантуру Калтеха. Интерес молодого ученого к космологии возник благодаря Фреду Хойлу, который во времена его студенчества читал в Калтехе курс как приглашенный лектор. Сэндидж защитил диссертацию под руководством Вальтера Бааде в 1953 году, как раз когда тот «удвоил размер Вселенной». К этому моменту он уже трудился в Маунт-Вилсоне и Паломаре над проектом Эвина Хаббла, одного из героев своих школьных лет. Сэндидж проработал в этой обсерватории всю свою жизнь.

Проект, в котором был задействован Сэндидж, был попыткой измерить, насколько Вселенная плоская, то есть соответствует ли истинная Вселенная модели Эйнштейна — де Ситтера. По сути, это была трехмерная аналогия подсчета степени плоскости двухмерной поверхности, например листка бумаги. На плоской поверхности, как нас учат в школе, сумма углов треугольника равняется 180 градусам, и, если нам известны длины сторон треугольника, мы можем узнать его площадь. На поверхности замкнутой сферы сумма углов треугольника больше 180 градусов, а его площадь,

---

\* Аллан Сэндидж (1926–2010) — американский астроном, известный многолетними исследованиями по определению постоянной Хаббла. *Прим. ред.*



[ 184 ]

соответственно, больше привычной. На незамкнутой поверхности, изогнутой наподобие седла или горного ущелья, сумма углов треугольника меньше 180 градусов, а площадь меньше привычной.

В трехмерной модели измеряются не площади, а объемы. Если пространство выпуклое или вогнутое, число галактик на различных расстояниях от нас будет отличаться от их количества в плоском пространстве. Сэндиджу был поручен подсчет галактик с помощью фотопластинок, отснятых широкоугольным телескопом под названием камера Шмидта\*. Этот прибор мог снимать на одну пластинку большой участок неба, в то время как пятиметровый телескоп был способен видеть дальше, но лишь в одной точке. Пластинки Шмидта не содержали информации о красном смещении, но Хаббл полагал (и был прав), что в качестве первого приближения более тусклые галактики можно считать более удаленными. Подсчет и сортировка были как раз подходящим заданием для аспиранта: кропотливая, скрупулезная механическая работа, дающая шанс на упоминание в конце научного труда руководителя.

Сначала Сэндидж выполнял подсчеты, даже не посещая саму обсерваторию. Затем, летом 1949 года, Хаббл перенес инфаркт и врачи временно запретили ему подниматься в горы. Сэндидж и еще один аспирант Хэлтон Арп\*\* были отправлены на обучение самостоятельным наблюдениям под руководством Вальтера Бааде, поскольку было очевидно: даже если Хаббл сможет вернуться к работе, ему потребуется помощь\*\*\*. Они занялись проектом с применением фотографирования и анализа шаровых скоплений с помощью сначала полутораметрового телескопа, а затем, доказав свою состоятельность как наблюдатели, 2,5-метрового. Именно за это исследование Сэндидж получил докторскую степень, про-

---

\* Тип астрономического телескопа с широким полем зрения, предназначенный исключительно для фотографического использования. Он был изобретен Бернардом Шмидтом в 1930 году. Роль коллектора света выполняет сферическое зеркало. *Прим. ред.*

\*\* Хэлтон Арп (1927–2013) — американский астроном, получивший известность благодаря созданному им Атласу пекулярных галактик, в котором перечислено большое количество пекулярных и взаимодействующих галактик. *Прим. ред.*

\*\*\* Кстати, если вы ждете ответа: кропотливый подсчет показал, что Вселенная действительно плоская или, как осторожно формулируют эксперты, что ее кривизна не находит подтверждения.

явив себя первоклассным наблюдателем. В 1952 году он первым изучил технику на основе времени отхода от главной последовательности, которая, как показано в главе 4, стала ключом к измерению возраста шаровых скоплений.

[ 185 ]

К тому моменту, однако, Сэндидж уже работал ассистентом Хаббла. Последний собирался организовать массивованную атаку на шкалу космических расстояний, опираясь на открытие Бааде и пытаясь дополнительно уточнить значение постоянной Хаббла, что помогло бы (хотя такой цели он себе и не ставил) определить возраст Вселенной. Сэндидж уже работал с пятиметровым телескопом, осуществляя наблюдения, которые Хаббл собирался провести сам, но уже не мог, хотя с октября 1950 года врачи и разрешили ему иногда подниматься в обсерваторию. В 1952 году Сэндиджа официально назначили на платную должность астронома-ассистента, но он уехал на год в Принстон, чтобы развить там свое открытие закономерностей отхода от главной последовательности. Он намеревался перейти от него к изучению звездной эволюции. Но вскоре после его возвращения в Калтех в сентябре 1953 года Хаббл умер от второго инфаркта, немного не дожив до своего шестидесятичетырехлетия. Хьюмасону и Бааде тоже было уже за шестьдесят, и пора было передавать бразды правления следующему поколению астрономов, наиболее перспективным из которых и был Сэндидж. Он принял руководство из чувства долга, без особого желания:

Я ощущал груз ответственности за продолжение работы по шкале расстояний. [Хаббл] начал ее, а я был наблюдателем и знал каждый шаг продуманного им процесса. Было ясно, что на прояснение открытия Вальтером Бааде ошибки шкалы расстояний надо было потратить 15–20 лет — я уже тогда знал, что это будет очень долгий процесс. И я сказал себе: «Я должен сделать это». Если бы я не взялся за тему, ничего вообще не было бы сделано. Другого телескопа не существовало, работать с нашим умели всего двенадцать человек, и никто из них не был вовлечен в этот проект. Так что мне пришлось заняться этой темой из чувства ответственности<sup>27</sup>.

В тот момент Сэндиджу было всего 27 лет.

[186]

Взятый астрономом на себя проект предполагал полный пересмотр шкалы космологических расстояний, определенной Хабблом. Для начала надо было подробнее изучить еще большее число цефеид. Как и в исходном проекте Хаббла с 2,5-метровым телескопом и в соответствии с его планом для пятиметрового, после определения расстояний до ближайших галактик с помощью техники цефеид Сэндидж смог идентифицировать самые яркие объекты в этих галактиках и откалибровать их яркость в сравнении с цефеидами, чтобы в дальнейшем использовать их как стандартные свечи — эталонные единицы силы света — для определения расстояний до более отдаленных галактик. На этом этапе исследования обнаружилось, что Хаббл допустил вполне объяснимую ошибку. Он использовал в качестве стандартных свечей те объекты других галактик, которые считал очень яркими звездами и которые при изучении через пятиметровый телескоп оказались светящимися облаками газа, известными как области HII. Такие места есть и в нашем Млечном Пути, что позволило калибровать их яркость. Оказалось, их максимальная яркость имеет пределы; таким образом, выявив наиболее яркие области HII в галактике и измерив их видимую яркость, можно получить достаточно точное представление о расстоянии. Однако области HII ярче звезд, с которыми их сравнивал Хаббл, что означает, что галактики дальше от нас, чем он предполагал. Как и в случае с коррекцией Вальтером Бааде шкалы расстояний, это подразумевало, что постоянную Хаббла надо сократить еще больше, чем предлагал Бааде.

Первое достижение Сэндиджа базировалось на данных о красном смещении и яркости, собранных по 850 галактикам за два предыдущих десятилетия при участии Милтона Хьюмаса и молодого коллеги Николаса Мейола\*. В 1956 году вышла работа всех троих ученых, в которой показывалось, что закон Леметра — Хаббла (о пропорциональности красного смещения и расстояния) верен, насколько можно судить, для красных смещений, соответствующих скоростям до 100 тыс. км в секунду (треть скорости света).

---

\* Николас Мейол (1906–1993) — американский астроном. *Прим. ред.*

В целом, если учесть коррекцию Бааде и объединить измерения с данными об областях НII, само это открытие означает, что галактики втрое дальше от нас, чем полагал Хаббл, и что значение постоянной Хаббла не может превышать 180. Однако это был лишь первый шаг, который задал логику всех проектов Сэндиджа в 1950-х годах и позже: каждое следующее уточнение, сделанное с помощью пятиметрового телескопа, сокращало постоянную Хаббла. С годами она становилась все меньше и меньше.

Шаровые звездные скопления также оказалось возможным использовать в качестве стандартных свечей, поскольку после измерения расстояния до ближайших галактик стало ясно: у наиболее ярких шаровых скоплений примерно одинаковая яркость, в какой бы галактике они ни находились. Постепенно и очень медленно наращивая базу данных, Сэндидж понял, что для ориентиров расстояний можно использовать даже целые галактики, поскольку в рамках крупных кластеров обычно присутствует одна очень яркая галактика и ее истинная яркость примерно одинакова для всех таких кластеров.

