

Майкл Брукс
Маркус Чаун
Йен Стюарт и др.

НИЧТО

Под редакцией
Джереми Уэбба

U N I V E R S U M

*О науке, ее прошлом и настоящем,
о великих открытиях, борьбе идей
и судьбах тех, кто посвятил свою
жизнь поиску научной Истины*

Nothing

From absolute zero to
cosmic oblivion – amazing
insights into nothingness

edited by Jeremy Webb

Майкл Брукс
Маркус Чаун
Йен Стюарт и др.

НИЧТО

Под ред. Джереми Уэбба

Москва
Лаборатория знаний

УДК 001
ББК 72
Н70

Серия основана в 2013 г.

Ведущий редактор серии Ирина Опимах
Перевод с английского Алексея Капанадзе

Ничто / под ред. Д. Уэбба ; пер. с англ. А. Капанадзе. — М. : Лаборатория знаний, 2016. — 237 с. : ил. — (Universum).

ISBN 978-5-906828-67-5

Эта книга — сборник статей, опубликованных недавно на страницах популярного английского журнала *New Scientist*. Авторы статей — известные писатели и научные журналисты. Среди них — Маркус Чаун, Джо Мерчант, Йен Стюарт, Майкл Брукс и другие. Ничто — чрезвычайно важное понятие, играющее огромную, а порой определяющую роль в жизни всего нашего мира, в жизни живого и неживого. Темы статей — рождение и смерть Вселенной, вакуум, плацебо, ноль как философское и математическое понятие, процессы, протекающие в материи при 0 К, и процессы, протекающие в нашем мозге, когда нам кажется, что мы ни о чем не думаем. Авторы книги пишут об очень сложных вещах, но при этом их тексты просты, элегантны, остроумны и увлекательны.

УДК 001
ББК 72

16+

Научно-популярное издание

Серия: «Universum»

НИЧТО

Ведущий редактор *И. В. Опимах*. Художник *В. Е. Шкерин*
Корректор *Д. И. Мурадян*. Компьютерная верстка: *Е. Г. Ивлева*

Подписано в печать 26.11.15. Формат 60×90/16.
Усл. печ. л. 15,00. Тираж 1000 экз. Заказ

Издательство «Лаборатория знаний»
125167, Москва, проезд Аэропорта, д. 3
Телефон: (499) 157-5272, e-mail: info@pilotLZ.ru,
<http://www.pilotLZ.ru>

Оглавление

| | |
|--|-----|
| Введение | 5 |
| Глава 1. В самом начале | 9 |
| Маркус Чаун. Большой взрыв | 9 |
| Дуглас Фокс. Тайная жизнь мозга | 18 |
| Ричард Уэбб. От нуля до короля | 27 |
| Джо Марчант. Исцели себя сам | 34 |
| Глава 2. Загадки | 45 |
| Пол Дэвис. День, когда началось время | 45 |
| Майкл Брукс. Могущество плацебо | 55 |
| Лаура Спинни. Пустая трата пространства? | 65 |
| Линда Геддс. Изгоняя сознание. | 74 |
| Глава 3. Что все это значит? | 83 |
| Пер Эклунд. Возникая из воздуха | 83 |
| Джонатан Найт. Занятые бездельем | 91 |
| Ричард Уэбб. История дырки | 99 |
| Найджел Хенбест. Нырять в пустоту | 107 |
| Йен Стюарт. Ноль, зеро, баранка | 115 |
| Глава 4. Сюрпризы | 122 |
| Пол Дэвис. Бурная жизнь пустого пространства | 122 |
| Элен Пилчер. Когда дух нападает на тело. | 129 |
| Йен Стюарт. Путешествие по небесному метро | 137 |
| Дэвид Харрис. Вакуумная упаковка. | 143 |
| Йен Стюарт. Ничего общего. | 153 |

| | |
|---|-----|
| Глава 5. Маршруты открытий | 158 |
| Майкл де Подеста. Абсолютный ноль | 158 |
| Валери Джемисон. Скукология: счастливое томление | 167 |
| Дэвид Фишер. Как заставить лентяев работать | 175 |
| Рик Ловетт. Вставай же с постели. | 184 |
| Глава 6. Выводы | 190 |
| Энди Коглан. Упражнения как лекарство | 190 |
| Майкл Брукс. Мир сверхвещества | 199 |
| Стивен Баттерсби. На пути к космическому забвению. | 208 |
| Благодарности | 221 |
| Об авторах | 223 |
| Примечания и литература | 228 |

Введение

Вот вам загадка: что общего между Большим взрывом, смертельным проклятием, мужскими сосками, ловушками из антиматерии, сверхпроводниками, пингвинятами и ксеконом? Ответ: разумеется, ничего. Их ничто не связывает.

