

Виктор де Касто

PRO



емную материю



ПРОСТО

Просто... (Страта)

Виктор де Касто

Pro темную материю

«Страта»

2016

УДК 524
ББК 22.6

де Касто В.

Pro темную материю / В. де Касто — «Страта»,
2016 — (Просто... (Страта))

ISBN 978-5-906150-74-5

Почему 22 % материи во Вселенной называют темной? Потому что ее не видно в традиционном смысле и даже в оптическом диапазоне длин волн, как видно обычную, светящуюся материю. Темная материя не принимает участия в электромагнитном взаимодействии. При этом она однозначно существует. Еще большую долю, 74 %, в составе Вселенной занимает темная энергия, предположение о существовании которой было высказано после наблюдений за сверхновыми и расширяющейся Вселенной. Свойства этой субстанции оказались очень странными... По мнению ряда ученых, без темной материи и темной энергии невозможно возникновение и существование самих галактик, звезд в галактиках, звездных систем, планет и жизни. Автор увлекательно рассказывает об истории изучения Вселенной, о великих астрономах, астрофизиках и космологах, их попытках узнать или, скорее, рассчитать судьбу Вселенной.

УДК 524

ББК 22.6

ISBN 978-5-906150-74-5

© де Касто В., 2016

© Страта, 2016

Содержание

Введение	6
Восприятие Вселенной	7
Пополнение каталога Вселенной	13
Происхождение Вселенной	19
Конец ознакомительного фрагмента.	21

Виктор де Касто

Pro темную материю

© De Casto V., 2016

© Жукова М., перевод на русский язык, 2016

© «Страта», 2016

Введение

Большинство современных людей, по крайней мере, из развитых стран, уверены в материальности нашего мира, в том, что нас окружает материя и мы сами являемся ею. Мы привыкли считать, что в нашей Солнечной системе и в нашей Вселенной доминирует материя в классическом понимании, то есть вещество, состоящее из атомов, в которых, в свою очередь, находятся протоны, электроны и нейтроны. Люди уже давно наблюдают светящуюся материю, то есть испускающую и отражающую свет – это значит, что ее каким-то образом можно увидеть. Пусть это нельзя сделать невооруженным глазом, но в XXI веке у нас есть множество приборов, позволяющих рассмотреть то, что в прошлые века было невидимым. Одна из моих предыдущих книг посвящена антиматерии – веществу, построенному из античастиц.

А в этой книге мы будем говорить о темной материи, изучением которой занимаются астрономия и космология. Эта форма материи не испускает электромагнитного излучения и не взаимодействует с ним. Из-за этого свойства ее прямое наблюдение невозможно. Ее «не видно» – в традиционном значении слова. Но присутствие этой формы материи можно обнаружить по создаваемым ею гравитационным эффектам. Темная материя собирается в сгустки, подобно обычной материи. Это объясняется действием сил гравитации, а гравитация, как известно, универсальна. Места скоплений обычной и темной материи совпадают, но между ними практически не происходит столкновений.

Эту форму материи называли «темной» (от англ. «dark») по нескольким причинам. Во-первых, она далекая и невидимая. Во-вторых, это таинственное и непонятное нам вещество. Английское слово было выбрано очень удачно: оно имеет значения и «темный, черный», и «тайный, неизвестный». Не исключено, что мы никогда не сможем понять этот вид материи до конца.

На обычную материю – то есть нас с вами и все привычное нам и видимое – во Вселенной приходится всего 4 %. Вдумайтесь! Это же так мало! Оставшиеся 96 % состава Вселенной имеют совсем другую природу – необычную и вызывающую много вопросов. Одни ученые считают, что темная материя составляет 22 %, другие – 23 %, соответственно, 74 % или 73 % приходится на нечто еще более таинственное, именуемое темной энергией.

Когда в научных кругах появилась эта цифра – 4 % – родились и шутки, часто понятные только специалистам. Я не буду приводить их здесь, но если задуматься, ведь при такой малой доле в общей массе-энергии во Вселенной мы – и все то, что мы считаем нашим миром, практически не имеет значения. Нас можно рассматривать как некий вид загрязнения, ничего не значащего дополнения к основной массе Вселенной. Если мы исчезнем, мало что изменится. Или все же изменится? 4 % – это, конечно, очень мало, но, может, благодаря им и существует все остальное? Например, отношение массы головного мозга к массе тела у человека составляет 2 %, более того, считается, что мы используем всего 10 % возможностей этого органа. Но ведь человек без мозга – это не человек, и его доля в нашем теле совсем не соответствует его огромному значению. Похоже, что и во Вселенной наша процентная доля играет роль, аналогичную мозгу в человеческом теле.

