

ошибок, — его кажущееся неприятие квантовой механики — было неправильно истолковано (с. 76). И мы изучаем наше восхищение гением, исследуя бессмысленные попытки найти источник гениальности Эйнштейна в особенностях анатомии его мозга (с. 68).

Сто лет существования общей теории относительности важны и тем, чего она пока еще не сделала: не объединилась с другими силами природы для построения единой теории всего. В последние годы жизни Эйнштейн искал более глубокий набор законов, которые должны были бы править не только миром космоса — царством общей теории относительности, — но и внутриатомным миром, царством квантовой механики. Ему казалось, что до этого рукой подать, но сто лет трудов нескольких поколений так и не завершились созданием всеобщей теории природы. Общая теория относительности и квантовая теория остаются столь же несовместимыми, какими они были с самого начала.

Позднее ученые стали пробовать новые подходы, зондируя некоторые из тайн Вселенной, выявившихся после века Эйнштейна, в том числе темную материю и темную энергию, надеясь, что они в итоге приведут к реализации мечты Эйнштейна (с. 40).

Другие пытаются искать уязвимые места в общей теории относительности, проверяя ее в экстремальных условиях черных дыр (с. 58). А одно из самых таинственных следствий общей теории относительности — предсказываемая ею возможность путешествий во времени — может открыть дорогу к еще не открытым более глубоким секретам природы (с. 50).

Итак, ясно, что ни одна другая научная теория не была столь важна для формирования курса развития физики в XX в. и что научное наследие ни одного другого ученого не выглядит крупнее наследия Эйнштейна. В этот знаковый столетний юбилей физика ожидает новой общей теории относительности. Вполне возможно, нам предстоит увидеть нового Эйнштейна. ■

Перевод: И.Е. Сацевич

ПОЧЕМУ ОН ЗНАЧИМ

Плоды труда одного ума повлияли на цивилизацию в гораздо большей степени, чем это казалось возможным

Брайан Грин

Альберт Эйнштейн как-то сказал, что безграничными могут быть только две вещи: Вселенная и человеческая глупость, хотя в отношении Вселенной он не уверен.

Мы не обижаемся, а только улыбаемся, ибо имя «Эйнштейн» вызывает в памяти образ добродушного мудреца из прошлого века. Мы видим благонаправленного ученого-гения с растрепанной шевелюрой, чьи хрестоматийные портреты — на велосипеде, с высунутым языком, смотрящего на нас пронизательным взглядом — хранятся в нашей коллективной культурной памяти. Эйнштейн стал символом чистоты и мощи интеллектуальных исследований.

Слава в научном сообществе пришла к Эйнштейну в 1905 г., прозванном его годом чудес. Работая ежедневно по восемь часов в день в Бюро патентов в Берне, в свободное время он написал четыре статьи, изменившие курс всей физики. В марте он утверждал, что свет, который долго считался волнами, представляет собой поток частиц, названных фотонами, что положило начало квантовой механике. В мае он провел расчеты, позволившие сделать поддающиеся проверке



ОБ АВТОРЕ

Брайан Грин (Brian Greene) — профессор физики и математики в Колумбийском университете, занимающийся исследованием теории суперструн, автор множества книг, соучредитель Всемирного фестиваля науки и председатель его правления.

