

ХОРХЕ ЧЭМ и ДЭНИЕЛ УАЙТСОН



АВТОСТОПОМ ПО САМЫМ
КРУТЫМ ТАЙНАМ ВСЕЛЕННОЙ

УДК 530.1, 539.1
ББК 22.3
Ч97

Jorge Cham and Daniel Whiteson
WE HAVE NO IDEA
A Guide to the Unknown Universe

Перевод с английского Юрия Гольдберга

Ч97 Чэм Х., Уайтсон Д.
Понятия не имеем! Автостопом по самым крутым тайнам Вселенной / Хорхе Чэм и Дэниел Уайтсон ; пер. с англ. Ю. Гольдберга. – М. : КоЛибри, Азбука-Аттикус, 2018. – 320 с. : ил.

ISBN 978-5-389-11169-1

Любопытство в тренде! Хотите знать, как образовалась Вселенная и что ждет нас в будущем? Понять, откуда взялись время и пространство? Выяснить, одиноки ли мы во Вселенной? Тогда вам не сюда. Эта книга для тех, кого интересуют более любопытные вещи. Она о том, чего мы не знаем о Вселенной: о реально сложных вопросах, ответы на которые вопреки распространенному мнению нам неизвестны. С помощью наглядной инфографики, остроумных комиксов и смешных каламбуров авторы берутся выяснить, какие темы на самом деле волнуют современных физиков.

«Мы вовсе не хотим, чтобы вы расстраивались из-за своего невежества; наоборот, мы предполагаем, что вас должна воодушевить огромная, не нанесенная на карту территория, которую предстоит исследовать. Для каждой неразрешенной загадки космического масштаба мы покажем, какое значение для человечества может иметь разгадка и какие невероятные сюрпризы может таить неизведанное. Мы научим вас иначе смотреть на мир – осознав, чего именно мы не знаем, мы поймем, что будущее полно удивительных возможностей. Итак – пристегните ремни, устройтесь поудобнее и приготовьтесь исследовать глубины нашего невежества!» (Хорхе Чэм, Дэниел Уайтсон)

УДК 530.1, 539.1
ББК 22.3

ISBN 978-5-389-11169-1

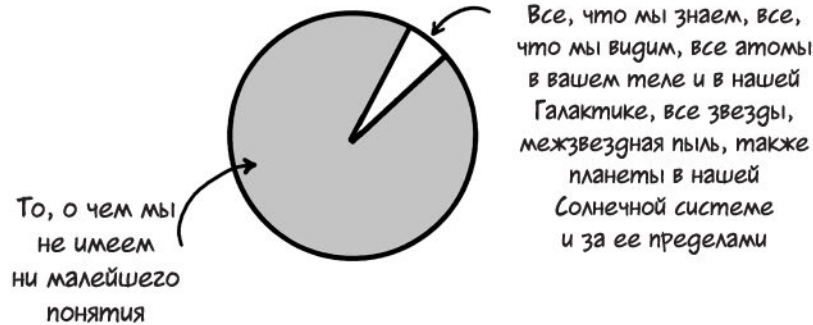
© 2017 by Jorge Cham and Daniel Whiteson
© Гольдберг Ю.Я., перевод на русский язык, 2017
© Издание на русском языке, оформление. ООО «Издательская Группа
«Азбука-Аттикус», 2018
КоЛибри®

Содержание

<i>Введение</i>	5
1. Из чего состоит Вселенная?	7
2. Что такое темная материя?	15
3. Что такое темная энергия?	27
4. Каков основной элемент материи?	41
5. Загадки массы	56
6. Почему гравитация настолько не похожа на другие силы?	71
7. Что такое пространство?	87
8. Что такое время?	106
9. Сколько существует измерений?	129
10. Можем ли мы путешествовать быстрее света?	147
11. Кто стреляет в Землю сверхбыстрыми частицами?	169
12. Почему мы состоим из материи, а не из антиматерии?	184
13. Что случилось с главой 13?	206
14. Что происходило в момент Большого взрыва?	207
15. Насколько велика Вселенная?	231
16. Существует ли Теория Всего?	255
17. Одиноки ли мы во Вселенной?	284
Некоторые выводы	307
<i>Благодарности</i>	312
<i>Примечания</i>	313

Введение

ЧТО МЫ ЗНАЕМ О ВСЕЛЕННОЙ?



