



Гвидо  
Тонелли

# Книга Бытия

Общая история  
происхождения

CoRpus

ЭЛЕМЕНТЫ 2.0



Книжные проекты  
Дмитрия Зимина

Прочитайте эту книгу —  
она расширяет сознание.  
WIRED

**Гвидо Тонелли**  
**Книга Бытия. Общая**  
**история происхождения**  
**Серия «Элементы 2.0»**

*[http://www.litres.ru/pages/biblio\\_book/?art=68318191](http://www.litres.ru/pages/biblio_book/?art=68318191)  
Книга Бытия. Общая история происхождения:  
ISBN 978-5-17-127299-9*

### **Аннотация**

В “Книге Бытия” Гвидо Тонелли, известный итальянский физик, стоявший у истоков открытия знаменитого бозона Хиггса, описывает историю происхождения Вселенной и эволюцию жизни на Земле с точки зрения фундаментальной физики. Эта книга – одна из наиболее емких, внятных и убедительных попыток ответить на вечный вопрос человечества: “Что же на самом деле произошло в те первые мгновения?” Уместив 13,8 миллиарда лет в библейские “семь дней сотворения мира”, Тонелли увлекает читателя в стремительное путешествие по истории космоса – от Большого взрыва и рождения Вселенной до появления на Земле жизни, человеческого языка и способности человека видеть, понимать и описывать мир вокруг себя.

В формате PDF А4 сохранен издательский макет книги.

# Содержание

Пролог	6
Введение	10
Мифы о сотворении и наука	12
Трудный язык	16
Опасное путешествие	20
Два пути познания	23
Оставь свои предубеждения, всяк сюда входящий	28
В начале была пустота	34
Вселенная – гигантская и расширяющаяся	37
Конец ознакомительного фрагмента.	38

# Гвидо Тонелли

## Книга Бытия. Общая история происхождения

© Giangiacomo Feltrinelli Editore, Milano

First published in 2019 with the title *Genesi* in May 2019

Published under license from Giangiacomo Feltrinelli

Editore, Milan, Italy

© Д. Баяк, перевод на русский язык, 2022

© А. Бондаренко, художественное оформление, макет,  
2022

© ООО “Издательство АСТ”, 2022

Издательство CORPUS ®

*Маленькому Якопо*

*Мы отчаянно нуждаемся в стихах  
Анонимная надпись на стене в одной из улочек  
Палермо (октябрь 2018 года)*

*Любые страдания можно пережить, если  
встраиваешь их в какую-то историю или  
рассказываешь историю о них  
Исак Динесен*

*Укоренение – это, быть может, наиболее  
важная и наименее признанная потребность*

*человеческой души*  
**Симона Вейль**

# Пролог

“Здравствуйте, профессор! Можно задать вам вопрос? Я ведь правильно понял, что все это пустое? Я хочу сказать – вся та Вселенная, которая нас окружает? Включая Дональда Трампа и акционеров FCA<sup>1</sup>, сводящих меня с ума? Как же это хорошо! Просто гениально! Я всегда знал, что мне надо учить физику и забыть обо всей той ерунде, которой я занимаюсь уже сорок лет”.

Серджи Маркионне звонит мне из Соединенных Штатов. Завершается его рабочая неделя, полная бесконечной рутины и непрерывных переездов: пара дней в Маранелло, оттуда на вертолете в Турин, а затем на самолете в Детройт, чтобы провести там выходные и, вернувшись, начать все сначала. Все как всегда, ни остановиться, ни передохнуть.

Наше знакомство началось в 2016 году, в конце июля. Меня пригласили выступить на заводе “Феррари”. У меня появилась возможность воочию увидеть настоящие жемчужины современных технологий и поговорить с молодыми инженерами и конструкторами, которые даже в новых моделях почти с маниакальным упорством стремились придерживаться традиций старых мастеров. Утро пролетело неза-

---

<sup>1</sup> *Fiat Chrysler Automobiles* – итало-американский автомобильный концерн, возникший в результате покупки американской компанией “Крайслер” итальянского холдинга “Фиат”. – *Здесь и далее, если не указано иное, прим. перев.*

метно, и вот мы с ними уже сидим за столиком того самого ресторана, где когда-то любил обедать Энцо Феррари. Фото “патриарха” висели повсюду, соседствуя со свидетельствами его многочисленных триумфов. Пока мы болтали о “Формуле-1” и электромобилях “Феррари”, неожиданно раздался телефонный звонок: это был Серджо Маркионне, он спрашивал, не могу ли я подняться в его офис на пару слов.

