

Большая история

Один из моих
любимых авторов...
и моя любимая тема.
Рекомендую
к прочтению.

Билл Гейтс

A Big History of Everything

с чего всё начиналось...

Большой взрыв  ... образование
первых звезд и Солнечной
системы... зарождение жизни

на Земле... динозавры  ...


 Homo sapiens... земледелие  ...

ледниковый период...

формирование империй...

открытие ископаемого

топлива  ... высадка на Луну...

глобализация  ...

...и что будет дальше

Дэвид Кристиан

Дэвид Кристиан

Большая история

«Азбука-Аттикус»

2018

УДК 524.85+551.7+579+903+316.3
ББК 26+28.4+60.52

Кристиан Д.

Большая история / Д. Кристиан — «Азбука-Аттикус», 2018

ISBN 978-5-389-16529-8

Большая история – новое исследовательское направление, в рамках которого изучается единый преемственный процесс развития Вселенной – с момента Большого взрыва до настоящего времени. Междисциплинарный проект The Big History Project был основан Биллом Гейтсом и Дэвидом Кристианом с целью разработки целостного курса истории космоса, Земли, жизни и человечества и преподавания его во всем мире. Эта книга, написанная на стыке естественных и гуманитарных наук – физики, геологии, астрономии, истории, социологии и других, – насыщенное обобщение новейших научных представлений о рождении и развитии Вселенной, Солнечной системы, океанов, гор и минералов, всего живого на Земле и о динамике, которую порождают человеческие достижения и культура. Начиная с того, что рождение Вселенной – это такое же чудо, как и все остальное в современной истории происхождения мира, вместе с автором вы проследите увлекательные этапы появления и усложнения элементов нашего мироздания, логику их совершенствования – и риски разрушения.

УДК 524.85+551.7+579+903+316.3

ББК 26+28.4+60.52

ISBN 978-5-389-16529-8

© Кристиан Д., 2018

© Азбука-Аттикус, 2018

Содержание

Предисловие	6
Введение	8
Современная история происхождения мира	12
Хронология	17
Часть I	18
1	18
История происхождения мира с нуля	18
Первый порог. Квантовая петелька на ботинках Вселенной	20
Первые структуры	23
Первые атомы	25
Где доказательства?	26
Конец ознакомительного фрагмента.	29

Дэвид Кристиан

Большая история. С чего все начиналось и что будет дальше

David Christian
ORIGIN STORY
A Big History of Everything

© David Christian, 2018
© Громова А.Д., перевод на русский язык, 2018
© Издание на русском языке, оформление

* * *

В основе современной истории происхождения мира лежит идея усложнения. Когда наша Вселенная возникла из вспененного океана энергии, она была чрезвычайно простой. Большинство сложных явлений стали возможными в ключевые переходные моменты, самые важные из которых я называю порогами. Мы – результат эволюции и диверсификации жизни на Земле, и при этом за нашу короткую, но удивительную историю мы создали столько совершенно новых форм сложности, что сегодня играем решающую роль в изменении мира.

Дэвид Кристиан

Аргументированная и убедительная история всего сущего... Сочетание мифологии в духе работ Джозефа Кэмпбелла и космологии в стиле Карла Сагана.

The Washington Post

Книга повергает в трепет не хуже Большого взрыва... Великолепно!
Жерар Дегрут, The Times

Ярчайший пример междисциплинарного исследования.
Фарид Закария, CNN

Захватывающий рассказ на основе огромного количества информации из множества областей науки.

Кен Робинсон, почетный профессор Уорикского университета

Остроумная манера подачи информации передает истинное очарование науки.

Nature

Предисловие

Мы рассказываем истории, чтобы все осмыслить. Это у нас в крови.

Лия Хиллс, «Возвращение к сердцу» (Return to the Heart)

Идея современной истории происхождения мира витает в воздухе. Для меня работа над ней началась с курса по «истории всего», который я впервые прочел в Университете Маккуори в Сиднее в 1989 году. Свой курс я видел как средство понять историю человечества. Тогда же я преподавал и изучал русскую и советскую историю, но меня беспокоило, что, рассказывая студентам о какой-либо стране или империи, я подсознательно даю и следующий посыл: люди – на самом базовом уровне – делятся на племена, которые между собой соперничают. Насколько полезно учить чему-то подобному в мире, где есть ядерное оружие? Отчетливо помню, как во время Карибского кризиса, школьником, я думал, что мы на грани апокалипсиса. Все вот-вот должно было быть уничтожено. Помню и то, как я гадал, есть ли «там», в Советском Союзе, дети, которым так же страшно. В детстве я жил в Нигерии. Оттуда я вынес острое чувство единства и ощущение крайнего разнообразия человеческого общества – все это усилилось, когда подростком я поступил в Атлантик-колледж, международное учебное заведение в Южном Уэльсе.

Через несколько десятков лет, уже будучи профессиональным историком, я начал задумываться о том, как преподавать единую историю человечества. Можно ли рассказывать о наследии, общем для всех людей, с тем же величием и благоговением, с какими говорят о великой истории отдельных стран? Я пришел к убеждению, что нам нужна история, в которой наши предки из палеолита и фермеры неолита играли бы такую же важную роль, как и правители, завоеватели и императоры, серьезно потеснившие в исторической науке всех остальных.

В конце концов я понял, что эти идеи не оригинальны. В 1986 году великий исследователь всемирной истории Уильям Макнейлл написал, что составлять историю «побед и невзгод всего человечества» – это «моральный долг историка в наши дни»¹. Еще раньше и в том же ключе описывал историю человечества в ответ на кровопролития Первой мировой войны Герберт Уэллс:

Нам ясно, что теперь невозможен иной мир, кроме общего мира во всем мире; иное процветание, кроме всеобщего процветания. Но мир во всем мире и всеобщее процветание невозможны без общих исторических идей... Если все, что у нас есть, это ограниченные, эгоистичные, конфликтные традиции национализма, то расы и народы будут невольно втягиваться в противостояние и разрушение².

Уэллс понимал еще кое-что: преподавая историю человечества, вероятно, придется учить истории всего. Поэтому его «Очерки истории» (Outline of History) превратились в историю Вселенной. Чтобы разобраться в истории человечества, нужно понять, как возник такой странный биологический вид, а тогда нужно узнать, как протекала эволюция жизни на планете Земля, а тогда – узнать, как протекала эволюция планеты Земля, а тогда – об эволюции звезд и планет, а тогда – об эволюции Вселенной. Сегодня об этом можно говорить с такой точностью и научной строгостью, которые во времена Уэллса были просто немыслимы.

¹ William H. McNeill. Mythistory, or Truth, Myth, History, and Historians // American Historical Review 91, no. 1 (Feb. 1986). P. 7.

² H. G. Wells. Outline of History: Being a Plain History of Life and Mankind. 3rd ed. New York: Macmillan, 1921. P. vi.

Уэллс искал объединяющее знание – знание, которое позволило бы связать между собой и народы, и научные дисциплины. Любая история происхождения объединяет знания, даже если это часть националистической историографии. А самые емкие из этих историй способны провести вас через множество временных шкал и концентрических кругов, в которых вы видите мир и себя: от собственной личности к семье и клану, к нации, языковой или религиозной группе, к огромным кругам «человечество» и «жизнь» и, наконец, к мысли о том, что вы – часть целой Вселенной, или космоса.

Однако в последние столетия с ростом межкультурных контактов стало очевидно, насколько любая история происхождения мира и любая религия зависит от местных традиций и окружающих условий, поэтому глобализация и распространение новых идей пошатнули веру в традиционное знание. Даже самые твердые его приверженцы увидели, что историй происхождения много и все они разные. Кто-то в ответ на это стал агрессивен, вплоть до кровопролития, защищать свои религиозные, племенные и национальные традиции. Но многие просто утратили веру и твердость во взглядах, а вместе с этим – и ориентацию в мире, и ощущение своего места во Вселенной. Этой потерей веры отчасти объясняется вездесущая *аномия* – чувство беспечности, бессмысленности, а иногда даже отчаяния, которое во многом сформировало литературу, искусство, философию и науку XX века. Хотя какое-то ощущение принадлежности многим дал национализм, но в современном мире глобальных связей очевидно, что он разобщает человечество, пусть и объединяя граждан определенной страны.

Я писал эту книгу с оптимистичной верой в то, что мы, современные люди, не обречены вечно жить в разрозненности и бессмысленности. В созидательном вихре современности рождается новая глобальная история происхождения мира, столь же исполненная смысла, благоговения и таинственности, как и любая традиционная история, только основанная на современном научном знании множества дисциплин³. Она далеко не полна, и, возможно, ей не хватает идей старых историй о том, что значит хорошая, стабильная жизнь. Но с ней стоит познакомиться, потому что в основе ее – всемирное наследие тщательно проверенной информации и знаний и потому что это первая история о происхождении, которая объединяет человеческие общества и культуры всего мира. Это всемирный коллективный проект, история, которая одинаково действует в Буэнос-Айресе и в Пекине, в Лагосе и в Лондоне. Сегодня множество ученых работают над увлекательной задачей: они составляют и рассказывают эту современную историю происхождения мира, ищут в ней ориентиры и чувство общей цели, которые она, как и все подобные истории, может дать, но только сегодняшнему миру с его глобализацией.