Хотите знать, как образовалась Вселенная, из чего она состоит и какова ее судьба? Понять, откуда взялись время и пространство? Выяснить, одни ли мы во Вселенной?

Очень плохо! Книга не даст вам ответов на эти вопросы.

Эта книга о том, чего мы *не* знаем о Вселенной: о тех серьезных вопросах, ответы на которые вопреки распространенному мнению нам неизвестны.

В новостях мы часто слышим о том или ином грандиозном открытии, которое проясняет глубокую тайну Вселенной. Но сколько людей задавались этим вопросом до того, как услышали ответ? Задача нашей книги состоит именно в том, чтобы познакомить вас с нераскрытыми тайнами.

На страницах книги мы объясним, каковы главные вопросы о Вселенной, ответа на которые мы не знаем, и почему они остаются загадкой. Вы поймете, почему глупо думать, что мы хотя бы догадываемся, как устроена Вселенная и что в ней происходит. Но есть и хорошая новость – вы точно получите представление, почему мы всего этого не знаем.

Мы вовсе не хотим, чтобы вы расстраивались из-за своего невежества; наоборот, вас должна воодушевить огромная, не нанесенная на карту территория, которую предстоит исследовать. Кроме того, для каждой неразрешенной загадки космического масштаба мы покажем, какое значение для человечества может иметь разгадка и какие невероятные сюрпризы

может таить неизведанное. Мы научим вас иначе смотреть на мир – осознав, чего именно мы не знаем, мы поймем, что будущее полно удивительных возможностей.

Итак – пристегните ремни, устройтесь поудобнее и приготовьтесь исследовать глубины нашего невежества, поскольку первый шаг к открытию – узнать, что именно мы не знаем. Мы отправляемся в путешествие по величайшим тайнам Вселенной.



I

Из чего состоит Вселенная?

Глава, в которой вы узнаете, что вы очень странное и уникальное существо



Если вы – человеческое существо (пока будем придерживаться этого допущения), то вам, возможно, интересно знать, как устроен окружающий мир. Любопытство – неотъемлемая черта человека, и именно оно заставило вас взять в руки эту книгу.

Интерес этот не нов. С незапамятных времен люди искали ответы на важные и вполне обоснованные вопросы о мире, который нас окружает:

Из чего состоит Вселенная?

Состоят ли большие камни из маленьких камней?

Почему мы не можем есть камни?

Каково быть летучей мышью?¹

¹ Последний вопрос взят из одной из самых цитируемых философских статей нашего времени, написанной американским философом Томасом Нагелем. Спойлер: ответ – «мы никогда об этом не узнаем». – *Здесь и далее, если не указано иное, прим. авторов.*

Первый вопрос, «Из чего состоит Вселенная?», – это очень большой вопрос. И не только из-за величины предмета (он не больше, чем сама «Вселенная»), а еще и потому, что касается всех и каждого. Это все равно что спросить, из чего состоит ваш дом и все, что в нем находится (включая вас самих). Не нужно обладать глубокими знаниями в области физики и математики, чтобы понять, что этот вопрос имеет отношение ко всем людям.

Предположим, что вы первый человек, пытающийся ответить на вопрос: «Из чего состоит Вселенная?» Логично было бы обратиться к самой простой, самой наивной идее. Например, вы можете сказать, что Вселенная состоит из вещей, которые вы видите, и поэтому ответом на вопрос может стать список. Например, такой:

ВСЕЛЕННАЯ:

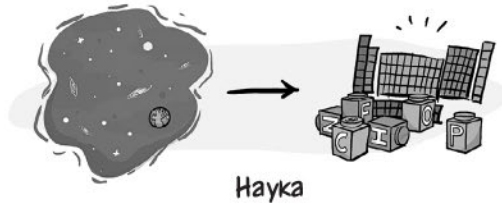
- Я.
- Вы.
- Этот камень.
- Другой камень.
- Вот те камни.
- И т.д.

