

Эта книга посвящается моей любимой жене Сидзуэ

MICHIO KAKU

PARALLEL WORLDS

A Journey Through Creation, Higher Dimensions,
and the Future of the Cosmos

DOUBLEDAY

New York London Toronto Sydney Auckland

МИТИО КАКУ

ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ МИРЫ

ОБ УСТРОЙСТВЕ МИРОЗДАНИЯ, ВЫСШИХ ИЗМЕРЕНИЯХ
И БУДУЩЕМ КОСМОСА

Перевод с английского



Москва
2017

УДК 524.8
ББК 22.6
К16

Переводчики М. Кузнецова, Н. Нарциссова (гlossарий)
Научный редактор Д. Горбунов, д-р физ.-мат. наук

Каку М.

К16 Параллельные миры: Об устройстве мироздания, высших измерений и будущем космоса / Митио Каку ; Пер. с англ. — М.: Альпина нон-фикшн, 2017. — 566 с.

ISBN 978-5-91671-728-0

Если в конечном итоге нашей Вселенной суждено погибнуть, способны ли мы переместиться в другую? Этот вопрос, занимающий в последние десятилетия умы космологов всего мира, в центре книги известного физика и блестящего популяризатора науки Митио Каку. Другая вселенная, пишет он, может находиться в миллиметре от нас, но она недостижима, поскольку существует в гиперпространстве, за пределами наших четырех измерений. Как покорить это гиперпространство, мыслимо ли это? Такую возможность Каку видит в новой теории Мультивселенной — мира, образованного множеством вселенных, в числе которых наша — одна из великого множества. Но чтобы понять будущее космологии, необходимо разобраться в ее прошлых перипетиях и важнейших современных открытиях. И в это захватывающее путешествие читатель приглашается прямо сейчас.

УДК 524.8
ББК 22.6

Все права защищены. Никакая часть этой книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами, включая размещение в сети интернет и в корпоративных сетях, а также запись в память ЭВМ для частного или публичного использования, без письменного разрешения владельца авторских прав. По вопросу организации доступа к электронной библиотеке издательства обращайтесь по адресу mylib@alpina.ru.

ISBN 978-5-91671-728-0 (рус.)
ISBN 978-1400033720 (англ.)

© Michio Kaku, 2005
© Издание на русском языке, перевод, оформление.
ООО «Альпина нон-фикшн», 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

Вступление.....	7
-----------------	---

ЧАСТЬ I. ВСЕЛЕННАЯ

ГЛАВА 1	Детские фотографии Вселенной	13
ГЛАВА 2	Парадоксальная Вселенная.....	37
ГЛАВА 3	Большой взрыв	65
ГЛАВА 4	Расширение и параллельные вселенные.....	103

ЧАСТЬ II. МУЛЬТИВСЕЛЕННАЯ

ГЛАВА 5	Порталы в другие измерения и путешествие во времени.....	147
ГЛАВА 6	Параллельные квантовые вселенные	191
ГЛАВА 7	М-теория: мать всех струн	234
ГЛАВА 8	Спроектированная Вселенная?	310
ГЛАВА 9	В поисках эхо-сигналов из одиннадцатого измерения.....	329

ЧАСТЬ III. ПОБЕГ В ГИПЕРПРОСТРАНСТВО

ГЛАВА 10	Конец всего.....	371
ГЛАВА 11	Побег из нашей Вселенной	392
ГЛАВА 12	За пределами Мультивселенной.....	441
Примечания.....		465
Глоссарий		489
Благодарности		525
Литература.....		529
Предметно-именной указатель.....		535

ВСТУПЛЕНИЕ

Космология изучает Вселенную как единое целое, в том числе ее рождение и, возможно, ее конечную судьбу. Неудивительно, что эта наука претерпела множество трансформаций в ходе своего медленного и нелегкого развития — развития, которое часто омрачалось религиозными догмами и предрассудками.

Первый переворот в истории космологии был связан с изобретением телескопа в XVII в. При его помощи Галилео Галилей, основываясь на работах выдающихся астрономов Николая Коперника и Иоганна Кеплера, впервые приблизил к нам величие небес и сделал их предметом серьезных научных исследований. Кульминацией развития космологии на раннем этапе стали работы Исаака Ньютона, который сформулировал фундаментальные законы, управляющие движением небесных тел. Эти законы больше не рассматривались как некое волшебство или мистика — стало ясно, что на все тела действуют силы, которые можно измерить и подсчитать.

Начало второго переворота в истории космологии было положено изобретением больших телескопов, таких как телескоп в Обсерватории Маунт-Вилсон с огромным рефлектором диаметром 250 см. В 1920-е годы при помощи этого гигантского телескопа астроном Эдвин Хаббл опроверг вековые догмы, гласившие, что Вселенная неизменна и вечна: он показал, что галактики удаляются от Земли с невероятными скоростями, то есть Вселенная расширяется. Это подтвердило результаты общей теории относительности Эйнштейна, в которой архитектура пространства-времени представляла отнюдь

не плоской и линейной, а динамичной и искривленной. Это дало возможность выдвинуть первое правдоподобное объяснение происхождения Вселенной, которое заключалось в том, что Вселенная возникла в результате катастрофического взрыва, получившего название Большой взрыв. Он разбросал звезды и галактики в разные стороны. Новаторский труд Георгия Гамова и его коллег по теории Большого взрыва, а также работа Фреда Хойла, посвященная происхождению химических элементов, способствовали выстраиванию общей картины эволюции Вселенной.

