

# Альберт Эйнштейн: поиск единства в природе и обществе

*Истины бывают простые и глубокие. Простой истине противостоит ложь. Глубокой истине противостоит другая истина, тоже глубокая.*

Нильс Бор

ООН объявила 2005 год Всемирным годом физики и годом памяти Эйнштейна. В этом году отмечаются две круглые даты. Одна из них — сто лет прошло с того времени, как дотеле никому не известный эксперт 3-го класса Бернского патентного бюро 25-летний Альберт Эйнштейн опубликовал одну за другой серию основополагающих статей по весьма далеким друг от друга проблемам физики. В них были изложены гипотеза о существовании световых квантов, специальная теория относительности (СТО) и предложен новый метод определения размеров и массы молекул, основанный на анализе броуновского движения. Безо всякого преувеличения можно сказать, что это были «шесть статей, которые потрясли мир», хотя на осознание этого потребовалось некоторое время. Вторая дата — 18 апреля 2005 года — день памяти Эйнштейна, в этот день исполняется 50 лет с того дня, когда один из величайших ученых покинул наш мир.

## Улица имени 1905 года

Есть в Москве Радиотехнический институт им. А.Л.Минца. Находится он недалеко от улицы 1905 года; каждому советскому человеку было ясно, что слово «революция» в названии этой улицы для краткости просто опущено. РТИ был одним из самых засекреченных институтов, поскольку в нем занимались вопросами противоракетной обороны. Когда в начале 90-х годов туда хлынули американские визитеры, один из них поинтересовался, в честь какого события 1905 года названа улица. Принимавший гостей доктор физико-математических наук, лауреат Государственной премии Дмитрий Зимин решил пошутить. Сохраняя серьезное выражение лица, он изобразил удивление по поводу «невежества» своего коллеги: «Ну, как же вы не догадываетесь? Ведь именно в 1905 году Эйнштейн написал свою первую работу по теории относительности «К электродинамике движущихся тел», без которой нам, радиофизикам, нечего было бы делать в РТИ».

Как теперь любят говорить, «в каждой шутке есть доля шутки», то есть правды в них все-таки больше. Выдающийся американский физик, нобелевский лауреат Ричард Фейнман так воспитывал в своих студентах уважение к науке: «Когда в будущем, скажем, через десять тысяч лет, будут изучать историю человечества, самым значительным событием XIX века, несомненно, сочтут открытие Максвеллом законов электродинамики. На фоне этого важного научного откры-

тия Гражданская война в Америке в том же десятилетии будет выглядеть провинциальным событием».

## Слово в защиту «физического шовинизма»

В 60-е годы минувшего века в СССР гремели горячие, несмотря на очевидную бесплодность в постановке темы, диспуты о «физиках и лириках», кто, мол, из них важнее для общества. Тогда же родился и знаменитый, полный самоиронии гимн студентов-физиков на мотив «Дубинушки»:

*Только физики — соль,  
Остальные все — ноль,  
А филолог, историк — дубина...  
Эх, дубинушка, ухнем,  
Может, сессия сама пройдет...*

Но если отбросить шутки в сторону и посмотреть на реальность непредвзято, то даже самый безнадежный гуманитарий будет вынужден согласиться с тем, что в XX веке трудно найти научное или религиозное учение, которые сыграли бы в судьбе цивилизации роль, сопоставимую с ролью физики. Ее влияние было беспрецедентно всеобъемлющим. С одной стороны, новая физика определила новое мироощущение человечества во Вселенной. На месте старой, уютной, статичной и предсказуемой Вселенной Ньютона, которая ассоциировалась с грандиозным часовым механизмом, запущенным Творцом, возникла совершенно иная картина бурлящей, релятивистской, квантовой, непредсказуемой Вселенной, законы которой, как говорил Эйнштейн, можно познать, но

при этом порой нельзя представить. Ибо не хватает фантазии. Новая физика фактически предопределила новый этап духовного развития человечества (в «духовность» я вкладываю широкое философское содержание, выходящее далеко за рамки теологии). К сожалению, для многих представителей вида *Homo sapiens* такие высокие слова — пустой звук, им понятнее более конкретный язык...