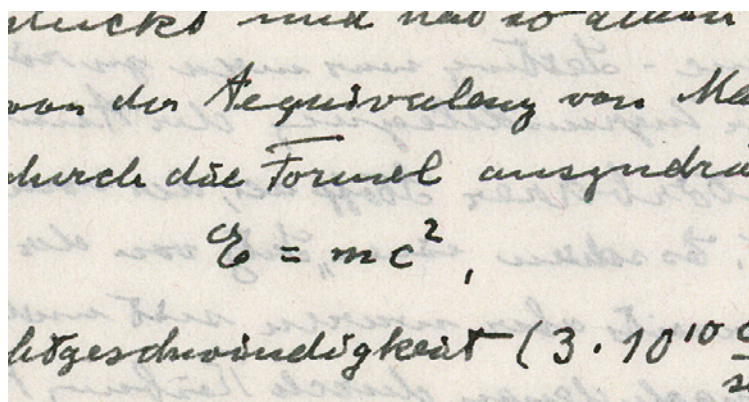


предсказания в отношении атомистической гипотезы; в итоге был подтвержден факт, что вещество состоит из атомов. В июне Эйнштейн завершил специальную теорию относительности, показав, что пространство и время ведут себя удивительным образом, а именно — что и расстояния, и скорости, и промежутки времени относительны и зависят от наблюдателя. И в качестве заключительного аккорда в сентябре Эйнштейн вывел в качестве следствия из специальной теории относительности самое знаменитое в мире уравнение: $E = mc^2$.

Обычно наука движется мелкими шагами. Среди них крайне редко встречаются работы, звучащие как предвестники близких радикальных перемен. Но тут один человек в течение одного года прозвонил в колокол четыре раза — поразительное проявление творческого предвидения. Научное сообщество почти сразу почувствовало, что последствия работ Эйнштейна сдвигают основы понимания реальности. Однако широкой публике имя Эйнштейна еще ничего не говорило.

Ей предстояло узнать о нем 6 ноября 1919 г.

В рамках специальной теории относительности Эйнштейн установил, что ничто не может перемещаться быстрее, чем со скоростью света. Это стало предпосылкой конфликта с теорией тяготения Ньютона, согласно которой влияние гравитации распространяется в пространстве мгновенно. Побуждаемый таким противоречием, Эйнштейн искал возможность видоизменения ньютоновского закона всемирного тяготения. А эта задача была настолько устрашающей, что даже самые горячие сторонники Эйнштейна считали его работу «донкихотством». Корифей германской науки Макс Планк говорил: «Как старый друг я должен



Знаменитое уравнение Эйнштейна, $E = mc^2$, во фрагменте одной из его поздних работ, опубликованной в 1946 г.

предостеречь вас <...>. Вы не добьетесь успеха, а если даже и добьетесь, вам никто не поверит». Однако Эйнштейн продолжал упорно работать. И так почти десять лет.

Наконец в 1915 г. Эйнштейн представил общую теорию относительности, которая предусматривала коренное переопределение сущности гравитации в рамках ошеломительно новой идеи: искривления пространства и времени. Общая теория относительности утверждает, что выскользнувшая из ваших рук чашка падает на пол не потому, что Земля ее притягивает, а потому, что Земля вминает окружающее пространство, создавая в пространстве-времени направленный к полу склон, по которому и вынуждена скользить чашка. По утверждению Эйнштейна, гравитация впечатана в геометрию Вселенной.

Все сто лет со времени опубликования Эйнштейном его общей теории относительности физики

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- Первый большой успех пришел к Эйнштейну в 1905 г., когда он опубликовал четыре революционные статьи, включая завершение специальной теории относительности.
- Через десять лет он расширил эту теорию, включив в нее гравитацию и получив в итоге общую теорию относительности. Она опрокинула физику Ньютона и переопределила наши представления о времени и пространстве, а также запустила новые направления исследований, которые ученые продолжают развивать и по сей день, и сделала своего автора звездой.
- В XX в. идеи Эйнштейна переплелись с культурой и искусством и сформировали наш мир бесконечными и неизгладимыми путями.

и историки собирают по кусочкам последовательную историю ее зарождения и формирования (см. статью Уолтера Айзексона «Как Эйнштейн переизобрел реальность», с. 12).

6 ноября 1919 г., через четыре года после завершения Эйнштейном работы над общей теорией относительности, газеты всего мира прокричали о только что опубликованных результатах астрономических наблюдений, показавших, что видимые положения звезд на небе немного отличаются от предсказываемых законом всемирного тяготения Ньютона, в точности совпадая с предсказаниями общей теории относительности Эйнштейна. Эти результаты триумфально подтвердили последнюю и за одну ночь вознесли Эйнштейна до небес. Он стал человеком, который сверг Ньютона и на огромный шаг приблизил человечество к пониманию вечных истин природы.

