

Совершенно верно, времени - нет! Оказывается, путешествия во времени возможны! Непонятно? Вам объясняет это ведущий физик Германии.

Интервью брали Андре Бер и Лайс Райхардт

Вопрос: В начале двадцатых годов физик Артур Эддингтон считал, что есть только два человека, которые полностью понимают общую теорию относительности - Альберт Эйнштейн и он сам. Как много сегодня тех, кто понимает место в теории относительности такого понятия, как время?

Клаус Кифер: Понятие времени в теории относительности сегодня понимают от силы 1000 или 2000 человек. Наверняка, намного больше таких, кто обладает определёнными элементарными знаниями в этой теории, но эти 1000-2000 могут также её применять и возиться с уравнениями. По-моему, это довольно хорошая оценка. Раз в три года происходят международные конференции по теории относительности, и в них всегда принимает участие около 600 человек.

Вы на всех присутствуете?

К.К.: Почти на всех. Последняя конференция состоялась в Индии, и мне слишком неудобно было туда ехать. Но до этого, во Флоренции, я присутствовал.

Много есть физиков, которые знают, чем на самом деле является время?

К.К.: Это очень сложный вопрос, на который я тоже не смогу ответить. Я мог бы вам объяснить эволюцию этого термина от физики Ньютона до теории относительности и квантовой теории и, наконец, до новейших теоретических предположений. Но что такое время на самом деле, наверное, точно сказать не может никто. Можно сказать в подражание Августину: "Когда меня спрашивают, что такое время, я этого не знаю. Но когда меня не спрашивают, то я знаю".

Означает ли это, что современный физик знает о времени не больше, чем философ в средние века?

К.К.: Нет, это должно означать, что мы, физики, ещё не понимаем время полностью, однако имеем интуитивное ощущение того, что это.

Полагаете ли вы так же, как ваш коллега Стивен Хокинг, что должна существовать основополагающая формула мира, которой можно будет безусловно объяснить также и феномен времени?

К.К.: Я убеждён, что современное состояние физики не является окончательным. В отношении того, придём ли мы когда-нибудь к основополагающей окончательной теории или фундаментальные исследования будут продолжаться бесконечно, я менее оптимистичен, чем Хокинг. В своей вступительной лекции в Кембридже он прогнозировал конец физики в этом смысле через двадцать лет. Однако этот промежуток времени уже прошёл, и недавно он продлил его, прибавив ещё двадцать лет. Некоторые вещи указывают на то, что наши теории сегодня - не лучшие. Важным показателем этого является тот факт, что не сходятся квантовая теория и теория относительности. Можно, конечно, сказать: да, именно так, и тут дальше не продвинуться. Но - нет, конечно, мы должны, по крайней мере, пытаться унифицировать эти теории и находить новые концепции, которые привели бы их под одну шапку.

Что же не сходится?

К.К.: Много, и в том числе понимание времени. Уже сейчас проходят конференции, специально посвящённые проблеме времени в так называемой квантовой гравитации. Квантовой гравитацией

называют любые попытки соединить квантовую теорию с общей теорией относительности, которая описывает гравитацию. Квантовая теория принесла много радикальных нововведений, но понятие времени переняла у Ньютона. Она не спрашивает, что такое время; физик - исследователь мельчайших частиц до сих пор считает время в своей лаборатории с обычных часов. Специальной теории относительности тоже известно, в определённом смысле, лишь внешнее понятие времени. Здесь хотя пространство-время заменяет понятие времени, отделённого от пространства, введённое Ньютоном, оно всё же дано богом и вечно. Пространство-время подобно арене, театру, где происходят все остальные физические явления. Сначала общая теория относительности ввела динамическое понятие времени, и гравитация понимается здесь как искривление времени и пространства. Это искривлённое пространство-время больше не преподносится как нечто застывшее - оно сложным образом изменяется во взаимодействии с материей. Искривлённое пространство-время больше не является только ареной, оно само принимает участие в игре.

Давайте по порядку. Не могли бы вы вкратце проиллюстрировать эйнштейновское понятие времени на каком-нибудь примере?