В настоящее время происходит третий переворот. Он начался около пяти лет назад и был вызван появлением целого арсенала новых высокотехнологичных приборов, таких как космические спутники, лазеры, детекторы гравитационных волн, рентгеновские телескопы и высокоскоростные суперкомпьютеры. На данный момент мы располагаем самыми надежными сведениями о природе Вселенной, включающими ее возраст, состав и, возможно, даже ее будущее и окончательную гибель.

Сейчас астрономы понимают, что Вселенная стремительно расширяется, бесконечно ускоряя это движение и постепенно становясь все холоднее и холоднее. Если этот процесс будет продолжаться, то мы столкнемся с перспективой Большого охлаждения, когда Вселенная погрузится во тьму и холод, а вся разумная жизнь погибнет.

Эта книга посвящена именно третьему перевороту. Она отличается от моих предыдущих книг по физике «За пределами научной мысли Эйнштейна» (*Beyond Einstein*) и «Гиперпространство» (*Hyperspace*), которые помогли представить широкой публике новые концепции дополнительных измерений и теорию суперструн. В книге «Параллельные миры» я уделяю основное внимание не проблеме пространства-времени, а революционным изменениям в космологии, произошедшим за последние несколько лет. В разработке этой темы я опираюсь на новые данные, полученные учеными всего мира из самых отдаленных уголков космоса, а также на новейшие

открытия теоретической физики. Мне очень хотелось, чтобы книгу легко было читать и понимать без предварительного введения в физику или космологию.

В первой части я акцентирую внимание на изучении Вселенной, вкратце освещая достижения ранних этапов космологии, кульминационной точкой которых стало появление теории инфляционного расширения Вселенной. Эта теория представляет на настоящий момент самую передовую формулировку теории Большого взрыва. Часть вторая посвящена исключительно зарождающейся теории Мультивселенной — мира, состоящего из множества вселенных, где наша является лишь одной из многих; кроме того, в ней рассматривается возможность существования порталов-червоточин, пространственных и временных колец и возможная связь между ними через дополнительные измерения. Теория суперструн и М-теория стали первыми крупными достижениями после основополагающей теории Эйнштейна. В этих теориях содержатся дальнейшие доказательства того, что наша Вселенная — лишь одна из многих. И наконец, в третьей части рассказывается о Большом охлаждении и о том, каким представляют ученые конец нашей Вселенной. Я также веду серьезный, хоть и гипотетический разговор о том, каким образом в отдаленном будущем, триллионы лет спустя, высокоразвитая цивилизация могла бы использовать законы физики, чтобы покинуть нашу Вселенную и начать процесс возрождения в другой, более гостеприимной вселенной или вернуться назад — в то время, когда Вселенная была теплее.

Поток новых данных, которые мы получаем в настоящий момент, современная техника, такая как космические спутники, способные сканировать небо, новые детекторы гравитационных волн, а также близящееся завершение строительства новых ускорителей частиц размером с город, придают физикам уверенность в том, что мы вступаем в золотой век космологии. Словом, это благодатное время для физиков и всех, кто пускается на поиски знаний о происхождении и судьбе нашей Вселенной.

ЧАСТЬ I

ВСЕЛЕННАЯ

ГЛАВА I

Детские фотографии Вселенной

Поэт лишь желает подняться головой к небесам.
Логик же пытается затолкать небеса к себе в голову.
Его-то голова и раскалывается.

Г. К. Честертон

В детстве я испытывал внутренний дискомфорт, связанный с тем, что я и мои родители исповедовали разные религии. Родители были воспитаны в буддийских традициях. Я же каждую неделю ходил в воскресную школу, где с увлечением слушал библейские сказания о китах, ковчегах, соляных столпах, ребрах и яблоках. Я был очарован этими притчами Ветхого Завета, в воскресной школе мне нравились именно они. Притчи о великих потопах, пылающих кустах и расступающихся пучинах увлекали меня гораздо сильнее буддийских песнопений и медитаций. По сути, эти древние сказания о героизме и вселенской трагедии ярко иллюстрировали глубокие моральные принципы; уроки этики, вынесенные из них, остались со мной на всю жизнь.

Тогда мы как раз изучали Книгу Бытия. Читать о Боге, громогласно вещающем с небес «Да будет свет!», было намного интереснее, чем безмолвно медитировать, погрузившись в размышления о нирване. Из наивного любопытства я спро-

сил нашу учительницу: «А была ли у Бога мать?» Обычно она отвечала на вопросы без малейшей запинки, у нее всегда имелась под рукой притча с глубокой моралью. Однако на этот раз я захватил ее врасплох. «Нет, — ответила она с ноткой сомнения. — Наверное, у Бога не было матери». «Но тогда откуда же взялся сам Бог?» — спросил я. Она смущенно пробормотала, что проконсультируется по этому вопросу со священником.

Мне и невдомек было, что я случайно коснулся одного из труднейших вопросов теологии. Я был озадачен, потому что в буддизме Бога-Творца просто не существует, есть лишь вечная Вселенная без начала и конца. Какое-то время спустя, начав изучать великие мифологии мира, я узнал о существовании двух космологических концепций. Первая основывалась на представлении о том, что Бог создал Вселенную за одно мгновение, вторая же утверждала, что Вселенная была и пребудет вечно.