Но при таком подходе мы сталкиваемся с серьезными проблемами. Начнем с того, что список получается длинным, очень длинным. В него придется включить каждый камень на каждой планете во Вселенной, а также сам этот список (он тоже часть Вселенной). Если вы хотите, чтобы список включал все объекты, а также их составляющие, он может получиться бесконечно длинным. Если же вам не требуются составные части объектов, то список может включать всего один элемент: «Вселенная». Совершенно очевидно, что такой подход, во всех его вариантах, порождает проблемы.

Но самое главное, такой список не дает ответа на поставленный вопрос. Хотелось бы получить ответ, в котором не просто описывается сложность мира – практически бесконечное разнообразие вещей, которые нас окружают, – но содержится некоторое *упрощение*. Именно в этом преуспела периодическая система элементов (та самая, где перечислены кислород, железо, углерод и т.д.). Все объекты, которые люди когда-либо видели, трогали, пробовали на вкус¹ или бросали друг

¹ В том числе тогда, когда в третьем классе ваш приятель попробовал ящерицу.

в друга, она описывает как состоящие из сотни элементарных «кирпичиков». То есть Вселенная организована по тому же принципу, что и конструктор LEGO. Используя один и тот же набор маленьких пластмассовых кубиков, вы можете построить игрушечных динозавров, самолеты и пиратов – или придумать собственный гибрид, летающего динозавро-пирата.



Точно так же, как в конструкторе LEGO, несколько элементарных «кирпичиков» (элементов) позволяют сконструировать все объекты во Вселенной: звезды, камни, пыль, мороженое или лам. Организационный принцип, когда сложные объекты состоят из простых, позволяет нам глубже понять окружающий мир, открывая эти простые объекты.

Но почему Вселенная основана на том же принципе, что и конструктор LEGO? Насколько мы знаем, нет никаких причин, по которым такое упрощение было бы вообще возможным. С точки зрения ученых каменного века, мир мог быть устроен как угодно. Древние ученые Ук и Груг могли опираться только на собственный опыт, который не противоречил самым разным представлениям об устройстве Вселенной.

Вполне возможно, что количество элементов в ней почти бесконечно. В такой вселенной камни могут состоять из элементарных каменных частиц, а воздух – из элементарных частиц воздуха. Слоны могут состоять из элементарных частиц слонов (назовем их Дамботронами). В этой гипотетической вселенной таблица элементов будет иметь почти бесконечное число клеток.

Можно представить еще более странную вселенную, в которой объекты не состоят из крошечных частиц. В такой вселенной камни будут представлять собой однородную каменную субстанцию, которую можно до бесконечности делить на все более мелкие части – если пользоваться бесконечно тонким ножом.

Обе эти теории не противоречили данным, собранным профессора-



Первые физики

ми Уком и Гругом при проведении знаменитых экспериментов со столкновением камней¹. Мы упомянули об этих вариантах не потому, что считаем, что Вселенная устроена именно так, а чтобы напомнить вам, что *это может быть истинным для других видов материи, которые мы еще не изучили.*

Именно поэтому неразгаданные тайны Вселенной, с которыми вы познакомитесь в этой книге, должны вас вдохновлять и волновать, а не расстраивать или деморализовывать. Вы поймете, сколько еще предстоит исследовать и открыть.

В той Вселенной, которую мы знаем и любим, окружающие нас вещи, по всей видимости, состоят из крошечных частиц. За тысячи лет размышлений и исследований мы разработали очень подробную теорию материи². От первых экспериментов Ука и Груга мы перешли к периодической таблице, а затем заглянули внутрь атома.



Как известно, материя состоит из атомов элементов, перечисленных в периодической таблице. Каждый атом имеет ядро, окруженное облаком электронов. Ядра содержат протоны и нейтроны, каждый из которых

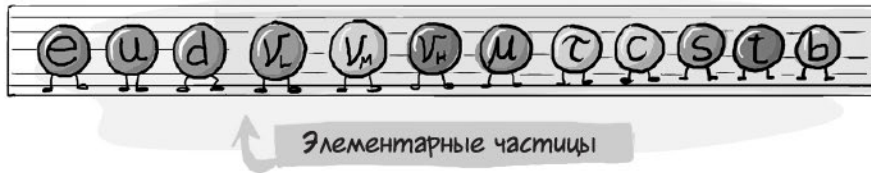
¹ На случай, если вы засомневались в собственной эрудиции: автор шутит. Древние много занимались столкновениями камней, однако их научные работы на эту тему до нас не дошли. – Прим. ред.