К.К.: С удовольствием. Специальная теория относительности утверждает: часы в самолёте идут медленнее часов на земле. Таково влияние скорости на время. Но согласно общей теории относительности есть ещё эффект, обусловленный гравитационным полем земли. Часы вблизи земли идут медленнее тех, что находятся дальше...

Независимо от того, какие это часы, электронные или механические?

К.К.: Разумеется. Таким образом, для расчёта точного времени в самолёте нужно учитывать оба эффекта.

А какой эффект сильнее?

К.К.: В самолёте они примерно равнозначны. Действие обоих эффектов обнаружилось бы через семьдесят лет. Таким способом проверяется понятие времени согласно как специальной, так и общей теории относительности, и так оно входит в нашу повседневную жизнь.

Теория относительности, фактически, учитывается в нашей повседневной жизни?

К.К.: Её действие, да. Например, в глобальной системе местопределения, используемой спутниками. Иначе в воздушном сообщении возникали бы погрешности величиной в километры.

Ну, хорошо. А в чём же трудность нахождения тождественного времени для квантовой теории и общей теории относительности?

К.К.: Если мы хотим свести понятие времени в квантовой теории с понятием времени в теории относительности, то нам нужно будет время подквантизировать...

Что сделать?

К.К.: Говоря грубо, в классических теориях - для нас, физиков, это все теории, в которых не учитывается квантовая физика, - для каждой частицы существует путь в пространстве-времени, и есть само пространство-время. В квантовой физике известно только о вероятности нахождения частицы где-либо, а сама частица описывается при помощи волновой функции. То есть, для унификации обеих теорий нужно и в квантовой теории отвести времени динамическую роль. А это приносит с собой множество трудностей.

Если бы точно знать, что такое время, это приблизило бы нас к основополагающей мировой формуле, которую Хокинг называет святым Граалем физики?

К.К.: Да, но мы, к сожалению, не знаем. Известно лишь, как физики могут объяснить время в квантовой теории и в общей теории относительности. Однако мы всё ещё не знаем во всех подробностях, как согласуются эти два толкования в теории квантовой гравитации. Это весьма примечательно: только в последние двадцать лет было замечено, что проблема времени не ограничивается областью вычислительной техники. Поэтому в квантовой гравитации нужно полностью отказаться от старого понятия времени. Абсолютное время Ньютона - время, отделённое от предметов, - имело невероятный успех. Но в наш век это абсолютное время выводится из употребления. Прежде всего благодаря Эйнштейну, - и похоже, что этот демонтаж должен продолжаться.

Правильно ли мы вас понимаем? Для Ньютона время было дано богом, Эйнштейн разъяснил, что время зависит от местонахождения наблюдателя в пространстве, его скорости движения, а также от гравитации; а что теперь?

К.К.: Мы предполагаем, что время - это нечто исключительно качественное; то есть, его не существует вне объектов и полей. В самых современных теориях время и вовсе выпадает из уравнений. Это поистине увлекательно: из уравнений квантовой гравитации, которые пока что автоматически пишутся аналогично уравнениям квантовой теории, t квантовой теории просто выпадает. Это значит, что времени там нет.

Времени совсем нет?

К.К.: Совершенно верно, времени нет. Конечно, это может считаться всего лишь предположением, пока не подтверждено экспериментально.

Разве это не чистая математика? Ведь в нашем повседневном мире время существует.

К.К.: Эйнштейн однажды назвал время упрямой иллюзией. Наша задача состоит в том, чтобы понять, как время из этих уравнений без времени снова приходит в мир. Другими словами: мы должны найти возможность объяснить, как известное всем людям время возникло во вселенной. Мы над этим уже работаем, и хотя теории пока не готовы, у нас уже есть идеи насчёт того, как успешно завершить этот поиск потерянного времени.

Поэтическая формулировка. Не поясните ли для нас, простачков?

