

Происхождение Вселенной

*Как с помощью теории относительности Эйнштейна
можно проникнуть в прошлое,
понять настоящее и предвидеть будущее Вселенной*

Where the Universe Came From

*How Einstein's Relativity Unlocks the Past,
Present and Future of the Cosmos*

New Scientist

Происхождение Вселенной

*Как с помощью теории относительности Эйнштейна
можно проникнуть в прошлое,
понять настоящее и предвидеть будущее Вселенной*



ОГИЗ

Издательство АСТ

Москва

УДК 530.12

ББК 22.313

П80

**Where the Universe Came From. How Einstein's Relativity Unlocks
the Past, Present and Future of the Cosmos**

First published in the English language by Hodder & Stoughton Limited.

Печатается с разрешения издательства Hodder & Stoughton Limited.

*Нарушение прав автора, правообладателя, лицензиара влечет привлечение виновных
к уголовной, административной и гражданской ответственности*

Происхождение Вселенной. Как с помощью теории относительности Эйнштейна можно проникнуть в прошлое, понять настоящее и предвидеть будущее Вселенной / под ред. С. Бэттерсби; пер. с англ. Н. Липуновой. — Москва : Издательство АСТ, 2019. — 256 с. — (New Scientist. Лучшее от экспертов журнала).

ISBN 978-5-17-110828-1

Откуда мы знаем, как зародилась и развивалась Вселенная? Как появилась теория, определившая современные представления о пространстве и времени? Как понять концепцию относительности? Можно ли найти в черных дырах другие вселенные? Почему темная энергия «толкается»?

В этой книге собраны лучшие статьи ведущих авторов журнала New Scientist. Здесь вы найдете описание современной физической картины мира и интервью с самыми известными физиками, в которых они ответят на самые неожиданные вопросы.

УДК 530.12

ББК 22.313

ISBN 978-5-17-110828-1

ISBN 978-1-47362-959-2 (англ.)

© New Scientist, 2017

© Оформление, ООО «Издательство АСТ», 2019

АВТОРЫ-СОСТАВИТЕЛИ

Главный редактор — Элисон Джордж, редактор серии «Специалисты комментируют» для журнала *New Scientist*.

Редактор — Стивен Бэттерсби, автор научных и научно-популярных книг по физике, консультант журнала *New Scientist*.

В данную книгу вошли доклады, прочитанные в рамках мастер-класса, организованного журналом *New Scientist* в 2016 году, а также статьи, ранее публиковавшиеся в журнале *New Scientist*.

АВТОРЫ НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫХ СТАТЕЙ

Майкл Дафф — почетный профессор теоретической физики в Имперском колледже Лондона, основоположник теории супергравитации.

Педро Феррейра — профессор астрофизики Оксфордского университета, специалист в области общей теории относительности. Занимается исследованием природы темной материи и темной энергии.

Джон Гриббин — астрофизик и автор научно-популярных книг. Приглашен для работы в качестве научного сотрудника по астрономии в Сассекский университет, где исследует проблему определения возраста Вселенной.

Мартин Хендри — профессор гравитационной астрофизики и космологии Университета Глазго, специалист по гравитационно-волновой астрономии.

Дэн Хупер — младший научный сотрудник Национальной ускорительной лаборатории им. Энрико Ферми в Батавии (штат Иллинойс, США) и доцент кафедры астрономии и астрофизики Чикагского университета.

Сабина Хоссенфелдер — научный сотрудник Франкфуртского института перспективных исследований, занимается исследованием квантовой гравитации.

Юджин Лим — космолог-теоретик в Королевском колледже Лондона. Широкий спектр его интересов простирается от теории струн до той роли, которую играет распространение квантовой информации в космосе.

Эндрю Понтцен — лектор в Университетском колледже Лондона, занимается проблемами образования галактик и вычислительной космологии.

Марика Тейлор — профессор теоретической физики Саутгемптонского университета, специалист по черным дырам.

Милена Важецк — историк науки, занимается социальными и политическими проблемами современной науки.