Сам я впервые попробовал преподавать историю Вселенной в 1989 году. Объясняя, чем я занимаюсь, в 1991 году я стал использовать термин *большая история*⁴. Лишь по мере того, как рассказ постепенно приобретал очертания, я осознал, что пытаюсь выхватить основные эпизоды зарождающейся всеобщей истории происхождения мира. Сегодня большую историю преподают в университетах в самых разных уголках света, а в рамках проекта «Большая история» (Big History Project) ее также изучают в старших классах в тысячах школ.

Такая новая концепция прошлого потребуется нам, чтобы справиться с самыми сложными испытаниями и освоить возможности, которые несет в себе XXI век и которые затрагивают весь мир. В своей книге я пытаюсь изложить новейшую версию этой истории – огромной, сложной, прекрасной, вдохновляющей.

³ Великий биолог Эдвард Уилсон красноречиво писал о том, как важно создать более тесные связи между современными научными дисциплинами; см.: E. O. Wilson. *Consilience: The Unity of Knowledge*. London: Abacus, 1998.

⁴ Впервые я использовал этот термин в следующей публикации: *The Case for "Big History"* // *Journal of World History* 2, no. 2 (fall 1991). P. 223–238.

Введение

Формы, что приходят и уходят – одна из которых и есть ваше тело, – это мелькание моих конечностей в танце. Узнавайте Меня во всем, и чего вам тогда бояться?

Воображаемые слова индуистского бога Шивы в книге Джозефа Кэмпбелла «Тысячеликий герой»⁵

Сколь бы все эти вещи ни были невозможны пожалуй как и те что могли случиться как и все прочие что так и не воплотились они в той же мере могли бы быть.

Джеймс Джойс, «Поминки по Финнегану» (Finnegan's Wake)

Мы приходим в эту Вселенную не по своей воле, не выбираем для этого время и место. Мы мелькнем, как космический светлячок, пройдем короткий путь вместе с другими людьми, со своими родителями, братьями и сестрами, детьми, друзьями и врагами. Нашими попутчиками будут и иные живые существа, от бактерий до павианов, и скалы, и океаны, и зори, и луны с метеорами, планеты со звездами, кварки с фотонами, и сверхновые звезды, и черные дыры, и слизняки, и мобильные телефоны, и много-много пустого пространства. Это шествие пышное, яркое, разношерстное, загадочное, и пусть мы, люди, в конце концов покинем процессию, она продолжит свое движение. В далеком будущем другие путешественники тоже будут присоединяться к ней и покидать ее. Через бессчетное количество лет она рассеется, как призрак на рассвете, растворится в океане энергии, из которого когда-то вышла.

Что это за странное общество, в котором мы путешествуем? Где в этой процессии наше место? Откуда она вышла, куда направляется и как в конце концов исчезнет?

Сегодня люди могут рассказать ее историю лучше, чем когда-либо. Мы способны с удивительной точностью установить, что скрывается там, на расстоянии миллиардов световых лет от Земли, и что происходило миллиарды лет назад. Нам это подвластно, потому что в мозаике наших знаний появилось множество новых кусочков и стало проще понять, как может выглядеть вся картина в целом. Это поразительное достижение самого последнего времени. Многие части в нашей истории происхождения мира встали на свое место уже на моей памяти.

Отчасти нам удастся строить такие обширные карты Вселенной и ее прошлого, потому что у нас большой мозг, и, как и все организмы с большим мозгом, мы используем его, чтобы формировать внутреннюю карту мира. В результате возникает своего рода виртуальная реальность, по которой мы ориентируемся. Мы не способны непосредственно видеть мир во всех подробностях; для этого потребовался бы мозг размером со Вселенную. Но мы можем строить простые карты фантастически сложной реальности и знаем, что в существенных аспектах они соответствуют действительности. На условной схеме лондонского метро не показано, что пути извиваются и петляют, но миллионы пассажиров все равно перемещаются по городу с ее помощью. Эта книга – своеобразная карта Вселенной в стиле схемы лондонского метро.

От других видов с большим мозгом человека отличает речь. Языковое общение имеет огромную силу, поскольку позволяет нам делиться друг с другом собственными картами мира и таким образом формировать значительно более крупные и подробные карты, чем те, что строит отдельный мозг. Благодаря этому обмену мы также можем сверить свою карту с миллионами других. Таким образом, каждая группа формирует собственное понимание мира, в котором объединены знания, идеи и мысли множества людей за тысячи лет и за много поко-

⁵ * Перевод А. Хомика. – Здесь и далее, если не указано иное, прим. перев.

лений. В процессе коллективного обучения люди точка за точкой строили все более информативные карты Вселенной на протяжении тех 200 000 лет, что мы существуем как отдельный вид. Иными словами, одна из частичек Вселенной стала рассматривать саму себя, как будто та медленно приоткрывает глаз после долгого сна. Сегодня этот глаз видит все больше и больше благодаря глобальному обмену идеями и информацией, точности и строгости современной науки, новым исследовательским инструментам – от ускорителей частиц, что расщепляют атомы, до орбитальных телескопов, – а также компьютерным сетям колоссальной вычислительной мощности.

Эти карты рассказывают самую грандиозную историю, какую только можно себе представить.

В детстве, чтобы что-то осмыслить, мне необходимо было поместить это на некую карту. Как и многие, я силился соотнести между собой отдельные области, которые изучал. Литература была никак не связана с физикой, я не видел ничего общего между философией и биологией, религией и математикой или экономикой и этикой. Я все искал и искал основу, своеобразную карту мира со множеством континентов и островов человеческого знания, я хотел увидеть, как все они сочетаются. Традиционные религиозные истории меня никогда не устраивали в полной мере, потому что, живя ребенком в Нигерии, я очень рано узнал, что разные религии предлагают разные и часто противоречащие друг другу концепции, согласно которым мир стал тем, что он есть.

Сегодня в нашем мире с его глобализацией рождается новая концепция. Ее строят, развивают и распространяют тысячи людей из разных научных областей и многих стран. Связывая между собой их данные, мы можем увидеть то, что невозможно разглядеть, оставаясь в рамках отдельной дисциплины, увидеть мир с высоты птичьего полета, а не с земли. Мы можем разглядеть связи между научными картинками разных направлений, поэтому нам удастся глубже размышлять на такие широкие темы, как природа сложности, природа жизни, даже природа нашего вида! В конце концов, сегодня мы изучаем человека в свете различных дисциплин (антропологии, биологии, физиологии, приматологии, психологии, лингвистики, истории, социологии), но специализация мешает каждому из нас отойти на достаточное расстояние, чтобы увидеть человечество в целом.

Попытки найти историю происхождения, которая соединяла бы разные типы знания, стары, как само человечество. Мне нравится представлять себе группу людей, сидящих на закате у костра 40 000 лет назад. В своем воображении я вижу их на южном берегу озера Мунго в озерном районе Уилланда в Новом Южном Уэльсе, где нашли самые древние останки человека в Австралии. Сегодня этот край населяют племена Пааканти, Нгиампаа и Мутти Мутти, но мы знаем, что их предки жили здесь не менее 45 000 лет.

Найденные археологами в 1968 году останки одного из них (его называют Мунго 1) в 1992 году наконец вернули местному сообществу коренных жителей. Это была молодая женщина, частично кремированная⁶. В полукилометре нашли останки другого человека (Мунго 3), вероятнее всего мужчины, который умер в возрасте около 50 лет. Он страдал артритом, а зубы его были сильно стерты, возможно потому, что он протягивал через них волокна, мастера сети или веревки. Его тело похоронили аккуратно, с почтением, осыпав толченой красной охрой, которую добывали за 200 километров оттуда. Мужчину Мунго вернули на озеро Мунго в ноябре 2017 года.

⁶ Об истории этих находок и колоссальной разнице в отношении к ним у археологов и у нынешних жителей окрестностей озера Мунго можно узнать из чудесного короткометражного документального фильма Эндрю Пайка и Энн Макграат (Andrew Pike, Ann McGrath) *Message from Mungo* (Ronin Films, 2014).

Оба этих человека умерли около 40 000 лет назад, когда озера Уилландра, теперь пересохшие, были полны воды, рыбы и моллюсков и привлекали к себе множество птиц и животных, которых можно было ловить и на которых можно было охотиться⁷. Во времена этих людей жизнь на озере Мунго была весьма недурна.