К.К.: Исходя из общей теории относительности, мы можем проследить историю расширения вселенной в обратном направлении. Если мы мысленно позволим вселенной снова сжаться, то мы достигнем той области, когда она настолько маленькая и плотная, что общая теория относительности теряет силу; решения её математических уравнений становятся бесконечно большими. Это, кстати, характеризует качество теории Эйнштейна, которая сама предвещает своё крушение. Нужны более основополагающие теории, для того чтобы всё-таки понять эту область за пределами теории относительности, когда вселенная такая маленькая, плотная и горячая, что все известные нам структуры отпадают. Одной из них является так называемая каноническая квантовая гравитация. Другая - так называемая теория суперверёвок, чей принцип ещё глубже. Эти теории хотят привести к одному знаменателю не только квантовый эффект и гравитацию, но и все силы, в том числе электромагнитные, - сильные и слабые взаимодействия. В теории суперверёвок мельчайшим строительным кирпичиком вселенной считаются не элементарные частицы и не кварки, а крошечные одномерные суперверёвки, которые можно представить как струны гитары (хотя этот образ,

естественно, слегка хромает). Частицы как мы их знаем понимаются там как состояние возбуждения этих струн. В нашем образе частицы являются тогда обертонами.

Так значит, нет никакого смысла спрашивать, что было до "первого большого взрыва"?

К.К.: В некотором отношении, есть. Раньше вселенная была вне времени, и повсюду царила одна волновая функция. И если говорить точно, то "большой взрыв" состоялся во времени не в точке ноль, но на мельчайшую долю секунды позже - на 10^{-43} в минус 43-й степени секунд позже; это так называемая "планка времени". Правда, это "позже" не обладает никаким значением в плане времени.

Теперь мы, к сожалению, ничего уже не понимаем.

К.К.: Если бы вы заявили, что с одного маху всё поняли, то я считал бы вас либо аферистом, либо гением.

Вы говорите, что не было никакого времени до "большого взрыва", а сами указываете в точности до долей секунды время, когда он произошёл.

К.К.: Это парадокс лишь на словах. Число 10^{-43} вы должны понимать как номер дома. Для физики имеет значение возникновение времени из вневременного кванта-вселенной, и если отсчитывать время назад от сегодняшнего дня, то мы наткнёмся на "планку времени".

Пожалуйста, ещё раз: что делает столь допустимым предположение о том, что времени - нет? Имеет ли это чисто математические основания?

К.К.: Математические основания и физические, которые объясняют эту математику.

Означает ли это, что время - это, так сказать, всего лишь иллюзия?

К.К.: Да.

И это общепринятая в физике теория?

К.К.: Нет, это общепринятая модель. Для того, чтобы это было признано как теория и оказалось в учебниках, должна быть возможность доказать всё то, что она подразумевает. Но, похоже, что без этого не обойтись. Если когда-нибудь будет основополагающая теория, на самом деле последовательно соединяющая квантовую теорию и общую теорию относительности, то, похоже, от этой проблемы времени не уйти. Здесь единодушны все, кто этим занимается.

А кто этим занимается?

К.К.: Самый известный - это, конечно, Стивен Хокинг в Кембридже; конечно, также Стивен Уайнберг...

...американский лауреат Нобелевской Премии, который написал книгу о "Первых трёх минутах" после "большого взрыва".

К.К.: Вы правы. В США есть несколько групп, занимающихся проблемой времени. Нас не много - где-то пятьдесят учёных во всём мире. Физики, специализирующиеся на мельчайших частицах, предпочитают заниматься чем-то более осязаемым. Ведь измеримые эффекты этой основополагающей теории слишком невелики.

А прославленные учёные, такие как вы или Хокинг, фактически, считают, что времени вообще не существует?

К.К.: Абсолютно.

Эта теория не оспаривается?

К.К.: Потребовалось какое-то время, чтобы многие люди прониклись идеей о том, что такое предположение необходимо. Может быть, и до сих пор некоторые осознали это не до конца.

Эту модель, из которой время выпадает, можно доказать даже экспериментально?

К.К.: Экспериментальный физик работает с ускорителем, в котором сталкивает друг с другом частицы, и величина энергии влияет на то, что он наблюдает. Чем больше энергия, тем ближе он подходит к малым структурам. Для непосредственных измерений эффекта этой теории физикам, занимающимся мельчайшими частицами, потребовался бы ускоритель величиной с Млечный Путь. Любой физик здесь теряет к этому интерес; вряд ли кто-нибудь одобрил бы необходимый для этого бюджет. Энрико Ферми как-то думал о том, чтобы соорудить ускоритель частиц вокруг Луны, но и он был бы слишком мал.

Из этого следует, что физик никогда не сможет доказать свою основополагающую формулу?

К.К.: Ещё Эйнштейн говорил: "Теория идёт впереди". Мы, теоретические физики, не заботимся в первую очередь об экспериментах, - хотя, конечно, последнее слово за ними. Но если когда-нибудь эта теория будет доказана, то это произойдёт, наверно, только в космологии - физике ранней вселенной, последствия которой можно наблюдать и сегодня. Или при помощи таких экзотических объектов, как чёрные дыры.

Может быть, также при помощи легендарных "червоточин" - сокращающих путь тоннелях через искривлённое пространство-время, которые могут сделать возможными путешествия во времени?

К.К.: Они касаются в первую очередь общей теории относительности, и возможность путешествий во времени волновала умы целого ряда прославленных физиков. Впрочем, похоже, что "парадокс дедушки" нашёл своё разрешение...

...речь идёт о человеке, который отправляется в прошлое, застреливает там своего дедушку и делает тем самым невозможным своё собственное существование?

К.К.: Именно так. По всей видимости, последовательный характер теории может исключить такие противоречивые случаи. То есть, этой возможности нет чисто математически.

Почему?

К.К.: Это, кстати, было продемонстрировано на простом примере с бильярдными шарами. Это нужно представлять себе так. Если бильярдный шар может через "червоточину" упасть обратно в прошлое, то он, вроде бы, должен повлиять там на своё будущее: он может удариться сам об себя, изменить свой прошлый путь и тем самым не попасть в свой путь в прошлое, называемый "червоточиной". Но (это уже доказано математически) вариант из будущего может только так стукнуть шар из прошлого, что он упадёт в дыру. Таким образом, теория "червоточин" носит последовательный характер. Вы примерно понимаете, что я имею в виду?

Теперь да. Хотя нет. А квантовая гравитация тоже это утверждает?

К.К.: Эта теория вытекает из общей теории относительности, и общая теория относительности в качестве пограничного случая полностью содержится и имеет силу в теории квантовой гравитации. Технически машины времени представляют собой пока, конечно, утопию.

Но, по крайней мере, в теоретической физике путешествия в прошлое возможны, не так ли?

К.К.: Возможны. Но уравнения допускают путешествия только до того момента, когда была сконструирована машина времени. То есть, нельзя отправиться в античность, а можно только сконструировать машину, подождать немного и затем вернуться в момент начала конструирования. Этим, может быть, объясняется тот факт, что мы пока не встречали туристов из будущего.

Вы вводите в оборот известный аргумент Хокинга, который, правда, пересмотрел своё мнение и считает теперь путешествия во времени возможными. Можно ли его доказать математически?

К.К.: Это такой же последовательный аргумент, как пример с бильярдными шарами. Однако попытки развёрнутого толкования для не физика покажутся немного странными.

Попробуем ещё раз - с путешествием в будущее и так называемым "парадоксом близнецов".

К.К.: Один из близнецов остаётся на земле и постепенно ожидает своего будущего, в то время как другой летит во вселенную и обратно. По возвращении он обнаруживает, что близнец, оставшийся дома, стал старше него. Это эффект специальной теории относительности, который - если даже и не с близнецами - наблюдался уже часто. Например, с элементарными частицами.

Любому не физику понадобится пара световых лет, чтобы хоть немного приблизиться к пониманию всего того, что вы нам сейчас поведали. Может быть, нам стоит сесть на космический корабль, чтобы, по крайней мере, быстрее прийти к результату.

К.К.: Но будьте осторожны. Если будете лететь слишком быстро, то вернётесь году в 2010 и опоздаете на закрытие своей редакции.

Доктор Клаус Кифер (40 лет) является доцентом по теоретической физике в университете Фрайбурга (Германия).