

МИР
СТИВЕНА
ХОКИНГА

СТИВЕН ХОКИНГ

КРАТКАЯ ИСТОРИЯ ВРЕМЕНИ

ОТ БОЛЬШОГО ВЗРЫВА ДО ЧЕРНЫХ ДЫР



ОГИЗ

Издательство АСТ

УДК 524.8
ББК 22.68
X70

Перевод оригинального издания:

Stephen Hawking

A BRIEF HISTORY OF TIME:
FROM THE BIG BANG TO BLACK HOLES

Фото автора на обложке: Филип Майнотт (*Philip Mynott*)

Хокинг, Стивен.

X70 Краткая история времени: от Большого взрыва до черных дыр / С. Хокинг; пер. с англ. А. К. Дамбиса. — Москва: АСТ, 2019. — 272 с.: ил. — (Мир Стивена Хокинга).

ISBN 978-5-17-107720-4

Под этой обложкой — полный текст научно-популярного бестселлера. В главе, ранее не публиковавшейся на русском языке, автор рассуждает о возможности путешествий во времени. Текст сопровождают примечания и уточнения, сообщающие о достижениях современных космологов и астрономов.

УДК524.8
ББК22.68



Научно-популярное издание

Перевод с английского: *Андрей Дамбис*,
д. ф.-м. н., ведущий научный сотрудник отдела изучения Галактики
и переменных звезд ГАИШ МГУ

Научный редактор: *Ольга Сажина*,
д. ф.-м. н., ведущий научный сотрудник отдела релятивистской астрофизики ГАИШ МГУ

Заведующая редакцией *Юлия Данник*; ответственный редактор *Ольга Лазуткина*;
оформление обложки *Дмитрий Агапонов*; компьютерная верстка *Юлия Анищенко*;
технический редактор *Татьяна Тимошина*; редактор *Наталья Липунова*; корректор *Яна Багряная*

Общероссийский классификатор продукции ОК-034-2014 (КПЕС 2008): 58.11.1 — книги и брошюры

Изготовитель: ООО «Издательство АСТ»

Изготовлено в 2019 г. в Российской Федерации

Подписано в печать 23.01.2019. Формат 60х90/16. Усл. печ. л. 17.

Печать офсетная. Бумага офсетная. Гарнитура GaramondLightITC. Тираж 25 000 экз. Заказ

ООО «Издательство АСТ»

129085, РФ, г. Москва, Звездный бульвар, дом 21, стр. 1, комната 705, пом. I

Адрес нашего сайта: www.ast.ru / www.book24.ru

E-mail: ogiz@ast.ru

«Баспа Аста» деген ООО
129085 г. Маскеу, жұлдызды гулзар, д. 21, 1 кұрылым, 39 бөлме
Біздің электрондық мекенжайымыз: www.ast.ru
E-mail: astpub@aha.ru

Қазақстан Республикасында дистрибьютор және өнім бойынша арыз-талаптарды қабылдаушының өкілі «РДЦ-Алматы» ЖШС,
Алматы қ., Домбровский көш., 3«а», литер Б, офис 1.

Тел.: 8(727) 2 51 59 89, 90, 91, 92, факс: 8 (727) 251 58 12 вн. 107;

E-mail: RDC-Almaty@eksmo.kz

Өнімнің жарамдылық мерзімі шектелмеген.

© Stephen Hawking, 1988, 1996

© ООО «Издательство АСТ», 2019

(оформление, перевод на русский язык)

ПРЕДИСЛОВИЕ

Я не писал предисловия к первому изданию «Краткой истории времени». Это сделал Карл Саган. Вместо этого я добавил короткий раздел под названием «Благодарности», где мне посоветовали выразить всем признательность. Правда, некоторые из благотворительных фондов, оказавших мне поддержку, были не очень рады тому, что я их упомянул, — заявок у них стало намного больше.

