



Книжные проекты Дмитрия Зими́на

Эта книга издана в рамках программы
“Книжные проекты Дмитрия Зими́на”
и продолжает серию

“Библиотека фонда «Династия»”.

Дмитрий Борисович Зими́н —
основатель компании “Вымпелком” (*Beeline*),
фонда некоммерческих программ “Династия”
и фонда “Московское время”.

Программа “Книжные проекты Дмитрия Зими́на”
объединяет три проекта, хорошо знакомых
читательской аудитории:
издание научно-популярных
книг “Библиотека фонда «Династия»”,
издательское направление фонда “Московское время”
и премию в области русскоязычной
научно-популярной литературы
“Просветитель”.

Подробную информацию
о “Книжных проектах Дмитрия Зими́на”
вы найдете на сайте

ZIMINBOOKPROJECTS.RU

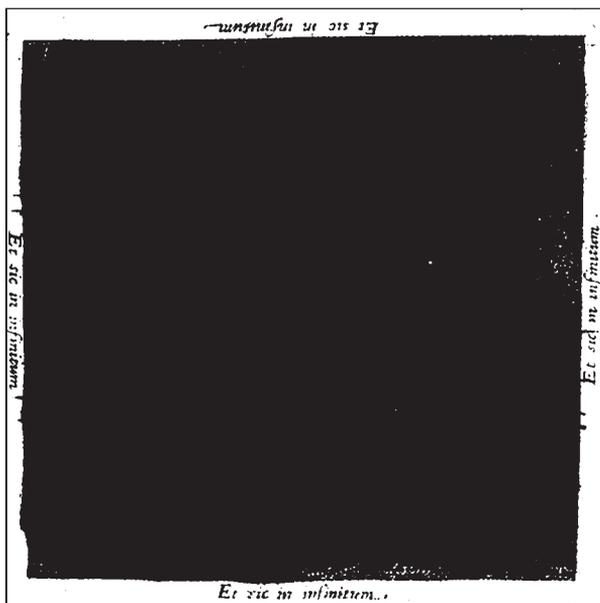
Содержание

Пролог	15
Введение. Общая история происхождения	19
Мифы о сотворении и наука	20
Трудный язык	23
Опасное путешествие	26
Два пути познания	28
Оставь свои предубежденья, всяк сюда входящий.	31
В начале была пустота	37
Вселенная — гигантская и расширяющаяся	40
Большой взрыв	46
Вселенная, родившаяся из пустоты	50
Вакуум или ничто?	56
Вакуум и хаос	62
День 1. Безудержным вздохом создано чудо	65
Это странное первичное поле	68
Неостановимое расширение	71
Успех инфляционной теории	75
В поисках дымящегося пистолета	80
Мифическая эра Великого объединения	82

День 2. Осторожное прикосновение бозона все изменило навсегда	87
Песнь Нарцисса	91
Красота нарушенной симметрии	96
Открытие бозона Хиггса	101
Кто нарушил симметрию между материей и антиматерией?	105
Глубочайшая из симметрий	109
Ускорители будущего	112
День 3. Рождение бессмертных	117
Самая совершенная из жидкостей	121
Протон — это навсегда	124
Легкие и необходимые	128
Самым скромным и вежливым не удастся стать первыми	130
В сердце звезды	132
День 4. И свет наконец-то стал	137
Мир без света, населенный темной сущностью	141
Пробил час для материи	146
Тайные послания, скрытые в стене	149
Самый подробный рассказ	152
День 5. Зажигается первая звезда	157
“И здесь мы вышли вновь узреть светила”	161
Эпическая эра мегазвезд	165
Невероятный космический фейерверк	169
Очарование гаснущих звезд	173
Сингулярность в черной дыре	175
Синтез, что дороже золота	178