Я шел вверх в полной уверенности, что визит будет недолгим и дело ограничится обменом любезностями, но не успел я сесть, как он огорошил меня вопросом: “Профессор, а вы верите в Бога?”

После такого начала мне стало ясно, что разговор наш не будет ни коротким, ни формальным. Весь следующий час мы проговорили о том, как возникла Вселенная, обсуждали, что такое вакуум, откуда взялось пространство-время и чем это все закончится. Маркионне курил сигарету за сигаретой, требуя объяснений по каждому поводу. В его глазах читались искреннее любопытство и удивление. “Как я хотел изучить все это в молодости! Но мне не удалось по-настоящему вникнуть в суть научных материй. Я получил университетский диплом, но потом жизнь увлекла меня в совершенно другую сторону”. Он стал рассказывать мне о своем непростом отрочестве в Канаде и о поворотах судьбы, часто совершенно случайных, в результате которых он возглавил одну из самых известных компаний в мире.

Наш разговор прервал секретарь, вошедший напомнить,

что водитель, который должен отвезти меня в аэропорт, уже очень нервничает, так как времени до вылета мало, и я рискую опоздать на обратный рейс. Настало время прощаться. Напоследок Маркионне попросил меня подписать для него экземпляр книги *La nascita imperfetta delle cose*<sup>2</sup>, и я пригрозил, что потом буду расспрашивать его о ее содержании, проверяя, прочитал ли он книгу. Когда он позвонил мне через пару недель, я понял, что мой вызов был принят.

И теперь, несколько месяцев спустя, у меня был повод съездить в Модену, чтобы принять участие в ежегодной встрече, которую “Феррари” организует для менеджеров своих самых важных партнеров. За ужином мы продолжили свою игру в вопросы и ответы, но на этот раз с расширенным составом участников. Вечер прошел в обсуждении черных дыр, Стивена Хокинга и гравитационных волн. А перед десертом Маркионне потребовал всеобщего внимания и предложил мне выступить. Он хотел, чтобы я рассказал о рождении Вселенной и открытии бозона Хиггса, ничего не скрывая: “Режьте как есть, профессор. Я хочу, чтобы эти олухи поняли, что в мире по-настоящему важно”.

В конце вечера он взял меня под руку и сказал: “Через пару лет я покончу со всем этим и снова возьмусь изучать физику. Пообещайте мне подготовить небольшой список текстов по квантовой механике и элементарным частицам, не слишком пространных, но информативных, которые позво-

---

<sup>2</sup> “Несовершенное рождение вещей”.

лят мне во всем разобраться”.

Я часто повторяю, что великие вопросы, ответы на которые ищет физика, находятся внутри каждого из нас и что это изначальное любопытство горит в душе каждого. Я пообещал ему прислать нужную библиографию, но, видимо, он заметил в моих глазах какое-то сомнение. “Профессор, поверьте мне, я это сделаю”. Ни он, ни я в тот момент не могли себе представить, как скоро обстоятельства навсегда расстроят наш план.

# Введение

## Общая история происхождения

Примерно сорок тысяч лет назад, когда вторая волна сапиенсов из Африки достигла Европы, большая часть региона была уже заселена неандертальцами. Организованные в маленькие кланы, они обитали в небольших ущельях, где сейчас обнаруживаются неопровержимые свидетельства существования созданной ими сложной вселенной символов: покрытые символическими изображениями животных стены, уложенные в позу эмбриона захороненные покойники, используемые в ритуальных целях большие сталактиты. Признаки высокого уровня развития многочисленны. По всей вероятности, у них была хорошо развитая речь, о которой мы теперь уже никогда ничего не узнаем.

Мы можем представить, как под сводами тех пещер отзвучивал эхом древнейшей истории обращенный к детям рассказ стариков о происхождении мира – велики сила слова и магия памяти. Тысячи поколений сменяют друг друга, прежде чем Гесиод (или кто-то ему помогавший) напишет “Теогонию” – древнейшее письменное свидетельство, связавшее поэзию с космологией.

Тот рассказ о началах продолжается и поныне, теперь уже на языке науки. Математические уравнения не обладают ас-

социативной силой поэтического языка, но концепции современной космологии – о Вселенной, родившейся из флуктуаций пустоты или из космической инфляции, – все еще заставляют нас затаить дыхание.

Все рождается из одного и того же вопроса, простого и неотвратимого: “Откуда это все?”