А точнее, их связывает Ничто.

Да-да, я не хочу сказать, что все это никак не связано. Напротив, все это объединено понятием «ничто», «ничего»: nothing, nada, nichts, niente.

Вам может показаться, что книга про ничто — какой-то подозрительный оксюморон. Однако, по счастью, в этой сфере есть что исследовать, недаром Ничто служит темой ученых бесед и дискуссий уже более двух тысяч лет; еще у древних греков случались бурные разногласия по данному вопросу. Отношение к проблеме постоянно меняется, и можно довольно точно определить исторический момент по тому, какие взгляды на Ничто в это время преобладают.

Взять хотя бы ноль, этот символ отсутствия. Его прообраз возник еще в Вавилоне, примерно в 300 г. до н.э. Доработали его тысячелетие спустя, когда индийцы объединили эту концепцию с идеей древнего символа пустоты. Прошло еще четыре сотни лет, и ноль объявился в Европе, где сначала его встретили неодобрительно и старались всячески избегать, сочтя опасным нововведением. Впрочем, к XVII веку он заслужил повсеместное одобрение, и в наши дни понятие нуля имеет важнейшее значение при формулировке определений любых используемых нами чисел.

На дальнейших страницах вы подробнее узнаете об этих событиях. Как и о многом другом.

Само слово «ничто», «ничего» применяется в самых разных случаях и обстоятельствах, помогая раскрывать самые разные стороны реальности. Может ли что-нибудь

возникнуть в буквальном смысле «из ничего»? Почему некоторые животные целыми днями ничего не делают? Что происходит в нашем мозгу, когда мы пытаемся ни о чем не думать? На все эти вопросы ученые уже ответили, и ответы их весьма интригующи.

В определенном смысле Ничто иногда становится линзой, через которую мы рассматриваем мир вокруг нас и благодаря которой мы, быть может, когда-нибудь даже сумеем лучше понять, что это такое — быть человеком. Более того, Ничто позволяет нам лучше представить себе и взгляды наших предков, и теории наших современников.

Один из примеров — вакуум, пустота, о которой столько спорили древние греки много столетий назад. Поначалу считалось, что пустоты вообще не существует, однако в XVII веке ученые пришли к противоположному мнению. В XVIII столетии полагали, что пустота заполнена таинственным веществом под названием «светоносный эфир». Эту идею отвергли в начале XX века. К 1930 году пустота для нас, в сущности, превратилась в вакуум из квантовой теории, который отнюдь не являет собой «ничто»: это пространство, кишачее частицами, которые то рождаются, то погибают.

Как показывают эти примеры, всякого рода Ничто — это обычно некие крайности, располагающиеся в буквальном смысле на краю целого спектра явлений. Когда ученые берутся исследовать явление, они нередко вначале рассматривают его предельную, «экстремальную» версию, поскольку в ней часто легче распознать те факторы, из которых складывается изучаемый феномен. Если вам хочется измерить влияние отсутствия физической активности на организм человека, уложите испытуемых в постель на долгое время и прикажите им не делать абсолютно ничего. Между прочим, результаты данного эксперимента в одночасье изменили клиническую практику.

Еще одна крайность — абсолютный ноль, самое холодное состояние, какое только возможно, при котором тепловые метания атомов практически прекращаются. Наш путь

к абсолютному нулю оказался тернистым, полным тупиков и ошибочных представлений. Однако неугомонная человеческая потребность исследовать неизведанное в конце концов позволила нам открыть целый мир, полный странных, совершенно непредсказуемых явлений.

Не так-то легко достигнуть многих видов Ничто: скажем, мы так и не добрались до абсолютного нуля и вряд ли когда-нибудь это сделаем. Кроме того, многие разновидности Ничто могут оказаться штуками сложными и хитроумно устроенными: так, выясняется, что космический вакуум — это на самом деле много различных вакуумов. Некоторые типы Ничто чрезвычайно полезны: больному может полегчать всего-навсего после разговора с врачом, хотя между ними при этом не передается ничего материального. Такой эффект, давно озадачивающий лучшие медицинские умы, имеет своего злокозненного двойника, столь же могучего.

Вот лишь некоторые пути, какими Ничто позволяет нам по-новому взглянуть на нашу Вселенную. Нетрудно было бы собрать эти истории по главам сообразно общепринятой рубрикации: космология, математика и т.п. Но мы в журнале *New Scientist*, откуда родом большинство предлагаемых заметок, очень ценим разнообразие: всегда разумно устроить так, чтобы в любом номере каждый мог найти что-нибудь для себя.

