МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ОРЛОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ И.С.ТУРГЕНЕВА»

ФИЛОСОФСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра философии и культурологии

**РЕФЕРАТ**

по дисциплине «Философия»

на тему: «Пространство и время в свете современной науки»

Выполнил: Шорин В.Д. группа 71-ПГ

Принял: д-р ист. наук, доц. С. М. Санькова

Оценка: «\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_» Дата \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Орел 2020

# СОДЕРЖАНИЕ

[**СОДЕРЖАНИЕ 2**](#_Toc52400117)

[**ВВЕДЕНИЕ 3**](#_Toc52400118)

[**1 ПОНЯТИЕ ПРОСТРАНСТВА И ВРЕМЕНИ 4**](#_Toc52400119)

[**1.1 ОБЩАЯ ТЕОРИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ 5**](#_Toc52400120)

[**1.2 Общая информация 5**](#_Toc52400121)

[**1.3 Принципы 6**](#_Toc52400122)

[**1.4 Основные следствия 7**](#_Toc52400123)

[**1.5 Экспериментальные подтверждения 7**](#_Toc52400124)

[**2 СПЕЦИАЛЬНАЯ ТЕОРИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ 9**](#_Toc52400125)

[**2.1 Общая информация 9**](#_Toc52400126)

[**2.2 Постулаты специальной теории относительности 10**](#_Toc52400127)

[**2.3 Следствия специальной теории относительности 10**](#_Toc52400128)

[**2.4 Экспериментальные подтверждения 13**](#_Toc52400129)

[**3 ЗАКЛЮЧЕНИЕ 14**](#_Toc52400130)

[**4 СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ 15**](#_Toc52400131)

# ВВЕДЕНИЕ

Пространство и время лежат в основе нашей картины мира. Реальное пространство нашей Вселенной неевклидово. Геометрия нашего пространства меняется с течением времени, а само время течет с разной скоростью в различных областях Вселенной. Проблема времени и пространства всегда интересовала человека не только в рациональном, но и на эмоциональном уровне. Люди не только сожалеют о прошлом, но и боятся будущего, не в последнюю очередь, так как понимают, что поток времени влечет к их смерти. Человечество на протяжении всей своей сознательной истории задумалось над проблемами пространства и времени, немногим из них удалось создать свои теории, описывающие данные фундаментальные атрибуты бытия.

Актуальность данной темы обусловлена тем, что пространство и время есть объекты, в которых осуществляется вся деятельность человека и состоит в том, что вопрос познания пространства и времени, их природы, взаимосвязи и даже наличия во многом остается открытым. Появление в начале прошлого века сначала специальной, а потом и общей теории относительности заложило основу современного научного представления о мире, многие положения теории были подтверждены опытными данными.

**Целью** данного реферата является изучение понятий пространства и времени в современной науке.

**Задачи**, которые необходимо решить для достижения поставленной цели:

* выделение понятий пространства и времени;
* изучение общей теории относительности (ОТО), также называемой теорией пространства-времени;
* изучение специальной теории относительности (СТО);
* поиск экспериментальных подтверждений данных теорий.

# ПОНЯТИЕ ПРОСТРАНСТВА И ВРЕМЕНИ

**Пространство** (**обычное пространство** или **физическое пространство**) — трёхмерное пространство нашего повседневного мира и/или прямое развитие этого понятия в физике. Это пространство, в котором определяется положение физических тел, в котором происходит механическое движение, геометрическое перемещение различных физических тел и объектов.

**Время** — форма протекания физических и психических процессов, условие возможности изменения. Одно из основных понятий философии и физики, мера длительности существования всех объектов, характеристика последовательной смены их состояний в процессах и самих процессов, изменения и развития, а также одна из координат единого пространства-времени, представления о котором развиваются в теории относительности.

В философии — это необратимое течение (протекающее лишь в одном направлении — из прошлого, через настоящее в будущее).

В метрологии — физическая величина, одна из семи основных величин Международной системы, а единица измерения времени «секунда» — одна из семи основных единиц в Международной системе единиц (СИ).

Понятия пространства и времени неразрывно связаны с общей и специальной теориями относительности Эйнштейна.

# ОБЩАЯ ТЕОРИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

## **Общая информация**

**Общая теория относительности** (**ОТО**)— геометрическая теория тяготения, развивающая специальную теорию относительности (СТО), предложенная Альбертом Эйнштейном в 1915—1916 годах. Общую теорию относительности (1916 г.) называют теорией пространства-времени. Реальное пространство нашей Вселенной неевклидово. Геометрия нашего пространства меняется с течением времени, а само время течет с разной скоростью в различных областях Вселенной.