² Наука – это современная форма эксперимента, а данные и лабораторные халаты появились лишь несколько столетий назад, но история размышлений над этими вопросами насчитывает не одну тысячу лет.

состоит из верхних и нижних кварков. Таким образом, из верхних кварков, нижних кварков и электронов мы можем создать любой элемент периодической таблицы. Потрясающее достижение! Практически бесконечный список составных частей Вселенной мы сократили сначала до сотни элементов периодической таблицы, а затем всего до трех частиц. Все, что мы когда-либо видели, к чему прикасались, что нюхали или обо что спотыкались, может быть создано из трех элементарных «кирпичиков». Нельзя не восхититься этим результатом коллективного труда миллионов человеческих мозгов.

Однако, несмотря на все основания для гордости родом человеческим, это описание неполно в двух очень важных аспектах.

Для начала, кроме электрона и двух кварков, существуют и другие частицы. Для обычной материи достаточно только этих трех частиц, но за последнее столетие физики, изучающие элементарные частицы, обнаружили еще девять частиц материи и пять частиц, которые переносят силы. Некоторые из них обладают необычными свойствами, например нейтрино, способное преодолеть миллиарды километров свинца, не столкнувшись ни с одним атомом¹. Для нейтрино свинец прозрачен. Другие частицы больше похожи на те три, из которых состоит материя, только гораздо тяжелее.



Откуда взялись эти дополнительные частицы? Для чего они нужны? Кто их «пригласил на вечеринку»? Сколько существует еще разновидностей частиц? Мы не знаем. Более того: *мы понятия не имеем*. Некоторые из этих странных частиц и их удивительные свойства будут подробно рассматриваться в главе 4.

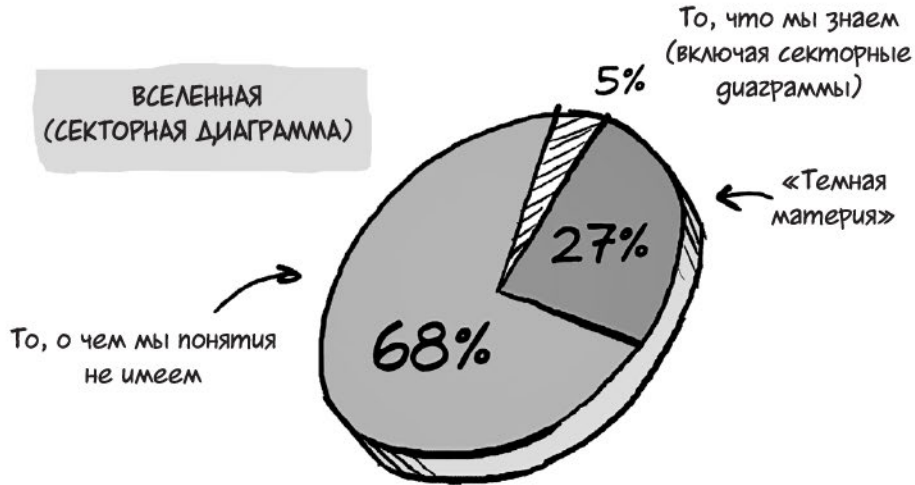
Но наше описание неполное еще в одном, очень важном аспекте. Для того чтобы образовались звезды, планеты, кометы и соленые огурцы, необходимы только три частицы, но выясняется, что все эти объекты составляют лишь небольшую часть Вселенной. Тот вид материи, которую мы считаем обычной, – потому что другой просто не знаем – на самом деле

¹ Мы так думаем. Никто не пытался провести такой эксперимент.

довольно необычен. Из всего, что есть во Вселенной (материя и энергия), на этот вид материи приходится всего 5 %.