В вечерних беседах у огня, которые я воображаю себе, участвуют девочки и мальчики, мужчины и женщины, родители и деды; некоторые из них закутаны в шкуры животных, кто-то качает младенца. Дети носятся друг за другом у кромки озера, пока взрослые доедают ужин из моллюсков, свежепойманной рыбы, речных раков и стейков из кенгуру. Понемногу разговор становится серьезнее, теперь речь держит один из пожилых людей. Как это часто бывает долгими летними днями и холодными зимними вечерами, старшие члены племени пересказывают то, что узнали от своих предков и учителей. Они задают вопросы, которые всегда занимали меня: как обрел свою форму этот рельеф с его холмами и озерами, долинами и ущельями? Откуда взялись звезды? Когда жили первые люди и как они появились? А может быть, мы были всегда? Связаны ли мы родством с варанами, кенгуру и эму? (На этот последний вопрос и народ озера Мунго, и современная наука отвечают решительным «Да!».) Рассказчики учат истории. Они ведут речь о том, как в далеком прошлом могущественные силы и существа создали наш мир.

Пересказываемые снова и снова днями и ночами, эти истории описывают основополагающие мировоззренческие идеи народа озера Мунго. Такие идеи живучи, они способны сохраняться надолго. Они складываются в необъятную мозаику, которая составляет информацию о мире. Для кого-то из детей некоторые истории могут оказаться слишком сложными, чтобы усвоить их с первого раза. Но они слышат их множество раз в разных интерпретациях и привыкают к ним и к глубоким идеям, которые в них заключены. Подрастая, дети усваивают эти истории. Они знают их все лучше и тоньше воспринимают их красоту, мелкие детали и смысл.

Говоря о звездах, рельефе, вомбатах и кенгуру и о мире своих предков, учителя строят общую карту представлений, которая указывает членам общины, где их место в изобильной, прекрасной, порою внушающей трепет Вселенной: вот что ты такое; вот откуда ты взялся; вот кто был здесь до твоего рождения; вот твои обязанности и задачи, если ты живешь в обществе себе подобных. Великая сила этих историй в том, что в них верят. Они вызывают ощущение истинности, потому что в основе их – самые точные сведения, какие предки передавали друг другу на протяжении множества поколений. Их верность, правдоподобность и непротиворечивость проверяли и перепроверяли, используя обширные знания о человеке, звездах, земле, растениях и животных, которые были доступны людям общины Мунго, их предкам и соседям.

Все мы можем пользоваться картами, которые создали наши предки. Великий французский социолог Эмиль Дюркгейм настаивал на том, что карты, заключенные в историях происхождения мира и религиях, – это основа нашего самосознания. По его утверждению, без них человеком может овладеть чувство отчаяния и бессмысленности, достаточно глубокое, чтобы привести к самоубийству. Неудивительно, что почти во всех известных нам обществах образование строится вокруг историй происхождения мира. Во времена палеолита ученики узнавали их от старших членов общины, точно так же, как позже ученые знакомились с основными историями христианства, ислама и буддизма в университетах Парижа, Оксфорда, Багдада и Наланды.

Любопытно, что при этом в современном светском образовании отсутствует надежная история о происхождении мира, которая связывала бы между собой все области мировоззрения. Возможно, это объясняет, почему дезориентация, потеря направления и разобщенность, которые описывал Дюркгейм, сегодня ощущаются в любом уголке света, в равной степени

⁷ Об археологии внутренней части Австралии прекрасно написано в следующей книге: Mike Smith. *The Archaeology of Australia's Deserts*. Cambridge: Cambridge University Press, 2013.

в Дели или Лиме, в Лагосе или Лондоне. Проблема в том, что в мире, пронизанном глобальными связями, за веру и внимание людей борется слишком много локальных историй происхождения и они мешают друг другу. Поэтому большинство современных преподавателей рассматривают историю по частям, и учащиеся получают знания о мире из разных дисциплин по отдельности. Наши предки с озера Мунго никогда не слышали о многих вещах, которым мы учимся сегодня, от математического анализа до истории Нового времени и создания компьютерного кода. Но, в отличие от них, нам редко предлагается объединить эти знания в связную историю, подобно тому как на глобусах, которые встречались раньше в классных комнатах, тысячи местных карт соединялись в одну карту мира. В результате наши представления о реальности и о человеческом обществе, к которому принадлежит каждый из нас, остаются отрывочными.

Современная история происхождения мира

И все же... шаг за шагом, по крупицам формируется современная история происхождения мира. Как и истории, которые рассказывались на озере Мунго, она сложена нашими предками, ее испытывали и проверяли многие поколения в течение многих тысяч лет.

Конечно, она отличается от большинства подобных традиционных историй. Отчасти потому, что ее создали представители не определенного региона или культуры, а глобального сообщества из более 7 млрд человек, так что она черпает сведения из всех уголков света. Это история происхождения мира для всех современных людей, она строится в глобальных традициях современной науки.

В отличие от многих традиционных историй о происхождении мира, в современной истории нет бога-творца, хотя в ней присутствуют энергии и частицы не менее экзотические, чем пантеоны многих традиционных космогонических историй. Как и в конфуцианстве или раннем буддизме, в современной истории говорится о Вселенной, которая просто есть. Какой бы то ни было смысл вещам придает не сама Вселенная, а мы, люди. «В чем смысл Вселенной? – спрашивает Джозеф Кэмпбелл, исследователь мифологии и религии. – В чем смысл блохи? Она просто есть, вот и все, а ваш смысл в том, что есть вы»⁸.

Мир в современной истории происхождения менее стабилен, более беспокоен и значительно крупнее, чем миры многих традиционных историй. Из этих качеств вытекают ограничения. Масштабы современной истории происхождения глобальны, но она сформировалась совсем недавно, и вследствие молодости ей свойственна некоторая незрелость, в ней есть пробелы. Она возникла в совершенно особенный момент истории человечества и сформирована динамичными, потенциально дестабилизирующими условиями современного капитализма. Это объясняет, почему в ней часто не хватает той глубокой восприимчивости к биосфере, которая есть в подобных историях у туземных народов всего света.

Вселенная в современной истории происхождения мира всегда в движении, она динамична, она развивается, и она огромна. Геолог Уолтер Альварес, чтобы напомнить о ее размерах, предлагает подумать, сколько в ней звезд. В большинстве галактик их примерно по 100 млрд, причем самих галактик во Вселенной как минимум столько же. Это означает, что звезд в ней (глубокий вдох) 10 000 000 000 000 000 000 000 (10²²)⁹. Согласно наблюдениям, проведенным в конце 2016 года, галактик может быть намного больше, так что не сдерживайтесь, если вам хочется добавить к приведенному числу несколько нулей. Наше Солнце – весьма заурядный член этой гигантской команды.

Современная история происхождения мира все еще строится. Добавляются новые разделы, есть части, которые по-прежнему требуется проверить или привести в порядок, нужно убрать строительные леса и мусор. В ней все еще есть пробелы, так что, как и все истории происхождения мира, она всегда будет вызывать ощущение таинственности и благоговения. Однако за последние несколько десятилетий наши представления о Вселенной, в которой мы живем, стали значительно полнее, и это только добавляет загадочности, потому что, как писал французский философ Блез Паскаль, «знание подобно сфере: чем больше его объем, тем больше площадь соприкосновения с непознанным»¹⁰. При всем ее несовершенстве и неопределенности нам нужно знать эту историю, так же как людям с озера Мунго нужно было знать

⁸ *The Power of Myth*, episode 2, Bill Moyer and Joseph Campbell, 1988. URL: www.billmoyers.com/content/ep-2-joseph-campbell-and-the-power-of-myth-the-message-of-the-myth

⁹ Walter Alvarez. *A Most Improbable Journey*. P. 33.

¹⁰ См.: Fritjof Capra, Pier Luigi Luisi. *The Systems View of Life: A Unifying Vision*. Cambridge: Cambridge University Press, 2014. P. 280.

свои. В современной истории происхождения мира речь идет о наследии, общем для всего человечества, а значит, она может подготовить нас к встрече с огромными испытаниями и возможностями, с которыми все мы сталкиваемся сегодня, в поворотный исторический момент для планеты Земля.

В основе современной истории происхождения мира лежит идея усложнения. Как Вселенная появилась, как она породила эту пышную процессию из вещей, сил и существ, к которым принадлежим и мы? Мы не знаем наверняка, откуда она взялась и было ли что-то до нее. Зато нам известно, что, когда Вселенная возникла из вспененного океана энергии, она была чрезвычайно простой. И простота по-прежнему остается ее состоянием по умолчанию. В конце концов, большую часть Вселенной составляет темное холодное пустое пространство. И все же в редких, особенных местах, например на нашей планете, сложились идеальные *условия Златовласки*, среда, подобная похлебке в миске маленького Мишутки из «Трех медведей»¹¹, – не слишком горячая и не слишком холодная, не слишком плотная и не слишком разреженная, но как раз подходящая, чтобы началось усложнение¹². В среде, где действовали условия Златовласки, в течение многих миллиардов лет возникали все более сложные вещи, сущности с все большим количеством подвижных частей и все более замысловатыми внутренними связями. Было бы ошибкой думать, что сложное обязательно лучше простого. И все же для человека сложность имеет значение, потому что мы сами – очень сложные существа, а динамичное глобальное общество, в котором мы живем сегодня, – это одна из самых сложных вещей, какие только нам известны. Так что понять, как появились сложные явления и благодаря каким условиям Златовласки это стало возможно, – отличный способ разобраться в самих себе и в мире, где мы живем.