«Не может же и то и другое быть верным», — думал я.

Позднее я обнаружил, что сходные мотивы пронизывают предания и в других культурах. Например, в китайской мифологии вначале было космическое яйцо. Бог-ребенок Пань-гу чуть ли не целую вечность находился внутри яйца, которое покачивалось на волнах безграничного моря Хаоса. Когда же наконец Пань-гу вылутился из яйца, он стал стремительно расти, прибавляя в росте более трех метров в день, так что верхняя половинка яичной скорлупы стала небесным сводом, нижняя же — земной твердью. Через 18 000 лет Пань-гу умер, дав начало нашему миру: кровь его стала реками, глаза — солнцем и луной, а голос — громом.

В мифе о Пань-гу повторяется идея, встречающаяся во многих других религиях и древних мифологиях: о том, что Вселенная начала свое существование как *creatio ex nihilo* (сотворенная из ничего). В греческой мифологии Вселенная возникла из Хаоса (в сущности, само слово «хаос» происходит от греческого слова, означающего «бездна»). Эта пустота, лишенная каких-либо четких черт, часто представляется как некий оке-

ан, например в вавилонской и японской мифологиях. Тот же мотив прослеживается в древнеегипетской мифологии, где бог солнца Ра появляется из яйца, покачивающегося на волнах океана. В полинезийских мифах вместо космического яйца фигурирует скорлупа кокоса. В верованиях майя эта история подавалась в варианте, где Вселенная однажды возникла, но через каждые 5000 лет она умирает, чтобы возродиться вновь и вновь, повторяя бесконечный цикл рождений и разрушений.

Эти мифы *creatio ex nihilo* представляют собой ярко выраженный контраст с космологией буддизма и некоторых форм индуизма. В мифологиях этих религий Вселенная вечна, она не имеет ни начала, ни конца. Есть различные уровни существования, высшим из которых является нирвана — уровень вечный, достичь которого можно лишь при помощи медитации. В индуистской «Махапуране» написано: «Если Бог создал мир, то где же Он был до создания?.. Знайте, что мир не был создан, равно как не было создано время, они не имеют ни начала, ни конца».

Эти мифологии противоречат друг другу, не находя компромисса. Они взаимоисключающи: либо у Вселенной было начало, либо его не было. Очевидно, что здесь отсутствует возможная точка соприкосновения.

Однако сегодня, кажется, зарождается некое разрешение этого спора, приходящее из совершенно нового мира — мира науки. Его предлагают последние поколения мощных научных приборов и аппаратов, способных летать в открытом космосе. Объясняя происхождение мира, древняя мифология основывалась лишь на мудрости рассказчика. Сегодня ученые, активно используя космические спутники, лазеры, детекторы гравитационных волн, интерферометры, высокоскоростные суперкомпьютеры, а также интернет, совершили мощный прорыв в науке. Тем самым они революционизировали наше понимание Вселенной и представили нам самую убедительную из когда-либо существовавших точку зрения на ее возникновение.

Таким образом, на основе полученных новых данных постепенно происходит великий синтез двух противостоящих мифологий. Возможно, предполагают ученые, мир рождается многократно в вечном океане нирваны. В свете нынешних представлений нашу Вселенную можно сравнить с пузырьком воздуха, свободно плавающим во вселенском «океане», где постоянно образуются новые пузырьки. Согласно этой теории, вселенные образуются непрерывно, словно пузырьки при кипении воды, и разлетаются по бесконечному пространству — гиперкосмической нирване, обладающей одиннадцатью измерениями. Все больше физиков полагают, что наша Вселенная действительно появилась в результате огненного катаклизма — Большого взрыва, сосуществуя в вечном океане с другими вселенными. Если это так, то Большие взрывы происходят даже сейчас, когда вы читаете это предложение.

Физики и астрономы во всем мире строят гипотезы о том, как могут выглядеть эти параллельные миры, какие законы в них действуют, откуда они произошли и как в конце концов погибнут. Возможно, параллельные миры пустынные и не содержат неких жизненно важных компонентов. А возможно, они практически не отличаются от нашей Вселенной и отделены от нее всего одним существенным событием (произошедшим или не произошедшим), которое и стало причиной их различия. По предположениям некоторых физиков, если когда-нибудь жизнь в существующей ныне Вселенной станет невозможной из-за ее старения и остывания, может так случиться, что нам придется ее покинуть и искать прибежища в другой вселенной.

Основанием для этих новых теорий служит огромный приток данных с космических спутников, по мере того как они фотографируют останки самого творения. Примечательно, что ученые сейчас сосредоточиваются на том, что произошло всего лишь спустя 380 000 лет после Большого взрыва, когда «зарезо» создания впервые полностью осветило Вселенную. Возможно, наиболее подробная картина творения была

получена с помощью нового аппарата, который называется WMAP — зонд Уилкинсона для измерения анизотропии микроволнового излучения*.

