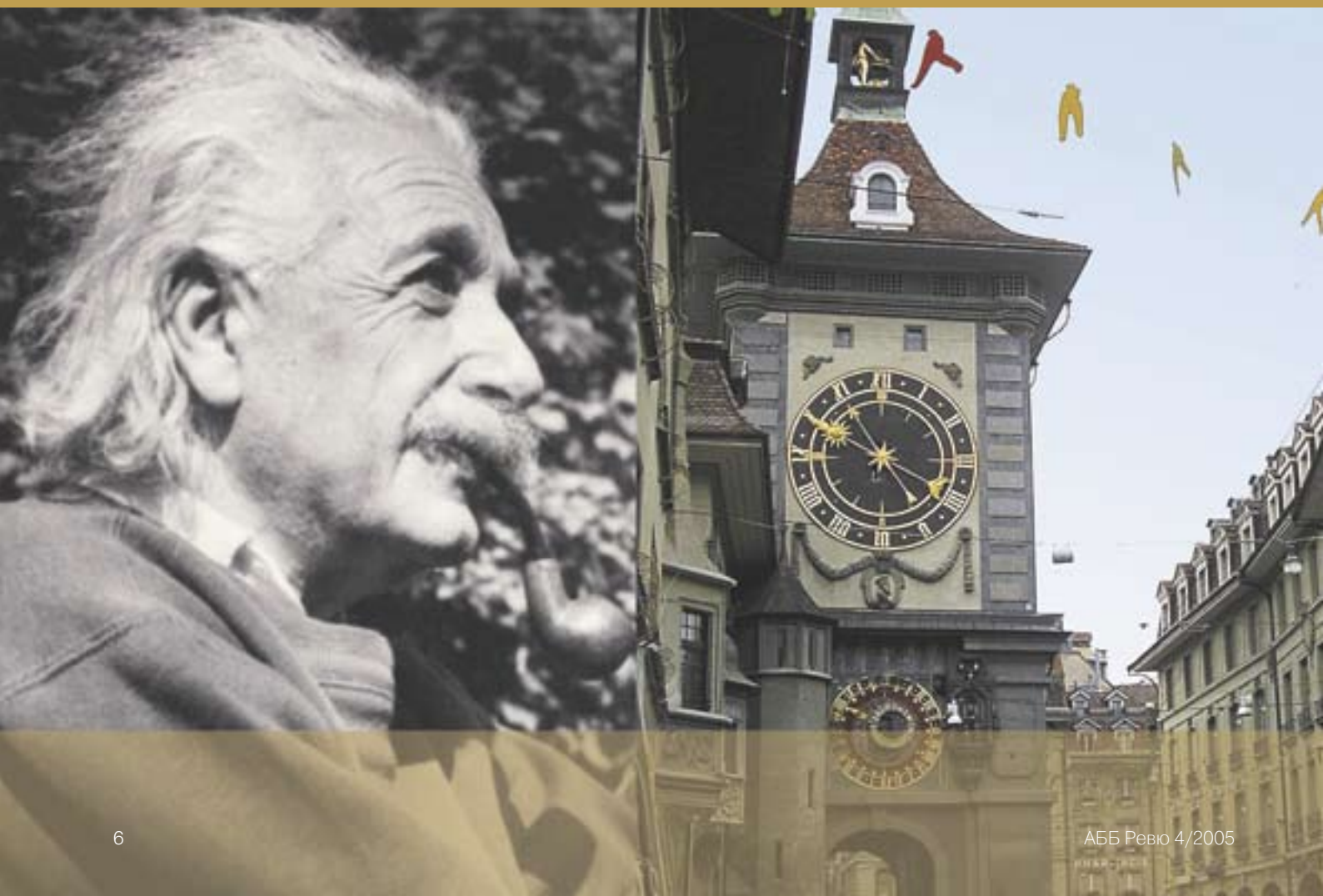


Заглянуть в будущее, оглянувшись назад

Нильс Лефлер, Франк Кассубек

2005 год объявлен ЮНЕСКО годом физики, и во всем мире в честь этого в течение года было проведено множество мероприятий. Последние века подарили нам многих выдающихся физиков, внесших вклад в создание нашего видения физического мира. Однако об одном из таких гигантов науки следует сказать особо из-за той роли, которую он сыграл в формировании нашего представления о современном мире – это Альберт Эйнштейн. Безусловно, это не случайно, что год физики совпадает со столетним юбилеем «чудесного года» Эйнштейна и пятидесятилетней годовщиной его смерти. Редакция журнала АББ Ревю хотела бы отдать должное тем результатам, которые этот великий ученый внес в копилку научных знаний.



Создатель теории относительности и лауреат Нобелевской премии 1921 года, Альберт Эйнштейн, сегодня считается одним из наиболее влиятельных физиков за всю историю этой науки. Его теория времени и пространства, а также теория гравитации вместе с его работами по квантовой теории резко изменили наше видение мира.