Вопроса, резонансом доносящегося отовсюду, звучащего на любой широте, среди людей любой культуры, сколь бы несхожи они ни были. Его задают дети и клерки, ученые и шаманы, астронавты и последние представители тех крошечных, занимающихся охотой и собирательством популяций, которым удалось выжить где-то в Борнео или лесах Амазонии.

Вопрос кажется настолько древним, что некоторые полагают его напрямую унаследованным от видов, предшествующих нам.

# Мифы о сотворении и наука

Для народностей королевства Куба на территории современного Конго создание вселенной было делом владыки темного мира Бумбы, которого вытошнило солнцем, луной и звездами, и только так он смог избавиться от страшной боли в животе; а в народности фульбе в тропическом регионе Сахель герою Дундари приписывали способность превращать в землю, воду, железо и огонь гигантскую каплю молока; пигмеи же в лесах Экваториальной Африки верят, что все рождено огромной черепахой, которая откладывала яйца, плавая в примордиальных водах.

В истоках почти всякого мифологического рассказа лежит что-то неясное, но ужасающее: хаос, мрак, бесконечная бесформенная протяженность, огромное облако, пустыня. До тех пор, пока какое-то сверхъестественное существо не вмешивается, придавая форму, привнося порядок. И тут появляется огромная черепаха, первичное яйцо, герой или демиург, который разделит небо и землю, луну и солнце, даст жизнь животным и человеку.

Установление порядка необходимо, поскольку позволяет определить правила, обозначить основы тех ритмов, которыми соразмеряется жизнь общества: циклы смены дня и ночи, перехода от одного времени года к другому. О первичном хаосе напоминает страх предков – страх пасть жертвой слепых

сил природы, будь то дикие звери или землетрясение, засуха или наводнение. Но когда природа начинает приобретать форму и следовать правилам, диктуемым теми, кто приносит в мир порядок, вот тут хрупкое человеческое сообщество получает шанс на выживание и размножение. Естественный порядок отражается в порядке социальном, в совокупности табу и правил, определяющей, что можно делать, а что абсолютно запрещено. Если группа, племя, человечество в целом ведет себя в соответствии с законами, установленными этим доисторическим пактом, то образующийся набор норм защитит общество от деградации.

Из этого мифа рождаются и другие конструкции, которые превращаются в религию и философию, искусства и науки – дисциплины, скрещивающиеся и оплодотворяющие друг друга, приводящие с собой тысячелетний расцвет цивилизаций. Это сплетение становится невозможным с развитием наук, развитием диспропорционально быстрым в сравнении со всеми остальными видами творческой деятельности. И тогда сонный ритм жизни общества, остававшийся неизменным на протяжении веков, внезапно нарушается чередой открытий, радикально преобразующих образ жизни целых народов. Вдруг все меняется, и продолжает меняться с устрашающей скоростью.

С развитием науки рождается современность, общества становятся динамичными, пребывают в непрерывных изменениях, в социальных группах наблюдается брожение,

правлящие классы подвергаются глубоким трансформациям, равновесие сил в светской власти в течение десятилетий, если не нескольких лет, нарушается и восстанавливается заново.

Но самые глубокие трансформации касаются не способов, при помощи которых мы передаем информацию или производим богатства, избавляемся от болезней или путешествуем по миру. Наиболее радикальные перемены касаются нашего способа видеть мир и, как следствие, определять свое место в нем. Рассказ о началах мира, который выводится из современной науки, быстро достигает такой полноты и внутренней непротиворечивости, с какой трудно состязаться. Ни одна другая дисциплина не может предоставить объяснений столь же убедительных, проверяемых и согласующихся с бесчисленными наблюдениями ученых.

Несмотря на то что окружающий ландшафт, каким он видится человечеству, последовательно теряет присущие ему на протяжении тысячелетий магические и мистические черты, картина, которая постепенно вырисовывается, становится все более и более невероятной и невообразимой. Наука рассказывает нам о нашем происхождении фантастические истории, которые, однако, оказываются более убедительными, чем мифы. Ученым, чтобы выстроить эти истории, приходится входить в мельчайшие и скрытые подробности того, что реально, исследовать миры настолько далекие и состояния материи настолько отличные от тех, к которым мы при-

выкли, что это просто не постижимо умом.

Отсюда рождаются необратимые изменения парадигмы, они определяют эпоху и модифицируют наши взаимоотношения с реальностью. Неиссякаемое стремление к научным открытиям следует ритму этих невидимых подземных смещений, подобно тому как мощный толчок магмы в глубине откликается деформациями земной коры, а иной раз и необратимыми ее разрывами.