Потому-то я и решил сгруппировать эти истории по менее очевидным темам: «В самом начале», «Тайны», «Сюрпризы». И если вам не по вкусу физика, вы быстро доберетесь до того, что вам больше по душе. А я надеюсь заинтриговать вас колоссальным охватом проблем, посредством которых Ничто влияет на наше с вами мышление.

Такие мотивы, как рождение и смерть Вселенной, вакуум, власть пустоты, математический ноль, абсолютный ноль, проходят через все главы книги. Для тех, кто желает прочесть все очерки по данной теме, в конце каждой статьи имеется значок, указывающий, где находится следующее звено цепочки.

Иногда о чем-нибудь неважном и незначительном говорят: «Ничего особенного». Были времена, когда люди толком не осознавали, насколько ценными могут оказаться самые разные проявления Ничто. Однако, надеюсь, мне и моим соавторам удастся убедить вас, что Ничто насыщено важнейшими смыслами и имеет множество областей практического применения.

Джерemi Уэбб

Глава 1

В самом начале

«Астрономия подводит нас к уникальному событию — к возникновению Вселенной из ничего», — заметил Арно Пензиас, американский физик, лауреат Нобелевской премии. Он имел в виду начало всех начал — Большой взрыв. Неудивительно, что и мы решили начать именно с этого события. Для разнообразия мы чуть позже ненадолго отправимся в Древний Вавилон, а затем — в наисовременнейшие лаборатории, где занимаются томографией мозга. Кроме того, нам сообщат, как появился символ, который вы, скорее всего, всегда принимали как нечто само собой разумеющееся. А еще будьте готовы узнать, что в наших головах имеется орган, о котором вы, вероятно, никогда не слышали. Попутно мы ознакомимся с плодами новой области науки, пытающейся исцелять тело с помощью силы духа.

БОЛЬШОЙ ВЗРЫВ

*Наша Вселенная появилась в результате так называемого Большого взрыва. Но каким образом космос возник из ничего? Для начала разберемся, что вообще сегодня подразумевается под Большим взрывом. Слово **Маркусу Чауну**.*

Вначале было Ничто. Потом родилась Вселенная — в раскаленном огненном шаре Большого взрыва. Но что это такое — Большой взрыв? Где он произошел? И как астрономы поверили в столь нелепую историю?

Примерно 13,82 миллиарда лет назад Вселенная, где мы обитаем, возникла в буквальном смысле из ничего. Появился гигантский огненный шар: в сущности, его появление и называют Большим взрывом. Все на свете: материя, энергия, даже время и пространство, — все начало существовать именно в это мгновение.

В самые первые мгновения после Большого взрыва все, из чего состояла тогдашняя Вселенная, занимало чрезвычайно малый объем и имело невероятно высокую температуру. Представьте себе фантастически горячий котел, наполненный электромагнитным излучением и микроскопическими частицами вещества, каких уже не найдешь в сегодняшней Вселенной. Расширяясь, огненный шар остывал, и все больше и больше структур начинали «вымо­раживаться».

Постепенно фундаментальные частицы, какими мы их знаем сегодня, строительные блоки всей обычной материи, обрели свой нынешний вид. Частицы собирались в атомы, начали расти галактики, возникли звезды, в том числе и наше Солнце. Примерно 4,55 миллиарда лет назад образовалась Земля. Как говорится, дальнейшее — история.

Это исключительно масштабная панорама творения. Однако астрономы и физики, вооруженные растущей массой доказательств своих теорий, настолько уверены в этом сценарии, что даже считают: можно определить конкретные условия, в которых развивалась эта ранняя Вселенная — мгновение за мгновением.

Нет, это не значит, что мы способны проследить ее развитие начиная с момента возникновения. Физики могут разве что попытаться описать то, что происходило, начиная с того момента, когда Вселенная уже имела возраст около 10^{-35} с — ноль, запятая, 34 нуля, единица.

Взгляд в прошлое

Физики могут мысленно запустить процесс развития Вселенной вспять, наблюдая, как она раскаляется и сжимается: подобным образом нагревается сжатый воздух в велосипедном насосе. Однако из теории как будто следует, что температуры в момент Большого взрыва были бесконечно велики. А такие бесконечные величины служат предупреждением: вероятно, в теорию вкралась ошибка.

Сейчас глубже всего в прошлое нас погружают так называемые Теории великого объединения (Grand Unified Theories, GUT). Они пытаются показать, что три основные силы,

управляющие поведением всей материи, — сильное и слабое ядерное взаимодействие и электромагнитное взаимодействие, — представляют собой различные проявления одного «супервзаимодействия».