Большинство сложных явлений стало возможным в ключевые переходные моменты, самые важные из которых я буду называть *порогами*. Пороги помогают придать форму непростою для изложения современной истории происхождения мира. Они позволяют выделить основные поворотные моменты, когда то, что уже существовало ранее, перестраивалось или еще как-то изменялось и в результате появлялось нечто с новыми, «вновь образованными» свойствами, качествами, которые до того не встречались. На ранних этапах во Вселенной не было ни звезд, ни планет, ни живых организмов. Затем, шаг за шагом, стали возникать совершенно новые сущности. Из атомов водорода и гелия формировались звезды, внутри умирающих звезд появлялись новые химические элементы, из частичек льда и пыли с использованием этих новых элементов получались планеты и их спутники, а в богатых химическими элементами условиях каменных планет развивались первые живые клетки. Человек – неотделимая часть этой истории, потому что мы – результат эволюции и диверсификации жизни на планете Земля, и при этом за нашу короткую, но удивительную историю мы создали столько совершенно новых форм сложности, что сегодня, по-видимому, играем решающую роль в изменении мира. Когда возникает что-то новое и более сложное, чем то, что было раньше, что-то с новыми, вновь образующимися качествами, это такое же чудо, как рождение ребенка, потому что в целом Вселенная стремится к упрощению и росту беспорядка. Тяга к росту беспорядка (которую ученые называют *энтропией*) в конце концов возобладает, и Вселенная превратится в неупорядоченное месиво, в котором нет никакой закономерности или структуры. Но это случится еще очень, очень нескоро.

А пока что, похоже, мы живем в кипучей молодой Вселенной, полной творческих сил. Ее рождение – наш первый порог – это такое же чудо, как и все остальные пороги в современной истории происхождения мира.

¹¹ В англоязычной версии сказки героиню зовут Златовлаской.

¹² Принцип Златовласки подробно рассматривается здесь: Fred Spier. Big History. P. 63–68 et seq.

СОБЫТИЕ	ПРИБЛИЗИТЕЛЬНАЯ АБСОЛЮТНАЯ ДАТА	ДАТА, ПОДЕЛЕННАЯ НА 1 МЛРД
ПЕРВЫЙ ПОРОГ: Большой взрыв, возникновение Вселенной	13,8 млрд лет назад	13 лет 8 месяцев назад
ВТОРОЙ ПОРОГ: зажи- гаются первые звезды	13,2 (?) млрд лет назад	13 лет 2 месяца назад

СОБЫТИЕ	ПРИБЛИЗИТЕЛЬНАЯ АБСОЛЮТНАЯ ДАТА	ДАТА, ПОДЕЛЕННАЯ НА 1 МЛРД
ТРЕТИЙ ПОРОГ: в умирающих звездах формируются новые химические элементы	Непрерывно, от второго порога до наших дней	Непрерывно, от второго порога до наших дней
ЧЕТВЕРТЫЙ ПОРОГ: формируется наше Солнце и Солнечная система	4,5 млрд лет назад	4 года 6 месяцев назад
ПЯТЫЙ ПОРОГ: появ- ление жизни на Земле	3,8 млрд лет назад	3 года 9 месяцев назад
Первые крупные организмы на Земле	600 млн лет назад	7 месяцев назад
Астероид стирает с лица планеты динозавров	65 млн лет назад	24 дня назад
Разделение эволюцион- ных ветвей шимпанзе и гоминин	7 млн лет назад	2,5 дня назад
Человек прямоходящий (<i>Homo erectus</i>)	2 млн лет назад	17 часов назад
ШЕСТОЙ ПОРОГ: первое свидетельство появления нашего вида, человека разумного (<i>Homo sapiens</i>)	200 000 лет назад	100 минут назад
СЕДЬМОЙ ПОРОГ: конец последнего ледни- кового периода, начало голоцена, первые призна- ки земледелия	10 000 лет назад	5 минут назад
Первые свидетельства о городах, государствах, аграрных цивилизациях	5000 лет назад	2,5 минуты назад
Расцвет Римской импе- рии и империи Хань	2000 лет назад	1 минуту назад

СОБЫТИЕ	ПРИБЛИЗИТЕЛЬНАЯ АБСОЛЮТНАЯ ДАТА	ДАТА, ПОДЕЛЕННАЯ НА 1 МЛРД
Возникновение связей между различными мировыми зонами	500 лет назад	15 секунд назад
ВОСЬМОЙ ПОРОГ: начало революции горючих ископаемых	200 лет назад	6 секунд назад
«Великое ускорение»; человек высаживается на Луну	50 лет назад	1,5 секунды назад
ДЕВЯТЫЙ ПОРОГ (?): мироустройство устойчивого развития	Через 100 лет	Через 3 секунды
Смерть Солнца	Через 4,5 млрд лет	Через 4 года 6 месяцев
Вселенная погружается во тьму, победа энтропии	Через бесчисленное количество лет	Миллиарды лет спустя

Хронология

В качестве хронологии мы приводим некоторые основные даты современной истории происхождения мира в двух вариантах: в виде приблизительных абсолютных дат и в пересчете, как если бы Вселенная была создана не 13,8 млрд лет, а 13,8 года назад. С помощью второго подхода проще уловить хронологическую последовательность истории. В конце концов, в результате естественного отбора наш ум не оказался приспособлен к тому, чтобы оперировать миллионами или миллиардами лет, так что такая сжатая хронология должна быть проще для восприятия.

Большинство дат, приведенных для событий, которые произошли более нескольких тысяч лет назад, установлены лишь в последние пятьдесят лет с использованием современных хронометрических методов, самый важный из которых радиометрическое датирование.

Часть I Космос

1

В начале: первый порог

Если вы хотите сделать яблочный пирог с нуля, вам для начала придется изобрести Вселенную¹³.

Карл Саган, «Космос»

*Солнце становилось круглее в тот самый день, и –
Оно обновлялось, обычнейшее явление
Рассвета, когда волшебные кони,
Сквозь раскручивающееся вращенье,
На полях восторженного и всеобщего пенья
Выходили из ржущих зеленых коношен ко мне¹⁴.*

Дилан Томас, «Папоротниковый холм»

История происхождения мира с нуля

В английском языке есть слово *bootstrapping*. Подобно вытягиванию себя за волосы из болота, оно означает то же почти невозможное действие, но с помощью петель на задниках ботинок. В компьютерный жаргон это понятие попало в виде терминов *booting* – «загрузка» и *rebooting* – «перезагрузка» и используется, чтобы описать, как компьютер, восстав из мертвых, сам себе загружает инструкции о том, что делать дальше. Разумеется, в буквальном смысле вытянуть себя ни за волосы, ни за петли на ботинках ниоткуда нельзя, потому что, чтобы что-нибудь поднять, нужен рычаг. «Дайте мне рычаг и точку опоры, – сказал греческий философ Архимед, – и я переверну Землю». Но что может быть рычагом для создания новой Вселенной? Как ее вытянуть за волосы? Или как вытянуть историю о ее возникновении?

Истории извлекать на свет почти так же сложно, как сами вселенные. Проблемы начала можно избежать, если предположить, что Вселенная существовала всегда. Никаких волос и петелек не нужно. По этому пути пошли многие истории, как и многие современные астрономы, в том числе сторонники теории стабильной Вселенной в середине XX века. Ее идея в том, что в крупных масштабах Вселенная всегда была примерно такой же, как сейчас. Есть схожее, но немного иное представление о том, что действительно имел место момент возникновения, когда по Вселенной бродили, создавая разные вещи, огромные силы или существа, но что с тех пор мало что изменилось. Подобных взглядов на Вселенную могли придерживаться старейшины с озера Мунго – не исключено, что они описывали мир, как будто вызванный к жизни их предками в более-менее нынешней форме. Исаак Ньютон видел «первопричину» всего в Боге и утверждал, что Он вездесущ в пространстве. Поэтому Ньютон и считал, что Вселенная в целом не слишком меняется. Однажды он написал, что это «чувствовалище бесте-

¹³ Перевод А. Г. Сергеева.

¹⁴ Перевод В. П. Бетаки.

лесного существа, живого и разумного»¹⁵. В начале XX века Эйнштейн был настолько уверен, что Вселенная (по большому счету) неизменна, что добавил в свою теорию относительности особую константу, которая позволяла предсказывать стабильную Вселенную.