Ключевым шагом во всех этих исследованиях стало измерение расстояний до большого скопления галактик, лежащего в направлении созвездия Девы (но намного дальше его), поэтому известного как скопление Девы. Наш Млечный Путь, его спутники Магеллановы облака и галактика Андромеды входят в небольшую группу галактик (Местную группу), объединенную гравитацией аналогично тому, как связаны ею звезды внутри Млечного Пути. Хотя измерение расстояний внутри Местной группы полезно, например, для калибровки яркости других объектов в сопоставлении с цефеидами, эти измерения ничего не говорят нам об отношении красного смещения и расстояний: галактика Андромеды движется в нашу сторону и ее свет демонстрирует не красное, а синее смещение. В этой ситуации сила тяготения преодолевает расширение пространства. Полностью эффект расширения пространства можно наблюдать только между галактическими кластерами (или между ними и нашей Местной группой), которые можно считать точками (или пробными частицами, говоря языком космологии) на поверхности воображаемого наполняющегося шара Джеймса Джинса, удаляющимися друг от друга все сильнее по мере растягивания

[ 188 ]

материала шара. Скопление Девы включает более 2500 галактик и многочисленные шаровые скопления, на которые можно опираться при исчислении расстояний. После выяснения расстояния до скопления Сэндидж смог сделать следующий шаг в еще более отдаленный космос. С помощью пятиметрового телескопа и цефеид астроному удалось углубиться в пространство на 5 млн световых лет, области НП позволили ему заглянуть за десяток, а скопление Девы — добраться примерно до 65 млн световых лет. В итоге оценки расстояний Сэндиджа преодолели планку в 300 млн световых лет за счет использования галактик в роли стандартных свечей. При такой выборке можно было не сомневаться, что Вселенная изучена достаточно для уверенных выводов относительно истинного соотношения красных смещений и расстояний.

К 1958 году он смог прийти к заключению, что значение постоянной Хаббла составляет около 75 в обычных единицах, но, поскольку на всех этапах исследований были некоторые неопределенности, оно может оказаться и чуть меньше 50, и чуть больше 100. Однако до общепризнанности это значение прошло еще долгий путь.

Проблема заключалась в отсутствии согласия ученых относительно постоянной Хаббла. Другие астрономы применяли свои приемы и учитывали иные допуски для таких явлений, как межзвездное покраснение, соответственно, у них выходили иные величины, причем обычно намного превышавшие данные Сэндиджа: он единственный учитывал максимум корректирующих факторов. На начало 1960-х годов существовали как минимум три другие оценки значения постоянной от уважаемых исследователей. Одни считали, что оно находится в диапазоне от 143 до 227, другие — от 120 до 130, третьи — от 130 до 140. И даже абсолютный авторитет Сэндиджа в этой области и применение им самого передового пятиметрового телескопа не смогли преодолеть убеждение астрономического сообщества, что, поскольку большинство думает иначе, постоянная должна быть выше, чем он полагает. К тому времени, когда я сам начал всерьез изучать астрономию (середина 1960-х годов\*), большинство космологов использова-

---

\* Впервые я заинтересовался этой темой значительно раньше, когда в середине 1950-х прочел книги Георгия Гамова.

ли значение в 100 км в секунду на Мпк: они признавали, что оно может оказаться завышенным, зато с таким круглым числом было очень удобно работать.

[ 189 ]

С этим значением, однако, были связаны две проблемы. Первую все знали, но игнорировали:  $H = 100$  давало возраст Вселенной менее 9 млрд лет, при этом возраст шаровых скоплений в то время определялся примерно в 15 млрд лет с некоторыми допусками, которые, впрочем, однозначно не разрешали опустить это число ниже 10 млрд. О другой проблеме никто, кажется, не знал или не задумывался. Будучи студентом, я прочел комментарии Эддингтона о заурядности размеров Млечного Пути и был впечатлен. Но если  $H = 100$ , то Млечный Путь примерно вдвое больше других спиральных галактик. И вообще при любом значении больше 70 оказывается, что и Млечный Путь, и туманность Андромеды больше, чем любые галактики из скопления Девы. Сегодня это звучит уже не столь радикально, но в юности меня очень смущало. Однако я не чувствовал себя вправе спорить с преподавателями, которые, стоило мне заикнуться о проблеме, покровительственно советовали не трогать этот вопрос и оставить его более серьезным специалистам. Эта ситуация вскрывает очень серьезный момент: в начале 1960-х никто (кроме, может быть, Георгия Гамова и Жоржа Леметра, оба они были еще живы) в глубине души не верил, что Большой взрыв действительно был. Космология все еще оставалась некоей научной игрой, которой развлекали себя избранные умы с помощью абстрактных уравнений. Соответствовали ли их результаты реальности, мало кого волновало.