День 6. И хаос прикинулся порядком	183
<i>Spirā mirabilis</i>	186
Галактики, скопления, столкновения	188
Темное сердце Млечного Пути	191
Не будите спящего дракона	194
Тонкие стрелы Ориона	199
День 7. Рой сложной формы	205
Солнце и его спутники	210
Хорошо еще, что Тейя нас опустошила	213
Колыбель для сложности	218
Экзопланеты	223
Что нас делает людьми	229
Построение символа	232
В начале был Тавмант	238
Сила воображения	241
Эпилог. Погром в Модике	247
Благодарности	251

В начале была пустота



В начале была пустота — таким образом мы сразу дали ответ на труднейший из вопросов: а что было до Большого взрыва? Строго говоря, этот вопрос поставлен неправильно. Как мы скоро увидим, пространство-время выходит на сцену только вместе с энергией и массой, так что не было никакого *до*, никаких часов, которые бы тикали *за пределами* Вселенной, тогда еще даже не родившейся. И тем не менее для связности рассказа мы можем проигнорировать эту логическую трудность и перейти к сути.

Признав всю парадоксальность вопроса, а что было *до того, как родилось время*, мы вообразим себе существование в *нуль-пространстве*, из которого должно будет появиться все пространство; пусть наша фантазия позволит нам пренебречь тем фактом, что мы материальны и нам нужен воздух, чтобы дышать, и свет, чтобы видеть, — позволит нам вообразить, будто мы уже были *там*, где не было и следа ни материи, ни энергии, готовясь присутствовать при рождении всего на свете и увидеть его своими глазами.

Перед нами простирается пустота, вакуум, совершенно особая физическая система, которая, несмотря на название, откровенно вводящее в заблуждение, совсем даже никакая не пустота. Законы физики наполняют вакуум виртуальными

частицами, что рождаются и исчезают в случайном ритме, принося с собой поля с энергиями, значения которых непрерывно колеблются около нуля. Каждый может взять энергию в долг в огромном вакуумном банке и вести существование тем более эфемерное, чем больше размер долга.

Из этой системы, из этих флуктуаций может родиться вдруг материальная Вселенная, которая поначалу все та же пустота, но в этой пустоте внезапно начинаются волшебные метаморфозы.

Вселенная — гигантская и расширяющаяся

Нам сегодня трудно удержаться от улыбки, когда мы слышим, какими наивными были представления лучших ученых разных эпох до того, как в их распоряжении оказались современные телескопы.

Латинское слово *Universum*, “Вселенная”, содержит два корня — *unus*, числительное “один”, и *versus*, причастие прошедшего времени от глагола *verto*, “вращать”. Мы используем его для обозначения всего сущего, но его буквальное значение иное: “то, что вращается все вместе в одном направлении”. В нем содержится рудимент представления древних обо всем сущем как о единой и упорядоченной системе тел, пребывающей во вращении. Этот предрассудок объединяет древние представления Аристотеля и Птолемея с более современными моделями Коперника и Кеплера.

С концептуальной точки зрения геоцентрическая и гелиоцентрическая вселенные абсолютно различны. На протяжении почти двух тысяч лет ученые всей планеты непрерывно производили вычисления и рассуждения по поводу движения сфер, гостеприимно приютивших Луну, Солнце, планеты и неподвижные звезды. А потом вдруг вся эта картина мира рухнула.

Выдрать Землю из центра мироздания было совсем не просто. Для общества XVII века это было сильным шоком — культурным, философским, религиозным. С этого момента весь мир стал иным. И все же, если взглянуть на вещи с некоторой временной дистанции, две системы, кажущиеся настолько несовместимыми, что за них проливалась кровь, обнаруживают очень сходную структуру. Обе описывают неизменную стационарную вселенную, идеальную машину, гарантирующую вечную гармонию, неизменное вращение. А приводит ли ее в движение “Любовь, что движет Солнце и светила”¹ или сила гравитации Галилея и Ньютона — суть ее от этого не меняется.

Предрассудок о вечной и неизменной, совершенной и потому не меняющейся *ab initio*² Вселенной дожил почти до наших дней. Удивительно находить его и в первых формулировках релятивистской космологии начала XX века.