История, которую наука нам рассказывает о происхождении Вселенной, уже повлияла на жизнь каждого из нас, в самой основе изменила принципы внесения новых пунктов в любой социальный договор, открыла неожиданные возможности и риски, предопределила будущее последующих поколений.

Потому то, что сегодня наука рассказывает о происхождении, должно быть известно всем, как во всяком полисе Древней Греции все должны были знать мифы о сотворении, принятые там за истину. Но достичь этого можно, лишь преодолев одно существенное препятствие – научиться понимать изощренную научную терминологию.

# Трудный язык

Все началось с незначительного, на первый взгляд, события, случившегося около четырехсот лет назад, в центре которого оказался один профессор геометрии и механики Падуанского университета. Когда Галилео Галилей начал свои опыты с изобретенной в Голландии зрительной трубой, чтобы превратить ее в инструмент для наблюдения небесных тел, он даже отдаленно не представлял себе, какие неприятности для него это повлечет за собой, и уж тем более не мог предвидеть те потрясения для всего мира, которые вызовут его наблюдения.

То, что Галилей увидел через свою систему линз, лишило его дара речи: Луна вовсе не была совершенным небесным телом, описанным в самых авторитетных античных текстах, и она не была из не знающего разрушения вещества – на ней были видны горы, неровные стены кратеров и равнины, похожие на земные; на Солнце обнаружили пятна, а само оно, как выяснилось, вращается вокруг своей оси; Млечный Путь оказался скоплением грандиозного числа звезд, а “звездочки” вблизи Юпитера – его спутниками, обращающимися вокруг него, как Луна вокруг Земли. Когда в 1610 году Галилей опубликовал все это в своем “Звездном вестнике”, он вызвал, вероятно, сам того не желая, настоящую лавину, обрушившую всю систему верований и высших ценностей,

которая оставалась незыблемой более тысячи лет и которую никто никогда не осмеливался обсуждать.

С Галилеем рождалась современность: человек выбрался из колыбели и оказался наедине с целым миром, всем величием Вселенной, вооруженный исключительно своей изобретательностью. Ученый больше не искал истины в книгах, не склонял головы перед авторитетом, не повторял формул, донесенных до него традицией, он все подвергал самой беспощадной критике. Наука стала довольствоваться “временными истинами”, построенными благодаря “чувственному опыту” и “необходимым доказательствам”.

Сила научного метода – в использовании предположений, подтверждаемых при помощи инструментов, которые позволяют наблюдать, измерять и каталогизировать самые разнообразные явления природы. Результаты этих экспериментов, названные Галилеем “чувственным опытом”, дают основания решить, работает ли сделанное предположение, или его следует отвергнуть.

Его наблюдения скоро дали неоспоримые доказательства состоятельности “безумных” теорий Коперника и Кеплера, представлениям о мире предстояло радикально измениться, ничто уже не могло остаться прежним. Искусству, этике, религии, философии, политике – одним словом, всему на свете было суждено перевернуться в ходе этой концептуальной революции, поставившей человека и его разум в центр всего сущего. Потрясения, которые вызвал этот новый подход

в самые короткие сроки, были настолько глубокими, что им трудно найти прецеденты.

Галилеевская наука была так революционна не тем, что присвоила себе право защищать истину, а тем, что безустанно пыталась фальсифицировать собственные предсказания. В ее сердце надежда разом поколебать уверенность во всяком достигнутом знании, она то и дело поправляет сама себя, опираясь на результаты экспериментов; наконец, чтобы исследовать все более таинственные свойства материи и Вселенной, она переносит внимание на все более изощренные допущения, следствия которых собирается исследовать.

Этот подход, объединяющий терпение с осознанием цели, рождает новые представления, объясняющие какие-то неуловимые и кажущиеся на первый взгляд маргинальными явления. Таким образом, создание все более полной и сложной картины мира приводит к постижению в мельчайших деталях самых сокровенных природных явлений и разработке самых изощренных технологий.

Цена, которую приходится платить за то, чтобы следовать таким путем, – это необходимость пользоваться все более сложными инструментами и все менее понятным для непосвященных языком. Не только язык этот удаляется от реалий, в которых протекает наша повседневная жизнь, но и используемые в ней инструменты, и привычный концептуальный аппарат, в иных обстоятельствах весьма эффективный, оказываются здесь совершенно непригодными. Когда

мы приступаем к исследованиям тех микроскопических размерностей, в которых прячутся секреты строения материи, или непостижимых космических пространств, рассказывающих нам о происхождении Вселенной, нам нужно очень специфическое оборудование и совершенно особая подготовка, получаемая на протяжении многих лет.