Я думаю, что никто — ни издательство, ни мой агент, ни даже я сам — не ожидал, что книга будет пользоваться таким успехом. Она продержалась в списке бестселлеров лондонской газеты *Sunday Times* целых 237 недель — это больше, чем любая другая книга (естественно, не считая Библии и произведений Шекспира). Она была переведена примерно на сорок языков и разошлась огромным тиражом — на каждые 750 жителей Земли, мужчин, женщин и детей, приходится примерно один экземпляр. Как заметил Натан Майрволд из фирмы *Microsoft* (это мой бывший аспирант), я продал больше книг по физике, чем Мадонна — книг о сексе.

Успех «Краткой истории времени» означает, что людей весьма интересуют фундаментальные вопро-

сы — о том, откуда мы взялись, и почему Вселенная такова, какой мы ее знаем.

Я воспользовался представившейся мне возможностью дополнить книгу более новыми наблюдательными данными и теоретическими результатами, которые были получены уже после выхода первого издания (1 апреля 1988 года, в День дурака). Я добавил новую главу о кротовых норах и путешествиях во времени. Похоже, общая теория относительности Эйнштейна допускает возможность создания и поддержания кротовых нор — небольших туннелей, связывающих разные области пространства-времени. В этом случае мы могли бы использовать их для быстрого перемещения по Галактике или для путешествий назад во времени. Разумеется, мы пока не встречали ни одного пришельца из будущего (или, может быть, все же встречали?), но я попробую предположить, каким может быть объяснение тому.

Я также расскажу о достигнутом за последнее время прогрессе в поиске «дуальностей», или соответствий между на первый взгляд различными физическими теориями. Эти соответствия являются серьезным свидетельством в пользу существования единой физической теории. Но они также говорят о том, что эту теорию, возможно, нельзя сформулировать непротиворечивым, фундаментальным образом. Вместо этого в разных ситуациях приходится довольствоваться различными «отражениями» основополагающей теории. Точно так же мы не можем отобразить всю земную поверхность в подробностях на одной карте и вынуждены использовать разные карты для разных областей. Такая теория стала бы революцией в наших представлениях о возможности объединения законов природы. Однако она никоим образом не затронула

бы самого главного: Вселенная подчиняется набору рациональных законов, которые мы в состоянии открыть и постичь.

Что касается наблюдательного аспекта, то здесь, безусловно, важнейшим достижением стало измерение флуктуаций реликтового излучения в рамках проекта *COBE* (англ. *Cosmic Background Explorer* — «Исследователь космического фонового излучения»)¹ и других. Эти флуктуации, по сути, являются «печатью» творения. Речь об очень малых неоднородностях в ранней Вселенной, в остальном вполне однородной. Впоследствии они превратились в галактики, звезды и прочие структуры, которые мы наблюдаем через телескоп. Формы флуктуаций согласуются с предсказаниями модели Вселенной, не имеющей границ в воображаемом временном направлении. Но чтобы предпочесть предлагаемую модель другим возможным объяснениям флуктуаций реликтового излучения, потребуются новые наблюдения. Через несколько лет станет ясно, можно ли считать нашу Вселенную полностью замкнутой, без начала и конца.

Стивен Хокинг

¹ Впервые флуктуации, или анизотропия, реликтового микроволнового излучения были обнаружены советским проектом «Реликт». — *Прим. науч. ред.*

ГЛАВА ПЕРВАЯ

НАША КАРТИНА ВСЕЛЕННОЙ

Однажды известный ученый (говорят, это был Бертран Рассел) читал публичную лекцию по астрономии. Он рассказывал, как Земля движется по орбите вокруг Солнца и как Солнце, в свою очередь, движется по орбите вокруг центра огромного скопления звезд, называемого нашей Галактикой. Когда лекция закончилась, маленькая пожилая женщина в дальнем ряду аудитории встала и произнесла: «Всё, что тут говорили, — полная ерунда. Мир — плоская тарелка на спине гигантской черепахи». Ученый снисходительно улыбнулся и спросил: «На чем же стоит та черепаха?» «Вы ведь очень умный молодой человек, очень умный, — ответила дама. — Черепаха стоит на другой черепахе, та — на следующей, и так до бесконечности!»

