

Дмитрий Гущин, Санкт-Петербург

МИР, КАКИМ МЫ ЕГО ВИДИМ СЕГОДНЯ

современные воззрения на пространство и время

«Спросите у малыша, из чего сделаны облака. Расскажите ему, что они состоят из маленьких капелек воды. А когда воды в облаке становится очень много, оно превращается в тучу, и вода выливается дождиком.

Чтобы объяснить, как вода превращается в облака, проведите эксперимент. В прозрачную банку налейте воды и поставьте на солнце. Ребенок должен отметить уровень воды в банке. На следующий день уровень воды уменьшится.

Пусть малыш сделает новую отметку. Когда вода полностью испарится, покажите малышу маленькое симпатичное облачко и скажите, что, возможно, оно получилось из воды в его банке» (Наконец пришла в наш город весна // Костромская областная газета № 15, 13.04.2006, <http://mline.kostroma.edu.ru/index.asp?id=276&issue=170>).

Все бы хорошо, но ведь совсем-совсем неправильно! Облака состоят не из воды, а из кристаллов льда, дождь не выливается из тучи, а образуется в результате таяния ледяных кристаллов при прохождении ими теплого слоя воздуха в процессе падения под действием силы тяжести. Причем если теплого слоя нет, или он недостаточно толстый, чтобы растопить этот лед, то на землю выпадает снег, а если он достаточно толстый, то может все растаять и ничего не выпасть. Эксперимент с исчезновением воды из банки, само собой, ничего не объясняет. Может, собака выпила. Да и с чего бы воде летать, разве мы видели когда-нибудь летающую воду? И потом, разве над поверхностью озера, реки или океана всегда много облаков? А уж маленькое облачко, оно точно никакого отношения к нашей банке не имеет: слишком большое оно, хоть и маленькое, да и далеко очень.

Но опыт хороший. Он занимательный, учит искать доказательства предположениям, ставить эксперимент для проверки гипотез, задумываться об окружающем мире. Другое плохо. Плохо, если ребенок вырастет и так и будет считать, что ветер дует оттого, что деревья листиками шевелят. Вот этого нам хочется избежать. В частности, говоря о современном понимании пространства и времени.

Одним из очень распространенных заблуждений, от которых наука отказалась уже сто лет назад, является понимание пространства непрерывным, трехмерным и безграничным. Неверно, что наша Вселенная — «вместилище всех вещей», неподвижное пространство, вмещающее в себя все сущее. Столь же неправильно считать время отделенным и не зависящим от окружающего пространства и являющимся одинаковым для всех, кто его наблюдает. И квантов времени тоже не существует.

Приведем современные воззрения на этот счет.

В 1900 году физик-теоретик из Берлинского университета Макс Планк обнародовал новую «квантовую теорию», утверждавшую, что энергия — не непрерывный поток вроде текущей воды, а поступает обособленными частями, которые он назвал квантами. Вскоре эта теория станет фундаментом всей современной физики. Пятью годами позже, в 1905 году, в Германии были опубликованы несколько работ Альберта Эйнштейна, одна из которых была посвящена квантовой теории Планка, другая — основам специальной теории относительности. В первой из них объяснялась природа света (впоследствии автор удостоился за нее Нобелевской премии). Вторая изменила мир ([1], стр. 166—168).

Суть относительности состоит в том, что пространство и время не абсолютны, как считалось до того, а относятся к конкретному наблюдателю и наблюдаемому предмету, и чем быстрее они движутся, тем более выраженным становится эффект. Приведем известный

пример Бертрана Рассела. Представим себе поезд длиной 100 метров, двигающийся со скоростью 60% скорости света. Человеку, стоящему на платформе, поезд казался бы длиной всего 80 метров, а все находящееся внутри соответствующим образом сжатым. Если бы были слышны голоса пассажиров, то они звучали бы невнятно и растянуто, как на пластинке, вращающейся слишком медленно, а движения пассажиров казались бы в такой же степени замедленными. Даже часы в поезде, казалось бы нам, шли на четыре пятых своей обычной скорости. Однако люди в поезде не ощущали бы этих искажений. Для них все в поезде выглядело бы совершенно нормальным. А вот мы на платформе казались бы им неестественно сплюснутыми и движущимися замедленно. Итак, все определяется положением относительно движущегося предмета ([1], стр. 173).

Эффекты изменения течения времени не только подтверждаются экспериментально, но и имеют большое практическое значение.

В одном из самых показательных опытов ученые Мичиганского университета поместили сверхточные атомные часы на борт авиалайнера, совершавшего регулярные трансатлантические рейсы, и после каждого его возвращения в аэропорт приписки сверяли их показания с контрольными часами. Выяснилось, что часы на самолете хоть и незначительно, но постепенно отставали от контрольных ([2], стр. 543).

Изменение течения времени характерны не только для движущихся тел, но и для тел, обладающих большой массой. В частности, наблюдателю, расположенному высоко над поверхностью Земли должно казаться, что внизу все происходит медленнее. Этот эффект, не только подтверждает предсказание общей теории относительности (она отличается от специальной тем, что предметом ее рассмотрения служат силы гравитации), но и учитывается в работе со спутниковыми навигационными системами.