ЗОНД УИЛКИНСОНА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ АНИЗОТРОПИИ МИКРОВОЛНОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

«Невероятно! Новая вежа!» — восклицали в феврале 2003 года обычно сдержанные астрофизики, описывая драгоценные данные, полученные с последнего спутника. Зонд Уилкинсона для измерения анизотропии микроволнового излучения (WMAP), названный в честь крупнейшего астрофизика Дэвида Уилкинсона и запущенный в 2001 году, представил ученым беспрецедентно точную и детальную картину ранней Вселенной, возраст которой не превышал 380 000 лет. Колоссальная энергия, которая вырвалась из первоначального огненного облака, давшего начало звездам и галактикам, продолжает циркулировать в нашей Вселенной уже миллиарды лет. И вот ее засняли на пленку в мельчайших деталях с помощью зонда Уилкинсона. Эта съемка принесла нам невиданную доселе поразительно четкую фотографию неба, на которой можно увидеть микроволновое излучение — результат того самого Большого взрыва. Журнал *Time* назвал это излучение «эхом творения». И теперь астрономы всегда будут видеть небо в новом свете.

Джон Бакал из Принстонского Института перспективных исследований назвал открытия спутника WMAP своеобразным «ритуалом, сопровождающим переход космологии от предположений к точной науке»¹. Впервые данные о раннем периоде истории Вселенной позволили космологам точно ответить на древнейший из когда-либо заданных вопросов — на вопрос, который озадачивал и интриговал человечество с тех самых пор, как мы впервые подняли глаза и увидели неземную кра-

* Еще более подробную картину получил спутник Planck Европейского космического агентства. — *Прим. науч. ред.*

соту ночного неба. Каков возраст Вселенной? Каковы ее параметры? Какая судьба ее ждет?

(В 1992 году предыдущий спутник — COBE (космический аппарат для изучения реликтового излучения) — предоставил в наше распоряжение первые размытые снимки реликтового излучения, пронизывающего небеса. Полученные беспрецедентные результаты вызвали и определенное разочарование, поскольку представленная картина ранней Вселенной была несфокусированной. Это не помешало прессе возбужденно окрестить фотографию излучения «лицом Божиим». Но правильнее было бы сказать, что размытые снимки со спутника COBE представляли «младенческую фотографию» Вселенной. Если посчитать сегодняшнюю Вселенную восьмидесятилетним старцем, то снимки, сделанные спутником COBE (а позднее — зондом Уилкинсона для измерения анизотропии микроволнового излучения), фиксируют ее «новорожденной», когда ей и дня еще не исполнилось.)

Почему же зонд Уилкинсона смог предоставить нам беспрецедентные снимки зарождающейся Вселенной? Да потому, что ночное небо подобно машине времени. Поскольку свет распространяется с конечной скоростью, мы видим звезды в небе такими, какими они были когда-то, а не такими, каковы они сейчас. Расстояние от Луны до Земли свет проходит не мгновенно — ему для этого требуется секунда с небольшим; поэтому, когда мы смотрим на Луну, в действительности мы видим ее такой, какой она была секунду назад. На расстояние от Солнца до Земли световой луч затрачивает около восьми минут. Многие из известных нам звезд настолько далеки, что их световому лучу требуется от десяти до ста лет, чтобы достичь пределов нашей видимости. (Иными словами, они находятся на расстоянии от десяти до ста световых лет от Земли. Световой год чуть меньше 10 трлн км — именно такое расстояние свет проходит за год.) Световые лучи из отдаленных галактик достигают Земли за сотни миллионов, а то и миллиарды световых лет. Таким образом, они являются источника-

ми «ископаемого» света, при этом некоторые из них испустили его еще до появления динозавров. Среди самых отдаленных объектов, которые мы можем наблюдать с помощью телескопов, есть так называемые квазары — гигантские «космические маяки», генерирующие невероятные количества энергии на окраинах видимой Вселенной. Они находятся на расстоянии 12–13 млрд световых лет от Земли. И вот сегодня зонд Уилкинсона зафиксировал еще более древнее излучение — «зарыво» первоначального взрыва, в результате которого возникла наша Вселенная.

Иногда космологи, описывая Вселенную, используют для иллюстрации Empire State Building, возносящийся над Манхэттеном более чем на сто этажей. С крыши небоскреба тротуары можно различить с большим трудом. Условимся, что основание небоскреба представляет собой зону Большого взрыва. Тогда, если считать, что мы смотрим с крыши, отдаленные галактики будут находиться на десятом этаже. Квазары, которые еще можно рассмотреть с Земли в телескопы, будут на уровне седьмого этажа. А реликтовое космическое излучение, измеренное зондом Уилкинсона, поднято над уровнем тротуара на высоту около полутора сантиметров. Таким образом, зонд Уилкинсона предоставил нам возможность вычислить возраст Вселенной поразительно точно — с погрешностью всего лишь в 1%: 13,7 млрд лет.

Запуск зонда Уилкинсона стал результатом более чем десятилетней напряженной работы астрофизиков. Концепция спутника с зондом Уилкинсона на борту была впервые предложена NASA в 1995 году и одобрена через два года. 30 июня 2001 года сотрудники NASA разместили зонд Уилкинсона на борту ракеты «Дельта II» и вывели ракету на орбиту между Солнцем и Землей. Тщательно рассчитанным пунктом назначения стала вторая точка Лагранжа (или L2 — одна из точек гравитационного равновесия между Землей, Луной и Солнцем), которая обеспечивает наилучший обзор. В поле обзора спутника не попадают ни Солнце, ни Земля, ни Луна, благодаря чему зонд Уилкин-

сона всегда транслирует четкую картину Вселенной. Спутник полностью сканирует небо с периодичностью шесть месяцев.