Щурясь в свете софитов и фальшиво говоря о страстном стремлении к уединению, Эйнштейн знал, как привлечь всемирный интерес к своей таинственной, но очень важной области. Он выдавал мудрые изречения («Я — воинствующий пацифист») и с удовольствием играл на публике роль погруженного в свои мысли гения из гениев. На премьере фильма «Огни большого города» Чарли Чаплин, стоя на красной дорожке, шепнул Эйнштейну нечто наподобие: «Мне аплодируют потому, что меня понимает каждый, а вам потому, что вас никто не понимает». Эту роль великий физик исполнял хорошо. А более широкая публика, измученная Первой мировой войной, принимала его всей душой.

В обществе идеи Эйнштейна об относительности, во всяком случае широко распространяемое популярное их изложение, казались согласующимися с другими культурными переворотами: Джеймс Джойс и Т.С. Элиот членили предложения, Пабло Пикассо и Марсель Дюшан рассекали холст, Арнольд Шенберг и Игорь Стравинский дробили звукоряд, а Эйнштейн отделил пространство и время от устаревших моделей реальности.

Некоторые пошли дальше, изображая Эйнштейна главным вдохновителем авангардного движения XX в., научным родником, породившим изменения культурного мышления. Верить, что научные истины вызвали волну, смывшую пыльные остатки закосневшей культуры, крайне романтично. Но я не видел ни одного убедительного свидетельства связи этих культурных сдвигов с наукой Эйнштейна. Многие неоправданные попытки привязки его теорий к миру культуры обусловлены широко распространенной неверной интерпретацией относительности как исключющей объективную истину. Забавно, что вкусы самого Эйнштейна были консервативными: современным

композиторам он предпочитал Баха и Моцарта и не принял в подарок новую мебель в стиле Баухауз.

Будет справедливо сказать, что в начале XX в. многие революционные идеи уже носились в воздухе и переплетались между собой. Столь же несомненно, что Эйнштейн был первым примером того, как отказ от устоявшихся предположений может открыть захватывающие дух новые перспективы.

Сто лет спустя эти открытые Эйнштейном перспективы остаются удивительно живыми и плодотворными. В 1920-е гг. общая теория относительности породила современную космологию — изучение происхождения и эволюции всей Вселенной. На основании уравнений Эйнштейна русский математик Александр Фридман и независимо от него бельгийский физик и священник Жорж Леметр (Georges Lemaître) пришли к выводу, что пространство должно расширяться. Эйнштейн не принял это заключение и даже ввел в свои уравнения пресловутую «космологическую постоянную», чтобы обеспечить статичность Все-

Столетняя годовщина рождения общей теории относительности Эйнштейна — отнюдь не только повод оглянуться назад лишь из исторического интереса: эта теория плотно вплетена в ткань передовых современных исследований

ленной. Однако последующие наблюдения Эдвина Хаббла, показавшие, что все далекие галактики удаляются от нас, убедили великого физика вернуться к первоначальной форме уравнений и признать, что пространство растягивается. Сегодня расширение Вселенной означает, что раньше она была меньше, следовательно, космос возник в результате разбухания первоначальной частицы — «первичного атома», как назвал его Леметр. Так родилась теория Большого взрыва.

За прошедшие с тех пор десятилетия теория Большого взрыва существенно развилась (сегодня наиболее широкое признание имеет ее вариант, называемый инфляционной моделью Вселенной) и после нескольких уточнений успешно прошла целый спектр проверок астрономическими наблюдениями. Одно из них, удостоенное в 2011 г. Нобелевской премии, показало, что за последние 7 млрд лет Вселенная не просто расширялась, но ее расширение ускориалось. Что лучше всего объясняет это? Теория Большого взрыва,

дополненная вариантом давно отвергнутой космологической постоянной Эйнштейна. Что из этого следует? Спустя достаточно долгое время даже некоторые из ошибочных идей Эйнштейна могут оказаться верными (см. статью Лоуренса Краусса «В чем Эйнштейн ошибался», с. 28).