Также благодарим следующих авторов:

Анил Анантасвами, Джейкоб Арон, Майкл Брукс, Маркус Чоун, Стюарт Кларк, Дэниэл Коссинс, Аманда Гефтер, Лиза Гроссман, Наоми Любик, Говерт Шиллинг, Джошуа Сокол, Колин Стюарт, Ричард Вебб, Йон Уайт.

ВВЕДЕНИЕ

*Н*евозможно забыть или с чем-нибудь перепутать этот блеск светлых пушистых волос: в нем отражается совершенно новая картина мира, где время и пространство слиты воедино, масса превращается в энергию, обнажается структура и ткань Вселенной, которая затем разрывается в клочья...

Прошло более ста лет с тех пор, как Альберт Эйнштейн выковал теории относительности, ставшие величайшими достижениями человеческого разума. Но и поныне мы пытаемся понять всю их суть, до сих пор сокрытую от нас. Одним из следствий появления теорий относительности стало то, что мы стали лучше понимать жизнь Вселенной, ее зарождение в Большом взрыве и последующие этапы ее расширения. Еще один вывод, который следует из вычислений самого Эйнштейна, проведенных им в 1920-е годы, — существование темной энергии, доминирующей во Вселенной.

В 2016 году мы столкнулись, вероятно, с самым «релятивистским» моментом в истории, когда ученые сумели обнаружить гравитационные волны, рожденные в результате столкновения двух черных дыр и блуждавшие в расширяющемся пространстве-времени миллиарды лет. Вскоре гравитационно-волновые детекторы и радиотелескопы начнут ис-

следовать природу горизонта событий, черту невозврата на краю черной дыры, чтобы узнать, действует ли теория относительности в этих экстремальных условиях. Между тем на стыке теории относительности и квантовой механики возникают все новые и новые гипотезы, от суперструн до квантовых треугольников и других необычных идей, соревнующихся друг с другом в попытке более глубоко объяснить сущность реальности. Рано или поздно даже Эйнштейн должен быть превзойден!

В книгах этой серии собраны мысли ведущих физиков и лучшие статьи, опубликованные в журнале *New Scientist*. Они познакомят вас с последними достижениями в области теории относительности Эйнштейна и с тем влиянием, которое идеи относительности оказали на наше восприятие Вселенной.

Стивен Бэттерсби,
редактор

1

ИСТОКИ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

В 1915 году в голове клерка из швейцарского патентного бюро родилась идея, которая перевернула наши представления о пространстве и времени. Этим клерком был Альберт Эйнштейн (1879–1955), а идея, которую он выдвинул, называется общей теорией относительности. Эта глава описывает путь, пройденный автором и приведший его к судьбоносному открытию.

ОТНОСИТЕЛЬНО КРАТКАЯ ИСТОРИЯ

***В** о-первых, следует пояснить с самого начала: Эйнштейн не был одиноким гением. Его вклад в науку колоссален, но он появился не на пустом месте.*

Эта история началась тогда, когда шотландский физик Джеймс Клерк Максвелл (1831–1879) создал теорию, в которой сумел объединить казавшиеся ранее разнородными физические понятия. В 1860-е годы ему удалось собрать воедино различные теории магнитного и электрического поля и описать их с помощью единой системы уравнений. Не менее замечательным оказалось следующее предсказание Максвелла: объединившись, электрические и магнитные поля образуют волну, которая распространяется со скоростью света. К концу XIX столетия становится ясно, что это далеко не случайность: ведь сам свет состоит из таких «электромагнитных волн».

Удивительно, но из уравнений следовало, что волны всегда распространяются с одной и той же скоростью, независимо от того, находится ли в движении их источник. Более того, ваша скорость как наблюдателя тоже не имела значения. В этом было что-то неправильное. Если я бросаю предмет вперед из движущегося экипажа, он должен лететь быст-

рее, чем если бы я его бросил, стоя на месте. Почему свет должен быть исключением?