В основе каждого природного взаимодействия лежит обмен частицами-посланниками — бозонами различных видов. Такой посланник передает взаимодействие между двумя частицами, подобно тому как теннисный мяч передает игроку силу удара противника. По мнению ученых, при достаточно высоких температурах (как во Вселенной возрастом 10^{-35} с) электромагнитное, сильное и слабое взаимодействия были идентичны и передавались при помощи так называемого Х-бозона.

Физики хотят показать, что и гравитация — одно из проявлений супервзаимодействия. Они предполагают, что гравитация «отпочковалась» от остальных трех сил примерно через 10^{-43} секунды после Большого взрыва. Но до того, как они сумеют объединить эти четыре силы, ученым придется описывать гравитацию с помощью квантовой теории, которая добилась огромных успехов в описании других взаимодействий. Физики полагают, что это, мягко говоря, трудная задача.

Однако ученые считают, что, разработав свою объединенную теорию, они сумеют выяснить, что же произошло в момент «сотворения всего сущего», и объяснить, как 13,82 миллиарда лет назад Вселенная вдруг появилась из ничего.

Это чрезвычайно малый отрезок времени, однако не следует думать, будто за такое время, прошедшее с момента возникновения мира, ничего особенного не произошло. Хотя структура Вселенной сейчас не очень-то меняется даже на протяжении миллиона лет, в ее юности все трансформировалось куда быстрее.

Так, по мнению физиков, в промежутке между окончанием первой десятой доли секунды и первой секунды после Большого взрыва произошло столько же событий, сколько и между первой сотой долей секунды и первой десятой долей секунды — и так далее, по логарифмической шкале, вплоть до самого-самого начала. Если запустить историю Вселенной вспять, как фильм, пространство окажется заполненным все более и более бешеной деятельностью.

Дело в том, что юной Вселенной управляло главным образом электромагнитное излучение — в виде фотонов, небольших пакетов энергии. А чем выше температура, тем выше и энергия фотонов. Сегодня фотоны высокой энергии могут превращаться в частицы вещества, поскольку одна форма энергии способна трансформироваться в другую. Как установил Эйнштейн, масса (m) является просто своего рода формой энергии (E), они связаны друг с другом через его знаменитое уравнение $E = mc^2$, где c — скорость света.

Из уравнения Эйнштейна вытекает, что частицы с определенной массой (m) могут возникать, если пакеты излучения, фотоны, имеют энергию не меньше mc^2 . Иными словами, при определенной температуре (и выше) фотоны обладают достаточной энергией, чтобы произвести частицу с массой m , а при более низкой температуре они такую частицу создать не способны.

Если заглянуть в прошлое достаточно далеко, мы окажемся во времени, когда температура была настолько высокой, а фотоны имели настолько большую энергию, что их столкновение могло порождать частицы буквально «из чистой энергии». Какими были эти частицы до того, как Вселенной исполнилось 10^{-35} секунды, мы не знаем. Мы можем лишь сказать, что они были гораздо тяжелее тех, что знакомы нам сегодня: скажем, электрона или t -кварка.

Время шло, температуры падали, и смесь частиц во Вселенной постепенно превращалась в суп из все менее и менее массивных частиц. Каждая частица была «королем на час» — или, по крайней мере, на долю секунды. При этом шел и обратный процесс — материя трансформировалась обратно в энергию излучения, когда частицы сталкивались, порождая фотоны.

Что же, по мнению физиков, представляла собой Вселенная через каких-то 10^{-35} с после Большого взрыва?

Прежде всего отметим, что пространство, которому суждено было стать «наблюдаемой Вселенной», имеющей ныне 84 миллиарда световых лет в поперечнике, умещалось тогда примерно в объеме одной-единственной горошины. Температура этого сверхплотного вещества составляла невообразимые 10^{28} °С.

При такой температуре, по расчетам физиков, сталкивающиеся фотоны обладали как раз достаточной энергией для того, чтобы породить частицу под названием Х-бозон, имеющую массу в миллион миллиардов раз больше, чем у протона. Пока никому еще не удавалось наблюдать Х-бозон, поскольку для этого нам потребовалось бы в земной лаборатории воссоздать экстремальные условия, существовавшие лишь через 10^{-35} с после Большого взрыва.

Насколько же далеко в прошлое могут заглянуть физики в своих лабораториях?