Из чего же состоят остальные 95 % Вселенной? *Мы не знаем.*

Если нарисовать секторную диаграмму Вселенной, она будет выглядеть примерно так:



Эта диаграмма ничего не проясняет. Нам знакомо только 5 %, в число которых входят звезды, планеты и все, что на них есть. Целых 27 % приходится на так называемую «темную материю». Оставшиеся 68 % Вселенной – нечто такое, что мы вообще не понимаем. Физики называют это «темной энергией», и мы считаем, что именно она заставляет Вселенную расширяться; больше ничего нам о ней не известно. Понятия темной материи и темной энергии, а также то, как получились эти цифры, мы подробнее рассмотрим в следующих главах.

Но и это еще не все. Даже в тех 5 %, о которых мы имеем представление, есть еще многое, о чем мы не знаем (вспомните о дополнительных частицах). В некоторых случаях мы даже не можем сформулировать правильные вопросы, ответ на которые поможет раскрыть эти тайны.

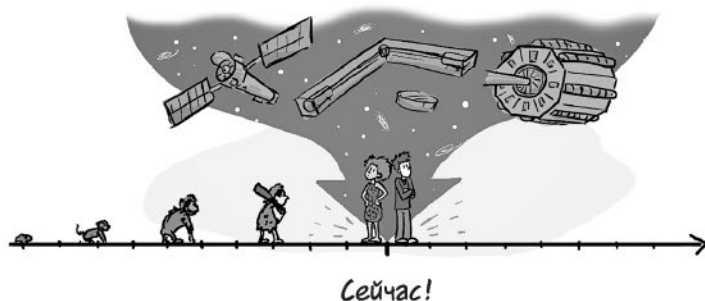
Таковы успехи человечества. Несколькими абзацами выше мы поздравляли себя с невероятными достижениями в интеллектуальном познании, описывая всю известную материю в простых терминах. Теперь наша радость выглядит немного преждевременной, поскольку *большая часть Вселенной состоит из чего-то другого*. Как будто мы несколько тысяч лет изучали слона и вдруг обнаружили, что смотрели *только на его хвост!*



Узнав об этом, вы можете испытать некоторое разочарование. Возможно, вы подумали, что мы достигли вершины своего понимания Вселенной и способности управлять ею (и даже изобрели роботов, которые вместо вас пылесосят дом). На самом деле важно видеть в этом не разочарование, а потрясающую возможность: исследовать, научиться, понять. Что, если бы вы узнали, что нам известно только о 5 % суши на Земле? Или что вы попробовали только 5 % сортов мороженого? Ученый потребовал бы подробного объяснения (а также еще ложечки для мороженого), и его вдохновила бы возможность новых открытий.

Вспомните уроки в начальной школе, на которых вам рассказывали о подвигах великих путешественников-первооткрывателей. Они отправлялись в неизведанное, открывали новые земли, наносили мир на карту. Вас волновали эти рассказы, но вы, наверное, также испытывали некоторое разочарование – все новые континенты уже открыты, все маленькие острова получили имена, и в наше время космических спутников и GPS эра открытий, похоже, осталась в далеком прошлом. Ничего подобного.

У нас еще есть необозримое поле для исследований. На самом деле мы находимся только в начале новой эры открытий. Мы вступаем в период пересмотра своих представлений о Вселенной. С одной стороны, мы знаем, что нам известно очень мало (5 %, помните?), и поэтому у нас есть кое-какие идеи насчет вопросов, которые нужно задать. С другой стороны, мы создаем потрясающие новые инструменты, такие как мощные ускорители частиц, детекторы гравитационных волн и телескопы, которые помогут нам получить ответы. Все это происходит *прямо сейчас*.



Самое интересное, что великие научные загадки действительно *имеют* реальные, точные ответы. Просто мы еще их не знаем. Есть вероятность, что некоторые из них будут получены при нашей жизни. Например, есть ли в данный момент где-нибудь во Вселенной другие разумные существа? Ответ существует (агент Малдер прав: истина где-то рядом). Если мы узнаем ответы на эти вопросы, то коренным образом изменим свое представление о мире.

История науки – это история революций: они происходят каждый раз, когда мы обнаруживаем, что наш взгляд на мир искажен той или иной перспективой. Плоская Земля, геоцентрическая Солнечная система или Вселенная, состоящая преимущественно из звезд и планет, – для своего времени это были разумные идеи, хотя теперь они выглядят необыкновенно наивными. Можно не сомневаться, что нас ждет еще много подобных революций, когда общепризнанные в настоящее время теории, такие как принцип относительности и квантовая физика, будут ниспровергнуты и заменены новыми, еще более невероятными. Наверное, через двести лет люди будут относиться к нашим представлениям об устройстве Вселенной точно так же, как мы относимся к картине мира пещерного человека.