Говорят, что открытие темной материи и темной энергии стало очередной революцией в науке. Их открыли астрономы, которые не искали никакую темную материю! Но нашли – и привели доказательства. Аргументы стали накапливаться, в этом участвовали уже не только астрономы, и получилось, что известная нам Вселенная – только тень того, что существует в действительности. Мы не видим реальную Вселенную, которая состоит не только из доступного человеческому глазу, пусть и вооруженному самыми современными приборами. И теперь начинается новый этап исследования Вселенной. Что он нам даст? Посмотрим!

Восприятие Вселенной

С самых древних времен, с тех самых пор как человек стал смотреть на небо над головой, он считал (или предполагал), что существует только то, что он видит. И еще он пытался объяснить, «как оно туда попало». Он прогуливался под греющим солнцем или лежал на спине, глядя на звезды, и строил различные версии. Во всех культурах в той или иной форме существуют легенды о борьбе света и тьмы, воды и огня, есть многочисленные божества, «ответственные» за небесные светила, или один бог, который создал все сущее, – китов, черепах, слонов, на которых стоит Земля, и даже рептилию туатару, участвовавшую в создании мира. Потом человек, естественно, задумывался о том, как все это должно закончиться. Что будет? Рай, ад или ничего?

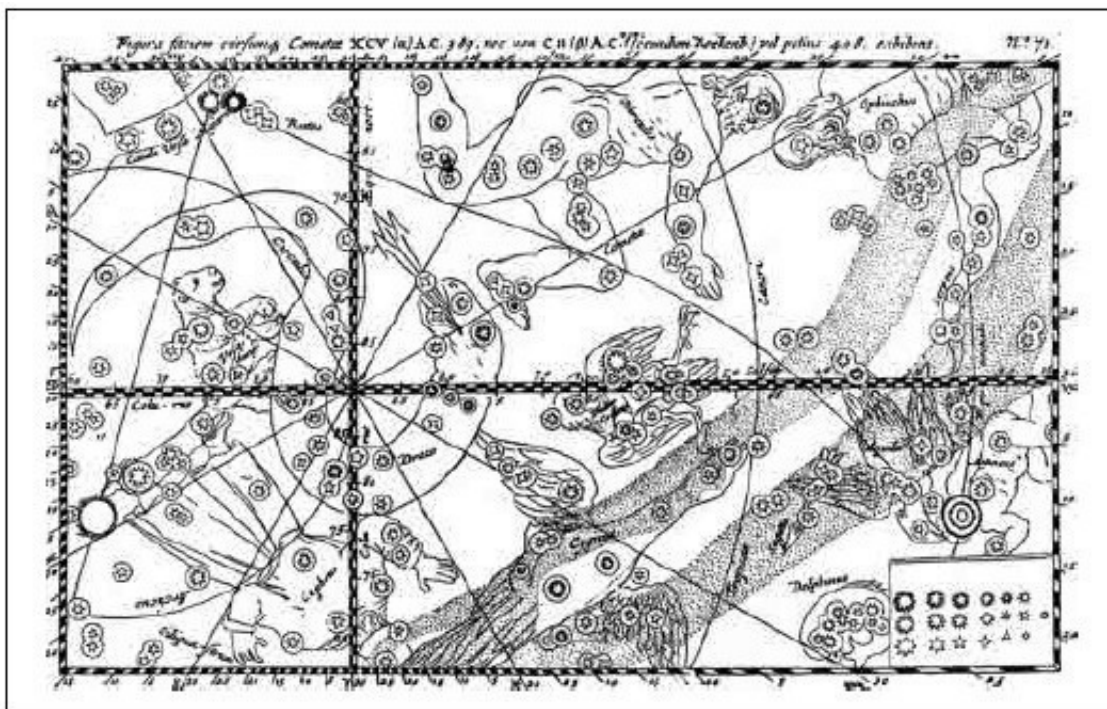
В IV веке до н. э. Платон предложил своим ученикам описать движение небесных тел, которые они видели, с помощью геометрии. Он не ожидал, что ответы стопроцентно покажут то, что фактически происходит в небесах. Это знание было недостижимо: они не могли отправиться на небо и проверить, что там происходит. Платон говорил о приближении к знанию, он хотел, чтобы его ученики нашли математические способы объяснения не фактов, а видимого или кажущегося.