Конечно, именно проблема возраста Вселенной поддерживала авторитет стационарной модели Вселенной на протяжении всех 50-х и даже отчасти 60-х годов XX века, пока Пензиас и Вильсон не вышли на сцену и не вытащили из цилиндра реликтовое излучение. Этот фокус моментально сделал космологию не просто игрой: Большой взрыв оказался самой вероятной моделью, а о возрасте Вселенной стали задумываться намного серьезнее. Но прежде чем перейти к современным оценкам постоянной Хаббла и истинному возрасту Вселенной, нужно прояснить, что именно подразумевалось под стационарной моделью Вселенной. Для этого давайте ненадолго вернемся в прошлое.

## Еще один Большой спор

[190] В 1947 году Королевское астрономическое общество попросило молодого австрийского исследователя Германа Бонди, работавшего тогда в Кембриджском университете, обобщить космологические знания того времени. В итоге появилась чрезвычайно важная статья, стимулировавшая развитие космологической мысли в Великобритании\*. Бонди включил в нее все описанные здесь идеи (и не только), сделав акцент на огромном потенциале общей теории относительности в приложении к космологии. Он также указал на важнейший научный вопрос своего времени: «Некоторые модели вселенной предполагают ее рождение из катастрофы, в то время как другие теоретики более консервативны и не допускают концепции возникновения вселенной в результате взрыва». Обратите внимание, что в конце 1940-х годов консервативный взгляд заключался в том, что взрыва не было. При подготовке статьи Бонди обсудил ее содержание с Хойлом и американским астрономом и физиком австрийского происхождения Томми Голдом. Бонди и Хойла особенно волновал тот факт, что разработанные в 1920–1930-х годах математические решения уравнений Эйнштейна не содержали объяснений существования материи (кроме фейерверков Леметра, которые представлялись им неудовлетворительными с философской точки зрения). Но у Голда появилась отличная идея, которая навела их на разработку стационарной модели.

Как-то вечером все трое коллег отправились в кино на фильм ужасов «Глубокой ночью»\*\*, построенный на идее повторяющегося кошмара. У сюжета нет начала и конца: с какого бы места вы ни начали смотреть, в итоге этот эпизод повторится и впечатление от фильма не будет нарушено. Несколько дней спустя Голд

---

\* Лет двадцать спустя, когда я решил стать космологом, Бонди порекомендовал мне начать с какой-нибудь более здоровой темы, прежде чем ступить на эту зыбкую почву. Я послушался и написал докторскую по звездам, хотя до сих пор не уверен, что здоровым был сам совет Бонди.

\*\* «Глубокой ночью» (Dead of Night) — классический британский киноальманах в жанре фильма ужасов, состоящий из пяти рассказов. Фильм снят в 1945 году на лондонской студии Ealing четырьмя режиссерами. *Прим. ред.*

предположил, что аналогично может быть устроена и Вселенная. Ее тоже можно «начать смотреть» с любого места, и она, вероятно, не имеет ни начала, ни конца. Так появилась альтернатива леметровским фейерверкам: расширяющаяся вселенная, которая в целом постоянно выглядит одинаково, где в промежутках между разбегающимися галактиками возникает новая материя — постепенно, а не вся сразу\*. Поначалу идея непрерывного творения внушила им отвращение\*\*, но затем они убедили себя, что их вариант ничем не хуже: в конце концов, должна же была материя откуда-то взяться.

[ 191 ]

Сначала ученые хотели опубликовать единую работу под всеми тремя именами. Но быстро выяснилось, что их позиции разнятся: Бонди и Голд больше интересовались некими философскими аспектами модели, в то время как Хойл пытался увязать ее с общей теорией относительности. Чтобы добиться этого, он ввел уже упоминавшееся в начале этой главы понятие поля творения (C-field) в контексте расширения вселенной. В книге воспоминаний «Дом там, где дует ветер» Хойл находит изящное объяснение: чтобы компенсировать положительную энергию вновь созданных частиц, поле творения привносит во Вселенную отрицательный заряд, и это вызывает расширение пространства. Хойл утверждал, что этот вывод сам собой родился из уравнений и «очень удивил» его. Стационарная вселенная расширяется именно потому, что творение непрерывно и в общем и целом ее энергетический заряд сбалансирован: он не становится ни меньше, ни больше. В 1948 году ученый заявил, что новые частицы, вероятнее всего, представляют собой нейтроны (поскольку нейтроны спонтанно распадаются на протоны и электроны — составные части атомов водорода) и создаются в расширяющемся пустом пространстве

---

\* Голд всегда порождал и умело продвигал множество идей. В 1960-е годы после открытия пульсаров в Кембридже (где я как раз старался не ступать на зыбкую почву космологии) велось множество разговоров о том, как их можно объяснить, в том числе выдвигалось предположение, что они могут оказаться вращающимися нейтронными звездами. Насколько я помню, эта идея возникла в общей дискуссии за чашкой кофе. Но именно Голд быстро опубликовал статью на эту тему в журнале Nature и был признан автором открытия.