И это не должно нас удивлять. Даже далекие путешествия по Земле требовали значительных усилий и специального оборудования. Только представьте себе экстремальные сплавы по рекам, или восхождения на Гималаи, или погружения в глубины океана. Почему научное исследование должно быть проще?

Всякому, кто хочет познать ценность физики, надо потратить годы непрестанных усилий, чтобы изучить теорию групп, дифференциальное исчисление, освоить аппарат теории относительности и квантовой механики, изучить теорию поля. Это все довольно сложно даже для тех, кто занимается такими вещами годами. Но языковой барьер, не позволяющий большинству людей проникнуть туда, где бьется сердце современных научных исследований, легко преодолеть. Обыденный язык вполне пригоден для того, чтобы объяснить ключевые понятия, а главное – для того, чтобы сделать доступной каждому ту новую картину мира, которую наука формирует прямо сейчас.

# Опасное путешествие

Чтобы постичь происхождение нашей Вселенной, надо быть готовым предпринять исключительно рискованное путешествие. Опасность возникает оттого, что нам приходится погрузить свой ум в среду таких понятий, где наши привычные категории оказываются совершенно бесполезными. В результате нам приходится описывать неопишуемое, воображать невообразимое, постигать себя всеми силами своего ума – нашего ума, ума сапиенс-сапиенсов, который оказался достаточно мощным инструментом для освоения и колонизации всей планеты, но обнаружил слабость, когда требовалось понять, что происходит в местах более удаленных. Но, как и у мореплавателей прошлого, у нас нет выбора: нам приходится поворачивать бушприт к отдаленной точке на горизонте и, вверив себя судьбе, пускаться в плавание по неизвестному океану. Так же и для нас в научном исследовании важнее всего возвращение в родную гавань. В этом нынешний исследователь более всего подобен Одиссею – где бы он ни был, он мечтает о том, как сойдет на берег Итаки. И даже если во время путешествия не удалось открыть какой-то новой земли или вообще все закончилось кораблекрушением, возвращение домой – это возможность рассказать другим морякам об опасных отмелях и неудачном выборе маршрута, которых им следует избегать.

Ибо современная наука – это предприятие прежде всего коллективное. У нас есть и теории, и карты, которыми можно руководствоваться, но случай нередко нас заводит в места совсем незнакомые. Наши “корабли” продуманы до мелочей, но достаточно упустить из виду хоть какую-то деталь, и крушение станет неизбежно. Тысячи пытливых умов превращают нашу команду в сообщество красочное и беспокойное. Современные исследователи терпеливы и любопытны, как и Одиссей, они быстры умом в изобретении новых стратегий для преодоления неожиданных препятствий.

И хотя в круг интересов нашего исследования попадают вопросы почти философские (из чего состоит материя? как образовалась Вселенная? каким будет конец нашего мира?), работа физика-экспериментатора – один из наиболее конкретных видов деятельности, какие только можно себе представить.

С физиком, занимающимся элементарными частицами, работают в одной команде еще десятки тысяч человек, они разбросаны по всему миру и поглощены изучением поведения мельчайших кусочков материи – никто из них не сидит за письменным столом, проводя расчеты, медитируя над теориями, придумывая новые частицы. Современный научный прибор для исследования в области физики высоких энергий – высотой с пятиэтажный дворец, весом как линкор и набит миллионами датчиков. Для того чтобы сконструировать и построить это чудо современной техники, требуются

ся десятки лет совместной работы тысяч людей, относящихся к мелочам с параноидальным вниманием. Для того чтобы спустить на воду новое, еще более совершенное, быстрое и маневренное плавсредство для наших путешествий, которое заменит нынешнее, нужны годы: надо придумывать прототипы и, порой приходя в отчаяние, доводить их до рабочего состояния, а затем воспроизводить в большем масштабе. Но, даже когда все эти детекторы с величайшей заботой и терпением наконец пущены в ход, а эксперименты на них спокойно проводятся месяц за месяцем, предчувствие грозящей катастрофы не отпускает ни на минуту. Не обнаруженная вовремя неисправность, дефектный чип, раскрошившийся контакт, наспех сваренная трубка в системе охлаждения – любая такая мелочь может в любой момент погубить все коллективные усилия. Громкий научный успех от горчайшего провала отстоит подчас на один неосторожный шаг.