Эйнштейн родился в городе Ульм (Германия) в 1879 году, а умер в Принстоне в 1955 году. В своей жизни он увидел экспериментальное подтверждение многих своих работ. В общей теории относительности, опубликованной в 1916 году, он предположил, что гравитация представляет собой не силу, а искривление пространственно-временного континуума, возникающее в присутствии массы. В 1919 году Королевское научное общество Лондона сообщило, что прогнозы, основанные на этой теории, подтвердились во время солнечного затмения, наблюдавшегося в том году. Эйнштейна признали физиком века, а в 1921 году он удостоился Нобелевской премии за открытия в области фотоэлектрических процессов.

Тем не менее, нет никакого сомнения в том, что 1905 год следует признать самым плодотворным годом Альберта Эйнштейна. Его новаторские работы того года не только изменили наше понимание квантовой теории, но и ознаменовали переход от более эмпирического понимания физических процессов к описанию и определению реального мира математическими зависимостями.

За семимесячный период «технический эксперт третьего разряда» в патентном бюро г. Берн (Швейцария) опубликовал пять теоретических работ в пяти различных областях физики, каждая из которых оказалась фундаментально важной для развития современной физики.

В первой из статей он описал фотоэлектрический эффект, предложив понятие фотонов, частиц света. Дуализм света, принимающего вид как волн, так и частиц, лаконично характеризует

Эйнштейн и часы

В начале XX века железные дороги и телеграфные компании искали возможность более точной синхронизации часов в своих сетях. Часть предложений поступала на стол молодого служащего патентного бюро в г. Берн по имени Альберт Эйнштейн. Он размышлял о том, можно ли сделать так, чтобы часы на часовой башне «Zytglogge» (на фото слева) были синхронизированы с другими часами. Эти размышления привели к созданию специальной теории относительности (СТО).



известную черту Эйнштейна – способность думать свободно, без ограничений. За это открытие он был удостоен Нобелевской премии. Эта теория создала основу квантовой физики, а также она имеет принципиально важное значение для атомной и молекулярной физики, равно как и для оптики.

Создатель теории относительности и лауреат Нобелевской премии 1921 года, Альберт Эйнштейн, сегодня считается одним из наиболее влиятельных физиков за всю историю этой науки.

Вторая из работ Эйнштейна, которая также была темой его диссертации в Университете Цюриха, связана с перемещением крупных молекул, таких как молекула сахара, в водном растворе. Он рассчитал средний размер молекулы и количество их в определенном объеме (число Авогадро). До сегодняшнего дня на эту статью часто ссылаются ученые, работающие в области физики и физиологии.

В своей следующей статье Эйнштейн проработал теорию броуновского движения. В статье непосредственно рассматривалось случайное перемещение частиц пылицы, взвешенных в водном растворе. Объяснение Эйнштейна строилось на атомной гипотезе (которая в то время была объектом горячих споров) в сочетании со статистическими методами. Его работа положила начало новому направлению – статистической физике, а данная теория, которая сегодня носит название теории флуктуаций, описывает взаимосвязь между статистическими средними микроскопических и макроскопических параметров. Сегодня методы, созданные на базе этой теории, получили распространение и в других сферах деятельности, не связанных с физикой, таких как описание колебаний котировок акций на фондовых рынках.

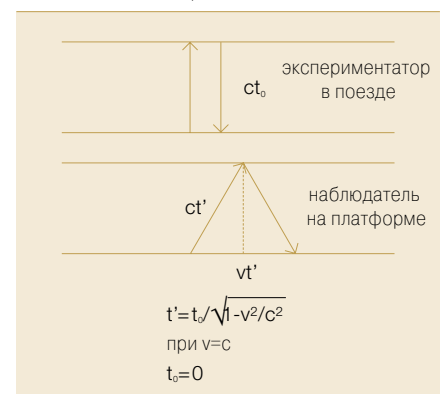
Четвертая новаторская статья Эйнштейна, опубликованная в 1905 году, называлась «В отношении электродинамики движущихся тел». В ней были приведены принципы теории относительности и совершенно новое представление о времени и пространстве. До этой публикации господствовало мнение, что время абсолютно и повсеместно, а также проявляет себя одинаково во всех системах отсчета. Это ньютоновское представление, которое веками было фундаментом здания физики, теперь было поставлено под сомнение этим молодым и малоизвестным служащим патентного бюро. В 1864 году Максвелл сформулировал единую теорию электромагнетизма, показав, что электромагнитные волны распространяются в пространстве со скоростью света. С концептуальной точки зрения, Эйнштейн принял то, что уже было определено уравнением Максвелла, т. е. то, что скорость света «с» является универсальной константой, одинаковой во всех системах отсчета. Следствием такого допущения, посчитал Эйнштейн, должно быть то, что время не может быть абсолютным, а должно быть разным для разных наблюдателей. В следующих параграфах сделана попытка пояснить такой ход мысли.

Мысленный эксперимент 1.