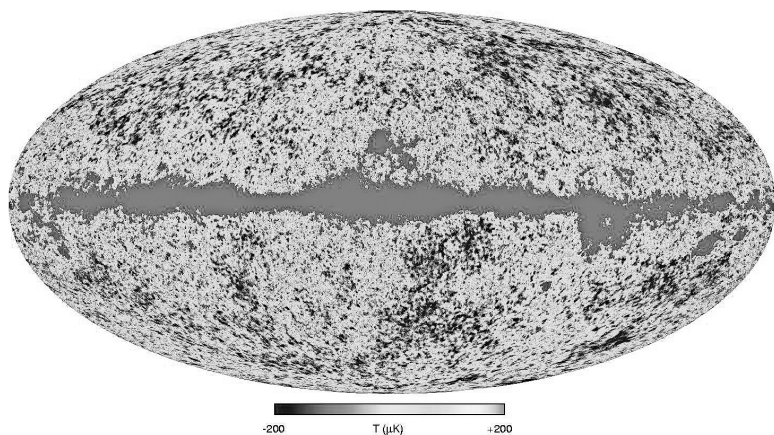
Спутник оснащен самой современной аппаратурой. С помощью встроенных мощных сенсоров он может уловить слабое микроволновое излучение, оставшееся после Большого взрыва. Это излучение омывает всю Вселенную, но наша атмосфера его в значительной мере поглощает. Спутник сделан из алюминиевого сплава. Его размеры — $3,8 \times 5 \text{ м}^2$, вес — 840 кг. Спутник снабжен двумя телескопами, которые фокусируют микроволновое излучение окружающего неба, а затем полученные данные передаются на Землю. Для работы спутнику необходима мощность всего лишь 419 Вт (что равняется мощности четырех-пяти стандартных электрических лампочек). Зонд Уилкинсона располагается на расстоянии 1,5 млн км от Земли, оставляя далеко за собой все атмосферные колебания, которые скрывают слабое микроволновое излучение. Именно благодаря такому расположению спутник может непрерывно сканировать небо.

Свое первое сканирование неба спутник завершил в апреле 2002 года. Через полгода было завершено и второе полное сканирование. На сегодняшний день зонд Уилкинсона предоставил нам наиболее полную и точную из всех когда-либо существовавших карту микроволнового излучения*. Существование реликтового микроволнового излучения, обнаруженного и зафиксированного зондом Уилкинсона, впервые предсказал Георгий Гамов со своими сотрудниками в 1948 году; они также обращали внимание на то, что это излучение должно иметь собственную температуру. Зонд Уилкинсона измерил эту температуру, зафиксировав ее на уровне чуть выше абсолютного нуля, между 2,7249 и 2,7251 К.

Невооруженному глазу карта неба, отсканированная зондом Уилкинсона, не покажется интересной: мы увидим лишь беспорядочное скопление точек. Однако некоторые астрономы чуть

* К сегодняшнему дню наиболее полное сканирование произвел спутник Planck Европейского космического агентства. — *Прим. науч. ред.*

не рыдали над этим скоплением, поскольку эти точки представляют из себя флуктуации, или неравномерности, первоначального огненного катаклизма — Большого взрыва — сразу после возникновения Вселенной. Эти крошечные флуктуации подобны «семенам», которые буйно разрослись, когда распустился «бутон» Вселенной. Сегодня из этих крошечных семян «расцвели пышным цветом» галактические скопления и галактики, сверкающие на небесах. Иными словами, наша галактика Млечный Путь и все скопления галактик вокруг были когда-то этими крошечными флуктуациями. Измерив распределение этих флуктуаций, мы поймем происхождение галактических скоплений — этих точек, вытканых на гобелене ночного неба.



Эта фотография, сделанная спутником WMAP, показывает Вселенную «в детстве», то есть такую, какой она была всего лишь через 380 000 лет после своего возникновения. Каждая точка представляет крошечную квантовую флуктуацию — «последствие акта творения». В результате расширения все они превратились в галактики и галактические скопления, которые мы наблюдаем сегодня

Сегодня ученые в выдвижении новых теорий не поспевают за потоком поступающих астрономических данных. В общем, я бы не согласился с тем, что наступает золотой век космологии. (Как ни впечатляет зонд Уилкинсона, достижения его покажут-

ся не такими уж значительными по сравнению со спутником Planck, который европейцы собираются запустить в 2007 году. Planck, как надеются астрономы, даст более точные картины микроволнового реликтового излучения*.) Однако мы вполне можем сказать, что космология наконец вступает в период зрелости. После многолетнего прозябания в болоте предположений и фантастических гипотез она выходит из тени точных наук. Исторически так сложилось, что космологи пользовались несколько подмоченной репутацией. Ошеломляющая страстность, с которой они излагали свои грандиозные теории о возникновении Вселенной, была сравнима со столь же ошеломляющей бедностью их данных. Недаром нобелевский лауреат Лев Ландау саркастически отмечал, что «космологи часто ужасаются, но никогда не сомневаются». Среди ученых-естественников популярна старая поговорка: «Есть предположения, дальше идут предположения о предположениях, а еще дальше — космология».