Удовлетворительна ли идея вечной или неизменной Вселенной? Не вполне, особенно учитывая, что тогда в нее придется тайком протаскать творца, который мог бы запустить процесс: «В начале ничего не было, затем Бог создал...» Нарушение логики налицо, хотя многим большим умам потребовалось немало времени, чтобы ясно его увидеть. Бертран Рассел в возрасте 18 лет отказался от идеи бога-творца, когда прочел следующие строки автобиографии Джона Стюарта Милля: «Мой отец учил меня, что нельзя ответить на вопрос “Кто меня создал?”, поскольку сразу же возникает вопрос: “Кто создал Бога?”»¹⁶.

Есть еще одна загвоздка. Если бог достаточно могущественен, чтобы сотворить Вселенную, он точно должен быть сложнее нее. Так что, предполагая, что есть бог-творец, мы для объяснения фантастически сложной Вселенной воображаем нечто еще более сложное, что попросту... ее сотворило. Так можно схлопотать обвинение в жульничестве.

Хорошо подстраховались древние индийские гимны, так называемые Веды. «Не было не-сущего, и не было сущего тогда. Не было ни воздуха, ни небосвода за его пределами»¹⁷¹⁸. Может быть, все возникло из некоего первозданного напряжения между существованием и не-существованием, из сумрачной сферы, которая ничем в полной мере не была, но могла чем-то стать. Возможно, как гласит современная пословица австралийских аборигенов, ничто никогда не бывает совсем ничем¹⁹. Это сложная мысль, которую можно было бы отвергнуть как смутную и мистичную, если бы не поразительные параллели с современной идеей квантовой физики о том, что пространство не бывает совершенно пустым, а всегда полно возможностей.

Существует ли некий океан энергии или потенциала, откуда появляются, подобно волнам или цунами, конкретные формы? Это настолько распространенный образ, что возникает соблазн считать людские представления о начале начал результатом нашего собственного опыта. Каждое утро любой из нас переживает момент, когда сознательный мир с его формами, ощущениями и структурами будто возникает из хаотичного бессознательного мира. Джозеф Кэмпбелл писал: «Поскольку сознание индивида окружено морем ночи, в которое оно погружается во сне и из которого оно чудесным образом всплывает с пробуждением, то соответственно в образах мифа Вселенная выходит из вечности и пребывает в вечности, в которой она должна, растворившись, исчезнуть»²⁰²¹.

Впрочем, возможно, это слишком метафизично. Может быть, сложность здесь чисто логическая. Стивен Хокинг утверждал, что проблема заключается в неправильной постановке вопроса о начале. Если геометрия пространства-времени имеет сферическую форму, подобно поверхности Земли, только в большем количестве измерений, то спрашивать, что было до Вселенной, это все равно что искать начальную точку на поверхности теннисного мячика. Все устроено иначе. У времени нет края или начала, как нет края у поверхности Земли²².

Сегодня некоторые космологи находят привлекательной другую систему понятий, которая возвращает нас к идее о Вселенной без начала и конца. Они предполагают, что наша Все-

¹⁵ Richard S. Westfall. *The Life of Isaac Newton*. Cambridge: Cambridge University Press, 1993. P. 259. Позже Ньютон изменил свое мнение о Вселенной как о «чувствилище» Бога, но по-прежнему считал, что Бог «вездесущ в буквальном смысле».

¹⁶ Bertrand Russell. *Why I Am Not a Christian*. Лекция, прочитанная в Таун-Холле Баттерси (Лондон) в марте 1927 года.

¹⁷ Перевод Т. Я. Елизаренковой.

¹⁸ *Cum, no: David Christian*. *Maps of Time*. P. 17.

¹⁹ Deborah Bird Rose. *Nourishing Terrains: Australian Aboriginal Views of Landscape and Wilderness*. Canberra: Australian Heritage Commission, 1996. P. 23.

²⁰ Перевод А. Хомика.

²¹ Joseph Campbell. *The Hero with a Thousand Faces*, 2nd ed. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1968. P. 261.

²² Stephen Hawking. *A Brief History of Time: From the Big Bang to Black Holes*. London, Bantam, 1988. P. 151.

ленная – это часть бесконечной мультивселенной, где из больших взрывов постоянно возникают новые миры. Может быть, это и так, но на данный момент у нас нет никаких объективных данных ни о чем, что было до нашего собственного, локального Большого взрыва. Как будто процесс возникновения Вселенной был настолько бурным, что всякая информация о том, откуда она взялась, оказалась стерта. Если и есть другие космологические поселения, нам они пока не видны.

Честно говоря, наши ответы на вопрос о начале начал сегодня ничем не лучше тех, которыми располагало любое человеческое общество раньше. Вселенная, вытягивающая саму себя за волосы, остается логическим и метафизическим парадоксом. Мы не знаем, какие условия Златовласки позволили ей появиться, и по-прежнему не можем дать лучшее объяснение, чем дал Терри Пратчетт, написав: «Современное состояние знаний можно подытожить так: “В начале было ничто, затем оно взорвалось”»²³.

Первый порог. Квантовая петелька на ботинках Вселенной

Петелькой-зацепкой в самой широко принятой сегодня концепции начала начал служит идея Большого взрыва. Это одна из основных парадигм современной науки, таких как естественный отбор в биологии или тектоника плит в геологии²⁴.

Ключевая часть истории о Большом взрыве появилась лишь в начале 60-х годов XX века. Тогда астрономы впервые зафиксировали космическое микроволновое фоновое (реликтовое) излучение – энергию, которая осталась от Большого взрыва и сегодня повсеместно присутствует во Вселенной. Космологам все еще не удалось установить, когда Вселенная появилась, но они могут рассказать развеселую историю, которая начинается (глубокий вдох, и надеюсь, что нигде не ошибся) через одну миллиардную миллиардной миллиардной миллиардной секунды после ее возникновения (примерно в 10^{-43} секунду с нулевого момента времени).

В самом простом виде история эта звучит так: вначале наша Вселенная была меньше атома. Что это за размер? Мышление нашего вида развивалось так, чтобы оперировать единицами человеческого масштаба, поэтому нам сложно со столь малыми сущностями, но, может быть, будет проще, если я скажу, что миллион атомов можно втиснуть в точку в конце этого предложения²⁵. В момент, когда произошел Большой взрыв, вся Вселенная была меньше атома. В ней содержалась вся энергия и материя, которые есть в ней сегодня. Абсолютно вся. Эта мысль пугает и поначалу может показаться совершенно сумасшедшей. Но все данные, которые у нас есть сейчас, говорят о том, что около 13,82 млрд лет назад этот странный, крошечный и невероятно горячий объект действительно существовал.

Пока что мы не понимаем, как и почему он возник. Но квантовая физика говорит, а ускорители частиц (где субатомные частицы разгоняются до больших скоростей с помощью электрических и электромагнитных полей) демонстрируют, что в вакууме нечто действительно может возникнуть из ничего, хотя, чтобы это осмыслить, требуется весьма изощренное представление о том, что такое ничто. В современной квантовой физике невозможно точно определить, где находятся и как движутся субатомные частицы. Это означает: никогда нельзя быть уверенным, что определенная область пространства пуста; и в этой пустоте есть напряжение, которое обеспечивает возможность появления чего-то. Подобно отсутствию «не-сущего

²³ Я благодарю Элизу Боэн за эту цитату. Terry Pratchett. *Lords and Ladies*. London: Victor Gollancz, 1992.

²⁴ Классический текст о парадигмах: Thomas Kuhn. *The Structure of Scientific Revolutions*, 2nd ed. Chicago: University of Chicago Press, 1970.

²⁵ Peter Atkins. *Chemistry: A Very Short Introduction*. Oxford: Oxford University Press, 2015, loc. 722, Kindle.

и сущего» в индийских Ведах, это напряжение, по-видимому, и вытащило из небытия нашу Вселенную²⁶.

Сегодня первый момент существования Вселенной называют Большим взрывом, будто она закричала при рождении, как младенец. Термин появился в 1949 году с легкой руки английского астронома Фреда Хойла, которому вся идея казалась смешной. В начале 30-х годов XX века, когда были заложены зачатки этой концепции, бельгийский астроном (и католический священник) Жорж Леметр называл новорожденную Вселенную «космическим яйцом» или «первозданным атомом». Тем немногим ученым, которые восприняли идею всерьез, было ясно, что при таком количестве втиснутой в него энергии первозданный атом должен быть невероятно горячим и расширяться с сумасшедшей скоростью, чтобы сбросить давление. Это расширение все еще продолжается, как если бы на протяжении более 13 млрд лет разворачивалась гигантская пружина.