Большинство сочтет нелепой попытку выдать нашу Вселенную за бесконечно высокую башню из черепашек. Но отчего мы так уверены, что наше представление о мире лучше? Что же нам в самом деле известно о Вселенной и откуда мы всё это знаем? Как возникла Вселенная? Что ждет ее в будущем? Было ли у Вселенной начало, а если было, то что было до него? Какова природа времени? Закончится ли оно когда-нибудь? Мож-

но ли двигаться во времени вспять? Ответы на некоторые из этих давних вопросов дают недавние прорывы в физике, которым мы, в частности, обязаны появлению фантастических новых технологий. Когда-нибудь мы сочтем новые знания такими же очевидными, как то, что Земля обращается вокруг Солнца. А может быть, такими же абсурдными, как представление о башне из черепашек. Только время (чем бы оно ни было) покажет.

Давным-давно, за 340 лет до нашей эры, греческий философ Аристотель написал трактат «О небе». В нем он выдвинул два убедительных доказательства того, что Земля имеет форму шара и совсем не является плоской, как тарелка. Во-первых, он понял, что причина лунных затмений — прохождение Земли между Солнцем и Луной. Отбрасываемая Землей на Луну тень всегда имеет округлую форму, и это возможно, только если Земля также округлая. Если бы Земля имела форму плоского диска, то тень, как правило, имела бы форму эллипса; круглой она была бы только тогда, когда Солнце во время затмения располагалось бы точно под центром диска. Во-вторых, древние греки знали из опыта своих путешествий, что на юге Полярная звезда расположена ближе к горизонту, чем при наблюдении в местностях, расположенных севернее. (Поскольку Полярная звезда расположена над Северным полюсом, то наблюдатель на Северном полюсе видит ее прямо над головой, а наблюдатель в районе экватора — над самым горизонтом.) Более того, Аристотель, исходя из разности видимого положения Полярной звезды при наблюдениях в Египте и Греции, смог оценить длину окружности Земли в 400 000 стадиев. Мы не знаем, чему в точности был равен один стадий, но если предположить, что он составлял около

180 метров, то оценка Аристотеля примерно в два раза больше принятого в настоящее время значения. У греков был еще и третий аргумент в пользу круглой формы Земли: как иначе объяснить, почему при приближении корабля к берегу сначала показываются лишь его паруса, а только потом корпус?

Аристотель считал Землю неподвижной, а также полагал, что Солнце, Луна, планеты и звезды обращаются по круговым орбитам вокруг Земли. Он руководствовался мистическими соображениями: Земля, по Аристотелю, является центром Вселенной, а движение по кругу наиболее совершенно. Во II веке нашей эры Птолемей построил на основе этой идеи всеобъемлющую космологическую модель. В центре Вселенной находилась Земля, окруженная восемью вложенными друг в друга вращающимися сферами, и на этих сферах располагались Луна, Солнце, звезды и известные в то время пять планет — Меркурий, Венера, Марс, Юпитер и Сатурн (рис. 1.1). Каждая планета двигалась относительно своей сферы по малому кругу — для того, чтобы описать весьма сложные траектории этих светил на небе. На внешней сфере были закреплены звезды, и поэтому их взаимные положения оставались неизменными, конфигурация вращалась на небе как единое целое. Представления о том, что расположено за пределами внешней сферы, оставались весьма расплывчатыми, но это заведомо находилось за пределами части Вселенной, доступной человечеству для наблюдения.

Модель Птолемея позволяла довольно точно предсказывать положение светил на небе. Но чтобы добиться согласия предсказаний с наблюдениями, Птолемею пришлось предположить, что расстояние от Луны до Земли в разное время могло отличаться в два раза. А это означало, что видимый размер Луны иногда должен был