Один из его учеников, Евдокс Книдский (около 408 – около 355 г. до н. э.), математик и астроном, нашел ответ, математическую гипотезу, которая в той или иной форме, в большей или меньшей степени «продержалась» две тысячи лет. Евдокс представил небеса как ряд концентрических прозрачных сфер (вы же помните, что в те времена Земля считалась неподвижной и центром Вселенной). По Евдоксу, в некоторых из упомянутых сфер находились небесные тела, а другие сферы взаимодействовали с первыми, чтобы ускорить или замедлить их движение. Таким образом объяснялось ускорение или замедление движения небесных тел по своим орбитам. И Солнцу, и Луне Евдокс отдал по три сферы. Пяти известным тогда планетам – Меркурию, Венере, Марсу, Сатурну и Юпитеру – он дал по дополнительной сфере для объяснения редкого изменения направления их движения на фоне звезд (в настоящее время мы объясняем это «ретроградное движение» тем, что при движении Земли и других планет вокруг Солнца по своим орбитам Земля иногда обгоняет другую планету, или планета обгоняет Землю). Звездам Евдокс тоже выделил сферу – сферу неподвижных звезд. В целом получилось 27 сфер.

Аристотель внес изменения в эту систему. Он предположил, что сферы являются не математическими конструкциями, а физической реальностью. Получилось 56 сфер – он добавил вращающиеся в противоположных направлениях.

Около 150 года н. э. греческий астроном Клавдий Птолемей упростил систему. В системе Птолемея есть семь светил (Солнце, Луна, пять известных в то время планет) и сфера звезд, которые движутся вокруг неподвижной Земли. Для согласования видимой нерегулярности в движении планет с постулатом физики Аристотеля о равномерном круговом движении небесных светил Птолемей ввел эпициклы (вспомогательные окружности, по которым движутся планеты в геоцентрической системе мира). Таким образом получалось, что наблюдаемое движение планеты оказывалось комбинацией нескольких равномерных круговых движений. Но все равно математика не могла в точности отразить реальность.

Революцию совершил польский астроном Николай Коперник (1473–1549), которого называют основоположником астрономии Нового времени. Астрономией он начал заниматься в Болонье, где проводил наблюдения с 1497 года, в своем самом известном сочинении «О вращениях небесных сфер» (1543) он перечислил 27 наблюдений. Эту работу иногда называют синонимом изобретения новой Вселенной. В ней Коперник изложил свое главное открытие: гелиоцентрическую систему мира, альтернативу общепринятой геоцентрической.



Ущелье между двумя отрогами Млечного Пути. Справа виден хвост созвездия Змия. Слева Дракон извивается вокруг полюса эклиптики. Из книги *Historia universalis omnium cometarum*, 1681

Коперник считал, что в покое находится не Земля, а Солнце. Коперник также ввел эпициклы для согласования своей системы с данными наблюдений, они усложнили гелиоцентрическую модель, которая все равно оказалась более простой, чем геоцентрическая. Трудности возникли из-за того, что планеты движутся не по окружностям, а по эллипсам (что в XVII веке показал немецкий астроном Иоганн Кеплер), а Коперник стремился сохранить идею равномерного кругового движения светил. Но, несмотря на этот недостаток, работа Коперника стала революцией в науке и восстанием против учений церкви, а также принесла чрезвычайную пользу развитию астрономии и физики. Не зря его открытие получило название «коперниканской революции».

Упомянутая работа вызвала большие споры как в научных, так и богословских кругах. В частности было высказано предложение считать изложенную в книге теорию математической гипотезой, не отвечающей реальности, но облегчающей вычисления. Такая точка зрения высказывалась, например, в предисловии к первому изданию книги «О вращениях небесных сфер», написанной лютеранским богословом А. Осиандером.



Николай Коперник, великий польский астроном, механик, математик, автор гелиоцентрической системы мира, положивший начало первой научной революции (1473–1543)

Математик, астроном и священник-иезуит Христофор Клавий (1537–1612) признавал допустимость и пользу гипотезы Коперника, если не считать ее описанием реальности. Но в 1616 году комиссия из 11 экспертов-богословов, собранная по инициативе кардинала Роберта Белармина, главного инквизитора священной канцелярии, приняла решение о еретичности учения о неподвижности Солнца, а учение о движении Земли признало не еретичным, но ошибочным. На основании этого книга Коперника была включена в «Индекс запрещенных книг» и пробыла там до 1828 года, хотя официальный запрет поддерживать учение о движении Земли был снят Папой Бенедиктом XIV в 1757 году.

Как и древние, Коперник не предлагал никакой новую Вселенную, причем как «физически», так и философски. Он пытался объяснить существующую, то есть видимую и известную. Но истинные движения этой Вселенной и того, что в ней имеется, оставалось вне пределов досягаемости. Так было всегда и, похоже, будет в дальнейшем. Мы пытаемся объяснить Вселенную и происходящие в ней процессы, имея все больше и больше материала и средств, но не можем это проверить! Такова история нашей Вселенной – или, правильнее будет сказать, нашей цивилизации.