В 1917 году Альберт Эйнштейн, разрабатывая свою общую теорию относительности и ее следствия, постулировал Вселенную однородную, статическую, пространственно искривленную. Масса и энергия искривляли пространство-время и стремились сжать его в точку, но если в уравнение добавить положительное слагаемое, то это стремление можно скомпенсировать — и система останется в равновесии. Вся современная космология начинается с этого виража. Ради того, чтобы избежать катастрофического финала Вселенной, неминуемого при наличии одной только гравитации, в уравнение вводилась произвольная добавка. Желая поддержать тысячелетний предрассудок о стабильности и неизменности Вселенной, в плену которого Эйнштейн и сам, очевидно, находился, он придумал то, что получило название “космологической постоянной”, то есть положительную энергию пустоты, ко-

1 Данте Алигьери, “Божественная комедия”, “Рай”, XXXIII, 145. Пер. М. Л. Лозинского.

2 От начала (*лат.*).

торая приводит к возникновению все расталкивающей силы в противовес гравитационному притяжению, гарантируя стабильность целого.

Сегодня, когда мы знаем, что во Вселенной сотни миллиардов галактик, нам странно обнаруживать, что в начале двадцатых годов прошлого столетия многие ученые, и в их числе самые выдающиеся умы, все еще полагали мир ограниченным одним только Млечным Путем. Медленные обращения тел этой галактики вокруг ее единого центра хорошо вписывались в представления о Вселенной как о стационарной, гармоничной и упорядоченной системе. Очень скоро новые наблюдения поставят все эти представления под очень большой вопрос, но уже тогда молодой бельгийский ученый благодаря своей гениальной интуиции предвидел радикальный разрыв со старыми теориями.

В 1927 году Жоржу Леметру было тридцать три года, он был католическим священником, с отличием прошедшим курс астрономии в Кембридже и завершавшим свою работу над диссертацией в Массачусетском технологическом институте. Молодой ученый одним из первых понял, что уравнения Эйнштейна могут описывать также динамическую вселенную — систему с постоянной массой, но непрерывно расширяющуюся так, что ее радиус растет с течением времени. Когда он представил свои рассуждения самому ценимому и авторитетному из коллег, приговор Эйнштейна был суров: «Ваши вычисления правильны, но ваша физика отвратительна»¹. До такой степени укоренилось тысячелетнее предубеждение, будто Вселенная — стационарная система, что даже самый гибкий и изобретательный ум своего времени отказывался от мысли о ее расширении, а следовательно, и о возможности всему на свете иметь начало.

¹ Кроме того, в ходе встречи в 1927 году Эйнштейн рассказал Леметру о более ранних аналогичных работах, выполненных советским ученым А. А. Фридманом. После этого Леметр стал гораздо скромнее отзываться о своих результатах. — *Прим. науч. ред.*

Потребуется годы обсуждений и самых яростных споров, прежде чем это неслыханное новшество укоренится среди ученых, и пройдет еще больше времени, прежде чем оно станет достоянием широкой публики.

Ключ к успеху был предложен все в той же статье Леметра, где излагалась его новая теория: там он упоминал об измерении радиальной скорости внегалактических туманностей.

В те годы внимание астрономов было приковано к странным космическим объектам, похожим на облачка: считалось, что они представляют собой группы звезд, окруженных пылью или газом. Сегодня мы знаем, что это галактики и в каждой из них миллиарды звезд, но имевшиеся тогда телескопы не позволяли получить достаточно детальную картину.

Чтобы вычислить, с какой скоростью движется звезда или какое-нибудь светящееся тело вообще, астрономы со временем научились пользоваться *эффектом Доплера*. То же самое явление, которое мы обнаруживаем посредством слуха, когда мимо проезжает карета скорой помощи со включенной сиреной, но только в применении к световым волнам. Когда источник волн удаляется, частота принимаемых нами колебаний падает: звук сирены при этом становится более низким, а свет краснеет. Изучая спектры электромагнитного излучения различных небесных источников, для каждого из них можно определить величину такого “покраснения” (его называют “красным смещением”), а из него найти радиальную скорость, с которой удаляется источник.