## Два пути познания

Как накапливаются экспериментальные данные о рождении пространства-времени? Что позволяет ученым судить о первых вздохах новорожденной Вселенной? Здесь начинается новая игра, в которую можно вступить по одному из двух путей познания, совершенно несхожих между собой и абсолютно независимых.

На одной стороне оказываются те, кто изучает бесконечно малое, элементарные частицы. Исходной точкой для них служит то, что вся окружающая нас материя, из которой состоят камни и планеты, цветы и звезды – одним словом всё, включая нас самих, – по-особому организована. Хотя эта материя и кажется нам вполне обычной, в действительности она наделена очень странными свойствами: это связано с тем, что наша Вселенная очень старая и очень холодная. Как указывают самые последние данные, наш “дом” был построен почти четырнадцать миллиардов лет назад, и теперь это жилище по-настоящему ледяное, замороженное донельзя. Для нас, укрывшихся на планете Земля, все, что нас окружает, кажется теплым и комфортабельным, но стоит только выбраться за защитную оболочку атмосферы, и столбик термометра уйдет вниз. Если измерять температуру где-нибудь среди безбрежной пустоты между звездами или в межгалактическом пространстве, термометр покажет всего несколь-

ко градусов выше абсолютного нуля – около  $-270$  градусов по Цельсию. Материя современной Вселенной разрежена, очень стара и очень холодна, она совсем не похожа на материю Вселенной в ее младенчестве – раскаленную и невероятно плотную.

Чтобы понять, что с ней случилось в самые первые мгновения ее жизни, необходимо где-то найти или как-то изобрести способ воссоздать для мельчайших частичек материи те исходные условия и температуры. Надо совершить что-то вроде путешествия назад во времени.

Именно это и делается с помощью ускорителей элементарных частиц. При столкновении протонов или электронов, разогнанных до высоких энергий, проявляет себя соотношение Эйнштейна: энергия равняется массе, умноженной на квадрат скорости света. Чем выше энергия сталкивающихся частиц, тем более высокая локальная температура может быть создана и тем больше масса возникающих в результате и оказывающихся доступными для изучения элементарных частиц. Для достижения максимальных энергий требуются гигантские сооружения вроде Большого адронного коллайдера, ускорителя ЦЕРН (Европейской организации по ядерным исследованиям), простирающегося на двадцать семь километров под землей в окрестностях Женевы.

Таким образом возникают крошечные раскаленные области пространства, с температурами, близкими к характерным для Вселенной в самые первые мгновения ее существо-

вания, и возвращаются к жизни реликтовые сверхмассивные элементарные частицы, наполнявшие Вселенную в ее первые мгновения, но давно уже навсегда исчезнувшие. Благодаря ускорителям эти частицы словно восстают на краткий миг из ледяного гроба, где пребывают в анабиозе, чтобы дать нам возможность изучить себя во всех подробностях. Нам удалось открыть бозон Хиггса, когда мы сумели вызвать к жизни после сна длиной почти в 13,8 миллиарда лет их жалкую горстку. Конечно, все эти с таким трудом обретенные бозоны немедленно распались на более легкие частицы, но они оставили безошибочно опознаваемые следы в наших детекторах. Фотографии этих особых распадов собирались, и в тот момент, когда у нас появилась полная уверенность, что следы новых частиц ясно различимы на общем фоне и что иные возможные источники ошибок приняты во внимание, мы объявили миру о своем открытии.

Исследование бесконечно малого, возвращение к жизни вымерших частиц, изучение экзотических, но обычных для новорожденной Вселенной состояний материи – это один из двух возможных путей к пониманию первых мгновений жизни пространства-времени. Второй путь – это супертелескопы, гигантские инструменты, исследующие бесконечно большое, изучающие звезды, галактики и скопления галактик, пытающиеся наблюдать Вселенную буквально целиком. И в этом случае следует помнить, что входящее в формулу Эйнштейна значение скорости света  $c$ , равное примерно

тремстам тысячам километров в секунду, – конечно, хотя и очень велико. И поэтому, наблюдая очень удаленные объекты, галактики в миллиардах световых лет от нас, мы не можем видеть их такими, каковы они сейчас – нам даже трудно определить, что для них означает *сейчас*, – мы видим, какими они были миллиарды лет назад, когда излучили свет, достигший нас только теперь.