Пусть так, но, с другой стороны, практически весь мир материальных вещей, которые сейчас создаются руками человека, тоже базируется на успехах физики XX века. Оглянитесь вокруг — почти невозможно отыскать современное изделие, при изготовлении которого не использовались бы те или иные технологии, опирающиеся на новую физику. Тем, кто сомневается в категоричности моего утверждения, напомню, что половина электроэнергии сейчас вырабатывается на атомных станциях, а вся твердотельная электроника «выросла» из квантовой механики. Поразительные достижения в других науках, например в генной инженерии или химии, в конечном счете тоже базируются на освоении этими науками результатов, достигнутых в квантовой механике.

Отдельно нужно сказать, что создание ядерного оружия коренным образом изменило мировую политику. Впервые человечество оказалось перед реальной перспективой коллективного са-





Кандидат физико-математических наук  
**А.Р.Смирнов,**  
ФТИ низких температур НАНУ, Харьков



Художник А. Чижов

Я  
помню  
чудное

$$A_{ij} = \frac{64\pi^4 v_{ij}^3}{3hg_i c^3} |R_{ij}|^2$$

моубийства. Но несомненно, это же «равновесие страха» сыграло решающую роль в достижении долгого мира без «большой» войны. То, чего не могли сделать великие гуманисты и пацифисты, сделали (по крайней мере, до настоящего времени это так) физики-оружейники. За неимением лучшего приходится довольствоваться таким зыбким миропорядком. Все вышесказанное не вызовет удивления, если вспомнить знаменитую в недалеком прошлом (все учили когда-то в курсе диамата!) «четырёхчленку» Ф.Энгельса из его «Диалектики природы». Согласно классике марксизма, низший, базовый, уровень движения материи — физический, потом следует химический, далее идет биологический и, наконец, последний высший — социальный.

Таким образом, нравится нам это или нет, но переоценить значение физики в минувшем столетии невозможно. Здесь нет никакого профессионального высокомерия или «физического шовинизма». Так сложилось, что физика объективно сыграла совершенно особую роль в истории человечества XX века. А Альберт Эйнштейн сыграл свою уникальную роль в истории физики.

### Пасынок Нобелевского комитета

Для большинства людей, профессионально не связанных с физикой, Эйн-

штейн вошел в историю как отец теории относительности. Это совершенно справедливо, хотя физики назовут множество и других его блестящих научных результатов. Но именно экспериментальное подтверждение предсказанного общей теорией относительности угла отклонения луча света от далекой звезды вблизи Солнца принесло Эйнштейну всемирную известность. В мае 1919 года во время солнечного затмения было получено первое подтверждение правоты гениального физика. Слава обрушилась на ученого как гром среди ясного неба, в считанные месяцы Эйнштейн стал человеком-легендой. Эффект от новой теории в плане ее воздействия на широкую публику напоминал воздействие того же солнечного затмения на наших далеких предков — суеверное восхищение с примесью страха. Можно смело утверждать, что ни до, ни после Эйнштейна ни один ученый в мире не имел такого призрачного признания.

Успех астрономического наблюдения вовсе не означал, что теорию относительности поняли и поэтому признали гениальность ее автора. Совсем наоборот: даже среди дипломированных физиков того времени лишь единицы смогли разобраться в теории. Но это меньшинство авторитетно и громко заявило: «Привычному миру Ньютона пришел конец, началась новая эра!»