В бытность мою студентом-физиком в Гарварде в конце 1960-х годов я некоторое время лелеял мысль заняться космологией — меня с детства волновал вопрос о происхождении Вселенной. Однако знакомство с этой наукой показало ее постыдную примитивность. Это была вовсе не та экспериментальная наука, где можно проверять гипотезы при помощи точных приборов, а скорее груда неопределенных и в высшей степени недоказательных теорий. Космологи вели жаркие дискуссии о том, возникла Вселенная в результате космического взрыва или же она всегда пребывала в устойчивом состоянии. Но теорий у них всегда было намного больше, чем данных. И так всегда: чем меньше данных, тем жарче споры.

На протяжении всей истории космологии эта нехватка достоверных данных приводила к жестоким войнам между

* Planck, запущенный в 2009 году, выполнил свою миссию и, что касается анизотропии реликтового излучения, представил окончательные результаты в начале 2015 г. — *Прим. науч. ред.*

астрономами, затягивавшимся иногда на десятилетия. (В частности, на некоем научном форуме непосредственно перед тем, как Аллан Сэндидж из Обсерватории Маунт-Вилсон должен был выступить с докладом о возрасте Вселенной, предыдущий оратор объявил с сарказмом: «Все, что вы сейчас услышите, — вранье»². А сам Сэндидж, прослышав о том, что группа ученых-соперников добилась определенного успеха, прорычал: «Это все полная чушь. Война — так война!»³)

ВОЗРАСТ ВСЕЛЕННОЙ

Особенно интересовал астрономов вопрос, каков же истинный возраст Вселенной. На протяжении столетий ученые, философы и теологи пытались определить его хотя бы приблизительно, пользуясь единственным доступным им методом — генеалогией человечества со времен Адама и Евы. В прошлом веке геологи использовали радиоактивное излучение, которое наблюдается в скалах, для получения наиболее точных данных о возрасте Земли. В свою очередь, зонд Уилкинсона для измерения анизотропии микроволнового излучения изучил эхо самого Большого взрыва, дав нам наиболее надежные сведения о возрасте Вселенной. Данные зонда Уилкинсона показывают, что Вселенная возникла в результате Большого взрыва, который произошел 13,7 млрд лет тому назад.

(В течение многих лет одним из наиболее скользких моментов, неотступно преследующих космологию, было то, что вычисленный возраст Вселенной часто оказывался меньше возраста отдельных планет и звезд. Причиной тому были ошибки исходных данных. Предыдущие расчеты возраста Вселенной давали ей от 1 до 2 млрд лет, что противоречило принятому возрасту Земли (4–5 млрд лет) и старейших звезд (12 млрд лет). Теперь эти противоречия устранены.)

Данные зонда Уилкинсона стали причиной крутого поворота в споре о том, из чего состоит Вселенная: этим вопро-

сом задавались еще греки более двух тысячелетий тому назад. На протяжении всего XX века считалось, что ответ известен. Проведя тысячи скрупулезных экспериментов, ученые пришли к выводу, что Вселенная в основном состоит примерно из сотни различных элементов, выстроенных в аккуратную периодическую таблицу, начинающуюся с водорода. Эта таблица — основа современной химии, и, фактически, ее изучают в каждой средней школе. Зонд Уилкинсона разрушил эти представления.

Подтверждая ранее проведенные эксперименты, зонд Уилкинсона показал, что вся видимая материя вокруг нас (включая горы, планеты, звезды и галактики) составляет ничтожную часть (4%*) всей материи и энергии во Вселенной. (Большую часть этих 4% составляют водород и гелий, и только где-то около 0,03% — тяжелые элементы.) Но подавляющая часть Вселенной состоит из загадочного невидимого вещества абсолютно неизвестного происхождения. Известные элементы, из которых состоит наш мир, составляют во Вселенной лишь 0,03%. В каком-то смысле наука оказалась отброшена на века назад, во времена, когда еще не было атомической гипотезы, поскольку физики споткнулись на факте, что во Вселенной преобладают принципиально новые, неизвестные науке формы материи и энергии.

Согласно данным зонда Уилкинсона, Вселенная на 23%** состоит из неизвестной, неопределенной субстанции — так называемой темной материи. Она обладает весом и окружает галактики гигантским ореолом, который нам невидим. Темная материя настолько вездесуща и ее так много, что в нашей галактике Млечный Путь она весит в 10 раз больше, чем все звезды вместе взятые. Несмотря на невидимость этой неизвестной материи, ученые, используя метод непрямого наблюдения, смогли ее «увидеть»: темная материя искривляет звездный свет подобно стеклу, и поэтому ее можно обнаружить по степени создаваемого оптического искажения.

* По результатам Planck, 5%. — *Прим. науч. ред.*

** По результатам Planck, 27%. — *Прим. науч. ред.*

По поводу удивительных результатов, полученных со спутника WMAP, астроном из Принстона Джон Бакал заявил: «Мы живем в невероятной, просто сумасшедшей Вселенной, но теперь нам известны ее определяющие характеристики»⁴.

Однако, наверное, самым большим сюрпризом из данных, полученных спутником WMAP и потрясших все научное сообщество, стал факт, что 73%* Вселенной, ее большая часть, состоит из абсолютно неизвестной формы энергии, называемой темной, или невидимой, энергией, таящейся в вакуумном пространстве. Введенное самим Эйнштейном в 1917 году, а затем отвергнутое (великий физик назвал его своей величайшей ошибкой) понятие «темная энергия», она же энергия пустоты, пустого космоса, теперь снова выходит на авансцену как движущая сила Вселенной. Ученые считают, что темная энергия создает антигравитационное поле, которое тянет галактики в разные стороны, и конечная судьба Вселенной будет определяться именно темной энергией.