Ответ: они могут воссоздать то время, когда Вселенной исполнилась уже одна триллионная (10^{-12}) секунды. К тому моменту она успела остыть до примерно 100 миллионов миллиардов градусов, что все равно в 10 миллиардов раз выше, чем температура в центре Солнца. В 2012 году физики из ЦЕРНа (Conseil Européenne pour la Recherche Nucléaire, CERN), Европейской организации по ядерным исследованиям, воссоздали эти условия в гигантском ускорителе частиц — Большом адронном коллайдере. В нем ученым удалось получить частицу, напоминающую бозон Хиггса: как полагают специалисты, этот бозон исчез из Вселенной через триллионную долю секунды после Большого взрыва.

Пропась между 10^{-35} секунды и триллионной долей секунды в данном случае колоссальна. Мы знаем, что на протяжении почти всего этого периода материя была сжата сильнее, чем самая компактная форма вещества, какую мы знаем сегодня: материя внутри ядер атомов. По мере падения температуры снижались и энергетические уровни фотонов, порождая частицы со все более низкой массой.

В какой-то момент возникли кварки — «кирпичи», из которых состоят нейтроны и протоны. К тому времени, когда Вселенной исполнилась примерно одна сотая секунды, она уже остыла достаточно, чтобы в ней доминировали знакомые нам современные частицы: фотоны, электроны, позитроны и нейтрино. Нейтроны и протоны тоже уже имелись, но их было немного — они составляли тогда лишь весьма незначительную долю частиц во Вселенной.

Когда с момента возникновения Вселенной прошла примерно секунда, температура успела снизиться приблизи-

тельно до 10 миллиардов градусов, и фотонам уже не хватало энергии, чтобы с легкостью производить частицы. Электроны и позитроны (их положительно заряженные оппоненты из антивещества) сталкивались и аннигилировали, порождая фотоны. Однако из-за небольшой, таинственной и пока не объясненной «кособокости» законов физики тогда существовало примерно 10 миллиардов + 1 электрон на каждые 10 миллиардов позитронов. Поэтому после этой оргии аннигиляции во Вселенной остался «излишек» вещества и примерно 10 миллиардов фотонов на каждый электрон. Это соотношение сохраняется и по сей день.

Следующая важная стадия в истории Вселенной наступила, когда ей исполнилось около одной минуты.

Температура успела снизиться до всего-навсего миллиарда градусов — как в сердцевине самых горячих звезд, которые мы наблюдаем сегодня. Частицы в этот период двигались уже медленнее. Так, протоны и нейтроны оставались рядом друг с другом достаточно долго, чтобы между ними смогли завязаться сильные ядерные взаимодействия, которые и удерживают их вместе в ядрах сегодняшних атомов. В частности, два протона и два нейтрона могли соединиться, образуя ядро гелия.

Одиночные нейтроны превращаются в протоны в течение примерно 15 минут, так что все нейтроны, оставшиеся после образования ядер гелия, стали протонами. По расчетам физиков, после образования каждого ядра гелия оставалось примерно по 10 протонов. Они стали ядрами атомов водорода, которые как раз и состоят из одного-единственного протона.

Это одно из самых убедительных доказательств того, что Большой взрыв действительно имел место. Много позже, когда температура во Вселенной значительно снизилась, ядра водорода и гелия подобрали себе электроны, чтобы стать стабильными атомами. В наши дни, количественно оценивая содержание элементов во Вселенной (в звездах, галактиках и межзвездном пространстве), астрономы по-прежнему находят в среднем один атом гелия на каждые десяток атомов водорода.

Температура достаточно снизилась, чтобы электроны могли объединяться с протонами, образуя первые атомы,

примерно через 380 тысяч лет после Большого взрыва. Вселенная к этому времени остывала уже гораздо, гораздо медленнее, чем в свои первые мгновения. Ее температура в этот период достигла скромных 3 тысяч градусов. Данный промежуток времени отмечен еще одним важным событием в истории юной Вселенной.

До того как электроны объединились с ядрами водорода и гелия, фотоны не могли далеко улететь по прямой, не рискуя столкнуться с электроном. Свободные электроны отлично умеют рассеивать (перенаправлять) фотоны. А значит, каждому фотону приходилось пробираться по Вселенной окольными путями. В итоге Вселенная стала «матовой», непрозрачной. Если бы такое происходило сегодня и свет от звезд шел к вашим глазам зигзагами, а не по прямым линиям, вы бы увидели в небе не мириады отдельных звезд, а тусклое молочное свечение.

Мы и сейчас можем детектировать фотоны того периода. Они уже миллиарды лет свободно летят сквозь Вселенную, и астрономы наблюдают их в виде так называемого космического микроволнового фонового излучения. Эти фотоны начали свой путь, когда температура Вселенной составляла 3000 °С, но с тех пор Вселенная расширилась примерно в 1100 раз, а фотоны все продолжали лететь. Такое расширение снизило их энергию, так что сегодня мы фиксируем их сигналы, соответствующие температуре всего в 2725 градусов выше абсолютного нуля.