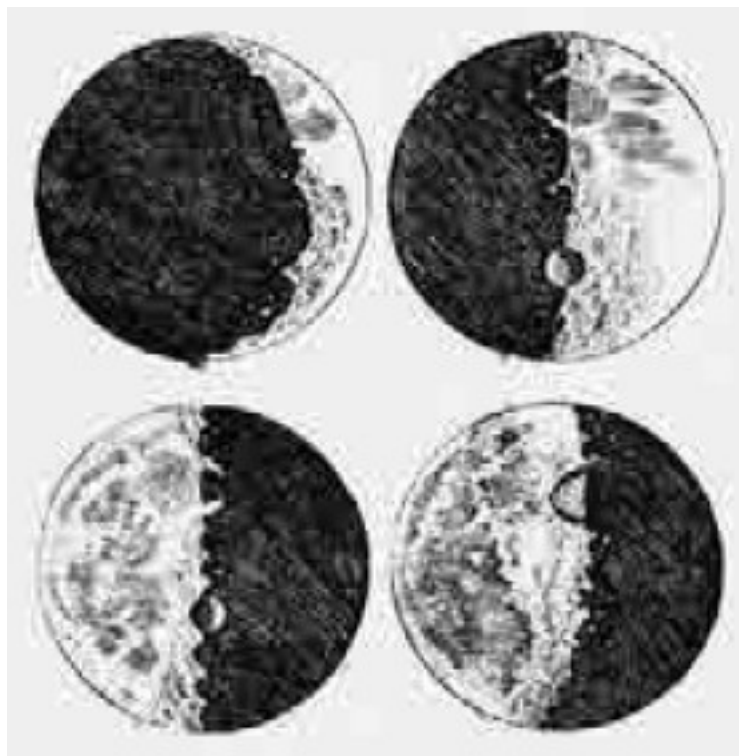


Первые зрительные трубы Галилея. Из астрономических наблюдений 1923 года с помощью этих труб следует, что одна из них имела разрешающую способность 20" и поле зрения 15'

Но до чего-то мы все же добираемся – с каждым годом, веком и поколением видим больше и можем больше объяснить.

Если вернуться в прошлое, то пришло время поговорить о Галилео Галилее (1564–1642), итальянском физике, астрономе, математике и философе. Именно он первым провел астрологические наблюдения с помощью телескопа (зрительной трубы) в 1609 году. Этот телескоп хранится в музее Флоренции. Называть прибор, использованный Галилеем, телескопом, предложил греческий математик Иоаннис Демисианос. Зрительную трубу одновременно изобрели несколько человек. На роль изобретателя претендовали три голландских мастера: Иоганн Липперсгей, Захарий Янсен и Якоб Метиус, годом изобретения считается 1608. Однако самые первые чертежи простейшего линзового телескопа (причем как однолинзового, так и двухлинзового) были обнаружены в записях Леонардо да Винчи, датированных 1509 годом.

Галилей создал свою первую зрительную трубу с трехкратным увеличением в 1609 году. В том же году он построил телескоп с восьмикратным увеличением, его длина составляла около полуметра. Позже Галилей создал телескоп с 32-кратным увеличением длиной около метра и диаметром объектива 4,5 см. Это был очень несовершенный инструмент, но с его помощью Галилей сделал ряд важных открытий. Например, открыл спутники Юпитера, горы на Луне, солнечные пятна, фазы у Венеры, сотни звезд. Именно он обнаружил, что Вселенная состоит из гораздо большего, чем видит обычный человек невооруженным глазом. Галилей увидел то, что до него не видел никто.



Зарисовки Луны из рабочей тетради Галилея

Благодаря Галилею у человечества появилась новая Вселенная, а не только видимая невооруженным глазом. В последующие годы и до нашего времени к ней будут добавляться новые луны вокруг других планет, новые планеты вокруг Солнца, сотни планет вокруг других звезд, сотни миллионов звезд в нашей галактике, сотни миллионов галактик. Изобретение телескопа, первого инструмента в истории, усиливающего возможности одного из органов чувств, изменило наше видение космоса.

Галилей подтвердил правильность разработанной Коперником гелиоцентрической системы. Он доказал, что Земля является планетой и вместе с другими планетами вращается вокруг Солнца. Более того, он заявил, что в намерение авторов Библии не входило учить астрономии, а вопросы, решаемые естественнонаучными методами, не относятся к вопросам веры. Он сделал попытку «гелиоцентрического» истолкования тех частей Библии, в которых, как тогда считали богословы, говорится о неподвижности Земли. Инквизиция начала против Галилея судебный процесс после выхода книги «Диалог о двух важнейших системах мира» (1632), которая фактически являлась скрытой защитой учения Коперника. Галилей был вынужден отречься от этого учения и в качестве наказания до самой смерти находился под домашним арестом. Галилей был реабилитирован лишь в 1992 году. Папа Иоанн Павел II заявил, что в вопросах толкования Священного Писания Галилей был ближе к истине, чем профессиональные богословы, его противники. То есть обвинение в ереси было официально снято с ученого только в наше время.