Исходя из этой логики, ученые начали проводить исследования, ставившие своей целью найти изменения скорости света. Самым известным стал эксперимент, проведенный в 1887 году американскими физиками Альбертом Майкельсоном (1852–1931) и Эдвардом Морли (1838–1923). Они пытались наблюдать изменения скорости света по мере того, как Земля вращается вокруг оси и вокруг Солнца. Луч света расщеплялся на два пучка, которые посылались вдоль двух направлений под прямым углом друг к другу. Физики хотели обнаружить небольшую разницу во времени прохождения пучков света вдоль этих направлений. Ведь установка была по-разному ориентирована по отношению к движению Земли. Но, несмотря на всю скрупулезность и тщательность измерений, результат был одним и тем же: скорость света оставалась неизменной.

В 1895 году голландский математик Хендрик Лоренц (1853–1928) предложил свое объяснение постоянства скорости света. Он разработал ряд правил, которые связывают увиденное наблюдателем, находящимся в движении, с тем, что он должен видеть в состоянии покоя (см. главу 2). В этих правилах он ввел понятие некоего «фиктивного» времени: если вы двигаетесь с высокой скоростью, вам надлежит использовать именно это время, которое будет отличаться от времени, отсчитанного нормальными часами. Благодаря этому математическому трюку все становится на свои места, и скорость света оказывается одинаковой для всех.

ИСКРИВЛЕНИЕ ВРЕМЕНИ

Пятью годами позже французский ученый Анри Пуанкаре (1854–1912) написал статью «Измерение времени», в которой оспаривал наше непреклонное отношение ко времени. Если Лоренц представлял искривление времени просто как математический трюк, то Пуанкаре (не ссылаясь явно на Лоренца) показал, что в будущем, по-видимому, придется отказаться от концепции единства физического времени. Этот своеобразный философский прорыв помог в дальнейшем Эйнштейну сформулировать свою теорию относительности.

С философской точки зрения второй побуждающий импульс для творчества Эйнштейна исходил от австрийского физика и философа Эрнста Маха (1838–1916). В своей книге «Механика. Историко-критический очерк ее развития» (1883) Мах утверждал, что мы никогда не должны говорить об абсолютном движении тела; мы можем говорить только о его движении относительно чего-либо.

Итак, почва для Эйнштейна была готова. В статье «Об электродинамике движущихся тел» он выдвинул два предположения:

1. Законы физики остаются одинаковыми в любой системе отсчета, движущейся с постоянной скоростью.
2. Мы должны со всей серьезностью относиться к уравнениям Максвелла — любой луч света движется в любой такой системе отсчета с одинаковой скоростью.

Об Альберте Эйнштейне

Альберт Эйнштейн родился на юго-западе Германии в городе Ульме 14 марта 1879 года. Он был вторым ребенком в семье Германа Эйнштейна, основателя электрической инженерной компании, и его жены Паулины. Семья, которая происходила из евреев-ашкеназов, не соблюдавших религиозные ритуалы, вскоре переехала в Мюнхен, где Альберт и пошел в школу.

В возрасте 17 лет Эйнштейн поступил в швейцарскую Федеральную политехническую школу в Цюрихе, чтобы получить диплом преподавателя физики и математики. Здесь же он познакомился со своей сокурсницей Милевой Марич, на которой женился в 1903 году. Из переписки супругов, обнаруженной в 1987 году, следует, что еще до официальной регистрации брака, в 1902 году, у них родилась дочь. Судьба этой девочки неизвестна: может быть, она была удочерена третьими лицами либо умерла в младенчестве. Позднее у супругов родились два сына, Ганс и Эдуард. Но семейная жизнь не удалась, и в 1919 году супруги развелись, после чего Альберт Эйнштейн женился на своей кузине Эльзе Лёвенталь, урожденной Эйнштейн.

После окончания высшего учебного заведения Эйнштейн провел два года в неудачных поисках преподавательской работы и, в конце концов, поступил на работу в Швейцарское патентное бюро. Именно здесь, в свободное время, он сделал свои первые открытия и написал замечательную серию статей в знаменательный для него 1905 год (см. «Чудесный год» в главе 2). Все