Падение температуры Вселенной до 3000 °С ознаменовалось и другим событием: при такой температуре уровни энергии излучения (в данном случае — фотонов) ниже, чем уровни энергии вещества. Отныне во Вселенной доминировала материя и сила гравитации, действующая на эту материю.

Формирование элементов, которое началось, когда возраст Вселенной составлял примерно одну минуту, остановилось в тот момент, когда она просуществовала уже десять минут и когда протоны и нейтроны уже успели сформировать ядра водорода и гелия. Для образования таких элементов, как углерод или кислород, требовались более высокие температуры и плотности, однако Вселенная делалась все холоднее и все разреженнее. Сравнительно тяже-

лые элементы, из которых состоят планеты и наше с вами тело, возникли спустя миллиарды лет в ядерных жаровнях звезд.

Пока же Вселенная продолжала расширяться, и силы гравитации аккумулялировали фрагменты материи в большие острова. Этим островам предстояло стать галактиками. Галактики продолжали «разбегаться» в пустоту, образуя мелкие фрагменты, которые станут отдельными звездами, вырабатывающими тепло и свет благодаря ядерным реакциям, идущими в их глубине. И однажды, примерно спустя 9 миллиардов лет после Большого взрыва, некая желтая звезда родилась возле внешнего края огромного спирального водоворота светил, именуемого Млечным Путем. Эта звезда — наше Солнце.

Откуда мы знаем, что Большой взрыв вообще был?

Наша современная картина Вселенной появилась во многом благодаря американскому астроному Эдвину Хаббл. В 1923 году он продемонстрировал, что Млечный Путь, гигантский звездный остров, к которому относится и Солнце, является всего лишь одной галактикой среди тысяч миллионов галактик, рассеянных в космосе.

Кроме того, Хаббл обнаружил, что длина волны света, идущего от большинства галактик, претерпевает «красное смещение». Поначалу астрономы приписывали это проявлению эффекта Доплера, знакомого каждому, кто замечал резкое понижение тона полицейской сирены, когда она пронесется мимо. Такое понижение происходит из-за увеличения длины волны звука. То же самое и со светом: длина волны света, идущего от галактики, которая удаляется от нас, смещается в более длинноволновый — «более красный» — диапазон.

Хаббл установил, что большинство галактик удаляются от Млечного Пути. Иными словами, Вселенная расширяется. И чем дальше от нас галактика, тем быстрее она удаляется.

Из этого следует неизбежный вывод: в прошлом Вселенная была меньше. Значит, должен существовать момент, когда Вселенная начала расширяться: момент ее рождения. Мысленно обратив процесс этого расширения вспять, астрономы

подсчитали, что Вселенная возникла примерно 13,82 миллиарда лет назад.

Идея Большого взрыва подразумевает, что красное смещение галактик — не совсем доплеровское. Оно возникает благодаря тому, что за то время, пока свет от дальних галактик шел к Земле, Вселенная успела вырасти, вот почему длина волны этого света увеличилась.

Картинка расширяющейся Вселенной не должна нас удивлять. Если бы Альберт Эйнштейн до конца доверял собственным уравнениям, он мог бы на теоретическом уровне обнаружить это явление еще в 1915 году, выведя его из своей гравитационной теории, более известной как общая теория относительности. Однако Эйнштейн, как и Ньютон до него, упорно считал, что Вселенная статична — иными словами, что она неизменна и не имеет ни начала, ни конца. Его можно простить: в то время он даже не знал о существовании галактик.

Идея статичности Вселенной очень привлекала астрономов. В 1948 году Герман Бонди, Томас Голд и Фред Хойл предложили стационарную модель Вселенной. По их утверждению, Вселенная расширяется, однако при этом, вероятно, не меняется со временем.

Они предполагали, что пространство расширяется с постоянной скоростью, однако при этом по всей Вселенной постоянно создается новая материя, которой как раз достаточно для того, чтобы компенсировать расширение и сохранять плотность Вселенной на постоянном уровне. Откуда берется эта новая материя, никто сказать не мог. Впрочем, сторонники теории Большого взрыва тоже не знают, откуда все взялось в самом начале.

Концепция стационарности Вселенной два десятилетия продержалась в качестве основной соперницы теории Большого взрыва. Но затем, в 1960-е годы, два астрономических открытия нанесли ей смертельный удар.

Первое открытие совершили Мартин Райл и его коллеги по Кембриджу. Они изучали радиогалактики — чрезвычайно мощные источники радиоволн. В начале 1960-х эти кембриджские астрономы обнаружили, что вдали от нас гораздо больше радиогалактик, нежели поблизости.