До этого события Эйнштейн был известен только в узком кругу физиков, которые с 1910 года безуспешно, но почти ежегодно выдвигали его на Нобелевскую премию. Однако даже триумф 1919 года не приблизил Эйнштейна к награде за теорию относительности. В комитете по присуждению премий не оказалось никого, кто бы мог по достоинству оценить epochальное значение новой теории. Весьма любопытно, что осторожность шведских академиков, не разделивших восторг публики по поводу результатов экспедиции британского физика и астронома Артура Эддингтона на остров Принсипи, где наблюдали знаменитое солнечное затмение, нашла недавно дополнительное оправдание. Дело в том, что предсказанный Эйнштейном эффект очень

слаб — на пределе чувствительности тогдашней аппаратуры. Позднее его многократно и надежно подтверждали, но перемеренные недавно старые фотопластины экспедиции Эддингтона не дают оснований для столь категоричного положительного вывода, какой был сделан в 1919 году. Похоже, что Эддингтон выдавал желаемое за действительное.

Нобелевский комитет, на который оказывалось колоссальное, хотя никем и не организованное стихийное давление, поступил в этой ситуации своеобразно. В 1922 году он присудил-таки Эйнштейну премию по физике с формулировкой «за заслуги в развитии теоретической физики и в особенности за открытие законов фотоэлектрического эффекта». Формулировка получилась весьма неудачной. Речь шла о той самой первой статье 1905 года, в которой Эйнштейн высказал гипотезу о существовании квантов света — фотонов. В этом был главный исторический результат работы. Смелая гипотеза объясняла открытое в 1887 году немецким физиком Генрихом Герцем явление фотоэлектрического эффекта, количественные закономерности которого изучил в 1888 году профессор МГУ Александр Григорьевич Столетов. Таким образом, строго говоря, Эйнштейну приписали чужой результат, в чем он совершенно не нуждался. Правда, к 1922 году Герца и Столетова уже не было в живых, а поскольку согласно завещанию Нобеля премия посмертно не присуждается, то разделить ее с истинными открывателями законов фотоэлектрического эффекта Эйнштейн не мог. Вне всякого сомнения, объяснение эффекта было достижением нобелевского уровня, но сравнивать его ценность с ценностью работ по СТО и ОТО не приходится. Таких «обычных» нобелевских работ — многие десятки, но тех, что легли в самый фундамент науки, — единицы. Однако в их число не попали ни СТО, ни ОТО.

### Перезревший плод

В создании теории относительности у Эйнштейна были великие предшественники, вплотную подошедшие к

рубезу, который смог перешагнуть только он. Это были физики Дж.Лармор, Х.Лоренц, Дж.Фицджеральд, математики А.Пуанкаре, Г.Минковский, Д.Гильберт. Они даже смогли вывести многие из формул теории относительности. Эта теория была подобна перезревшему плоду, казалось — только протяни руку, он сам упадет. Так в чем же тогда заслуга Эйнштейна? В том, что только ему удалось за формулами увидеть новую картину мира, причем подать ее научной общественности исключительно выпукло и красиво. Вот почему известный физик Лоренц не оспаривал приоритет Эйнштейна, хотя вся теория относительности базируется на так называемых преобразованиях Лоренца. Эйнштейн совершенно справедливо считается единственным отцом теории относительности, причем обеих ее частей, СТО и ОТО. Все прочие ученые, работавшие и продолжающие работать в этом направлении, — представители «второго эшелона» фронта научного наступления.

## «Господь Бог не играет в кости....»

Малоизвестно, что квантовой механике Эйнштейн посвятил гораздо больше интеллектуальных усилий и лет жизни, чем прославившей его теории относительности. У квантовой механики так много «отцов», что любой список рискует оказаться неполным. Однако двух человек в начале этого списка можно указать смело, не боясь вызвать споры. Первым будет Макс Планк, который в 1900 году ввел