Путь света, видимый экспериментатору А, находящемуся в поезде (рис. 1, сверху), и наблюдателю Б, стоящему на платформе (рис. 1, внизу):

Экспериментатор А движется в ночном поезде со скоростью v , близкой к скорости света. Он включает напольный светильник, при этом свет, пройдя вертикально до потолка, отражается от последнего и возвращается в исходную точку. Экспериментатор измеряет время t_0 прохождения света в двух направлениях и рассчитывает расстояние – ct_0 . Наблюдатель Б, который оказался на платформе в момент прохождения поезда, тоже видит вспышку света. Однако в силу того, что поезд движется, в его системе отсчета оказывается, что свет прошел большее расстояние, а следовательно, возвращается в точку на расстоянии vt' от точки, откуда он вышел

Мысленный эксперимент 1.



(рис. 1). Для наблюдателя B время, которое свет затратил на прохождение своего пути, равно t' , при этом свет совершил путь длиной ct' . При помощи простого геометрического расчета можно связать между собой t_0 и t' . Чтобы объяснить этот парадоксальный результат, исходя из допущения, что c является универсальной и постоянной величиной, Эйнштейн сделал вывод, что время в двух системах отсчета должно оказаться разным в зависимости от перемещения наблюдателя, и в то же время для него должна существовать связь, указанная на рис. 1.

На основе этих рассуждений Эйнштейн разработал новую теорию относительности для классической механики и ввел новые представления о пространстве и времени. С тех пор было написано много научных трудов о следствиях этой первой парадоксальной теории. Ее проявления с тех пор были многократно подтверждены в множестве экспериментов в лабораториях всего мира. Примером практического применения следствий этой теории могут послужить современные системы спутниковой связи и системы глобального позиционирования (GPS).

Другим китом классической физики было утверждение о том, что масса не может быть уничтожена. Во множестве экспериментов массу с большой точностью измеряли до и после какого-либо превращения, при этом всегда оказывалось, что масса не изменилась, что заставило ученых считать, что масса сохраняется при любых условиях. Однако в своей пятой статье, опубликованной в том же году, Эйнштейн подверг сомнению и это утверждение. Попробуем в следующем примере повторить ход его мысли.

Мысленный эксперимент 2.

Предположим, что паровая машина перемещается со скоростью света. Кочегар постоянно подбрасывает уголь в топку. Однако темп

увеличения скорости поезда становится все меньше по мере приближения ее к скорости света. Почему же при постоянном увеличении количества затраченной энергии скорость поезда не увеличивается пропорционально?

Эйнштейн высказал догадку, что часть энергии должна расходоваться на постепенное увеличение массы поезда. Это был один из способов, которыми он объяснил следствие знаменитого сегодня соотношения, выражающего энергию покоящегося тела, $E = mc^2$.

Примером практического применения следствий теории относительности могут послужить современные системы спутниковой связи и системы глобального позиционирования (GPS).

В этом выражении Эйнштейн впервые свел вместе понятия массы и энергии и показал, что масса – это не что более, чем очень концентрированная форма энергии. Если массе можно было бы преобразовать, это дало бы возможность выработать огромное количество энергии. В статье 1905 года он предположил, что проверить его теоретическое уравнение можно при помощи радия, одна унция которого, как Мария Кюри установила задолго до этого, постоянно выделяет 4000 калорий тепла в час. Эйнштейн считал, что часть массы радия непрерывно превращается в энергию в точном соответствии с его уравнением. И в конечном итоге он оказался прав.

Эта работа стала основой для исследований в области ядерного распада и синтеза, которые

дали нам ядерные реакторы для использования энергии атома в мирных целях. К несчастью, эти исследования дали нам также ядерную бомбу.

Интересы Эйнштейна не ограничивались академическими, фундаментальными физическими исследованиями. Его интересовало и практическое применение знаний, что позволило ему получить ряд патентов более утилитарного характера – он разработал электрометр, гирокомпас с электромагнитной подвеской, современный холодильник, фотокамеру и слуховой аппарат.

Заключение

Научная работа Альберта Эйнштейна стала частью всего объема физических знаний. Она оказала влияние на множество областей физики и послужила основой дальнейшего прогресса.

Исследователи АББ, естественно, продолжают пользоваться результатами, следующими из работ Эйнштейна (в особенности тех, что касаются броуновского движения).

Его вклад в физику неоспорим, но есть и еще одна его черта, которую многие ученые находят достойной восхищения – его страстное желание понять и познать природу. Это желание давало ему смелость отвергать устоявшиеся правила и мыслить вне рамок, следуя своей интуиции.

Ученые АББ стремятся следовать такому подходу к мышлению, потому что иногда взгляд назад за вдохновением может помочь взглянуть вперед с новым пониманием.



Нильс Лефлер

Главный редактор АББ Ревю
Цюрих, Швейцария
nils.leffler@ch.abb.com

Франк Кассубек

ABB Schweiz, Corporate Research
Баден-Дэтвиль, Швейцария
frank.kassubek@ch.abb.com