В этой теории постулируется, что гравитационные и инерциальные силы имеют одну и ту же природу. Отсюда следует, что гравитационные эффекты обусловлены не силовым взаимодействием тел и полей, находящихся в пространстве-времени, а деформацией самого пространства-времени, которая связана, в частности, с присутствием массы-энергии.

ОТО в настоящее время — самая успешная теория гравитации, хорошо подтверждённая наблюдениями и рутинно используемая в астрономии и в инженерных приложениях, таких как системы спутниковой навигации.

Многие наблюдения и эксперименты подтвердили значительное количество предсказаний теории, включая:

* гравитационное замедление времени,
* гравитационное красное смещение,
* задержку сигнала в гравитационном поле
* гравитационное излучение.

Кроме того, многочисленные наблюдения интерпретируются как подтверждения одного из самых таинственных и экзотических предсказаний общей теории относительности — существования чёрных дыр [4].

## **Принципы**

**Принцип равенства гравитационной и инертной масс**

В нерелятивистской механике существует два понятия массы: первое относится ко второму закону Ньютона, а второе — к закону всемирного тяготения. Первая масса — инертная (или инерционная) — есть отношение негравитационной силы, действующей на тело, к его ускорению. Вторая масса — гравитационная — определяет силу притяжения тела другими телами и его собственную силу притяжения. Эти две массы измеряются, как видно из описания, в различных экспериментах, поэтому совершенно не обязаны быть связанными, а тем более — пропорциональными друг другу. Однако их экспериментально установленная строгая пропорциональность позволяет говорить о единой массе тела как в негравитационных, так и в гравитационных взаимодействиях. Подходящим выбором единиц можно сделать эти массы равными друг другу.

**Кривизна пространства-времени**

Если запустить из двух близких точек два тела параллельно друг другу, то в гравитационном поле они постепенно начнут либо сближаться, либо удаляться друг от друга. Этот эффект называется девиацией геодезических линий. Аналогичный эффект можно наблюдать непосредственно, если запустить два шарика параллельно друг другу по резиновой мембране, на которую в центр положен массивный предмет. Шарики разойдутся: тот, который был ближе к предмету, продавливающему мембрану, будет стремиться к центру сильнее, чем более удалённый шарик. Это расхождение (девиация) обусловлено кривизной мембраны.

Аналогично, в пространстве-времени девиация геодезических линий (расхождение траекторий тел) связана с его кривизной. Кривизна пространства-времени однозначно определяется его метрикой — метрическим тензором. В общей теории относительности метрика рассматривается в качестве фундаментального физического поля (гравитационного) на четырехмерном многообразии физического пространства-времени.

**Принципы близкодействия и причинности**

Принцип причинности в теории относительности утверждает, что любое событие может оказать причинно-следственное влияние только на те события, которые происходят позже него, и не может оказать влияние на любые события, совершившиеся раньше него. Инвариантность причинно-следственной связи в теории относительности связана с принципом близкодействия.

## **Основные следствия**

Первыми предсказанными и проверенными экспериментальными следствиями общей теории относительности стали три классических эффекта, перечисленных ниже в хронологическом порядке их первой проверки:

* Дополнительный сдвиг перигелия орбиты Меркурия по сравнению с предсказаниями механики Ньютона.
* Отклонение светового луча в гравитационном поле Солнца.
* Гравитационное красное смещение, или замедление времени в гравитационном поле.

## **Экспериментальные подтверждения**

**1. Отклонение луча света в поле Солнца.**

**2. Изменение частоты света** при прохождении луча в гравитационном поле. Квант света, двигаясь в гравитационном поле, может приобретать или терять энергию, в зависимости от того, "помогает" или "мешает" ему разность гравитационных материалов.

**3. Смещение перигелия** (перигелий – ближайшая точка орбиты вокруг Солнца) Меркурия.

**4. Эффекты, связанные с ускорением систем отсчёта**

Первый из этих эффектов — гравитационное замедление времени, из-за которого любые часы будут идти тем медленнее, чем глубже в гравитационной яме (ближе к гравитирующему телу) они находятся. Данный эффект был непосредственно подтверждён в эксперименте Хафеле — Китинга.

**5. Чёрные дыры**

Чёрная дыра — область пространства-времени, гравитационное притяжение которой настолько велико, что покинуть её не могут даже объекты, движущиеся со скоростью света, в том числе кванты самого света; область, ограниченная так называемым горизонтом событий, которую не может покинуть ни материя, ни информация. Предполагается, что такие области могут образовываться, в частности, как результат коллапса массивных звёзд. Поскольку материя может попадать в чёрную дыру (например, из межзвёздной среды), но не может её покидать, масса чёрной дыры со временем может только возрастать.

Стивен Хокинг, тем не менее, показал, что чёрные дыры могут терять массу за счёт излучения, названного излучением Хокинга. Излучение Хокинга представляет собой квантовый эффект, который не нарушает классическую ОТО [5].

# СПЕЦИАЛЬНАЯ ТЕОРИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

## **Общая информация**

**Специальная теория относительности** (также называемая **частная теория относительности**) — теория, описывающая движение, законы механики и пространственно-временные отношения при произвольных скоростях движения, меньших скорости света в вакууме, в том числе близких к скорости света.

В рамках специальной теории относительности классическая механика Ньютона является приближением низких скоростей. Основным отличием СТО от классической механики является зависимость (наблюдаемых) пространственных и временных характеристик от скорости. Описываемые специальной теорией относительности отклонения в протекании физических процессов от предсказаний классической механики называют релятивистскими эффектами, а скорости, при которых такие эффекты становятся существенными — релятивистскими скоростями.

Специальная теория относительности была создана Альбертом Эйнштейном и опубликована в работе 1905 года «К электродинамике движущихся тел». Математический аппарат преобразований координат и времени между различными системами отсчета (с целью сохранения уравнений электромагнитного поля), был ранее сформулирован французским математиком А. Пуанкаре (который и предложил их назвать «преобразованиями Лоренца»: сам Лоренц вывел до этого только приближённые формулы) [2].

Предположение об абсолютности скорости света приводит к целому ряду следствий, необычных и не наблюдаемых в условиях механики Ньютона. Одно из следствий постоянства скорости света состоит в отказе от абсолютного характера времени, который был привит в механике Ньютона. Нужно теперь допустить, что время течет по-разному в разных системах отсчета — события, одновременные в одной системе, окажутся неодновременными в другой.

Таким образом, в механике Эйнштейна **относительны** не только **свойства пространства**, но и **свойства времени**.

## **Постулаты специальной теории относительности**

Концепция Эйнштейна позволяет отказаться от существования эфира и построить теорию, называемую ныне специальной теорией относительности (СТО) и подтверждаемая всеми известными сегодня опытами.

В основе СТО лежат два постулата:

**1. «Принцип постоянства скорости света».**

*Скорость света не зависит от скорости движения источника света, одинакова во всех инерциальных системах координат, и равна в вакууме с=3⋅108 м/с.*

Позднее, в общей теории относительности (ОТО), опубликованной в 1916 году, утверждалось, что скорость света остается неизменной и в неинерциальных системах координат.

**2. Специальный принцип относительности.**

*Законы природы одинаковы (инвариантны, ковариантны) во всех инерциальных системах координат.*

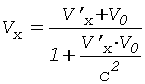
Эйнштейн позднее писал: «Во всех инерциальных системах координат законы природы находятся в согласии. Физической реальностью обладает не точка пространства и не момент времени, когда что-либо произошло, а только само событие. Нет абсолютного (независимого от пространства отсчета) соотношения в пространстве, и нет абсолютного соотношения во времени, но есть абсолютное (независимое от пространства отсчета) соотношение в пространстве и времени» (подчеркнуто Эйнштейном) [3].

## **Следствия специальной теории относительности**

Глубокий анализ этих постулатов показывает, что они противоречат представлениям о пространстве и времени, принятым в механике Ньютона и отраженным в преобразованиях Галилея. Действительно, согласно принципу 2 все законы природы, в том числе законы механики и электродинамики, должны быть инвариантны по отношению к одним и тем же преобразованиям координат и времени, осуществляемым при переходе от одной системы отсчета к другой. Уравнения Ньютона этому требованию удовлетворяют, а вот уравнения электродинамики Максвелла – нет, т.е. оказываются не инвариантными. Это обстоятельство привело Эйнштейна к выводу о том, что уравнения Ньютона нуждаются в уточнении, в результате которого как уравнения механики, так и уравнения электродинамики оказались бы инвариантными по отношению к одним и тем же преобразованиям. Необходимое видоизменение законов механики и было осуществлено Эйнштейном. В результате возникла механика, согласующаяся с принципом относительности Эйнштейна – **релятивистская механика** [1].

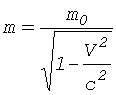
Итак, согласно релятивистской механике, переход от одной ИСО к другой должен осуществляться не по преобразованиям Галилея, а по другим. Ими стали преобразования Лоренца, из которых, как и из постулатов СТО вытекает ряд следствий.Рассмотрим некоторые из них:

**1. Закон сложения скоростей:**

,

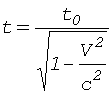
Где **V0**– скорость подвижной системы координат **К’**относительно неподвижной системы координат **К**; **Vx’**– скорость материальной точки в системе **К’**; **Vx**– скорость материальной точки относительно системы **К**, **с**– скорость света в вакууме.

**2. Зависимость массы тела от скорости.**

,

где **m0**– масса покоя электрона, а **m** – его масса при скорости движения **V-** (масса движения).

**3. Относительность промежутка времени:**

,

где **t0**– собственное время, т.е. промежуток времени по часам, движущимся вместе с объектом со скоростью **V**, **t** – промежуток времени по часам в неподвижной системе отсчета.

Таким образом, собственное время меньше времени по часам в неподвижной системе отсчета, т.е. физические процессы в движущейся системе отсчета замедляются (относительно неподвижной системы!). Разумеется, это становится заметно только при скоростях, соизмеримых со скоростью света. Замедление хода времени подтверждается в ядерной физике, в частности, в опытах с мюонами.

Отсюда так называемый «парадокс близнецов», часто обыгрывающийся в научно-популярной или научно-фантастической литературе. Он заключается в том, что если один близнец остается на Земле (неподвижная система отсчета), а другой улетает на ракете (движущаяся система отсчета), движущейся с субсветовой скоростью, то, возвратившись на Землю, он констатирует, что его брат-близнец стал намного старше его. На ракете промежуток времени, прожитый одним из близнецов, составил **t0**, а для брата на Земле он оказался равным **t**, причем **t>t0.**

**4. Длина движущегося тела.**

Пространственные интервалы относительны: измерение длины предмета наблюдателем, движущимся относительно него со скоростью ***v***, дает меньшее значение ***l’***, чем измерение той же длины ***l*** неподвижным наблюдателем («собственной» длины), т.е. происходит сокращение длины:

следует подчеркнуть, что сокращается размер («сжимается» пространство) вдоль направления относительного движения; поперечные размеры не меняются. Яркий пример —парадокс шеста и сарая, где длинный шест в полёте за счёт укорочения длины помещается в более короткий сарай.

**5. Взаимосвязь массы и энергии**

Важнейшим следствием СТО явилась знаменитая формула Эйнштейна о взаимосвязи массы и энергии **Е = mc2**, подтвержденная данными современной физики.

**6.Относительность одновременности.**

Если два события, происшедшие в разных точках, одновременны в одной инерциальной системе отсчета, то они не одновременны во всех других системах. Ключевой момент специальной теории относительности состоит в том, что никакую информацию нельзя передавать быстрее скорости света, иначе был бы нарушен фундаментальный закон причинности: причина всегда предшествует следствию.

## **Экспериментальные подтверждения**

Одним из таких экспериментов является опыт, поставленный французским физиком А. Физо (1819–1896) еще до открытия теории относительности. Он задался целью определить, с какой скоростью распространяется свет в неподвижной жидкости и жидкости, протекающей по трубке с некоторой скоростью. Если в покоящейся жидкости скорость света равна **v0**, то скорость **v** в движущейся жидкости можно определить тем же способом, каким мы определяем скорость движущегося человека в вагоне по отношению к полотну дороги. Трубка играет здесь роль полотна дороги, жидкость – роль вагона, а свет – бегущего по вагону человека. С помощью тщательных измерений, многократно повторенных разными исследователями, было установлено, что результат сложения скоростей соответствует здесь преобразованию Лоренца и, следовательно, подтверждает выводы специальной теории относительности.

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, мы изучили понятия пространства и времени, специальную теорию относительности, общую теорию относительности и нашли экспериментальные подтверждения данным теориям. Исходя из этого, поставленные задачи можно считать выполненными, а цель достигнутой.

# СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Медведев Б. В. Начала теоретической физики / Б.В. Медведев — М.: Физматлит, 2007. — 600 с.
2. Торн, Кип. Чёрные дыры и складки времени. Дерзкое наследие Эйнштейна = Black Holes and Time Warps: Einstein's Outrageous Legacy / Перевод с англ. под ред. чл.-корр. РАН В. Б. Брагинского. — М.: Изд-во Физико-математической литературы, 2007. — 616 с.
3. Уолд, Роберт М. Общая теория относительности = General relativity / пер. с англ. В. Р. Гаврилов [и др.] под ред. И. Л. Бухбиндер, С. В. Червон. — М.: РУДН, 2008. — 693 с.
4. Хокинг, Стивен. Краткая история времени: От Большого Взрыва до чёрных дыр перевод Н. Я. Смородинской под ред. Т. Уваровой. — СПб.: Амфора, 2010. — 232 с.
5. Эйнштейн А. Сущность теории относительности = The meaning of relativity. Fourth Edition, including the «Generalization of Gravitation Theory» / Перевод с английского Я. А. Смородинского, А. И. База, Л. Д. Пузикова. — перевод с 4-го американск. изд. — М.: Иностранная литература, 1955. — 160 с.