На данный момент никто и представить не может, откуда взялась эта энергия пустоты. «Откровенно говоря, мы этого просто не понимаем. Нам известно ее воздействие, но у нас нет ключа к разгадке... ни у кого нет ни единого ключа»⁵, — признает Крейг Хоган, астроном из Университета им. Дж. Вашингтона в Сиэтле.

Если взять новейшую теорию субатомных частиц и попытаться вычислить значение этой темной энергии, мы получим число, которое отклоняется от нормы на 10^{120} (это единица, за которой следуют 120 нулей). Такое расхождение между теорией и экспериментом — величайший за всю историю пробел в науке. Это одно из наших непреодолимых (по крайней мере, в настоящее время) препятствий — даже с помощью лучшей из наших теорий мы не можем вычислить значение величайшего источника энергии во всей Вселенной. Безусловно, целая куча Нобелевских премий ожидает предприимчивых ученых,

* По результатам Planck, 68%. — *Прим. науч. ред.*

которые смогут раскрыть тайны темной энергии и темной материи.

РАСШИРЕНИЕ

Астрономы до сих пор пытаются справиться с лавиной данных, принесенных спутником WMAP. По мере того как эта лавина сметает устаревшие концепции Вселенной, в космологии вырисовывается новая картинка. «Мы заложили фундамент единой, непротиворечивой теории космоса»⁶, — заявляет Чарльз Беннетт, руководитель международной команды, принимавшей участие в обработке и анализе данных со спутника WMAP. В настоящий момент ведущей является инфляционная теория Вселенной, то есть усовершенствованная теория Большого взрыва, впервые предложенная Аланом Гуттом из Массачусетского технологического института*. По инфляционной теории, в первую триллионную долю секунды загадочная антигравитационная сила вынудила Вселенную расширяться намного быстрее, чем считалось раньше. Инфляционный период был невообразимо взрывным, при этом Вселенная расширялась со скоростью, намного превышающей скорость света. (Это не противоречит заявлению Эйнштейна, что «ничто» может перемещаться быстрее света**, поскольку расширяется пустое пространство. Что же касается материальных объектов, то они не могут перескочить световой барьер.) Итак, за ничтожную долю секунды Вселенная невообразимо расширилась — в 10^{50} раз.

Чтобы вообразить интенсивность расширения инфляционного периода (или инфляционной эпохи), представьте

* Первую (и до сих пор) реалистичную инфляционную модель предложил Алексей Старобинский из Института им. Ландау. — *Прим. науч. ред.*

** Хотя общепринятый перевод этого высказывания Эйнштейна — «ничто не может перемещаться быстрее света», в данном контексте адекватен именно дословный перевод, поскольку автор таким образом обыгрывает это высказывание, приравнивая «ничто» к пустому пространству. — *Прим. ред.*

себе воздушный шарик с нарисованными на его поверхности галактиками, который быстро надувают. Видимая Вселенная, заполненная звездами и галактиками, лежит на поверхности воздушного шарика, а не внутри него. Теперь поставьте на шарике микроскопическую точку. Эта точка и есть видимая Вселенная, то есть все, что мы можем наблюдать при помощи наших телескопов. (Для сравнения: если бы видимая Вселенная была размером с субатомную частицу, то вся Вселенная была бы намного больше той реальной видимой Вселенной, которую мы наблюдаем.) Иными словами, инфляционное расширение было настолько интенсивным, что теперь существуют целые области Вселенной вне нашей видимой, которые так навсегда и останутся для нас за пределами видимости.

Расширение Вселенной было столь интенсивным, что при взгляде на описанный шарик с близкого расстояния он кажется плоским. Этот факт был экспериментально проверен спутником WMAP. Как и Земля кажется нам плоской, потому что мы очень малы по сравнению с ее радиусом, так и Вселенная кажется нам плоской лишь потому, что она изогнута в гораздо большем масштабе.

Допустив раннее инфляционное расширение, можно без особых усилий объяснить многие загадки Вселенной, как, например, то, что она кажется плоской и однородной. Характеризуя инфляционную теорию, физик Джоэл Примак сказал: «Из таких прекрасных теорий еще ни одна не оказывалась ошибочной»⁷.

МУЛЬТИВСЕЛЕННАЯ

Несмотря на то что инфляционная теория согласуется с данными зонда Уилкинсона, она все же не отвечает на вопрос: что стало причиной расширения? Что побудило к действию антигравитационную силу, которая «раздула» Вселенную? Существует более 50 теорий о том, что стало причиной начала и окончания расширения, в результате чего и возникла наша Вселен-

ная. Но единого мнения не существует. Большинство физиков соглашается с основной идеей о стремительном инфляционном периоде, но решающего ответа на вопрос о механизме расширения Вселенной пока не существует.

Поскольку никто точно не знает, почему началось расширение, вполне вероятно, что подобное событие может снова иметь место, то есть инфляционные взрывы могут повторяться. Эта теория была предложена русским физиком Андреем Линде из Стэнфордского университета. Она утверждает, что, какой бы механизм ни послужил причиной внезапного расширения Вселенной, он постоянно находится в действии, заставляя беспрерывно расширяться другие, отдаленные области Вселенной.