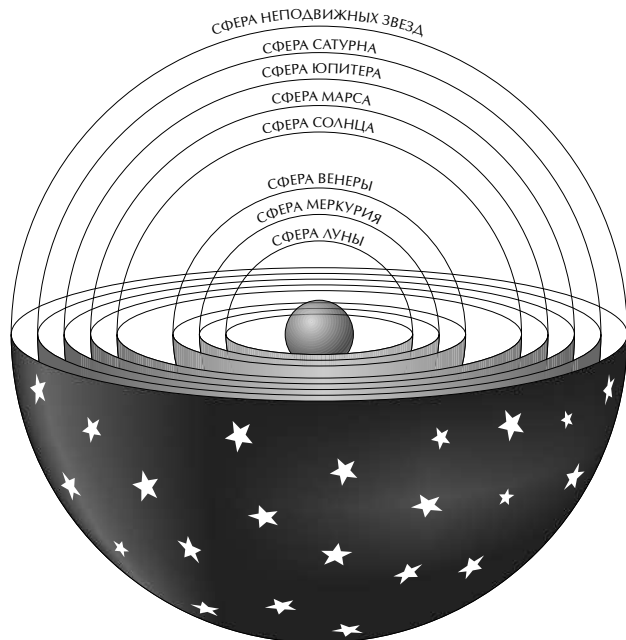


Рис. 1.1

быть в два раза больше привычного! Птолемей сознавал этот недостаток своей системы, что тем не менее не помешало почти единогласному признанию его картины мира. Христианская церковь приняла Птолемееву систему, поскольку сочла ее не противоречащей Священному Писанию: за пределами сферы неподвижных звезд оставалось достаточно места для рая и ада.

Но в 1514 году польский священник Николай Коперник предложил более простую модель. (Правда, вначале, опасаясь быть обвиненным церковью в ереси, Коперник распространял свои космологические идеи анонимно.) Коперник предположил, что Солнце неподвижно и расположено в центре, а Земля и планеты движутся вокруг него по круговым орбитам. Понадобилось почти столетие, чтобы эту идею восприняли всерьез. Одними из

первых в пользу теории Коперника стали публично высказываться двое ученых-астрономов — немец Иоганн Кеплер и итальянец Галилео Галилей, несмотря на то, что предсказываемые этой теорией траектории небесных тел не совпадали в точности с наблюдаемыми. Окончательный удар по системе мира Аристотеля и Птолемея нанесли события 1609 года — тогда Галилей начал наблюдать ночное небо через только что изобретенный телескоп¹. Взглянув на планету Юпитер, Галилей обнаружил несколько обращающихся вокруг него небольших спутников. Отсюда следовало, что не все небесные тела обращаются вокруг Земли, как считали Аристотель с Птолемеем. (Можно было, конечно, продолжать считать Землю неподвижной и расположенной в центре Вселенной, полагая, что спутники Юпитера движутся вокруг Земли по исключительно запутанным траекториям так, что это похоже на их обращение вокруг Юпитера. Но все же теория Коперника была намного проще.) Примерно в то же время Кеплер уточнил теорию Коперника, предположив, что планеты движутся не по круговым орбитам, а по эллиптическим (то есть вытянутым), благодаря чему удалось добиться согласия предсказаний теории с наблюдениями.

Правда, Кеплер рассматривал эллипсы лишь как математический трюк, и притом весьма одиозный, потому что эллипсы — менее совершенные фигуры, чем окружности. Кеплер обнаружил, почти случайно, что эллиптические орбиты хорошо описывают наблюдения, но при этом никак не мог согласовать предположение об эллиптических орбитах со своей идеей о маг-

¹Телескоп как зрительную трубу первым изобрел голландский очковый мастер Иоганн Липперсгей в 1608 году, но Галилей первым направил телескоп на небо в 1609 году и использовал его для астрономических наблюдений. — *Прим. перев.*

нитных силах как причине движения планет вокруг Солнца. Причину движения планет вокруг Солнца значительно позже, в 1687 году, раскрыл сэр Исаак Ньютон в трактате «Математические начала натуральной философии» — пожалуй, важнейшей из когда-либо опубликованных работ по физике. В этом труде Ньютон не только выдвинул теорию, описывающую движение тел в пространстве и во времени, но и разработал сложный математический аппарат, необходимый для описания этого движения. Кроме того, Ньютон сформулировал закон всемирного тяготения, согласно которому всякое тело во Вселенной притягивается к любому другому телу с силой, которая тем больше, чем больше массы тел и чем меньше расстояние между взаимодействующими телами. Это та самая сила, которая заставляет предметы падать на землю. (История о том, что на мысль о законе всемирного тяготения Ньютона навело упавшее на его голову яблоко, скорее всего, просто выдумка. Ньютон говорил лишь, что эта идея пришла к нему, когда он находился «в созерцательном настроении» и был «под впечатлением от падения яблока».) Ньютон показал, что согласно сформулированному им закону под действием тяготения Луна должна двигаться по эллиптической орбите вокруг Земли, а Земля и планеты — по эллиптическим орбитам вокруг Солнца.