Исаак Ньютон, великий английский физик, математик, механик и астроном (1643–1727)

Но после открытий Галилео Галилея люди все равно не могли отправиться на небеса и проверить, как именно происходит все то движение, которое он описал. Факты требовали объяснений.

В 1687 году два объяснения предложил Исаак Ньютон. Он решил, что раз Земля – это планета, то формулы, которые можно применить к земному пространству, должны относиться и к небесному. Ньютон строил свою работу на математике Кеплера, наблюдениях Галилея и его последователей-астрономов, и пришел к выводу, что движение в небесах можно объяснить не дюжинами сфер или эпициклов, а одним законом, который получил название закона всемирного тяготения.

В 1705 году друг и спонсор Ньютона Эдмонд Галлей (1656–1742), английский астроном и геофизик, применил закон Ньютона к уже имевшимся наблюдениям комет, которые подлетали близко к Земле в 1531, 1607 и 1682 годах. В результате он пришел к выводу, что это одна и та же комета (названная кометой Галлея), которая вернется в 1758 году, уже после его смерти. Так и случилось. Галлей доказал наличие периодичности в движении комет, вычислил орбиты более 20 комет, составил первый каталог звезд Южного неба.

Что мы получили к XVIII веку после всех этих открытий? Если взять закон всемирного тяготения Ньютона, применить его к наблюдениям, которые с помощью телескопов становятся все более и более точными, – получится упорядоченная и предсказуемая Вселенная, в целом не меняющаяся. Космос, который работает как часы.

Пополнение каталога Вселенной

От наблюдений Галилея, первого человека, использовавшего телескоп, нас отделяют четыре века. За это время «каталог» содержимого Вселенной постоянно пополнялся, обычно это происходило после каждого усовершенствования телескопа. Астрономы регулярно обнаруживали новые луны вокруг планет, новые планеты, новые звезды. К началу XX века астрономы определили, что все звезды, которые видны по ночам, будь то невооруженным глазом или с помощью самых современных телескопов, являются частью одного огромного скопления звезд, насчитывающего десятки миллионов, если не миллиардов звезд. Это скопление получило название Млечный Путь из-за своего внешнего вида. Огромное количество визуально неразличимых звезд выглядит как неярко светящаяся полоса, пересекающая небо. Существуют ли другие скопления звезд, с десятком миллионов единиц в каждом, за границами Млечного Пути? Астрономы предположили, что да, и назвали этот класс небесных объектов «островными вселенными».

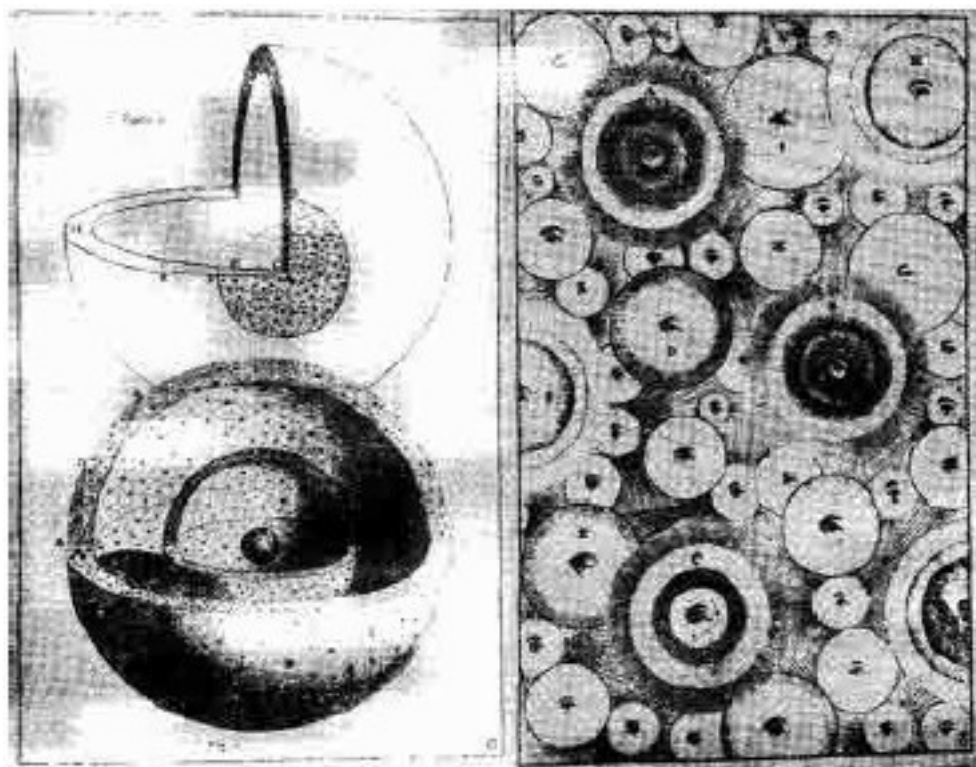


Схема Вселенной Томаса Райта, 1750. Слева – схема строения Солнечной системы, справа – множественность звездных систем.