Путь человеческой расы к пониманию Вселенной далеко не завершен, и вы можете принять участие в этом путешествии. Удовольствие гарантировано.

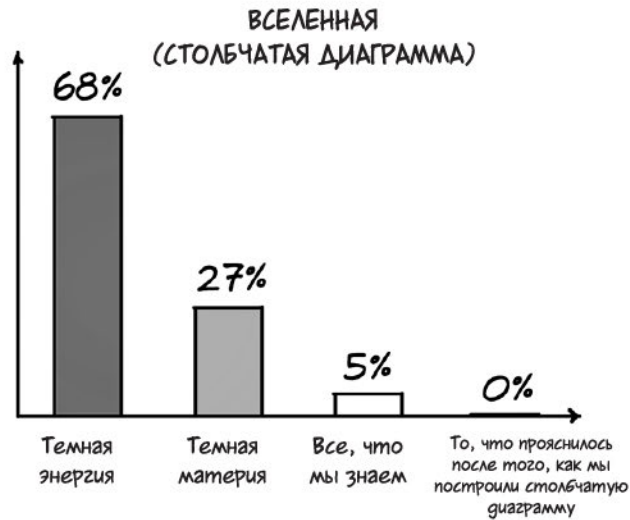


2

Что такое темная материя?

Вы плаваете в ней

Вот столбчатая диаграмма, иллюстрирующая наши представления о распределении массы и энергии во Вселенной:



Физики считают, что приблизительно 27% материи и энергии в известной нам Вселенной состоят из так называемой «темной материи». То есть большая часть материи относится не к той разновидности, которую мы изучали на протяжении многих столетий. Этой таинственной материи в пять раз больше, чем нормальной, которая нам знакома. На самом деле не слишком справедливо называть нашу материю «нормальной», поскольку во Вселенной она встречается довольно редко.

Что же такое темная материя? Опасна ли она? Не оставляет ли она пятен на одежде? Откуда мы знаем, что она существует?

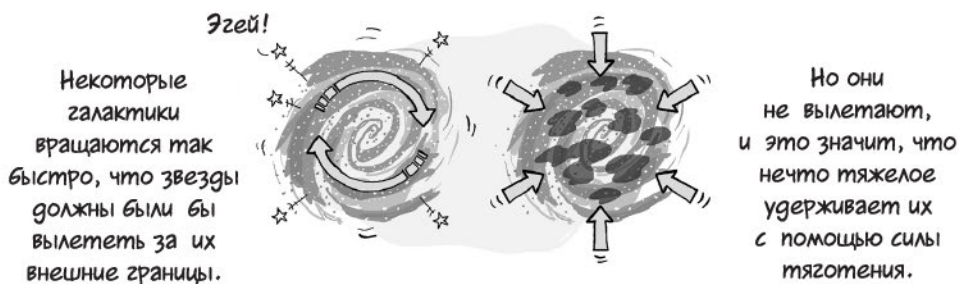
Темная материя вездесуща. На самом деле вы, вероятно, плаваете в ней. Ее существование впервые предположили в 1920-х гг., а серьезно к этой идее отнеслись в 1960-х, когда астрономы заметили странности во вращении галактик, которые указывали на необычную величину их масс.

Откуда мы знаем о присутствии темной материи?

1. Вращение галактик

Чтобы понять связь между темной материей и вращением галактик, представьте, что вы поместили мячики для настольного тенниса на карусель. Теперь представьте, что карусель начинает вращаться. Мячики должны разлететься с карусели в разные стороны. Почти то же самое происходит с галактиками¹. Поскольку галактика вращается, звезды в ней удаляются от центра. Вместе их удерживает только сила тяготения всей массы галактики (эта сила притягивает друг к другу все тела, обладающие массой). Чем быстрее вращается галактика, тем больше должна быть масса, чтобы удержать звезды. И наоборот, зная массу галактики, можно предсказать скорость ее вращения.

