**Реферат**

**На тему:**

**"Теория относительности"**

**Введение**

В этом году отмечается 130 лет со дня рождения величайшего ученого XX столетия А. Эйнштейна. Его имя неразрывно связано с великой революцией в физике, свершившейся в начале века, – с созданием квантовой теории и теории относительности, причем вклад Эйнштейна в становление современной физической картины мира оказался определяющим. Он стоял у колыбели квантовой механики. Ему принадлежат первоклассные работы по статистике. Именно за работы в этих областях в 1921 г. ему была присуждена Нобелевская премия. Эйнштейну мы воздаем славу как человеку, сказавшему решительное слово в формировании специальной теории относительности, взявшему ответственность за ее физическое содержание и последовательно отстаивавшему созданную теорию, а также как создателю общей теории относительности. Теория относительности Эйнштейна перестала быть академическим учением – сейчас ею интересуются очень широкие круги. Ведь без эйнштейновской формулы о взаимосвязи энергии и массы нельзя понять ядерные процессы, а замедленное старение организмов в условиях быстрого движения волнует умы многих в связи с проблемами полета к далеким звездам. Велико и мировоззренческое значение теории относительности, так как она затрагивает коренные свойства времени и пространства.

Прежде всего, что такое теория относительности? Она подразделяется на две части, наиболее важная из которых – специальная теория относительности. Это, в общих чертах, теория, из которой можно узнать, как выглядит мир для людей, мчащихся по свету с чрезвычайно высокой скоростью. Причем его движение должно быть равномерным и прямолинейным – не допускается никакого увеличения или уменьшения скорости и никакого отклонения от прямолинейного пути. В основе специальной теории относительности лежит очень простая идея: никаким способом невозможно узнать, действительно ли вы движетесь или нет. «И это все?» – подумали вы. Но если развить эту идею, то выяснится, что следствия такого, казалось бы, безобидного начала ошеломляющи. Оказывается, мир коренным образом отличается от того, каким вы его до сих пор себе. представляли. Рассмотрим одно из самых поразительных утверждений. Предположим, что расстались два брата-близнеца: один остался на Земле, а другой отправился на субсветовом космическом корабле в длительное межзвездное путешествие и затем вернулся обратно. Так вот, теория относительности утверждает, что при встрече астронавт окажется моложе своего брата, оставшегося на Земле. Но даже в тех случаях, когда специальная теория относительности не поражает наше воображение, она всегда модифицирует, а иногда производит коренной переворот старых теорий. Некоторые ее следствия имеют большое практическое значение для электроники, для ядерной энергетики. В целом она необходима для реального понимания пространства и времени, в которых мы живем. Другая часть – общая теория относительности – начинается с того, что в ней отбрасываются ограничения, связанные с равномерным и прямолинейным движением, и изучается опыт наблюдателей, движущихся в некотором смысле произвольно. Из этих обсуждений в конце концов возникает новая теория тяготения, которая несколько точнее ньютоновской в обычных условиях и, вероятно, значительно превосходит ее в экстремальных условиях. Она пока еще не имеет большого практического применения и, может статься, никогда не будет его иметь. Тем не менее, изучение общей теории относительности – это одно из самых увлекательных занятий, выпадающих на долю любознательного человека. Она дает нам ощущение истинного понимания свойств пространства и времени, в которых мы живем.

Обе теории сосредотачиваются на новых подходах к пространству и времени, подходах, которые отличаются глубоко от тех, которые используются в каждодневной жизни; но релятивистские понятия пространства и времени неразрывно вплетаются в любую современную интерпретацию физических явлений в пределах от атома до вселенной в целом.