Вообще, появление концепции островных вселенных связывается в истории науки с именем английского астронома-самоучки Томаса Райта (1711–1786). Эта концепция с середины XVIII века и до первых десятилетий XX века была предметом острых дискуссий. Райт знал об открытии Галлеем собственных движений у трех ярких звезд и сделал первый правильный вывод о том, что звезды должны обращаться вокруг общего центра тяготения (по аналогии с планетами). Но центр звездной Вселенной Райт представлял как «божественный», то есть пытался объединить естественное со сверхъестественным. Он изобразил Вселенную как систему сферических областей вокруг ее не только физического центра тяготения, но одновременно и «священного престола», или даже «ока» бога. Рядом с ним располагается область

«рая», далее материальная область смертных («бездна времени, или область смертных») и, наконец, царство «тьмы и отчаяния», то есть ад. Таким образом, материальную Вселенную Райт считал конечной. Близкие звезды видны по отдельности, а далекие, разбросанные беспорядочно по всему пространству, сливаются в беловатое сияние. Звезды беспорядочно раскиданы по всему небу, но заключены в некоем сферическом слое, окружающем некий центр.

В дальнейшем Райт предложил второй вариант решения космологической проблемы. В этом варианте звезды располагались вокруг «божественного центра» кольцом и как бы повторяли в больших масштабах систему Сатурна. Райт предполагал существование и других «божественных центров» со своими системами звезд вокруг них. Таким образом, он первым выдвинул идею островных вселенных в рамках гравитационной картины мира.

В наше время считается, что островные вселенные, или звездные острова, возникают постоянно со своими мириадами звезд. И островные вселенные – это места, где есть и темная материя, и темная энергия.



Большая комета над Прагой, ноябрь 1577

В 1774 году Шарль Мессье (1730–1817), французский астроном, член Парижской Академии наук, опубликовал первое издание каталога туманностей и звездных скоплений. Этот каталог содержал 45 объектов. Второе издание (1780) включало 68 объектов. В 1781 году вышло третье издание с 103 объектами. В современной версии каталога содержится 110 объектов, и 60 из них были открыты самим Мессье. Ученый считал, что туманности могут отвлечь астрономов, пытающихся увидеть кометы. Его самого называли «охотником за кометами» или «ловцом комет». Он единолично открыл 15 комет, 5 – одновременно с другими наблюдателями, а в целом наблюдал 44 кометы.

Вначале все объекты в каталоге назывались туманностями, потом астрономы определили, что часть из них – это скопления звезд. Другие оставались тайной, даже с усовершенствованием телескопов. Высказывались версии о том, что это облака газа, находящиеся в процессе превращения в звезды в нашей галактике. Другая версия – это скопления звезд, отдельные от

присутствующих в нашей галактике, но не уступающие им по масштабности. Астрономическое сообщество раскололось на две части, пытаясь выбрать правильный ответ.

В 1923 году Эдвин Хаббл, о котором речь еще впереди, нашел ответ на вопрос с помощью эмпирических доказательств.



Эдвин Хаббл, выдающийся американский астроном (1889–1953)

До Хаббла большинство ученых считали Вселенную состоящей только из одной галактики Млечный Путь. Кроме туманности Андромеды, он наблюдал еще несколько спиральных галактик. Эти наблюдения, сделанные в 1922–1923 годах, убедительно подтвердили, что туманности находятся слишком далеко, чтобы являться частью Млечного Пути, и в действительности представляют собой отдельные галактики за пределами нашей собственной. Он использовал крупнейший телескоп в мире (на тот момент), диаметр которого составлял 2,5 метра. Телескоп находился в обсерватории Маунт-Вильсон в городе Пасадена, Калифорния. Хаббл сделал фотографию туманности Андромеды, которая в каталоге Мессье значилась под номером М31. Хабблу показалось, что он обнаружил новую звезду, поэтому на следующую ночь сделал еще одну фотографию. Затем сравнил эти снимки и другие фотографии туманности, сделанные в различные даты, и пришел к выводу, что никакой новой звезды он не открыл, а наблюдал вид меняющейся. Она пульсировала, становилась то более яркой, то более темной, причем эти изменения происходили с постоянными интервалами. То есть Хаббл идентифицировал класс пульсирующих переменных звезд (цефеид). Цефеиды – желтые яркие гиганты, в 103–105 раз ярче Солнца, блеск которых меняется с периодом 1–200 суток. Причиной переменности является пульсация внешних слоев, что приводит к изменению радиуса и температуры их фотосфер. В цикле пульсации звезда становится больше и холоднее или меньше и горячее. Одна из самых известных цефеид – Полярная звезда.