\*\* По словам самого Хойла.



[ 192 ]

со скоростью, равной одному атому водорода на кубический метр за 10 млрд лет. Этот тезис, в свою очередь, заставил его исследовать синтез других элементов внутри звезд... Итак, в 1948 году в свет вышли две отдельные работы: одна Бонди и Голда, другая Хойла.

Суть подхода Бонди и Голда хорошо отражена в предложенном ими понятии «совершенного» космологического принципа. Обычный космологический принцип гласит, что Вселенная выглядит отовсюду практически одинаково и к ней везде применимы единые законы физики. «Совершенный» космологический принцип добавляет, что Вселенная выглядит практически одинаково еще и в любой момент времени. Хойл ненавидел это название и в своих отзывах о работе Бонди и Голда предпочитал называть их версию космологического принципа расширенной. Историк Саймон Миттон суммировал различие подходов ученых следующим образом: Бонди и Голд шли от философии и пытались подобрать к ней модель, а Хойл шел от уравнений и пытался уже на них основать философию.

Итогом стала развернувшаяся в 1950-е годы дискуссия между теориями Большого взрыва и стационарной, или стабильной, Вселенной, которые сначала считались практически равнозначными (правда, в стационарную модель верило больше ученых). К счастью, существовал способ проверить, какая из этих моделей лучше описывает реальную Вселенную. Если справедлива стационарная версия, число галактик в заданном объеме пространства (численная плотность) должно быть стабильным во все времена. Если же верна теория Большого взрыва, то раньше эта плотность была больше. Вопрос в том, можно ли утверждать, что плотность галактик увеличивается с ростом их удаленности от нас, ведь удаленные галактики мы видим такими, какими они были много миллионов лет назад.

Как раз в это время, после изобретения радара во время Второй мировой войны, появилась радиоастрономия и было обнаружено, что некоторые галактики излучают значительно больше энергии на длинах радиоволн, чем в форме видимого света. Это означало, что их можно «увидеть» на значительно большем расстоянии, чем обеспечивает телескоп. Тогда не существовало способов измерения расстояний до этих «незримых» галактик, но в принципе

представлялось разумным, что чем сильнее сигнал, тем ближе такая радиогалактика к нам; аналогичный принцип исповедовал Хаббл в отношении видимых галактик.

[ 193 ]

Подсчет тусклых радиогалактик был начат группой кембриджских радиоастрономов под руководством Мартина Райла\*. Хойл и Райл находились в отношениях, далеких от дружеских, и Райл постарался сделать так, чтобы теоретики ничего не знали о его исследованиях до момента обнародования результатов. В 1955 году он выступил в Оксфордском университете с лекцией, на которой заявил: «Представляется, что наблюдения никак не могут быть объяснены в рамках стационарной теории». Впрочем, это заключение было преждевременным. В том же году австралийские радиоастрономы сообщили, что их подсчеты галактик соответствуют предсказаниям стабильной модели. Оказалось, что в кембриджские расчеты вкралась ошибка\*\* — стремление Райла посрамить Хойла сделало его слишком самоуверенным. Чтобы решить наконец проблему, необходимо было провести намного более масштабное исследование с использованием самых передовых телескопов с максимальным разрешением, позволяющих заглянуть насколько возможно далеко в глубь Вселенной и веков. В начале 1960-х годов дискуссия начала подкрепляться результатами подобных исследований: они медленно (и не совсем верно) стали сдвигать баланс мнений в сторону стационарной модели. Но все эти исследования померкли (по крайней мере, в контексте происхождения Вселенной) перед открытием космического микроволнового фонового излучения. Примерно на этом месте мы начали повествование в нулевой части книги, пришла пора пойти дальше.

---

\* Сэр Мартин Райл (1918–1984) — британский радиоастроном, разработавший революционные системы радиотелескопов и использовавший их для точного обнаружения и записи слабых радиосигналов. Лауреат Нобелевской премии по физике (1974) вместе с Энтони Хьюишем за пионерские исследования в области радиофизики. *Прим. ред.*

\*\* Тамозний радиотелескоп не мог различить близко находящиеся источники сигнала, и в ряде случаев они считали две галактики одной.



[Почитать описание, рецензии  
и купить на сайте](#)

Лучшие цитаты из книг, бесплатные главы и новинки:

