**Р Е Ф Е Р А Т**

**Философские аспекты теории относительности**

**Эйнштейна**

**Горинов Д.А.**

**Пермь 1998г.Введение.**

В конце XIX начале XX веков был сделан ряд крупнейших открытий, с которых началась революция в физике. Она привела к пересмотру практически всех классических теорий в физике. Возможно, одной из самых крупных по значимости и сыгравших наиболее важную роль в становлении современной физики наряду с квантовой теорией была теория относительности А.Эйнштейна.

Создание теории относительности позволило пересмотреть традиционные взгляды и представления о материальном мире. Такой пересмотр существовавших взглядов был необходим, так как в физике накопилось много проблем, которые не могли быть решены с помощью существовавших теорий.

Одной из таких проблем был вопрос о предельности скорости распространения света, которая с точки зрения господствовавшего тогда принципа относительности Галилея, основывавшегося на преобразованиях Галилея, исключалась. Наряду с этим существовало множество экспериментальных фактов в пользу представлений о постоянстве и предельности скорости света (универсальной постоянной). Примером здесь может служить осуществленный в 1887 г. опыт Майкельсона и Морли показавший, что скорость света в вакууме не зависит от движения источников света и одинакова во всех инерциальных системах отсчета. А также наблюдения датского астронома Оле Ремера, определившего еще в 1675г. по запаздыванию затмений спутников Юпитера конечную величину скорости света.

Другая значимая проблема, возникшая в физике, была связана с представлениями о пространстве и времени. Существовавшие в физике представления о них основывались на законах классической механики, поскольку в физике господствовал взгляд, согласно которому всякое явление имеет, в конечном счете, механистическую природу, так как принцип относительности Галилея представлялся всеобщим, относящимся к любым законам, а не только к законам механики. Из принципа Галилея, основывавшегося на преобразованиях Галилея, следовало, что пространство не зависит от времени и наоборот время от пространства.

Пространство и время мыслились как заданные и независимые друг от друга формы, в них укладывались все делавшиеся в физике открытия. Но такое соответствие положений физики концепции пространства и времени существовало лишь до тех пор, пока не были сформулированы законы электродинамики, выраженные в уравнениях Максвелла, так как выяснилось, что уравнения Максвелла не инвариантны относительно преобразований Галилея.

Незадолго до создания теории относительности, Лоренцем были найдены преобразования, при которых уравнения Максвелла оставались инвариантными. В этих преобразованиях, в отличие от преобразований Галилея, время в различных системах отсчета не было одинаковым, но самым главным было то, что из этих преобразований уже не следовало, что пространство и время независимы друг от друга, так как при преобразовании координат участвовало время, а при преобразовании времени - координаты. И как следствие этого встал вопрос - как поступить? Существовало два решения, первое - считать, что электродинамика Максвелла ошибочна, или второе - предположить, что классическая механика с ее преобразованиями и принципом относительности Галилея является приближенной и не может описать всех физических явлений.

Таким образом, на этом этапе в физике проявились противоречия между классическим принципом относительности и положением об универсальной постоянной, а также между классической механикой и электродинамикой. Было много попыток дать другие формулировки законам электродинамики, но они не увенчались успехом. Все это сыграло роль предпосылок к созданию теории относительности.

Работы Эйнштейна наряду с громадным значением в физике имеют, также, большое философское значение. Очевидность этого следует из того, что теория относительности связана с такими понятиями как материя, пространство, время и движение, а они являются одними из фундаментальных философских понятий. Диалектический материализм нашел аргументацию своим представлениям о пространстве и времени в теории Эйнштейна. В диалектическом материализме дается общее определение пространства и времени как форм бытия материи, а следовательно, они неразрывно связаны с материей, неотрывны от нее. «С позиций научного материализма, который основывается на данных частных наук, пространство и время - не самостоятельные независимые от материи реальности, а внутренние формы ее бытия»[[1]](#footnote-1). Такую неразрывную связь пространства и времени с движущейся материей с успехом показала теория относительности Эйнштейна.

Были также попытки использовать теорию относительности идеалистами в качестве доказательства своей правоты. Так, например, американский физик и философ Ф. Франк говорил, что физика ХХ века, особенно теория относительности и квантовая механика остановили движение философской мысли к материализму, основанное на господстве механической картины мира в прошлом веке. Франк говорил, что «в теории относительности, закон сохранения материи больше не имеет силы; материя может превращаться в нематериальные сущности, в энергию»[[2]](#footnote-2).

Однако все идеалистические трактовки теории относительности основываются на искаженных выводах. Примером этому может служить то, что иногда идеалисты подменяют философское содержание понятий "абсолютное" и "относительное" физическим. Они утверждают, что поскольку координаты частицы и ее скорость всегда останутся сугубо относительными величинами (в физическом смысле), т. е. они никогда не превратятся даже приближенно в абсолютные величины и поэтому, якобы, никогда не смогут отражать абсолютную истину (в философском смысле). В действительности же координаты и скорость, не смотря на то, что не обладают абсолютным характером (в физическом смысле), являются приближением к абсолютной истине.[[3]](#footnote-3)

Теория относительности устанавливает относительный характер пространства и времени (в физическом смысле), а идеалисты толкуют это как отрицание ею объективного характера пространства и времени. Относительный характер одновременности и последовательности двух событий вытекающий из относительности времени, идеалисты пытаются использовать для отрицания необходимого характера причинной связи. В диалектико-материалистическом понимании и классические представления о пространстве и времени и представления о теории относительности есть относительные истины, включающие в себя лишь элементы абсолютной истины.

Материя

До середины XIX века понятие материи в физике было тождественно понятию вещества. До этого времени физика знала материю только как вещество, которое могло иметь три состояния. Такое представление о материи имело место из-за того, что «объектами изучения классической физики являлись лишь движущиеся материальные тела в виде вещества, кроме вещества естествознание не знало других видов и состояний материи (электромагнитные процессы относили или к вещественной материи, или к ее свойствам)»[[4]](#footnote-4). По этой причине механические свойства вещества были признаны универсальными свойствами мира в целом. Об этом упоминал в своих работах Эйнштейн, писав, что «для физика начала девятнадцатого столетия, реальность нашего внешнего мира состояла из частиц, между которыми действуют простые силы, зависящие только от расстояния»[[5]](#footnote-5).

Представления о материи начали меняться лишь с появлением нового понятия, введенного английским физиком М. Фарадеем - поля. Фарадей, открыв в 1831 г. электромагнитную индукцию и обнаружив связь между электричеством и магнетизмом, стал основоположником учения об электромагнитном поле и тем самым дал толчок к эволюции представлений об электромагнитных явлениях, а значит и к эволюции понятия материи. Фарадей впервые ввел такие понятия как электрическое и магнитное поле, высказал идею существования электромагнитных волн и тем самым открыл новую страницу в физике. В дальнейшем Максвелл дополнил и развил идеи Фарадея в результате чего и появилась теория электромагнитного поля.

Определенное время ошибочность отождествления материи с веществом не давала о себе знать, по крайней мере, явно, хотя вещество не охватывало собой всех известных объектов природы, не говоря уже об общественных явлениях. Однако принципиальное значение имело то, что материю, находящуюся в форме поля, было невозможно объяснить с помощью механических образов и представлений, и что эта область природы, к которой относятся электромагнитные поля, все больше начинала проявлять себя.

Открытие электрического и магнитного полей стало одним из фундаментальных открытий физики. Оно сильно повлияло на дальнейшее развитие науки, а также на философские представления о мире. Некоторое время электромагнитные поля не могли научно обосновать, построить вокруг них одну стройную теорию. Учеными было выдвинуто множество гипотез в попытке объяснить природу электромагнитных полей. Так Б. Франклин объяснял электрические явления наличием особой материальной субстанции состоящей из очень мелких частиц. Эйлер пытался объяснить электромагнитные явления посредством эфира, он говорил, что свет по отношению к эфиру то же самое, что звук по отношению к воздуху. В этот период стала популярна корпускулярная теория света, согласно которой световые явления объяснялись испусканием частиц светящимися телами. Были попытки объяснить электрические и магнитные явления существованием неких материальных субстанций соответствующих этим явлениям. «Их относили к различным субстанциальным сферам. Даже в начале XIX в. магнитные и электрические процессы объяснялись наличием соответственно магнитной и электрической жидкостей».[[6]](#footnote-6)

Явления связанные с электричеством магнетизмом и светом были известны давно и ученые, изучая их, пытались объяснить эти явления по раздельности, но с 1820г. такой подход стал невозможен, так как нельзя было игнорировать работы, проведенные Ампером и Эрстедом. В 1820г. Эрстедом и Ампером были сделаны открытия, в результате чего стала явной связь между электричеством и магнетизмом. Ампер обнаружил то, что если через проводник расположенный рядом с магнитом пропустить ток то на этот проводник начинают действовать силы со стороны поля магнита. Эрстед наблюдал другой эффект: влияние электрического тока протекающего по проводнику на магнитную стрелку, находящуюся рядом с проводником. Из этого можно было сделать вывод, что изменение электрического поля сопровождается возникновением магнитного поля. Эйнштейн отмечал особое значение сделанным открытиям: «Изменение электрического поля, произведенное движением заряда, всегда сопровождается магнитным полем - заключение основано на опыте Эрстеда, но оно содержит нечто большее. Оно содержит признание того, что связь электрического поля, изменяющегося со временем, с магнитным полем весьма существенна»[[7]](#footnote-7).

На базе экспериментальных данных, накопленных Эрстедом, Ампером, Фарадеем и другими учеными, Максвелл создал целостную теорию электромагнетизма. Позднее, проведенные им исследования привели к заключению о том, что свет и электромагнитные волны имеет единую природу. Наряду с этим было обнаружено что электрическое и магнитное поле обладает таким свойством, как энергия. Об этом Эйнштейн писал: «Будучи вначале лишь вспомогательной моделью поле становится все более и более реальным. Приписывание полю энергии является дальнейшим шагом в развитии, в котором понятие поля оказывается все более существенным, а субстанциальные концепции, свойственные механистической точке зрения, все более отходят на второй план».[[8]](#footnote-8) Максвелл также показал, что электромагнитное поле будучи один раз созданным, может существовать самостоятельно, независимо от источника. Однако он не выделил поле в отдельную форму материи, которая была бы отлична от вещества.

Дальнейшее развитие теории электромагнетизма рядом ученых, в том числе Г.А. Лоренцем, поколебало привычную картину мира. Так в электронной теории Лоренца в отличие от электродинамики Максвелла заряд, порождающий электромагнитное поле, представлялся уже не формально, роль носителя заряда и источника поля у Лоренца начали играть электроны. Но на пути выяснения связи электромагнитного поля с веществом возникло новое препятствие. Вещество в соответствии с классическими представлениями мыслилось как дискретное материальное образование, а поле представлялось непрерывной средой. Свойства вещества и поля считались несовместимыми. Первым кто перебросил мост через эту пропасть, разделявшую вещество и поле, был М. Планк. Он пришел к выводу, что процессы испускания и поглощения поля веществом происходят дискретно, квантами с энергией *E=hν*. В результате этого изменилось представления о поле и веществе и привело к тому что было снято препятствие к признанию поля как формы материи. Эйнштейн пошел дальше, он высказал предположение о том, что электромагнитное излучение не только испускается и поглощается порциями, но распространяется дискретно. Он говорил что свободное излучение это поток квантов. Эйнштейн поставил в соответствие кванту света, по аналогии с веществом, импульс - величина которого выражалась через энергию *E/c=hν/c* (существование импульса было доказано в опытах проведенных русским ученым П. Н. Лебедевым в опытах по измерению давления света на твердые тела и газы). Здесь Эйнштейн показал совместимость свойств вещества и поля, так как левая часть приведенного выше соотношения отражает корпускулярные свойства, а правая - волновые.

Таким образом, подходя к рубежу XIX столетия, было накоплено множество фактов относительно представлений о поле и веществе. Многие ученые стали считать поле и вещество двумя формами существования материи, исходя из этого, а также ряда других соображений, возникла необходимость соединения механики и электродинамики. «Однако так просто присоединить законы электродинамики к законам движения Ньютона и объявить их единой системой, описывающей механические и электромагнитные явления в любой инерциальной системе отсчета, оказалось невозможным».[[9]](#footnote-9) Невозможность такого объединения двух теорий вытекала из того, что эти теории, как уже говорилось ранее, основаны на разных принципах, это выражалось в том, что законы электродинамики в отличие от законов классической механики являются нековариантными относительно преобразований Галилея.

Для того чтобы построить единую систему, в которую бы входила и механика и электродинамика существовало два наиболее очевидных пути. Первый состоял в том, чтобы изменить уравнения Максвелла, то есть законы электродинамики таким образом, чтобы они стали удовлетворять преобразованиям Галилея. Второй путь был связан с классической механикой и требовал ее пересмотра и в частности введения вместо преобразований Галилея других преобразований, которые обеспечили бы ковариантность как законов механики так и законов электродинамики.

Верным оказался второй путь, по которому и пошел Эйнштейн, создав специальную теорию относительности, которая окончательно утвердила новые представления о материи в своих правах.

В дальнейшем знания о материи были дополнены и расширены, более ярко стала выражена интеграция механических и волновых свойств материи. Это можно показать на примере теории, которая была представлена в 1924 г. Луи де Бройлем в ней де Бройль высказал предположение о том, что не только волны обладают корпускулярными свойствами, но и частицы вещества в свою очередь обладают волновыми свойствами. Так де Бройль поставил в соответствие движущейся частице волновую характеристику - длину волны *λh/p,* где *p* - импульс частицы. Основываясь на этих идеях, Э. Шредингер создал квантовую механику, где движение частицы описывается с помощью волновых уравнений. И эти теории, показавшие наличие волновых свойств у вещества, были подтверждены экспериментально - так например, было обнаружено при прохождении микрочастиц через кристаллическую решетку можно наблюдать такие явления, как раньше считалось, присущие только свету, это дифракция и интерференция.

А также была разработана теория квантового поля, в основе которого лежит понятие о квантовом поле - особый вид материи, оно находится в состоянии частицы так и в состоянии поля. Элементарная частица в этой теории представляется как возбужденное состояние квантового поля. Поле - это тот же особый вид материи, который характерен и для частиц, но только находящийся в невозбужденном состоянии. На практике было показано, если энергия кванта электромагнитного поля превысит собственную энергию электрона и позитрона которая, как мы знаем из теории относительности, равна *mc*2и если такой квант столкнется с ядром, то в результате взаимодействия электромагнитного кванта и ядра возникнет пара электрон - позитрон. Существует также обратный процесс: при столкновении электрона и позитрона происходит аннигиляция - вместо двух частиц появляются два γ-кванта. Такие взаимопревращения поля в вещество и назад вещества в поле указывают на существование тесной связи вещественной и полевой формы материи, что и было взято в основу при создании многих теорий, в том числе и в теории относительности.

Как можно видеть, после опубликования в 1905г. специальной теории относительности было сделано много открытий связанных с частными исследованиями материи, но все эти открытия полагались на то общее представление о материи, которое было впервые дано в работах Эйнштейна в виде целостной и непротиворечивой картины.

**Пространство и время**

Проблема пространства и времени, как и проблема материи, непосредственно связана с физической наукой и философией. В диалектическом материализме дается общее определение пространства и времени как форм бытия материи. «С позиций научного материализма, который основывается на данных частных наук, пространство и время - не самостоятельные независимые от материи реальности, а внутренние формы ее бытия»[[10]](#footnote-10), а следовательно, они неразрывно связаны с материей, неотрывны от нее. Такое представление о пространстве и времени имеет место и в современной физике, однако в период господства классической механики было не так - пространство было оторвано от материи, не было связано с ней, не являлось ее свойством. Такое положение пространства относительно материи вытекало из учения Ньютона, он писал, что «абсолютное пространство по самой сущности безотносительно к чему бы то ни было внешнему, остается всегда одинаковым и неподвижным. Относительное есть его мера или какая-либо ограниченная подвижная часть, которая определяется нашими чувствами по положению его относительно некоторых тел и которые в обыденной жизни принимается за пространство неподвижное... Место есть часть пространства, занимаемая телом, и по отношению к пространству бывает или абсолютным, или относительным».[[11]](#footnote-11)

Время представлялось также отдельным от материи и не зависело от каких-либо протекающих явлений. Ньютон разделил время, также как и пространство, на абсолютное и относительное, абсолютное - существовало объективно, это «истинное математическое время, само по себе и самой своей сущности, без всякого отношения к чему-либо внешнему протекает равномерно и иначе называется длительностью».[[12]](#footnote-12) Относительное же время было лишь кажущимся, постигаемым лишь с помощью чувств, субъективным восприятием времени.

Пространство и время считались не зависимыми не только от явлений протекающих в материальном мире, но и друг от друга. Это субстанциальная концепция в этой концепции, как уже говорилось ранее, пространство и время являются самостоятельными по отношению к движущейся материи и не зависят друг от друга, подчиняются лишь собственным закономерностям.

Наряду с субстанциональной концепцией существовала и развивалась другая концепция пространства и времени - реляционная. В основном этой концепции придерживались философы-идеалисты, в материализме такая концепция была скорее исключением, чем правилом. Согласно этой концепции пространство и время не есть что-то самостоятельное, а являются производными от более фундаментальной сущности. Корни реляционной концепции уходят в глубь веков к Платону и Аристотелю. По Платону время было сотворено богом, у Аристотеля эта концепция получила большее развитие. Он колебался между материализмом и идеализмом и поэтому признавал две трактовки времени. Согласно одной из них (идеалистической) время представлялось как результат действия души, другая материалистическая состояла в том, что время представлялось результатом объективного движения, однако основным в его представлениях о времени, было, то что время не являлось самостоятельной субстанцией.

Во время господства в физике представлений о пространстве и времени данных в теории Ньютона в философии превалировала реляционная концепция. Так, Лейбниц на основе своих представлений о материи, более широких, нежели у Ньютона, довольно полно развил ее. Лейбниц представлял материю как духовную субстанцию, однако ценным было то, что в определении материи он не ограничился лишь вещественной ее формой, к материи он относил также и свет, и магнитные явления. Лейбниц отвергал существование пустоты и говорил, что материя существует всюду. Исходя из этого, он отверг ньютоновскую концепцию пространства как абсолютного, а следовательно, отбросил и то, что пространство есть нечто самостоятельное. Согласно Лейбницу было бы невозможным рассматривать пространство и время вне вещей, так как они являлись свойствами материи. «Материя, считал он, играет определяющую роль в пространственно-временной структуре. Однако такое представление Лейбница о времени и пространстве не находило подтверждения в современной ему науке и потому не было принято его современниками».[[13]](#footnote-13)

Лейбниц был не единственным, кто противостоял Ньютону, среди материалистов можно выделить Джона Толанда он, также как и Лейбниц, отвергал абсолютизацию пространства и времени, по его мнению, было бы невозможным мыслить пространство и время без материи. Для Толанда не существовало абсолютного пространства отличного от материи которое бы являлось вместилищем материальных тел; нет и абсолютного времени, обособленного от материальных процессов. Пространство и время суть свойства материального мира.

Решающий шаг к развитию материалистического учения о пространстве, основанного на более глубоком понимании свойств материи был сделан Н. И. Лобачевским в 1826г. До этого времени геометрия Евклида считалась верной и незыблемой, в ней говорилось, что пространство может быть только прямолинейным. На евклидову геометрию опирались практически все ученые, так как ее положения прекрасно подтверждались на практике. Исключением не был и Ньютон в создании своей механики.

Лобачевский впервые предпринял попытку подвергнуть сомнению незыблемость учения Евклида, «он разработал первый вариант геометрии криволинейного пространства, в которой через точку на плоскости можно провести более одной прямой параллельной данной, сума углов треугольника меньше 2d и так далее; введя постулат о параллельности прямых, Лобачевский получил внутренне не противоречивую теорию»[[14]](#footnote-14).

Геометрия Лобачевского была первой из множества разработанных позднее подобных теорий, в качестве примера можно привести сферическую геометрию Римана и геометрию Гаусса. Таким образом, стало ясно, что геометрия Евклида не является абсолютной истиной, и что при определенных обстоятельствах могут существовать другие геометрии отличные от Евклидовой.

«Успехи естественных наук, приведших к открытию материи в состоянии поля, математических знаний, открывших неевклидовы геометрии, а также достижения философского материализма являлись фундаментом, на котором возникло диалектико-материалистическое учение об атрибутах материи. Это учение впитало в себя всю совокупность накопленных естественнонаучных и философских знаний, опираясь на новое представление о материи».[[15]](#footnote-15) В диалектическом материализме категории пространства и времени признаются отражающими внешний мир, они отражают общие свойства и отношения материальных объектов и поэтому имеют общий характер - ни одно материальное образование не мыслимо вне времени и пространства.

Все эти положения диалектического материализма были следствием анализа философских и естественнонаучных знаний. Диалектический материализм соединил в себе все то позитивное знание, накопленное человечеством за все тысячелетия его существования. В философии появилась теория, которая приблизила человека к пониманию окружающего его мира, которая дала ответ на основной вопрос - что есть материя? В физике же до 1905г. такой теории не существовало, имелось множество фактов, догадок, но все выдвигаемые теории содержали лишь осколки истины, многие появлявшиеся теории противоречили друг другу. Такое положение вещей имело место вплоть до опубликования Эйнштейном своих работ.

**Бесконечная лестница познания**

Создание теории относительности было закономерным результатом переработки накопленных человечеством физических знаний. Теория относительности стала следующей ступенью развития физической науки, включив в себя позитивные моменты предшествующих ей теорий. Так, Эйнштейн в своих работах, отрицая абсолютизм механики Ньютона, не отбросил ее полностью, он отвел ей подобающее место в структуре физического знания, считая, что теоретические выводы механики пригодны лишь для определенного круга явлений. Аналогичным образом обстояло дело и с другими теориями, на которые опирался Эйнштейн, он утверждал преемственность физических теорий, говоря, что «специальная теория относительности представляет собой результат приспособления основ физики к электродинамике Максвелла-Лоренца. Из прежней физики она заимствует предположение о справедливости евклидовой геометрии для законов пространственного расположения абсолютно твердых тел, инерциальную систему и закон инерции. Закон равноценности всех инерциальных систем с точки зрения формулирования законов природы специальная теория относительности принимает справедливым для всей физики (специальный принцип относительности). Из электродинамики Максвелла-Лоренца эта теория заимствует закон постоянства скорости света в вакууме (принцип постоянства скорости света)».[[16]](#footnote-16)

Вместе с тем Эйнштейн понимал, что специальная теория относительности (СТО) также не являлась незыблемым монолитом физики. «Можно лишь заключить, - писал Эйнштейн, - что специальная теория относительности не может претендовать на неограниченную применимость; ее результаты применимы лишь до тех пор, пока можно не учитывать влияние гравитационного поля на физические явления (например световые)».[[17]](#footnote-17) СТО была лишь очередным приближением физической теории, действующим в определенных рамках, которыми являлось гравитационное поле. Логическим развитием специальной теории стала общая теория относительности, она разорвала «гравитационные путы» став на голову выше специальной теории. Тем не менее, общая теория относительности не опровергала специальную теорию, как пытались представить оппоненты Эйнштейна, по этому поводу он в своих работах писал: «Для бесконечно малой области координаты всегда можно выбрать таким образом, что гравитационное поле будет отсутствовать в ней. Тогда можно считать, что в такой бесконечно малой области выполняется специальная теория относительности. Тем самым общая теория относительности связывается со специальной теорией относительности, и результаты последней переносятся на первую»[[18]](#footnote-18).

Теория относительности позволила сделать громадный шаг вперед в описании окружающего нас мира, объединив бывшие обособленными понятия материи, движения, пространства и времени. Она дала ответы на множество вопросов остававшихся неразрешенными в течение веков, сделала ряд предсказаний подтвердившихся впоследствии, одним из таких предсказаний было предположение сделанное Эйнштейном об искривлении траектории светового луча вблизи Солнца. Но вместе с этим перед учеными возникли новые проблемы. Что стоит за явлением сингулярности, что происходит со звездами-гигантами, когда они «умирают», что есть на самом деле гравитационный коллапс, как зарождалась вселенная - решить эти и многие другие вопросы станет возможным, лишь поднявшись еще на одну ступень вверх по бесконечной лестнице познания.

1. Орлов В.В. Основы философии (часть первая) [↑](#footnote-ref-1)
2. Франк Ф. Философия науки, М., 1960г., с. 281 [↑](#footnote-ref-2)
3. Готт В.С. Философские вопросы современной физики, М., 1967г., с.32 [↑](#footnote-ref-3)
4. Грибанов Д. П. Философские основания теории относительности М., 1982г., с. 116 [↑](#footnote-ref-4)
5. Эйнштейн А. Собрание научных трудов, М., 1967, т. 4, с. 542 [↑](#footnote-ref-5)
6. Грибанов Д. П. Философские основания теории относительности М., 1982г., с. 120 [↑](#footnote-ref-6)
7. Эйнштейн А. Собрание научных трудов, М., 1967, т. 4, с. 442 [↑](#footnote-ref-7)
8. Эйнштейн А. Собрание научных трудов, М., 1967, т. 4, с. 445 [↑](#footnote-ref-8)
9. В.И Родичев Аспекты единой теории относительности // Эйнштейн и философские проблемы физики ХХ века, М.1979, стр. 421 [↑](#footnote-ref-9)
10. Орлов В.В. Основы философии (часть первая) [↑](#footnote-ref-10)
11. Ньютон И. Математические начала натурфилософии. [↑](#footnote-ref-11)
12. Ньютон И. Математические начала натурфилософии. [↑](#footnote-ref-12)
13. Д. П. Грибанов Философские основания теории относительности М.1982, с.143 [↑](#footnote-ref-13)
14. В.В. Орлов Основы Философии, часть первая, с. 173 [↑](#footnote-ref-14)
15. Грибанов Д.П. Философские основания теории относительности. М. 1982г., с.147 [↑](#footnote-ref-15)
16. Эйнштейн А. Собрание научных трудов, М., 1967, т. 2, с. 122 [↑](#footnote-ref-16)
17. Эйнштейн А. Собрание научных трудов, М., 1967, т. 1, с. 568 [↑](#footnote-ref-17)
18. Эйнштейн А. Собрание научных трудов, М., 1967, т. 1, с. 423 [↑](#footnote-ref-18)