Специальная теория относительности (СТО, 1905) описывает движение тел с любыми скоростями, сколь угодно близкими к скорости света. Движение в СТО рассматривается только в инерционных системах отсчета, то есть движущихся без ускорений, без приложения внешних сил и вне полей тяготения. Согласно основному постулату теории — принципу относительности, законы физики во всех таких системах действуют одинаково, а состояние движения или покоя можно определить по отношению к произвольно выбранной системе отсчета. Понятие «движения вообще», как показал еще Галилей, бессмысленно. Скорость света в СТО постулируется постоянной (инвариантом) в любой системе отсчета, она одинакова для всех тел, как бы они ни двигались друг относительно друга. Это входит в непримиримое противоречие с принципом Галилея. В области скоростей, малых по сравнению со скоростью света, где релятивистские эффекты пренебрежимо малы, уравнения СТО сводятся к обычным «школьным» законам сложения скоростей Галилея. Но по мере роста скорости движения начинают наблюдаться специфические релятивистские эффекты: сокращение длины движущихся объектов, замедление их бортового времени, увеличение массы. Таким образом, время и пространство в СТО перестают быть независимыми координатами, описывающими положение материальной точки, и сливаются в единый пространственно-временной континуум.

Планк вводил понятие кванта совершенно формально, считая его исключительно математическим трюком, фантомом, который позволил бы обойти нерешаемую классическими методами проблему излучения абсолютно черного тела. Он не хотел верить в реальность своей эвристической находки. Эйнштейн же согласился с реальностью квантов, сделал следующий шаг — ввел понятие фотона, но так и не согласился с принципиально неустраиваемым вероятностным характером поведения микрочастиц материи.

Эйнштейн видел в квантовомеханической вероятности только следствие неполноты наших знаний, что вынуждает нас использовать статистические методы расчета. Методы вроде тех, что используют в теории игр, при бросании игральной кости. Ведь если точно знать начальные условия полета кости, то можно точ-

лы» Нильса Бора, которые считали квантовомеханическую непредсказуемость внутренним свойством микромира. Эйнштейн потратил массу сил на поиски «скрытых параметров» в квантовой механике, которые, как он надеялся, позволят вернуться к столь желанному для него миру жестких причинно-следственных связей. Не только сейчас, но уже и в последние годы жизни Эйнштейна становилось все более ясно, что его точка зрения ошибочна. Однако Эйнштейн остался последним могикинином, верным идеологии жесткого детерминизма.

## В поисках инвариантов и единства

Нет ничего более далекого от истины, чем расхожее представление, будто бы Эйнштейн доказал, что «все в мире относительно». Дело обстоит как раз наоборот: разрушив прежние представления об абсолютном пространстве и времени, Эйнштейн ввел новые физические инварианты, то есть величины, которые не изменяются при переходе из одной системы отсчета в другую. Они безотносительны. Истине Ньютона противостоит истина Эйнштейна — «более глубокая истина», по классификации Н.Бора. Не будем сейчас вдаваться в физический смысл инвариантов теории относительности, поверим на слово. А вот что пишет на этот счет гуманитарий — поэт В.Евсеев:

Что есть инвариант?

— Да то, что постоянно,

Что нам доступно всем всегда,

Все то, что хочешь

и желаешь непрестанно,

Или не хочешь никогда...

Эти не очень совершенные строки в целом верно отражают суть понятия «инвариант». Оно прописано не только в физике и математике, но и в логике, психологии, этике... Для Эйнштейна нравственно-этическими инвариантами были духовная свобода, стремление к гармонии, социальной справедливости и миру между народами.