С помощью этих супертелескопов, рассматривая объекты очень большие и очень далекие, можно “напрямую” наблюдать все главные фазы формирования Вселенной и собирать ценные данные о нашей истории. Тем же образом, благодаря наблюдениям за первыми робкими проблесками тысяч недавно образовавшихся звезд, вспыхивающих в сердце огромных газовых облаков, становится понятно, как они рождаются: выясняется, как происходит конденсация газа и пыли в диски вещества, вращающиеся вокруг какой-то новой звезды, со всеми признаками формирующейся протопланетной системы. Так возникло и наше Солнце со всеми планетами, его окружающими, и чудесно, что нечто подобное можно наблюдать в каком-то смысле “напрямую”.

Двигаясь дальше, мы можем присутствовать при формировании первых галактик, объектов весьма беспокойных, излучающих колоссальное количество энергии во всех диапазонах длин волн, что служит однозначным признаком очень травматичных “родов”. С помощью супертелескопов мы можем наконец наблюдать за чудом Вселенной в ее целостности

и измерять некоторые ее свойства с фантастической точностью. Локальное распределение температур во Вселенной – пример невероятной памяти, в которой хранятся красноречивые следы того, что происходило со Вселенной в первые мгновения жизни: мельчайшие флуктуации температуры говорят с нами о нашей отдаленной истории на языке, который мы со временем научились понимать.

Но самое удивительное заключается в том, что эти два пути познания – хотя и основаны на столь различающихся, почти что чуждых друг другу методах и хотя исследователи, движущиеся по каждому из этих путей, образуют разные и абсолютно независимые сообщества, – прекрасно согласуются между собой: данные, получаемые в мире бесконечно малого об элементарных частицах вещества, и те, что приходят с немислимых космических расстояний, складываются в единый рассказ о началах.

## **Оставь свои предубеждения, всяк сюда входящий**

Научный метод требует прежде всего отказа от любых предубеждений. У настоящих исследователей нет никакого страха перед непредвиденным, более того, они ждут не дождутся, когда наконец им удастся встретиться с явлением по-настоящему неожиданным. Как мифическими аргонавтами, отправляющимися на поиски золотого руна, ими движет скорее любопытство, чем желание получить вознаграждение. Им не нужен покой, они любят рисковать.

Отправляясь в опасное путешествие к началу мира – вроде того, которое мы собираемся предпринять, – мы должны немедленно и навсегда отбросить любые идеи, которыми привыкли руководствоваться в нашей повседневной жизни, например о неизменности вещей, отказаться от уверенности в окружающей нас гармонии. Мы больше не сможем называть Вселенную космосом, что уместно, когда мы наблюдаем упорядоченную и регулярную систему, полностью противоположную хаосу – беспорядку, таящемуся где-то в удаленных и не влияющих на общую картину уголках.

Мы до такой степени погружены в нашу обыденную жизнь и до такой степени привыкли ко всему, что обычно видим и чувствуем, оставаясь под защитой нашей тонкой сферической оболочки, что для нас стало естественным думать,

что те же законы, которым подчинено наше существование тут, царят повсюду во Вселенной. Зачарованные регулярностью, с которой ночь сменяет день, постоянством чередования лунных циклов или времен года, неизменностью созвездий, сияющих на ночном небосводе, мы вообразили, что везде происходит нечто подобное. Но это вовсе не так, а совсем наоборот.

Мы тут живем всего несколько миллионов лет – срок несоизмеримо малый в сравнении с любым сколько-нибудь значимым космологическим процессом. Мы живем на теплой каменистой планете с большим запасом воды, окруженной и защищенной комфортабельной атмосферой и благоприятным магнитным полем – они, словно два магических покрывала, поглощают ультрафиолетовые лучи и защищают нас от разрушительных эффектов приходящих из космоса потоков элементарных частиц. Наша материнская звезда, Солнце, средних размеров, и расположена она в самой спокойной области нашей Галактики, на ее периферии. Вся наша Солнечная система медленно обращается вокруг центра Млечного Пути, расположенного на расстоянии двадцать шесть тысяч световых лет. Это, так сказать, безопасное расстояние, потому что именно там угнездилась чудовищная черная дыра Стрелец А\* с массой, в четыре миллиона раз превышающей массу Солнца, способная разрушать тысячи звезд вокруг себя.

Если внимательно наблюдать за небесными явлениями, в

которые непосредственно вовлечены кажущиеся неподвижными и спокойными космические тела, например звезды, то обнаружатся какие-то невероятные объекты и огромное количество вещества, ведущего себя самым эксцентричным образом.

Таковы пульсары, объекты тусклые и компактные, радиусом около десяти километров и массой, в два-три раза превосходящей солнечную. Миллиарды нейтронов удерживаются внутри такого объекта гравитацией, которая их связывает, стискивает и пытается раздавить, в то время как он сам вихрем вращается вокруг своей оси, производя сильнейшие магнитные поля.