В первые секунды и минуты после Большого взрыва произошло множество событий. Самое главное то, что возникли первые интересные структуры и закономерности, первые сущности или энергии с отчетливыми *неслучайными* формами и свойствами. Появление чего-то с новыми определенными качествами – это всегда волшебство. В современной истории происхождения мира мы будем наблюдать это снова и снова, хотя то, что вначале представляется магией, впоследствии может оказаться менее чудесным, когда станет понятно, что новые вещи и их новые качества не появились из ниоткуда или из ничего. Новые сущности с новыми свойствами возникают из уже имеющихся вещей и сил, выстроенных в другом порядке. Именно другая организация порождает новые качества, так же как, переставляя кусочки мозаики, можно получить новый узор. Возьмем пример из химии. Обычно мы думаем о водороде и кислороде как о бесцветных газах. Но если в определенной конфигурации соединить один атом кислорода с двумя атомами водорода, получится молекула воды. Если собрать много таких молекул, вы получите совершенно новое качество, которое мы называем жидкостью. Когда мы видим новую форму или структуру с новыми качествами, на самом деле это новая организация чего-то уже существующего. Инновация – это процесс возникновения нового. Если считать его персонажем нашей истории, вероятно, он будет изящным, загадочным и непредсказуемым, будет склонен к тому, чтобы внезапно появляться из темноты и уводить сюжет в новом неожиданном направлении.

Первые структуры и закономерности во Вселенной возникали именно так, когда рожденные в Большом взрыве объекты и силы выстраивались в новом порядке.

В первые мгновения, о которых у нас есть какие-либо данные, через долю секунды после Большого взрыва, Вселенная состояла из чистой, неупорядоченной, недифференцированной, бесформенной энергии. Энергию можно понимать как потенциал события, способность что-то делать или изменять. Внутри первородного атома она была нестабильной, температуры достигали многих триллионов градусов выше абсолютного нуля. Был краткий период чрезвычайно стремительного расширения, которое называют *инфляцией*. Вселенная расширялась так быстро, что, возможно, существенная ее часть улетела далеко за пределы той видимости, которой мы вообще когда-либо сможем достичь. Иными словами, вероятно, сегодня у нас в поле зрения лишь крошечный ее кусочек.

Еще через долю секунды расширение замедлилось. Бурная энергия Большого взрыва успокоилась, и по мере того, как Вселенная продолжала расширяться, энергии рассредоточивались и рассеивались. Средняя температура упала и продолжает падать, так что сегодня в большей части Вселенной она всего на 2,76 °C выше абсолютного нуля (абсолютный ноль – это

²⁶ Lawrence Krauss. A Universe from Nothing: Why There Is Something Rather than Nothing. New York: Simon and Schuster, 2012.

температура, при которой ничто даже не дрогнет). Как и другие организмы на планете Земля, мы не чувствуем холода, потому что нас, подобно костру, согревает Солнце.

При экстремальных температурах Большого взрыва могло произойти почти все что угодно. Но со снижением температур сузились и возможности. Отдельные сущности подобно призракам возникали в хаотичном тумане остывающей Вселенной – в бурном котле самого Большого взрыва они существовать не могли. Ученые называют такие изменения формы и структуры *фазовым переходом*. В повседневной жизни мы наблюдаем его, когда пар теряет энергию и превращается в воду (ее молекулы гораздо менее подвижны, чем молекулы пара) и когда вода превращается в лед (энергия которого столь мала, что его молекулы просто колеблются на месте). Вода и лед могут существовать лишь в узком диапазоне очень низких температур.

За миллиардную миллиардной миллиардной миллиардной секунды после Большого взрыва энергия и сама прошла фазовый переход. Она разделилась на четыре очень разных типа. Сегодня мы называем их проявления гравитацией, электромагнитным взаимодействием, а также сильным и слабым ядерным взаимодействием. Нам нужно познакомиться с особенностями характера каждого из них, потому что они сформировали Вселенную. Гравитация слабая, но ее действие простирается на большие расстояния, она всегда притягивает все друг к другу, и при этом ее сила накапливается. Она стремится сделать Вселенную более комковатой. Электромагнитная энергия встречается в отрицательной и положительной форме, так что она часто нейтрализует саму себя. Гравитация, несмотря на свою слабость, формирует Вселенную на уровне больших вещей. Электромагнетизм же преобладает на химическом и биологическом уровне – это то, что не дает распасться нашим телам. Третья и четвертая фундаментальные силы имеют скучные названия – сильное и слабое ядерное взаимодействие. Они работают на очень малых расстояниях и имеют значение на субатомном уровне. Человек не ощущает их непосредственно, но они во всех отношениях формируют наш мир, потому что определяют то, что происходит в недрах атома.

Возможно, существуют и другие виды энергии. В 90-е годы XX века новые измерения показали, что скорость расширения Вселенной увеличивается. Основываясь на идее, которую первым высказал Эйнштейн, многие физики и астрономы теперь доказывают, что может существовать некая форма антигравитации, пронизывающая весь космос, и мощь ее растет с расширением Вселенной. Сегодня доля этой энергии во Вселенной может составлять до 70 %. Но даже если ее сила начинает преобладать, мы еще не понимаем, что она такое и как она действует, так что физики называют ее *темной энергией*. Термин временный. Следите за новостями, потому что выяснить, что такое темная энергия, – это одна из главных задач современной науки.

В течение первой секунды после Большого взрыва возникла материя. Материя – это то, что энергия перемещает в пространстве. Еще сто лет назад ученые и философы считали, что это две отдельные сущности. Теперь мы знаем, что на самом деле материя – это энергия в очень сжатой форме. Молодой Альберт Эйнштейн показал это в своей знаменитой статье 1905 года. Формула, согласно которой энергия (E) равна массе (m), умноженной на квадрат скорости света (c), или $E = mc^2$, показывает, сколько энергии заключено в определенном количестве материи. Чтобы понять это, нужно умножить массу последней не просто на скорость света (а она больше миллиарда километров в час), а на скорость света, умноженную на себя. Получится колоссальное число, так что, разделив крошечную частичку материи, можно высвободить огромное количество энергии. Так происходит при взрыве водородной бомбы. В начале существования Вселенной протекал обратный процесс. Гигантские количества энергии сжимались в крошечные частички материи, подобные пылинкам в бескрайнем энергетическом тумане. Примечательно, что человек научился на короткое время воссоздавать энергии такого

масштаба – в Большом адронном коллайдере недалеко от Женевы. И да, из этого кипящего океана энергии действительно начинают выскакивать частицы.

Все еще шла первая секунда...

Первые структуры

В хаосе энергетического тумана сразу после Большого взрыва начали появляться отдельные формы и структуры. Энергетический туман есть всегда, но структуры, которые в нем возникают, придают нашей истории форму и сюжет. Некоторые структуры или закономерности просуществуют миллиарды лет, другие – долю секунды, но ничто из них не сохранится. Они недолговечны, как рябь на поверхности океана. Первый закон термодинамики гласит, что океан энергии существует всегда, он сохранен. Второй закон термодинамики гласит, что все возникающие формы в конце концов вновь растворятся в нем. Формы подобны движениям танца, они не сохраняются.

Отдельные структуры и формы начали возникать в течение секунды после Большого взрыва. Почему? Почему во Вселенной есть что-то, кроме неупорядоченного потока энергии? Это фундаментальный вопрос.

Если бы в нашей истории был бог-творец, объяснить появление структур было бы легко. Мы могли бы предположить (как предполагается во многих космогонических историях), что бог предпочитал структуру хаосу. Но в большинстве версий современной истории происхождения мира идея бога-творца больше не принимается, потому что современная наука не может найти прямых свидетельств его существования. У многих есть опыт божественного, но сообщения о нем разнообразны и противоречивы, его невозможно воспроизвести. Эти переживания слишком переменчивы, слишком размыты, слишком субъективны, чтобы служить объективным научным доказательством.

Итак, в современной истории происхождения мира придется искать другие объяснения тому, как появились структуры и формы. Это непросто, ведь второй закон термодинамики говорит нам, что любая структура рано или поздно должна распасться. Как писал австрийский физик Эрвин Шрёдингер: «Теперь мы признаём, что этот фундаментальный закон физики отражает естественное стремление вещей приходить в состояние хаоса, когда мы этому не препятствуем (что также свойственно книгам в библиотеке или стопкам бумаг и рукописей на письменном столе)»²⁷.

Если в современной истории происхождения мира есть отрицательный герой, то это, несомненно, энтропия – по-видимому, универсальное стремление структур приходить в неупорядоченное состояние. Энтропия – верный слуга второго закона термодинамики. Если представить ее себе персонажем нашей истории, то этот персонаж таится, распутный, равнодушный к чужой боли и страданию, и ему все равно, может ли он смотреть людям в глаза. Кроме того, энтропия очень, очень опасна, в конце концов она доберется до каждого из нас. Все истории происхождения кончаются ею. Она разрушит все структуры, все формы, любую звезду, любую галактику и каждую живую клетку. В книге по мифологии Джозеф Кэмпбелл поэтично описывает ее роль: «Мир, каким мы его знаем, [...] сулит нам лишь один конец – смерть, разрушение, расчленение и распятие нашего сердца с уходом того, что мы любили»^{28,29}.