С конденсацией Бозе—Эйнштейна (последним крупным результатом ученого) дело в 1924 году было так. Никому не известный молодой бенгалец Шатьердранат Бозе написал статью, отклоненную «Philosophical Magazine». В ней Бозе предлагал новый оригинальный вывод формулы Планка — ни о какой «конденсации» речи еще не было. Тогда Бозе написал письмо Эйнштейну с просьбой посодействовать ему опубликоваться в «Zeitschrift fur Physik», приложив к письму копию отклоненной статьи на английском языке. Эйнштейн сам перевел статью на немецкий, высоко ее оценил и представил в журнал. Бозе даже не подозревал, насколько революционные идеи исподволь инициировала его статья. Одна из них — понятие о частице с двумя состояниями поляризации, вторая — представление о несохранении числа фотонов в фотонном «газе». Эти идеи подтолкнули Эйнштейна, как он сам об этом писал, к введению понятия особого фазового перехода в квантовой статистике, названном впоследствии «конденсацией Бозе—Эйнштейна». За экспериментальное получение конденсата Бозе—Эйнштейна в 1995 году Э.Корнеллу, В.Кеттерле и К.Риману вручена Нобелевская премия 2001 года. Конденсат Бозе—Эйнштейна — это среда из сверххолодных элементов, которые отталкиваются друг от друга, находясь в одном-единственном низкоэнергетическом квантовом состоянии. Бозе-конденсат образуют элементарные частицы с целым спином — бозоны, которые по своей природе предпочитают повторять действия соседних частиц, но ни в коем случае не искать свой путь. Крупнейший в России специалист по конденсации Бозе—Эйнштейна академик Владимир Захаров поэтически сравнивает это состояние с обществом, где никому ничего не нужно и где все обречено на тихую деградацию.

само понятие кванта энергии, вторым — Эйнштейн, который подхватил и развил идею Планка. Парадокс в том, что именно эти два человека до конца своих дней пытались загнать в бутылку ими же выпущенного «квантового джина».

но предсказать, какой гранью она выпадет. Поскольку эти условия определены приблизительно, то и прогноз получается приблизительно. «Но Господь Бог не играет в кости» — так отвечал Эйнштейн своим оппонентам из «копенгагенской шко-

Общая теория относительности (ОТО, 1916) расширяет рамки СТО на случай ускоренного движения и движения во внешних полях. ОТО исходит из постулата эквивалентности инерционной массы тела (меры сопротивления тела внешней силе, вызывающей его ускорение) и его гравитационной массы (меры, описывающей поле тяготения вокруг тела). ОТО называют еще релятивистской теорией гравитации. В отличие от ньютоновской теории тяготения, где пространство — плоская сцена, на которой разыгрываются физические события в независимом ни от чего абсолютном времени, в ОТО пространство-время само деформируется под воздействием находящихся в пространственно-временном континууме масс. Это, собственно, и есть суть ОТО: пространство и время не существуют сами по себе, абстрактно, они — порождение материи.



Эйнштейн не был ученым отшельником, он всегда был социально активен, хотя не следовал ни одной из политических доктрин, тем более не был членом партий — это ограничило бы его свободу. Если говорить упрощенно, то он был «левым». Нацисты в 1933 году обвинили его в сотрудничестве с коммунистами, искали в доме оружие. В США во времена маккартизма ФБР вело за ним слежку. В 1923 году Эйнштейн стал одним из основателей германского «Общества друзей Новой России». Он писал: «Я чту в Ленине человека, который с полным самопожертвованием отдал все свои силы делу осуществления социальной справедливости. Я не считаю его метод правильным. Но одно бесспорно: подобные ему люди — хранители и обновители совести человечества». Неоднократно высказываемые Эйнштейном симпатии к СССР (благодаря архивным исследованиям белорусского историка Э.Г.Йоффе недавно стало известно, что прежде чем бежать из Германии в США Эйнштейн обращался к руководству БССР с просьбой о переезде в Минск) не помешали ему публично осудить расстрел 48 «вредителей» по «делу профессора Румянцева» в 1930 году и даже сравнить СССР с Италией Муссолини.

Эйнштейн никогда не забывал о своем еврейском происхождении, говорил о евреях «мой народ», но не знал ни идиш, ни тем более иврит и был совершенно равнодушен к иудаизму. Еще в 1923 году он стал почетным гражданином Тель-Авива в подмандатной Палестине. Позже горячо поддержал создание государства Израиль, но далеко не всегда одобрял действия его правительства. В 1952 году он отклонил предложение стать президентом Израиля, что было встречено с облегчением многими израильскими политиками. Подписавший массу пацифистских воззваний физик совершенно не годился на роль главы государства. Чего только стоят его слова, написанные за неделю до смерти: «Ни один политический деятель... не осмеливается пойти по единственно верному пути к прочному миру — обеспечению наднациональной безопасности, так как это означало бы его верную политическую смерть!»