Модель Коперника исключала необходимость в Птолемеях сферах, а с ними — и в предположении о наличии у Вселенной некоей естественной внешней границы. Поскольку у «неподвижных» звезд не обнаруживалось никакого движения, кроме общего суточного движения небосвода, вызванного вращением Земли вокруг своей оси, то было естественно предположить, что это такие же тела, как наше Солнце, только расположенные гораздо дальше.

Ньютон понял, что согласно его теории тяготения звезды должны притягивать друг друга и поэтому, по-видимому, не могут оставаться неподвижными. Почему же они не сблизились и не скопились в одном месте? В своем письме другому выдающемуся мыслителю своего времени, Ричарду Бентли, написанном в 1691 году, Ньютон утверждал, что они будут сближаться и скапливаться только в том случае, если число звезд, сосредоточенных в ограниченной области пространства, конечно. А если число звезд бесконечно и распределены они более или менее равномерно в бесконечном пространстве, то этого не произойдет из-за отсутствия какой бы то ни было явной центральной точки, в которую могли бы «провалиться» звезды.

Это одна из тех ловушек, которые встречаются при рассуждениях о бесконечности. В бесконечной Вселенной любая ее точка может рассматриваться как ее центр, потому что по каждую сторону от нее находится бесконечное число звезд. Правильный подход (к которому пришли гораздо позже) — решение задачи в конечном случае, когда звезды падают друг на друга, и исследование того, как результат меняется при добавлении в конфигурацию звезд, расположенных за пределами рассматриваемой области и распределенных более или менее равномерно. Согласно закону Ньютона в среднем дополнительные звезды в совокупности не должны оказывать никакого влияния на первоначальные звезды, и поэтому эти звезды исходной конфигурации должны все так же быстро падать одна на другую. Так что сколько звезд ни добавляй, они все равно будут падать одна на другую. Теперь мы знаем, что невозможно получить бесконечную стационарную модель Вселенной, в которой сила гравитации имеет исключительно «притягивающий» характер.

Об интеллектуальной атмосфере до начала XX века многое говорит тот факт, что никому тогда не пришел в голову сценарий, согласно которому Вселенная может сжиматься или расширяться. Общепринятой была концепция Вселенной, либо существовавшей всегда в неизменном виде, либо сотворенной в некоторый момент в прошлом — в том виде, в каком мы ее наблюдаем сейчас. Это могло, в частности, быть следствием того, что люди склонны верить в вечные истины. Стоит вспомнить хотя бы, что величайшее утешение дает мысль о том, что, хотя мы все стареем и умираем, Вселенная вечна и неизменна.

Даже ученые, понимавшие, что согласно ньютоновской теории тяготения Вселенная не может быть статичной, не осмеливались предположить, что она может расширяться. Вместо этого они пытались скорректировать теорию так, чтобы гравитационная сила на очень больших расстояниях становилась отталкивающей. Такое предположение не меняло существенно предсказанные движения планет, но позволяло бесконечно большому числу звезд оставаться в состоянии равновесия: силы притяжения со стороны близких звезд уравновешивались силами отталкивания более далеких звезд. Сейчас же считается, что такое равновесное состояние должно быть неустойчивым: стоит звездам в какой-либо области чуть больше приблизиться друг к другу, как их взаимное притяжение усилится и превазойдет силы отталкивания, в результате чего звезды продолжают падать друг на друга. С другой стороны, стоит звездам оказаться лишь слегка дальше друг от друга, как силы отталкивания возьмут верх над силами притяжения и звезды разлетятся.

Другое возражение против концепции бесконечной статичной Вселенной обычно связывают с име-