Поначалу астрономы пытались оценить массы галактик, подсчитывая количество звезд в них. Но, когда они использовали полученную величину для расчета скорости вращения, результат не соответствовал наблюдениям. Наблюдения показывали, что галактики вращались быстрее, чем предсказывало количество звезд в них. Другими словами, звезды должны были разлетаться из галактик во все стороны, как мячики для настольного тенниса с карусели. Чтобы объяснить высокую скорость вращения, астрономам понадобилось ввести в расчеты огромную массу, которая удерживает звезды и не дает им разлетаться. Однако они не видели этой массы. Противоречие можно разрешить предположением, что в каждой галактике существует большое количество тяжелого вещества – невидимого, или «темного».



Крайне необычное явление. Но как однажды заметил известный астроном Карл Саган, «необычные явления требуют необычных доказательств». Эта загадка не давала покоя астрономам на протяжении нескольких десяти-

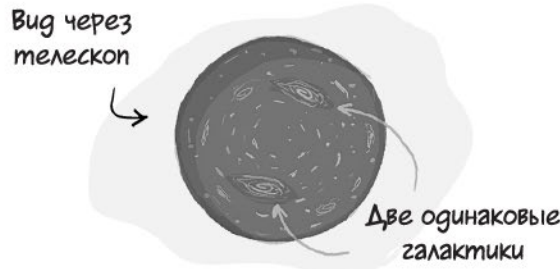
¹ Как правило, размеры галактики чуть больше карусели.

летий; никто не понимал, что происходит. Шли годы, и идея существования этой таинственной невидимой материи (или темной материи, как ее теперь стали называть) получала все большее признание.

2. Гравитационные линзы

Другим серьезным аргументом в пользу существования темной материи послужил подтвержденный наблюдениями факт, что она способна изменять направление светового луча. Это явление называется гравитационной линзой.

Иногда астрономы, наблюдающие за небом, обнаруживали там нечто странное. Рассматривая определенную область, они видели в ней галактику. В этом изображении нет ничего необычного, но, если немного передвинуть телескоп, появляется изображение другой галактики, очень похожей на первую. Форма и цвет галактик, а также спектр их излучения были настолько похожими, что астрономы не сомневались: они видят одну и ту же галактику. Но как такое возможно? Разве способна одна и та же галактика появляться на небе дважды?



Двойное изображение одной галактики возможно в том случае, если между вами и этой галактикой расположено нечто массивное (и невидимое); этот невидимый массивный сгусток играет роль гигантской линзы, искривляя свет, излучаемый галактикой, так что он словно приходит с двух направлений.

Представьте, что свет излучается галактикой во все стороны. Теперь представьте, что две частицы света, которые называют фотонами, вылетают из галактики и направляются чуть в сторону от вас. Если между вами и галактикой находится нечто массивное, сила тяготения этого объекта искривит окружающее пространство, в результате чего частицы света попадут к вам¹.

На Земле, глядя в телескоп, вы видите два изображения одной и той же галактики, но в разных местах. Этот эффект наблюдался на всем ночном

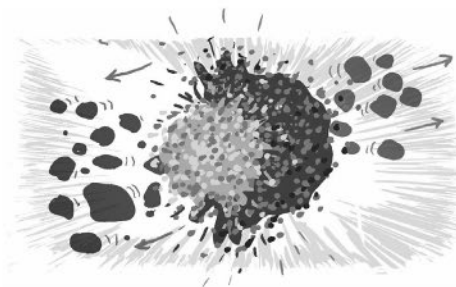
¹ Искривление световых лучей гравитацией – именно это предсказал, а впоследствии и доказал Эйнштейн. Говорят, он был умным парнем.



небе; похоже, массивные и невидимые объекты расположены повсюду. Таким образом, темная материя перестала быть просто безумной идеей. Свидетельства ее существования есть везде, куда бы мы ни бросили взгляд.

3. Сталкивающиеся галактики

Самое убедительное доказательство существования темной материи получено при наблюдении за грандиозным столкновением галактик. Миллионы лет назад произошло эпическое событие: в космосе столкнулись два гигантских скопления галактик. Само столкновение мы пропустили, но, поскольку свет от той части Вселенной идет до нас миллионы лет, теперь мы можем сидеть и наблюдать за результатом.