Современная наука говорит о действии энтропии холодным языком статистики. Все вещи можно располагать бесчисленным количеством способов, и в подавляющем большинстве случаев это будет неструктурированное, неупорядоченное, случайное расположение. Большин-

²⁷ Erwin Schrödinger. *What Is Life? And Mind and Matter*. Cambridge: Cambridge University Press, 1967. P. 73.

²⁸ Перевод А. Хомика.

²⁹ Joseph Campbell. *The Hero with a Thousand Faces*. P. 25–26.

ство изменений протекает так, как будто мы взяли колоду из 10^{80} карт (это 1 с 80 нулями, или примерное число атомов во Вселенной) и снова и снова тасуем ее в надежде, что все тузы окажутся рядом. Это невероятно редкая последовательность, такая редкая, что она вряд ли встретится вам, даже если тасовать карты на протяжении времени, многократно превышающего возраст Вселенной. Чаще всего структура будет минимальной или отсутствовать вообще. Каков шанс, что вы бросили бомбу на стройплощадку с кучей кирпичей, раствора, проводов и краски, а когда пыль рассеялась, увидели многоэтажное здание, подключенное ко всем коммунальным сетям, выкрашенное и готовое распахнуть двери покупателям? В волшебном мире энтропией можно пренебречь, но в нашем нельзя. Поэтому большая часть Вселенной, особенно огромные пустые пространства между галактиками, не имеет формы и структуры.

Сила энтропии так велика, что непонятно, как вообще смогли возникнуть какие-то структуры. Но мы знаем, что это произошло. И по-видимому, они появились с разрешения энтропии. Как будто за то, что она позволила вещам соединиться и образовать нечто более сложное, энтропия потребовала налог, который подлежит уплате в виде энергии. На самом деле мы увидим, что она взимала разные налоги на сложность множество раз, почти как русский царь Петр Великий, учредивший специальный государственный орган, чтобы выдумывать новые пошлины. Энтропии эта сделка по душе, потому что выплаты, которые она получает от всех сложных явлений, идут на ее зловещий замысел превратить всю Вселенную в кашу. Сам акт уплаты ей налога увеличивает хаос и количество отходов, подобно тому как любой современный город производит огромное количество мусора и тепла. Любой из нас каждую секунду своей жизни платит этот налог. Это заканчивается лишь с нашей смертью.

Так как же возникли первые структуры? На этот вопрос у науки еще нет окончательного ответа, хотя есть масса перспективных идей.

Помимо энергии и материи в результате Большого взрыва появились некоторые базовые правила. Ученые начали понимать, насколько они фундаментальны, лишь с началом научной революции в XVII веке. Сегодня мы называем эти правила фундаментальными законами физики. Они объясняют, почему неистовые хаотичные энергии первородного атома все же имели некоторую направленность: благодаря этому изменения пошли по определенному пути, а бесчисленное количество других возможностей было нейтрализовано. Были отсеяны состояния Вселенной, с которыми эти законы несовместимы, и в любой момент своего существования она находилась в одном из совместимых с правилами действия состояний. Эти новые конфигурации, в свою очередь, порождали новые правила, которые направляли процесс изменений по новому пути.

Такое постоянное отсеивание невозможных состояний гарантировало минимальную структуру. Мы не знаем, почему появились эти правила и почему они приняли именно такую форму. Мы не знаем даже, насколько они обязательны. Может быть, есть другие вселенные, где правила немного отличаются. Может быть, где-то гравитация сильнее, а электромагнитная сила слабее. Тогда жители этих вселенных (если они там есть) расскажут другие истории происхождения мира. Может быть, одни вселенные просуществовали миллионную долю секунды, а другие будут существовать намного дольше нашей. Возможно, в каких-то из них рождаются многочисленные экзотические формы жизни, а другие представляют собой биологические пустыри. Если наша Вселенная и правда находится в мультивселенной, можно предположить себе, что при ее создании были торжественно брошены кости и кто-то провозгласил: «Итак, в этой вселенной будет гравитация и еще электромагнетизм, и он будет в 10^{36} раз сильнее ее» (гравитационные и электромагнитные силы действительно соотносятся именно так, по крайней мере у нас). Благодаря этим правилам наша Вселенная никогда не была и не будет совсем хаотичной. Где-то обязательно должно было появиться что-то интересное.

Структуры и закономерности возникли, как только энергия приняла отчетливые формы. Когда из сгустков энергии образовались первые частички вещества, у них тоже обнаружились

правила. В первые секунды после Большого взрыва появились нейтроны, протоны и электроны, основные составляющие атомов, а также античастицы протона и электрона (то есть отрицательно заряженные протоны и положительно заряженные электроны), и из них получилось, как это называют физики, *вещество* и *антивещество* (или материя и антиматерия). Когда температуры во Вселенной опустились ниже тех, при которых легко образуются материя и антиматерия, во всей Вселенной началась жестокая гонка на выживание, в процессе которой они аннигилировали, выпуская огромные количества энергии. К счастью для нас, в этой бойне уцелел небольшой излишек материи (вероятно, одна частица из миллиарда). Оставшиеся ее частицы оказались в ловушке, потому что температуры вскоре стали слишком низки, чтобы снова превратить их в чистую энергию. Из этих остатков и состоит наша Вселенная.

С падением температур появились разные виды вещества. Электронами и нейтрино управляли электромагнитная и слабая ядерная сила. Протоны и нейтроны, из которых состоят атомные ядра, образовались из странных частиц – кварков, объединившихся в тройки, связанные сильным ядерным взаимодействием. Электроны, нейтроны, кварки, протоны, нейтрино... всего через несколько секунд после Большого взрыва в стремительно остывающей Вселенной оказалось зафиксировано несколько различных структур, каждая с собственными новыми свойствами. Но когда бушевание взрыва улеглось, исчезли экстремальные энергетические условия, которые были нужны, чтобы разобщить эти первозданные структуры, и поэтому разные формы энергии и такие частицы, как протоны и электроны, кажутся нам более-менее бессмертными.

Вот так случайность и необходимость объединились, чтобы произвести на свет первые простые структуры. Законы физики отсеяли множество возможностей – это было проявлением необходимости. Затем под действием случайности имеющиеся единицы стали выстраиваться в произвольном порядке в соответствии с оставшимися возможностями. Так это и происходит. Нанозфизик Питер Хоффман пишет: «Если ограничить случайность физическим законом, который добавит элемент необходимости, первая станет созидательной силой, движущей и встряхивающей Вселенную. Все прекрасное вокруг нас, от галактик до подсолнухов, – это результат творческого союза между хаосом и необходимостью»³⁰.

Первые атомы

В течение нескольких минут после Большого взрыва протоны и нейтроны стали объединяться в группы, и опять появились новые структуры. Один протон – это ядро атома водорода, а пара протонов (с двумя нейтронами) образуют ядро атома гелия: так Вселенная стала строить первые атомы. Но чтобы протоны соединились, нужно много энергии, потому что их положительные заряды отталкиваются, а температуры сразу после Большого взрыва быстро падали, так что соединить побольше протонов, чтобы получились ядра более крупных атомов, было невозможно. Этим объясняется фундаментальное свойство нашей вселенной: почти три четверти всех атомов в ней – это водород, а большая часть остальных – гелий.

Значительно большую часть вещества составляет *темная материя* – мы еще не понимаем, что это такое, хотя и знаем о ее существовании, потому что ее гравитационное притяжение задает структуру и распределение галактик. Итак, через несколько минут после Большого взрыва Вселенная состояла из огромных облаков темной материи, в которых потрескивали островки протонной и электронной плазмы, а через них протекали фотоны света. Сегодня плазма встречается лишь в центрах звезд.

³⁰ Peter M. Hoffmann. Life's Ratchet: How Molecular Machines Extract Order from Chaos. New York: Basic Books, 2012, loc. 179, Kindle.

Теперь нам придется прерваться и подождать около 380 000 лет (это почти в два раза больше, чем существует на Земле наш вид). В течение этого времени Вселенная продолжала остывать. Когда температуры упали ниже 10 000 °С, произошел еще один фазовый переход, подобный превращению пара в воду. Чтобы объяснить его, нужно понимать, что температура – это на самом деле мера подвижности атомов. За счет энергии все частицы вещества непрерывно подергиваются, как беспокойные дети, и температура отражает средний уровень этих колебаний. Колебания атомов совершенно реальны. В своей знаменитой статье 1905 года Эйнштейн показал, что они вызывают неупорядоченное кружение частичек пыли в воздухе. Когда температура падает, подвижность частиц уменьшается до тех пор, пока они наконец не смогут соединиться друг с другом. Вселенная остывала, а электромагнитная сила притягивала отрицательно заряженные электроны к положительно заряженным протонам, пока первые не успокоились настолько, чтобы встать на орбиты вокруг вторых. И вуаля! Мы получили первые атомы, базовые составляющие всего вещества, которое нас окружает.