Генриетта Суон Ливитт, американский астроном, известная работами по изучению переменных звезд (1868–1921)

Открытия Хаббла фундаментальным образом изменили научное видение Вселенной, хотя очень многие поначалу спорили.

В 1908 году Генриетта Суон Ливитт, американский астроном, работавшая в Гарвардской обсерватории, определила соотношение между периодом пульсации цефеид и абсолютной яркостью переменной звезды: чем дольше период, тем ярче переменная звезда. Фактически Ливитт занималась упорядочиванием каталога фотопластинок с изображениями звезд, определяя их блеск. Ливитт открыла более 2400 переменных звезд, причем большая их часть находится в Магеллановых Облаках. Она в частности использовала снимки, сделанные в одной из обсерваторий Перу, а не только Гарвардской обсерватории, где работала до конца жизни. Открытие ею упомянутой выше зависимости, которую иногда также называют зависимостью между периодом изменения блеска и светимостью звезды, помогло астрономам в измерении расстояний как в нашей галактике, так и за ее пределами.

Астрономы смогли измерять светимость и сравнивать ее с другим количественным взаимоотношением – между яркостью и расстоянием. Источник света, находящийся в два раза дальше, чем другой источник света с такой же светимостью (это звездная величина), имеет одну четверть яркости второго. Источник света, находящийся в три раза дальше, имеет одну девятую яркости. Источник света, расположенный в четыре раза дальше, имеет одну шестнадцатую яркости, и так далее. Если вы знаете, как часто пульсирует переменная звезда (то есть меняется ее блеск), то вы знаете и насколько яркой она является относительно других переменных звезд. Если вы знаете, насколько она яркая относительно других переменных звезд, то вы знаете, насколько она удалена от них.



Весто Мелвин Слайфер, американский астроном, специалист по астроспектроскопии (1875–1969)

Когда Хаббл сравнил период пульсации (изменения блеска) цефеиды, обозначенной у Мессье М31, с периодами пульсации других переменных звезд, то пришел к выводу, что эта переменная звезда находится на достаточном удалении, то есть за пределами островной вселенной – или, как мы сказали бы теперь, «нашей островной вселенной».

Хаббл снова вернулся к изучению фотопластины, которую сделал в ту памятную ночь, и в результате объявил, что М31 – это отдельная островная вселенная. С этого времени ученые стали говорить о галактиках.

Можно считать, что работающая как часы Вселенная Ньютона стала распадаться на части в 1929 году. Хаббл продолжал исследование островных вселенных, в особенности необъяснимых измерений, которое астрономы делали уже более десяти лет.

В 1912 году американский астроном Весто Мелвин Слайфер начал исследовать туманности с помощью спектроскопии. Большую часть жизни он проработал в частной астрономической обсерватории Лоуэлла, расположенной во Флагстаффе, Аризона. Это одна из старейших обсерваторий США, основанная в 1894 году.

Слайфер считается одним из самых известных – или даже самым известным мастером астроспектроскопии. Он оставил после себя труды по спектроскопии планет, звезд и туманностей. Слайфер изучил спектры излучения ночного неба, полярных сияний, большого числа звезд и комет. Используя методы спектроскопии, Слайфер определил скорости и периоды осевого вращения таких планет, как Венера, Марс, Юпитер, Сатурн, Уран. Он первым получил фотографии спектров больших планет с достаточно высокой дисперсией, подтверждение присутствия межзвездных линий кальция в спектрах большого числа звезд, открыл межзвездный натрий. Он обнаружил, что некоторые диффузные туманности имеют спектр, схожий со спектром звезд, первым измерил высокие лучевые скорости шаровых скоплений и спиральных туманностей. В 1913 году Слайфер получил для туманности Андромеды (М31) значение лучевой скорости, равное 300 км/с. Он одним из первых пришел к заключению, что спираль-

ные туманности являются очень далекими звездными системами. Открытие им огромных пространственных скоростей галактик явилось наблюдательной основой теории расширяющейся Вселенной, которую предложил Хаббл. Слайфер также впервые получил доказательства вращения галактик и измерил его скорость для туманности Андромеды.