«Наднациональность» и пацифизм Эйнштейна были не безграничны. Он так и не смог простить немецкому народу

ужасы Второй мировой войны, хотя делал исключение для отдельных его представителей, проявивших личное мужество в противостоянии нацизму. В 1939 году Эйнштейн написал письмо президенту США Ф.Рузвельту, в котором предупредил его о возможности создания атомного оружия нацистами и призвал сделать все возможное, чтобы их опередить. Это письмо сыграло выдающую роль в принятии решения о создании атомной бомбы. Когда же выяснилось, что Гитлер был очень далек от реального обладания ядерным оружием, после кошмара Хиросимы и Нагасаки, Эйнштейн горько сожалел о том письме. В 1943 году он заключил контракт с Бюро артиллерии и боеприпасов ВМС США как консультант с окладом 25 долларов в день (слава гениального теоретика затмила незаурядные инженерные и изобретательские таланты Эйнштейна, которые знали и ценили военные). Весьма примечательна его фраза по этому поводу: «Я служу на флоте, но меня все равно не заставили подстричься под бокс». Строем и в ногу Эйнштейн не ходил нигде: ни в науке, ни в жизни, ни в военном ведомстве. Внутренняя свобода при любых внешних обстоятельствах была его инвариантом.

## В поисках синтеза

Вторая половина, точнее, большая часть, научной биографии Эйнштейна посвящена попыткам создания единой теории поля, которая объединила бы все известные науке фундаментальные взаимодействия. Он искал вселенскую гармонию с самого начала своей научной жизни до последнего вздоха. Еще в 1901 году, в письме к другу Марселю Гроссману 23 летний Эйнштейн делает лирическое отступление: «Как прекрасно чувство узнавания объединяющих черт в сложных явлениях, которые воспринимаются как совершенно не связанные между собой». Эти слова стали программными для всего его творчества. Однако грандиозная задача создания единой теории поля не решена и поныне, хотя на отдельных направлениях достигнуты впечатляющие результаты.

Одновременно с попытками Эйнштейна-физика создать теорию великого

объединения общественно-политические устремления Эйнштейна-гражданина (так и хочется сказать гражданина Вселенной, хотя юридически он побывал лишь гражданином трех стран — Германии, Швейцарии и США) были нацелены на создание международных («наднациональных») структур и акций, которые призваны объединить разобщенное человечество. В 20–30-е годы он принимает участие в Комитете Лиги Наций по интеллектуальному сотрудничеству. В 1946 году соглашается стать председателем Чрезвычайного комитета ученых-атомщиков, требует использовать атомную энергию исключительно в мирных целях и пишет открытое письмо Генеральной Ассамблее ООН с призывом создать мировое правительство.

В 1948 году группа советских академик написала Эйнштейну свое открытое письмо, в котором осуждала его за призыв создать мировое правительство. Они усматривали в этом попытку навязывания воли суверенным народам — сейчас их бы назвали антиглобалистами. Иностраный член АН СССР Эйнштейн так ответил коллегам, терпеливо объясняя свою позицию: «Меня удивило то, что вы — страстные противники анархии в экономической сфере — столь же страстно защищаете анархию, то есть неограниченный суверенитет, в сфере международной политики. Неограниченный суверенитет означает, что каждая страна оставляет за собой право добиваться своих целей военными средствами. Только это я имею в виду, поддерживая идею «мирового правительства», независимо от того, что подразумевают другие, стремящиеся к той же цели. Я защищаю мировое правительство, ибо убежден, что нет никакого другого пути к устранению самой страшной опасности из когда-либо угрожавших человеку. Цель избежать всеобщего уничтожения должна иметь приоритет перед любой другой целью».

У Эйнштейна нет могилы. Согласно завещанию, его прах был развеян в месте, которое осталось тайной.