При ударе двух скоплений галактик друг о друга столкновение газа и пыли привело к мощным взрывам, от которых гигантские пылевые облака разлетались на части. Это был настоящий фейерверк спецэффектов. Представьте, что на большой скорости сталкиваются два огромных роя воздушных шаров, наполненных водой.

Однако астрономы обнаружили кое-что еще. Рядом с местом столкновения они заметили два гигантских скопления темной материи; разумеется, эта темная материя была невидимой, но ее обнаружили косвенным путем, измеряя искривление лучей света от находившихся за ней галактик. Эти два скопления темной материи, по всей видимости, перемещались вдоль границы столкновения, словно ничего не случилось.

Астрономы пришли к следующему выводу: каждое из двух скоплений галактик состояло как из обычной материи (в основном газа и пыли, но также звезд), так и из темной материи. При столкновении галактик бóльшие части обычной материи ударялись друг о друга так, как мы ожидали. Но что происходит при столкновении темной материи? *Ничего, что мы можем наблюдать!* Скопления темной материи продолжают движение и проходят сквозь друг друга – как будто они невидимы и друг для друга!

Огромные массы материи, размерами превышающие галактики, проходят сквозь друг друга. Фактически столкновение этих галактик лишило их темной материи.



Что нам известно о темной материи?

На данном этапе должно быть совершенно очевидно, что темная материя существует и что она необычна и отличается от той материи, которая нам знакома. Вот что нам известно о темной материи:

- Она обладает массой.
- Она невидима.
- Она обычно сопровождает галактики.
- Обычная материя, по всей видимости, не может с ней взаимодействовать.
- Другая темная материя, вероятно, тоже не может вступать с ней в контакт¹.
- У нее красивое название.

¹ Возможно, темная материя способна взаимодействовать сама с собой посредством новой, неизвестной силы.

Научно-популярное издание

Хорхе Чэм и Дэниел Уайтсон

Понятия не имеем!

*Автостопом по самым крутым
тайнам Вселенной*

Ответственный за выпуск А. Захарова

Редактор М. Капустин

Художественный редактор С. Карпухин

Технический редактор Л. Сеницына

Корректоры О. Левина, Е. Туманова

Компьютерная верстка И. Лысова

ООО «Издательская Группа «Азбука-Аттикус» –
обладатель товарного знака «КоЛибри»


115093, Москва, ул. Павловская, д. 7, эт. 2, пом. III, ком. № 1

Филиал ООО «Издательская Группа «Азбука-Аттикус» в г. Санкт-Петербурге
191123, Санкт-Петербург, Воскресенская набережная, д. 12, лит. А

ЧП «Издательство «Махаон-Украина»

Тел./факс (044) 490-99-01

e-mail: sale@machaon.kiev.ua

Знак информационной продукции
(Федеральный закон № 436-ФЗ от 29.12.2010 г.) 

Подписано в печать 27.02.2018. Формат 70×100/16.

Бумага офсетная. Гарнитура «Charter».

Печать офсетная. Усл. печ. л. 26,0.

Тираж 3000 экз. В-GNF-19199-01-R. Заказ№

Отпечатано в соответствии с предоставленными материалами
в ООО «ИПК Парето-Принт». 170546, Тверская область,
Промышленная зона Боровлево-1, комплекс № 3А
www.pareto-print.ru

ПО ВОПРОСАМ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ОБРАЩАЙТЕСЬ:

В Москве:

ООО «Издательская Группа «Азбука-Аттикус»

Тел. (495) 933-76-01, факс (495) 933-76-19

E-mail: sales@atticus-group.ru

В Санкт-Петербурге:

Филиал ООО «Издательская Группа «Азбука-Аттикус» в г. Санкт-Петербурге

Тел. (812) 327-04-55

E-mail: trade@azbooka.spb.ru

В Киеве:

ЧП «Издательство «Махаон-Украина»

Тел./факс (044) 490-99-01

e-mail: sale@machaon.kiev.ua

www.azbooka.ru; www.atticus-group.ru

ООО «Издательская Группа «Азбука-Аттикус» —
обладатель товарного знака «КоЛибри»