Еще более ранний вывод из общей теории относительности был сделан на основе анализа, проведенного германским астрономом Карлом Шварцшильдом (Karl Schwarzschild) во время его пребывания на русско-германском фронте в ходе Первой мировой войны. Отвлечшись от расчетов траекторий артиллерийских снарядов, Шварцшильд вывел первое точное решение уравнений Эйнштейна, давшее прецизионное описание искривления пространства-времени, создаваемого сферическим телом вроде Солнца. В качестве побочного результата выявилось нечто необычное. Если достаточно сильно сжать любое тело, например Солнце, до диаметра в 5 км, то создаваемое им искривление

Довольно скромные вклады Эйнштейна в науку за десятилетия после создания общей теории относительности дают основания считать, что время цепи интеллектуальных событий, которые он внес в физику, миновало

пространства-времени окажется настолько сильным, что любой достаточно приблизившийся объект (включая свет) будет им захвачен. Говоря современным языком, Шварцшильд выявил возможность существования черных дыр.

В то время черные дыры представлялись надуманной математической диковиной, не имеющей отношения к реальности. Но истину определяют наблюдения, а не ожидания, и на текущий момент астрономические наблюдения показали, что черные дыры реальны и многочисленны. Исследовать их пока еще невозможно — они слишком далеки, но в качестве теоретических лабораторий они незаменимы. Со времени важных расчетов Стивена Хокинга 1970-х гг. физики все тверже убеждаются, что экстремальная природа черных дыр делает их идеальным полигоном для попыток дальнейшего развития общей теории относительности и, что еще важнее, связывания ее с квантовой механикой (см. статью Шепарда Долемана и Димитриоса Псалтиса «Тест для черной дыры», с. 58). Действительно, одна из наиболее горячо обсуждаемых тем в физике — влияние квантовых процессов

на наше понимание внешнего края черной дыры, т.е. ее горизонта событий, и природы ее внутренней части.

Нужно сказать, что столетняя годовщина рождения общей теории относительности Эйнштейна — отнюдь не только повод оглянуться назад лишь из исторического интереса. Теория плотно вплетена в ткань передовых современных исследований.

Но как же Эйнштейн сделал все это? Как ему удалось внести в науку вклад, важность которого сохраняется так долго? Благодаря ему мы смогли представить себе, что человек, углубившись в себя, способен упорно мыслить и выявлять космические истины. Как ученый Эйнштейн был человеком общительным, но его прорывы в науке были исключительно его личными прозрениями. Что было их причиной? Какая-то необычная архитектура его мозга? Неформальный взгляд? Стойкая способность сосредотачиваться? Возможно. Однако на самом деле никто этого, естественно, не знает.

Мы можем рассуждать о том, почему кому-то пришла в голову та или иная идея. Но дело в том, что мысли и взгляды формируются под влиянием огромного количества факторов, которые невозможно проанализировать. Воздерживаясь от гипербол, мы можем сказать лишь то, что у Эйнштейна были правильные мысли в момент, подходящий для того, чтобы распутать клубок глубоких проблем физики. И что это был за момент! Многочисленные, но довольно скромные его вклады в науку за десятилетия после создания общей теории относительности дают основания считать, что время цепи интеллектуальных событий, которые внес Эйнштейн

в физику, миновало.

При всей значимости наследия Эйнштейна напрашивается еще один вопрос: мог ли быть другой Эйнштейн? Если подразумевать другого супергения, который мощно двинул бы науку вперед, то ответом, несомненно, будет «да». За полвека, прошедшие со дня смерти Эйнштейна, таких ученых было много. Но если подразумевать супергения, на которого мир будет смотреть как на потрясающий пример того, что способен совершить человеческий мозг, то этот вопрос будет обращен к нам: что мы как цивилизация будем считать ценным. ■

Перевод: И.Е. Сацевич

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ

- $E = mc^2$: A Biography of the World's Most Famous Equation. David Bodanis. Penguin, 2000.
- The Fabric of the Cosmos: Space, Time and the Texture of Reality. Brian Greene. Knopf, 2004.
- The Collected Papers of Albert Einstein. Princeton University Press. <http://einsteinpapers.press.princeton.edu>