Радиоволнам от отдаленных объектов требуются миллиарды лет, чтобы добраться до нас. А значит, Райл с коллегами, по сути, наблюдали, какой была наша Вселенная в прошлом. «Избыточное» количество радиогалактик на больших рассто-

яниях от Земли вроде бы должно означать, что условия в древней Вселенной отличались от сегодняшних. Но существование Вселенной, меняющейся со временем, противоречит концепции стационарности.

А затем, в 1965 году, Арно Пензиас и Роберт Вильсон из лаборатории компании «Белл» (Холмдел, штат Нью-Джерси) детектировали странный сигнал с помощью рупорной антенны, которую они унаследовали от инженеров, работавших на «Эхо-1» и «Телстаре» — первых спутниках связи.

Сигнал шел не с Земли и не от Солнца. Казалось, он идет от всего неба сразу. Сходный сигнал испускает объект, имеющий температуру около 3° выше абсолютного нуля, т.е. -270°C .

Сомнений быть не могло. Пензиас и Вильсон обнаружили «реликтовое излучение» огненного шара Большого взрыва — космический микроволновый фон. За доказательство того, что Большой взрыв действительно был, в 1978 году они удостоились Нобелевской премии по физике.

▶▶ Еще о космологии: «День, когда началось время», с. 45

ТАЙНАЯ ЖИЗНЬ МОЗГА

Люди изучают внутреннее устройство человеческого тела уже не первое тысячелетие, так что найти новый орган в XXI веке — достижение неслыханное. А ведь, по сути, именно это сделали два исследователя, о которых пойдет речь. Свое открытие они совершили благодаря простому вопросу: что происходит, когда мозг отдыхает, то есть ничего не делает? Предоставим слово Дугласу Фоксу.

В 1953 году врач по имени Луис Соколофф положил 20-летнего студента колледжа на кушетку, прикрепил к его голове электроды и вставил шприц в его яремную вену.

В течение часа доброволец лежал и решал арифметические примеры. Все это время Соколофф снимал его электроэнцефалограмму и отслеживал содержание кислорода и углекислого газа в его крови.

Соколофф, сотрудник Пенсильванского университета (Филадельфия), пытался таким путем выяснить, сколько энергии потребляет мозг в процессе интенсивного мышления. Он ожидал, что мозг испытуемого будет требовать больше кислорода во время решения задач, однако увиденное поразило ученого. Как выяснилось, мозг добровольца потреблял во время арифметических упражнений не больше кислорода, чем при отдыхе, когда студент просто лежал с закрытыми глазами.

Мы долгое время представляли себе мозг как своего рода компьютер, часто находящийся в режиме ожидания, спящий, пока мы не заставим его выполнять то или иное задание — скажем, решать кроссворд-судoku или отыскивать нужное нам лицо в толпе. Эксперимент Соколоффа дал нам первый проблеск другой истины: мозг наслаждается весьма богатой частной жизнью. Этот потрясающий орган, чья масса составляет всего 2% общего веса нашего тела, потребляет 20% калорий, поступающих к нам в организм с пищей и питьем, и расходует основную часть этой энергии, ничего не делая, — или, по крайней мере, нам так кажется.

«В состоянии покоя в мозгу происходит огромное количество всякого рода процессов, которые мы сейчас по большей части не осознаем и не можем объяснить, — замечает Маркус Райхле, нейрофизиолог из Университета Вашингтона (Сент-Луис). — Мозг — орган весьма дорогостоящий, но никто пока толком не задавался вопросом, на что же идут все эти затраты».

Райхле и небольшая группа его коллег решили наконец подобраться к этому основополагающему вопросу: чем же, собственно, занимается мозг, когда он якобы простаивает? Их работа привела к открытию важнейшей системы в мозгу, органа, располагающегося внутри другого органа и много десятилетий скрывавшегося от нашего взора, хотя находится он буквально у нас под носом. Некоторые называют его «нейронной динамо-машиной снов наяву». Другие приписывают ему более загадочную роль, заявляя, что он, возможно, отбирает воспоминания и без всяких швов тклет из них «личную историю». Так или иначе, эта структура приходит в действие всякий раз, когда мозг не занят другими делами, и раскочегаривается по полной, пожирая больше

кислорода (в пересчете на единицу массы), чем ваше постоянно бьющееся сердце.

«Это очень важная штука, — говорит Джулио Тонони, нейробиолог из Висконсинского университета в Мэдисоне. — Не так уж часто в мозгу обнаруживают новую функциональную систему: такого не случилось уж не знаю сколько лет. Это как открыть новый континент».