Но совсем не просто измерить расстояние до этих образований и по крайней мере понять, находятся ли они внутри нашей Галактики.

Решение было найдено Эдвином Хабблом, молодым астрономом, работавшим в обсерватории Маунт-Вилсон в Калифорнии, где был установлен самый мощный телескоп того времени.

Разработанный им метод базировался на использовании цефеид, пульсирующих звезд переменной светимости. За несколько лет до начала этой работы умерла Генриетта Суон Ливитт, она одной из первых среди американских астрономов, еще в молодые годы, сделала огромный вклад в развитие этой области исследований, не получив, как часто бывает в подобных случаях, должного признания. В самом деле, в начале XX века считалось немыслимым, чтобы женщина работала на телескопе, и очень мало кому из них удавалось получить соответствующую работу. Ливитт досталась роль — второстепенная и низкооплачиваемая — человека-компьютера: ее задача ограничивалась тем, что она должна была просматривать один за другим тысячи фотографических отпечатков, сделанных с помощью телескопа, и записывать характеристики звезд и других запечатленных объектов. В частности, она измеряла и каталогизировала видимый блеск звезд.

Еще будучи молодым астрономом, она сосредоточила свои исследования на звездах переменной светимости в Малом Магеллановом Облаке — туманности, которую в то время считали частью нашей Галактики. Ливитт принадлежит гениальное наблюдение: у звезд с наибольшей светимостью период пульсаций также оказывался наиболее продолжительным. Когда эта закономерность была установлена, стало возможным оценить светимость звезды, то есть величину, позволявшую определить расстояние между звездой и наблюдателем. Светимость объекта обратно пропорциональна расстоянию от него до наблюдателя, и как только становится известна его истинная интенсивность излучения, этого достаточно, чтобы из наблюдаемого блеска найти расстояние.

Ливитт измерила отношение между светимостью и периодом цефеид Малого Магелланова Облака и, предположив, что все они находятся примерно на одинаковых расстояниях, смогла построить шкалу собственной светимости в зависимости от блеска, определяемого по снимку.

Благодаря интуиции молодой и гениальной исследовательнице удалось получить в свое распоряжение *стандартную свечу*, то есть источники излучения известной интенсивности, с помощью которых она построила абсолютную меру расстояний.

То же самое сделал Хаббл, воспользовавшись цефеидами туманности Андромеды, и пришел к выводу, что расстояния до них слишком велики и поэтому они не могут быть частью нашего Млечного Пути.

Леметр был знаком с первыми измерениями Хаббла, не только установившего, что эти туманности находятся за пределами нашей Галактики, но и приписавшего им впечатляющие значения скорости, с которой они удаляются. Его теория расширяющейся Вселенной позволяла объяснить эти новые наблюдения при допущении мысли о том, что речь идет о грандиозной системе, несоизмеримо большей по размеру, чем до того времени было принято думать. Это гигантская структура, в которой присутствуют в неисчислимом количестве другие галактики, подобные нашей, и в которой все удаляется ото всего.

После того как на протяжении тысячелетий Земля занимала центральное положение во Вселенной, пришлось скрепя сердце признать, что наша планета — лишь одна среди многих, движущихся вокруг Солнца. А теперь рушилась последняя иллюзия. Места, где расположены Солнечная система и наш Млечный Путь, — это вовсе не какие-то особые места во Вселенной. Мы не более чем несущественный компонент безымянной галактики, одной из многих обитаемых, каковых во всей Вселенной великое множество. И словно одного этого не было бы достаточно, эта система вдобавок эволюционирует во времени: как и у всех прочих материальных тел, у нее было свое начало и, по всей вероятности, будет и свой конец.