Что уж тут говорить о квазарах и блазарах, сверхмассивных космических телах, окопавшихся в центрах некоторых галактик. О немыслимо массивных черных дырах, чьи массы в миллиарды раз превышают солнечную, способных поглотить все несчастные звезды, попавшие в их чудовищное гравитационное поле. Этот смертный танец, разворачивающийся вокруг них на протяжении миллионов лет, можно наблюдать с Земли, поскольку устремляющееся в бездну вещество, закручиваясь, разрушается и под конец испускает потоки высокоэнергетических частиц и гамма-лучей, которые регистрируются нашими детекторами.

Эти удивительные небесные тела, нейтронные звезды и черные дыры, становятся причиной большого числа страшных катастроф, охватывающих целые области “космоса”. Но

сегодня их можно изучать с изумительной точностью, мы даже смогли увидеть, как они вошли в столкновение друг с другом, устраивая в пространстве-времени настоящий гравитационный шторм, отзвуки которого мы зафиксировали с расстояния в миллиарды световых лет.

Но чтобы понять, как *хаос* притворяется *космосом*, не надо смотреть так далеко. Достаточно понаблюдать с более близкого расстояния за поверхностью нашего Солнца. То, что нам представляется спокойной звездой, мирно наполняющей светом наши дни, вблизи оказывается сложной хаотической системой, образуемой бесчисленными термоядерными всплесками, конвекционными потоками, периодически колебаниями колоссальных масс и струями плазмы, то тут, то там выбрасываемых сильными магнитными полями. Внутренность нашей звезды представляет собой поле столкновения титанических сил, битвы, длящейся много лет, победитель которой был объявлен заранее – это гравитация. По прошествии нескольких миллиардов лет, по мере истощения ядерного топлива, внутренние слои нашей звезды будут все больше подвергаться сдавливанию и сжатию, а сама она будет все больше разрушаться. Ее центральное ядро сожмется, а в это время внешние слои начнут постепенно расширяться и по очереди достигнут орбит Меркурия, Венеры, Земли, мгновенно испаряя их.

Вот так системы глубоко хаотические могут при взгляде издали представляться упорядоченными и спокойными.

То же относится и к другой крайности возможных наблюдений – в мире бесконечно малого.

Самая гладкая и спокойная из поверхностей при взгляде на нее изблизи немедленно обнаружит беспорядочный танец элементарных компонентов материи, которые флуктуируют, осциллируют, взаимодействуют и превращаются друг в друга в лихорадочном ритме. Кварки и глюоны, из которых состоят протоны и нейтроны, непрерывно меняют свое состояние, взаимодействуют друг с другом и с мириадами окружающих их виртуальных частиц. На микроскопическом уровне материя неукоснительно следует законам квантовой механики, в которых царят случай и принцип неопределенности. Ничто не стоит на месте, все кипит и переливается чрезвычайным многообразием красок и возможных состояний.

Но, обозревая одновременно большое число таких частиц, мы обнаруживаем, что, когда структуры становятся макроскопическими, механизмы, определяющие их динамику, приобретают почти магическим образом регулярность, устойчивость, упорядоченность и равновесие. Суперпозиция большого числа случайных микроскопических явлений, развивающихся во всевозможных направлениях, оборачивается устойчивыми и упорядоченными макроскопическими состояниями.

Наверное, это подходящий случай, чтобы ввести новую концепцию, позволяющую описать наше по-настоящему структурное наблюдение: *космический хаос* – таков дол-

жен быть истинный оксюморон, связывающий между собой эти две сущности Вселенной, состязающиеся и играющие в прятки. Это та игра, которую мы наблюдаем, пытаюсь нащупать скрытые тропинки в мире элементарных частиц, но с ней же мы встречаемся, когда следим за тем, что происходит в сердце звезд или необъятных структур вроде галактик или галактических скоплений.

Чтобы понять рождение Вселенной, нам вместе с множеством других надо отбросить предубеждение относительно порядка. Нам предстоит путешествие, единственным проводником в котором может быть воображение, рождающее идеи настолько смелые, что в сравнении с ними самое фантастическое сочинение писателя-фантаста покажется банальным. Нам предстоит путешествие, в котором мы познакомимся с теориями, навсегда меняющими наши представления о мире до такой степени, что в конце его мы сами, возможно, не узнаем в себе тех, кем были раньше.

Пристегните ремни, мы начинаем.

# В начале была пустота



Вначале 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.

# Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

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

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