Открытие совершалось медленно. Эксперимент Соколоффа 1953 года привлек мало внимания. Лишь в 1980-е годы ученые начали догадываться, что мозг, возможно, занимается важными вещами, находясь, казалось бы, на холостом ходу.

В 1980-е повсюду расцвела новая технология сканирования мозга — позитронно-эмиссионная томография (ПЭТ). Вводя в организм испытуемого радиоактивную глюкозу и определяя, где она скапливается, исследователи научились «подслушивать» тайные процессы, идущие в мозгу. Типичный эксперимент проводился так: добровольца укладывали на кушетку, и его мозг сканировали, когда испытуемый просто лежал с закрытыми глазами и когда он решал какие-нибудь задачи, требующие умственного напряжения. Затем результаты двух сканирований подвергали «вычитанию», чтобы выяснить, какие зоны мозга задействовались в состоянии кажущегося покоя.

Райхле применял ПЭТ, чтобы отыскать участки мозга, ассоциирующиеся со словами, когда заметил нечто странное: похоже, некоторые области мозга работали на полную мощность во время отдыха, однако утихали, как только испытуемый начинал выполнять умственные упражнения. Большинство специалистов отмахивались от таких странностей, списывая их на фоновый шум. Однако в 1997 году Гордон Шульман, коллега Райхле, обнаружил, что дело обстоит иначе.

Шульман проанализировал томограммы мозга 134 человек. Независимо от того, какое задание выполнял доброволец, включало ли оно в себя чтение или рассматривание силуэтов на экране, одна и та же группа мозговых областей всегда снижала активность, как только испытуемый начинал сосредоточиваться. «Меня поразило сходство дан-

ных, — рассказывает Шульман. — Это уже не было похоже на случайный шум. В мозгу явно имелась нейронная сеть, которую раньше никто не описывал».

В 2001 году Райхле с Шульманом опубликовали статью, где высказали предположение, что они наткнулись на некий не обнаруженный прежде «режим по умолчанию» — своего рода молчаливый пасьянс, который начинает раскладывать мозг, когда он не занят ничем другим, и который откладывается в сторону, едва мозг призывают к новым свершениям. Такие процессы идут главным образом в областях мозга, дуга которых проходит вдоль его срединной линии, от лобной до теменной доли. Райхле и Шульман назвали эту систему «сетью по умолчанию» [1].

Области мозга, входящие в эту сеть, были уже известны и исследованы. Но ученые раньше не знали, что эти области непрерывно «болтают» друг с другом, когда человек ничем не занят, однако умолкают, как только мозг получает задание, требующее сосредоточенного внимания. Как показали измерения метаболической активности, некоторые компоненты этой сети потребляют на 30% больше энергии (в расчете на единицу массы), чем почти любая другая область мозга.

Отсюда вопрос: чем именно занимается мозг, когда мы ничего не делаем? Когда Райхле и Шульман очертили границы «сети по умолчанию», они увидели и намеки на ее задачи и функции, пользуясь тем, что уже было известно о соответствующих участках мозга.

Один из ключевых компонентой данной сети — срединная часть префронтальной коры (см. рис.), которая, по мнению специалистов, оценивает вещи с весьма эгоистичной точки зрения: хорошие они, плохие или нейтральные. Некоторые участки этой области активизируются также, когда человека просят выбрать из списка эпитетов те, которые он мог бы применить к себе, но при этом, скажем, не к певице Мадонне. Пациенты с поврежденной срединной частью префронтальной коры становятся апатичными и необщительными. Одна женщина, оправившись после инсульта, затронувшего эту область мозга, вспоминала, что ее ум в это время словно бы опустел, лишившись блуждающих мыслей, того потока сознания, который большинство из нас принимает как должное.

[. . .]

UNIVERSUM

*О науке и ее творцах –
самое интересное и невероятное*

Что общего между Большим взрывом, вакуумом, плацебо, ленивцами, дырками в сверхпроводниках и математическим понятием нуля? Кажется бы, ничего. Но именно это их и связывает. Их связывает **Ничто**.

Уже более двух тысяч лет мыслители и философы обсуждают это понятие – **Ничто**. Выяснилось, оно необходимо для описания самых разных процессов, происходящих в природе, ведь даже там, где, на первый взгляд, царит полное **Ничто**, живет **Нечто**. К примеру, вакуум полон виртуальных частиц; нуль, стоящий в правильном месте, придает значимость любой цифре, а во время сна, когда мышление вроде замирает, наш мозг продолжает свою работу.

В книгу вошли статьи замечательных авторов журнала *New Scientist*, которые с блеском доказывают: без того, что принято называть **Ничто**, мы оказались бы **Нигде...**