Спектрограф, которым пользовался ученый, измерял длину волн, идущих от источника света. Световые волны во многом напоминают звуковые волны паровозного свистка, который вы слышите, когда поезд приближается к станции или отходит от нее. Световые волны точно так же сжимаются и растягиваются в зависимости от того, приближается к вам свет или удаляется от вас. Скорость световых волн не меняется, она остается одной и той же – 186 282 мили в секунду (или 299 792 км в секунду). Меняется длина волн. А поскольку длина световых волн определяет цвета, воспринимаемые нашими глазами, кажется, что цвет источника света тоже меняется. Если источник света приближается, то волны сжимаются, а спектрометр показывает смещение к фиолетовому (холодному) концу спектра. Если источник удаляется, то волны расслабляются, и спектрометр зафиксирует смещение в красную сторону спектра. То есть красное смещение возникает, когда расстояние между источником излучения и его приемником (наблюдателем) увеличивается.

А поскольку скорость источника света по мере движения к нам или от нас увеличивается, увеличивается и смещение в одну или другую сторону спектра. Слайфер обнаружил красное смещение в спектрах галактик в 1912–14 годах, потом и другие астрономы показали, что в ряде туманностей наблюдается значительное красное смещение, а это показывает, что галактики удаляются от нас на больших скоростях. Наибольшее красное смещение наблюдается в спектрах далеких внегалактических объектов и в настоящее время рассматривается как следствие космологического расширения Вселенной.

Но вернемся к Хабблу. Теперь он уже знал, что туманности – это галактики, и задумался о том, что может означать их движение. Он сравнил скорости восемнадцати туманностей с расстояниями и оказалось, что эти два показателя прямо пропорциональны друг другу: чем дальше галактика, тем скорее она удаляется. Другими словами, Вселенная, похоже, расширяется. Зависимость между красным смещением галактик и расстоянием до них получила название закона Хаббла.

Внезапно оказалось, что Вселенная не является неподвижной и постоянной. Она меняется! Картинки сменяют друг друга, и никто не знает, что будет в следующую «минуту».

В прошлое вернуться нельзя – можно наблюдать только явления, происходящие в настоящем, пытаться найти математические методы, которые объяснят его и, возможно, помогут предсказать будущее.

Происхождение Вселенной

И тут мы подходим к вопросу происхождения Вселенной, который нельзя не рассмотреть в этой книге, и о котором с новой силой задумались ученые после открытия расширения Вселенной.

Давайте вкратце вспомним самые известные теории. Для начала отмечу, что ученые считали количество времени, прошедшего с того момента, когда Вселенная начала существовать. Оно оказалось равным $13,73 \pm 0,12$ миллиардов лет, и время существования Вселенной получило название «время Хаббла».

Первоначально теория Большого взрыва называлась «динамической эволюционирующей моделью» – название это условное, процесс не был хаотичным, как можно подумать, услышав название.



Стивен Хокинг, выдающийся британский физик-теоретик и популяризатор науки (род. в 1942)

В соответствии с теорией Большого взрыва ранняя Вселенная представляла собой очень однородную среду с необычайно высокими плотностью энергии, температурой и давлением. Раннюю Вселенную можно сравнить с огненным шаром, наполненным излучением и частицами. В результате расширения и охлаждения во Вселенной произошли фазовые переходы, аналогичные конденсации жидкости из газа, но применительно к элементарным частицам. Температура постепенно падала, один фазовый переход следовал за другим, образовались физические силы и элементарные частицы в их современной форме. Некоторые ученые считают, что потребовалось от 0,01 секунды до трех минут после начала Большого взрыва, чтобы появилось 98 % всей видимой материи и возникла собственно Вселенная. После еще большего падения температуры и расширения Вселенной наступил следующий переходный момент, при котором доминирующей силой стала гравитация.

Физики так тщательно и глубоко разработали теорию Большого взрыва, что могут объяснить процессы, происходившие во Вселенной с момента, когда ей было 10–43 секунды (так называемое «планковское время»), и далее. Однако состояние космологической сингулярности в «допланковское время» классическая общая теория относительности описать не может, поэтому получается, что Большой взрыв имеет сверхъестественную природу. И это внезапное возникновение пространства, энергии, материи и времени можно объяснить только с помощью какой-то трансцендентной причины.

Согласно теории Большого взрыва, 13,73 млрд лет назад нынешней материи и энергии предшествовало сингулярное состояние, то есть плотность, давление и температура имели близкие к бесконечным значения, но, как установил знаменитый физик-теоретик Стивен Хокинг, не может быть одновременно бесконечной плотности и температуры. Если выразиться по-другому, Вселенная возникла «из ничего», точнее, из очень малого невидимого объема, меньшего, чем атом. Но что послужило толчком?

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.