Эффекты одновременного изменения пространства и времени приводят нас к одной из самых непостижимых концепций естествознания — мысли о том, что время — это часть пространства. Мы больше не рассматриваем время как бесконечное, абсолютное и неизменное. Пространство более не мыслится нами как непрерывное, безграничное и трехмерное. Время неразрывно связано с тремя измерениями пространства, образуя четырехмерную структуру на четверть состоящую из времени и на три четверти — из пространства, называемую «пространство-время».

До 20 века пространство и время понимались нами как вместилище для событий, происходящих в нем, но отдельно для него. Там действовали силы, под их влиянием двигались тела, они взаимодействовали между собой, но времени и пространства это никак не касалось — они были бесконечны и неизменны в своей вечности. Теперь, с точки зрения общей теории относительности пространство и время не только влияют на все, что происходит во Вселенной, но и сами изменяются под влиянием всего в ней происходящего. Движение или действие сил изменяет кривизну пространства и времени, а структура пространства-времени, в свою очередь, влияет на то, как движутся тела и действуют силы ([3], гл. 2).

Среди прочих выводов, из теории относительности следовало, что Вселенная должна либо расширяться, либо сжиматься. К началу 1930 годов американский астроном Эдвин Хаббл определил, что все галактики на небе (за исключением нашей — Млечного пути) двигаются прочь от нас. Более того, их скорости почти в точности пропорциональны расстояниям: чем дальше галактика, тем быстрее она удаляется. Вселенная расширяется стремительно и равномерно во всех направлениях! Отсюда, в свою очередь, следовало, что все началось из какой-то центральной точки. Вселенная не является постоянной и неподвижной бесконечной пустотой, какой ее многие представляют до сих пор. Она оказалось миром, имеющим начало. И это значит, что у нее может быть и конец ([1], стр. 181—182).

Одной из загадок начала прошлого века ([2], стр. 196) были особенности спектра атома водорода. Вид спектра говорил о том, что атомы водорода излучают энергию на одних длинах волн и не появляются на других. Будто кто-то находящийся под наблюдением обнаруживается то в одном месте, то в другом, но ни разу не был замечен в движении между ними. Датчанин Нильс Бор сформулировал теорию, согласно которой электрон перемещается с орбиты на орбиту, исчезая на одной и мгновенно возникая на другой, не появляясь в пространстве между ними. Эта идея — квантовый скачок — принесла Бору Нобелевскую премию. Оказалось, что частицы материи не преодолевают пространство, последовательно появляясь в каждой его точке: микрочастицы, а из них состоим и мы с вами, и окружающий нас мир движутся

скачками, исчезая в одной точке пространства и появляясь в другой его точке. И именно поэтому Ахиллес догонит и перегонит черепаху!

Осталось добавить, что на возможность проводить точные измерения пространственных и временных координат налагаются принципиальные ограничения. В 1927 году немецкий физик Вернер Гейзенберг, создал новую дисциплину, получившую название квантовой механики. Согласно принципу неопределенности, положенному в ее основу, мы не можем одновременно точно знать ни скорость и координату, ни измерить энергию квантовой системы и определить момент времени, в который она обладает этой энергией. И это неотъемлемое свойство Вселенной ([1], стр. 198).

Больше того, выяснилось, что сам акт замера приводит к изменению положения измеряемого объекта, и неточность измерения обуславливается именно самим фактом проведения измерения, а не степенью точности используемого измерительного прибора. Измерение невозможно без взаимодействия, а взаимодействие — без воздействия на измеряемый объект и, как следствие, искажения результатов измерения ([2], 252).

Известно, что любая физическая теория — это модель Вселенной или какой-нибудь ее части, причем эта модель существует лишь у нас в голове. Теория считается хорошей, если она удовлетворяет двум требованиям: во-первых, она должна точно описывать широкий класс наблюдений, и, во-вторых, теория должна давать вполне определенные предсказания относительно результатов будущих наблюдений, что дает возможность ее проверить и ею воспользоваться. Любая физическая теория всегда носит временный характер в том смысле, что является всего лишь гипотезой, которую нельзя доказать, а можно только опровергнуть. Сколько бы раз ни констатировалось согласие теории с экспериментальными данными, нельзя быть уверенным в том, что в следующий раз эксперимент не войдет в противоречие с теорией ([3], стр. 39).

И это в полной мере относится к понятиям пространства и времени!

Справка:

Возраст Вселенной: $13,73 \pm 0,12$ млрд. лет.

Число частиц во Вселенной: 10^{80} .

Масса Вселенной 10^{53} кг.

Размеры видимой части Вселенной: не менее 93 млрд. световых лет (предположительно).

Библиография:

[1] *Брайсон Б.* Краткая история почти всего на свете. — М., Гелеос, 2007.

[2] *Трефил Д.* 200 законов мироздания, — М., Династия, Гелеос, 2006, 2007.

[3] *Хокинг С.* Краткая история времени. От большого взрыва до черных дыр. — СПб.: Амфора. ТИД Амфора, 2008.

[4] *Хокинг С.* Мир в ореховой скорлупке. — СПб.: Амфора. ТИД Амфора, 2007.

Книги Стивена Хокинга в интернете: <http://www.koob.ru/hawking/>