И тогда крошечный участок Вселенной может внезапно расшириться и «образовать почку», пустить побег дочерней вселенной, от которой, в свою очередь, может отпочковаться новая дочерняя вселенная; при этом процесс «почкования» продолжается беспрерывно. Представьте, что вы пускаете мыльные пузыри. Если дуть достаточно сильно, то можно увидеть, как некоторые из них делятся, образуя новые, «дочерние» пузыри. Подобным образом одни вселенные могут постоянно давать начало другим вселенным. Согласно этому сценарию, Большие взрывы происходили все время, происходят и сейчас. Если это верно, то, возможно, мы плаваем в море таких вселенных, словно пузырек, покачивающийся в океане среди других пузырьков. По сути, более подходящим словом будет не «Вселенная», а «Мультивселенная».

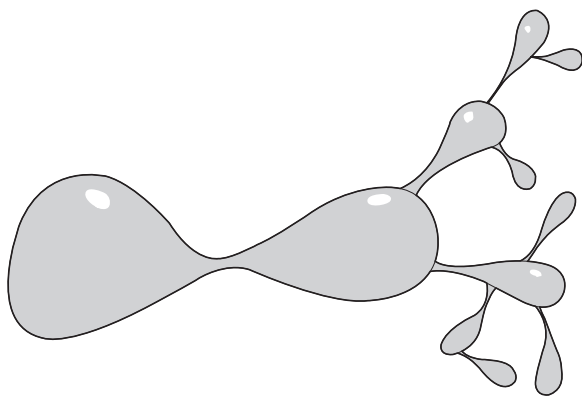
Линде называет свою теорию вечным, самовоспроизводящимся или хаотическим расширением, поскольку он подразумевает непрекращающийся процесс постоянного расширения параллельных вселенных. «Расширение заставляет нас предполагать существование многочисленных вселенных»⁸, — говорит Алан Гут, впервые предложивший инфляционную теорию.

Эта теория также предполагает, что от нашей Вселенной, возможно, когда-нибудь отпочкуется собственная дочерняя вселенная. Возможно, и наша собственная Вселенная обрела

свое существование, отпочковавшись от более древней, более ранней вселенной.

По словам главы Королевского астрономического общества Великобритании сэра Мартина Риса, «то, что традиционно называлось Вселенной, может быть лишь частью целого ансамбля. Может существовать бесконечное множество других областей Вселенной, где действуют иные законы. Вселенная, в которой мы появились, принадлежит к необычному подмножеству, которое позволяет развиваться сложным формам и сознанию»⁹.

Исследования в области Мультивселенной вызвали дискуссии о том, как выглядят другие вселенные, обитаемы ли они и даже возможен ли с ними контакт. Ученые Калифорнийского технологического института, Массачусетского технологического института, Принстонского университета, а также других научных центров сделали расчеты для решения вопроса, не противоречит ли законам физики множественность вселенных и возможность их достижения.



Появляется все больше теоретических доказательств в поддержку существования Мультивселенной*, где целые вселенные могут отпочковываться или «распускать бутоны» из других вселенных. Такая теория объединила бы две величайшие религиозные мифологии — возникновение мира и нирвану: возникновение мира происходило бы непрерывно в существующей вечно нирване

* Тут главное слово «теоретических», поскольку все очень модельно-зависимое и никаких наблюдательных данных в поддержку гипотезы Мультивселенной пока не существует. — *Прим. науч. ред.*

М-ТЕОРИЯ И ОДИННАДЦАТОЕ ИЗМЕРЕНИЕ

Сама идея параллельных вселенных когда-то рассматривалась учеными с изрядной долей подозрения и считалась областью деятельности мистиков, шарлатанов и больших оригиналов. Каждый ученый, осмеливавшийся работать в области изучения параллельных вселенных, подвергался насмешкам, даже рисковал своей карьерой, поскольку вплоть до сегодняшнего дня не существует экспериментального подтверждения существования параллельных вселенных.

Но в последнее время произошел серьезный прорыв в исследованиях, и теперь лучшие умы планеты интенсивно работают именно в этом направлении. Причиной столь внезапного поворота стало появление новой струнной теории и ее последней версии, М-теории, которая не только сулит раскрыть природу Мультивселенной, но и обещает возможность воочию «узреть Божий замысел», как когда-то красноречиво выразился Эйнштейн. Если теория окажется верной, то это будет главным достижением науки за последние 2000 лет, с тех самых пор как древние греки начали поиски единой связной и целостной теории Вселенной.

Количество опубликованных работ в области струнной теории и М-теории впечатляет — они исчисляются десятками тысяч. Этой теме были посвящены сотни международных конференций. В каждом университете мира либо есть группа, занимающаяся разработкой теории струн, либо делаются отчаянные попытки ее изучения. Хотя теорию и не проверить при помощи наших несовершенных современных приборов, она вызвала живейший интерес математиков, физиков-теоретиков и даже экспериментаторов, которые надеются протестировать периферию Вселенной (конечно, в будущем) при помощи мощных детекторов гравитационных волн в открытом космосе и огромных ускорителей частиц.

В конечном счете эта теория, возможно, ответит на вопрос, который волновал космологов с тех самых пор, как впервые была высказана идея Большого взрыва: а что было до него?