Обычно отдельные атомы электрически нейтральны, поскольку положительные и отрицательные заряды их протонов и электронов уравнивают друг друга. Так что, когда образовались первые атомы водорода и гелия, большая часть материи во Вселенной резко стала нейтральной, и трепещущая плазма исчезла. Фотоны, носители электромагнитной силы, теперь могли свободно перемещаться в электрически нейтральной взвеси из атомов и темной материи. Сегодня астрономы наблюдают последствия этого фазового перехода, поскольку фотоны, вырвавшиеся из плазмы, породили тонкий фоновый энергетический гул (космическое микроволновое фоновое излучение), который по-прежнему пронизывает всю Вселенную.

Мы преодолели первый порог в истории происхождения мира. У нас есть Вселенная. В ней уже появились некоторые структуры с отчетливыми новыми качествами. В ней есть различные формы энергии и материи, и у каждой – свой характер. В ней есть атомы. Наконец, в ней есть собственные правила.

Где доказательства?

Какой бы гротескной ни казалась эта история, когда слышишь ее впервые, ее подтверждает огромное количество данных, так что приходится относиться к ней серьезно.

Веским аргументом в пользу того, что Большой взрыв действительно произошел, стало открытие расширяющейся Вселенной. Если сейчас она расширяется, логично предположить, что в какой-то момент в далеком прошлом она была бесконечно мала. О том, что это так, мы знаем благодаря инструментам и методам наблюдения, которых у народа с озера Мунго не было, хотя эти люди, без сомнения, стали превосходными астрономами, изучая космос невооруженным глазом.

Со времен Ньютона большинство ученых предполагали, что Вселенная должна быть бесконечной, поскольку в противном случае законы гравитации собрали бы ее содержимое в единую булькающую массу, подобную маслу в поддоне двигателя. К XIX веку у астрономов появились достаточно точные приборы, чтобы составлять карты расположения звезд и галактик, и по этим астрономическим картам получалась совершенно другая картина Вселенной.

Картирование началось с туманностей, размытых пятен, которые появлялись на всех картах звездного неба (теперь нам известно, что большинство туманностей – это целые галактики, и в каждой из них миллиарды звезд). Каково расстояние до них? Что они такое? Двигутся ли они? Постепенно астрономы учились извлекать все больше информации о звездах из света, который те излучают. В том числе определять, на каком расстоянии от нас они находятся, направляются ли к нам или отдаляются от нас.

Один из самых хитроумных способов исследовать движение звезд и туманностей – это измерение скорости, с которой те движутся к нам или от нас, с помощью эффекта Доплера

(названного в честь австрийского математика XIX века Кристиана Андреаса Доплера). Энергия движется волнами, а у них, как и у волн на пляже, есть частота. Они достигают пика с регулярностью, которую можно измерить. Но, если вы движетесь, частота меняется. Если войти в океан и плыть от берега, будет казаться, что частота, с которой вы встречаете волну, увеличивается. То же самое происходит со звуковыми волнами. Если объект, например мотоцикл, с ревом движется к вам, кажется, что частота звуковых волн растет, а ваши уши интерпретируют этот рост как повышение тона. Когда мотоцикл проедет мимо, покажется, что звук становится ниже, поскольку теперь волны вытягиваются. Мотоциклист, конечно, относительно мотоцикла остается неподвижным и все время слышит звук одной и той же высоты. Эффект Доплера – это видимое изменение частоты электромагнитного излучения, когда объекты приближаются или удаляются друг от друга.

Этот же принцип действует в отношении звездного света. Если звезда или галактика движется к Земле, это выглядит, как будто частота ее световых волн увеличивается. Наши глаза интерпретируют видимый свет более высокой частоты как синий, и мы говорим, что свет сдвинулся к синему краю электромагнитного спектра. Но если объект удаляется от Земли, для наблюдателя частота его света сдвинется к красному краю спектра. Астрономы называют это красным смещением. И можно определить, с какой скоростью движется звезда или галактика, измерив сдвиг частоты.

В 1814 году молодой немецкий ученый Йозеф фон Фраунгофер создал первый спектроскоп, особую призму, которая раскладывает звездный свет на частоты точно так же, как стеклянная призма раскладывает свет на цвета радуги. Фраунгофер обнаружил, что в спектре солнечного света на некоторых частотах есть тонкие темные линии, как будто космологический штрихкод. Двое других немецких ученых, Густав Кирхгоф и Роберт Бунзен, в конце концов показали в лаборатории, что определенные химические элементы испускают и поглощают световую энергию определенных частот. По-видимому, темные линии получались из-за того, что свет солнечного ядра в более холодных внешних областях Солнца поглощают атомы различных элементов. В результате на соответствующих частотах снижается энергия, и в спектре излучения остаются темные полосы. Они называются *абсорбционными линиями*, и разные элементы дают разное их расположение. Так, есть линии, типичные для углерода и железа. Если звездный свет смещен в красную часть спектра, все они смещаются туда же, и можно даже точно измерить насколько. Астрономы используют этот эффект как аналог полицейского радара для контроля скорости.

В начале XX века американский астроном Весто Слайфер с помощью этих методов показал, что неожиданно большое количество астрономических объектов демонстрирует красное смещение, то есть удаляется от Земли, причем довольно быстро. То, как они разбегаются, было очень странно. Истинное значение этого явления стало понятно, лишь когда другой американский астроном Эдвин Хаббл совместил эти данные с измерениями расстояний до таких удаленных объектов.

Оценить расстояние до звезд и туманностей – задача хитрая. В принципе можно использовать придуманный греками параллактический метод, как в геодезии. Можно посмотреть, не смещаются ли одни звезды на небе относительно других за несколько месяцев, по мере движения Земли вокруг Солнца. Если это так, с помощью тригонометрии можно понять, на каком расстоянии они находятся. К сожалению, даже ближайшая к нам звезда, Проксима Центавра, находится так далеко (на расстоянии около четырех световых лет от Земли), что невозможно зафиксировать какое-либо ее движение без сложного оборудования. Астрономы сумели измерить расстояние до ближайших звезд с помощью параллакса лишь в XIX веке. В любом случае объекты, которые исследовал Весто Слайфер, находятся гораздо дальше.

К счастью, в начале XX века Генриетта Ливитт, астроном из Гарвардской обсерватории, придумала, как измерить расстояние до удаленных звезд и туманностей с помощью особого

типа звезд – пульсирующих цефеид, яркость которых изменяется по весьма точной закономерности (к цефеидам относится Полярная звезда). Она вывела простую корреляцию между частотой колебаний и светимостью, или яркостью, звезды и поэтому смогла вычислить абсолютную яркость цефеиды. Затем, сравнивая ее с видимой яркостью звезды, наблюдаемой с Земли, она сумела вычислить расстояние до нее, потому что количество света уменьшается пропорционально квадрату расстояния, которое тот проходит. Благодаря этому замечательному методу появились астрономические стандартные свечи, которые потребовались Эдвину Хабблу, чтобы сделать два важнейших открытия о Вселенной.

В начале XX века большинство астрономов считали, что вся Вселенная содержится в нашей галактике, Млечном Пути. В 1923 году Хаббл с помощью одного из мощнейших в мире телескопов обсерватории Маунт-Вилсон в Лос-Анджелесе показал, что цефеиды туманности Андромеды, как она тогда называлась, расположены слишком далеко, чтобы находиться в нашей галактике. Это доказывало то, что подозревали некоторые астрономы: Вселенная значительно больше Млечного Пути и состоит из множества галактик помимо нашей.

Хаббл сделал еще более удивительное открытие, когда стал с помощью цефеид измерять расстояния до множества удаленных объектов. В 1929 году он показал, что почти все галактики, по-видимому, удаляются от нас, причем у самых удаленных объектов наибольшее красное смещение. Иными словами, чем дальше находится объект, тем быстрее он удаляется. А это должно было означать, что вся Вселенная расширяется. Бельгийский астроном Жорж Леметр уже подозревал это на чисто теоретических основаниях. Он также указывал, что если сейчас Вселенная расширяется, то в какой-то момент в прошлом она должна была представлять собой крошечное пространство, которое он называл *первозданным атомом*.

Большинство астрономов идея расширяющейся Вселенной шокировала, и они предполагали, что в расчеты Хаббла вкралась ошибка. Сам Хаббл совершенно не был ни в чем уверен, а Эйнштейн был настолько убежден, что Вселенная стабильна, что производил с уравнениями общей теории относительности определенные махинации, чтобы те предсказывали стабильную Вселенную, а именно ввел в них, как он это назвал, *космологическую постоянную*.

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.