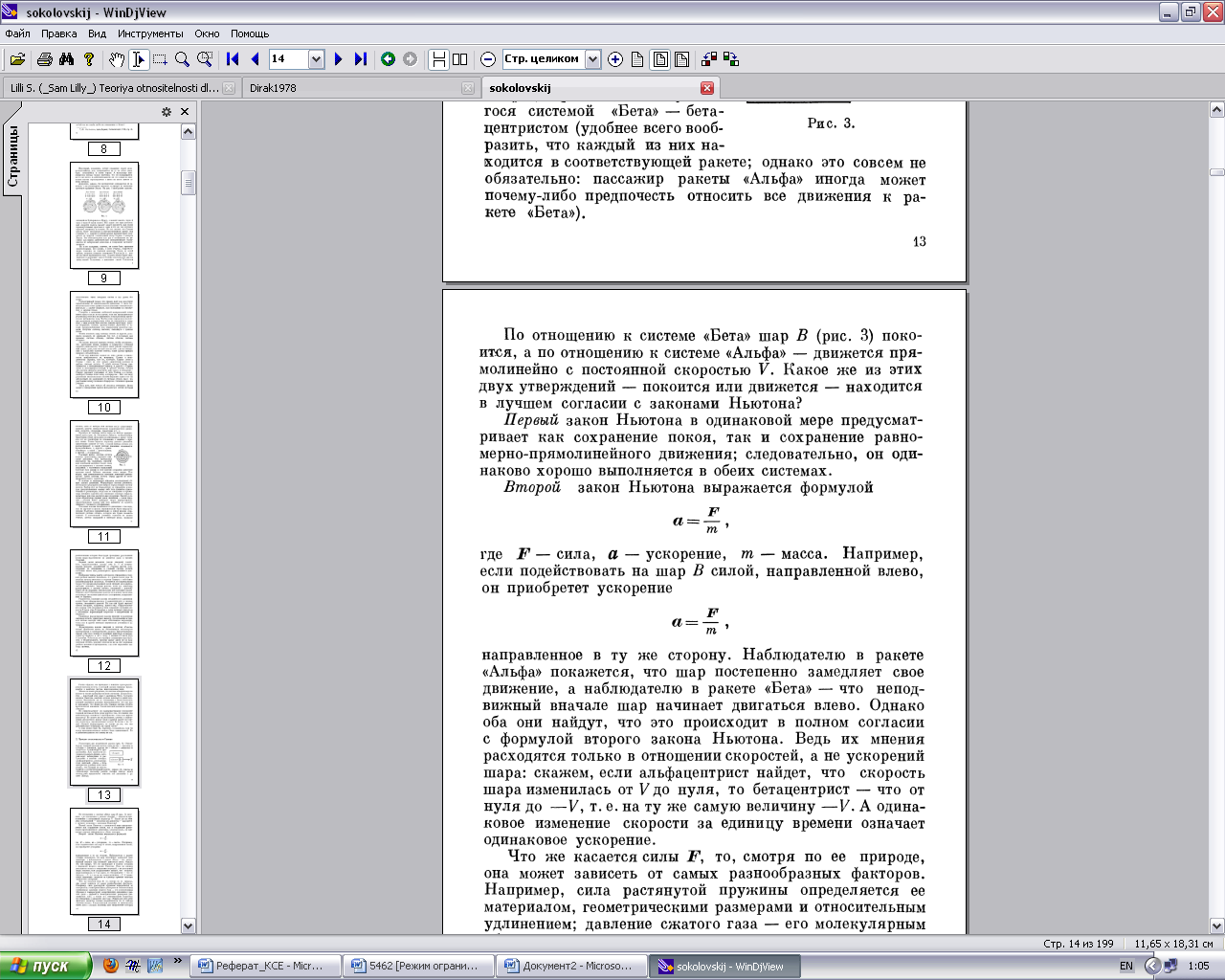
**1. Истоки теории относительности. Принцип относительности Галилея**

Рассмотрим две космические ракеты. Относительно главной системы отсчета одна из них – назовем ее «Альфа» – покоится, другая же – «Бета» – движется со скоростью V равномерно и прямолинейно. Для краткости условимся называть физика, который ведет наблюдения и рассуждения в системе «Альфа», альфацентристом, а пользующегося системой «Бета» – бетацентристом (удобнее всего вообразить, что каждый из них находится в соответствующей ракете; однако это совсем не обязательно: пассажир ракеты «Альфа» иногда может почему-либо предпочесть относить все движения к ракете «Бета»).

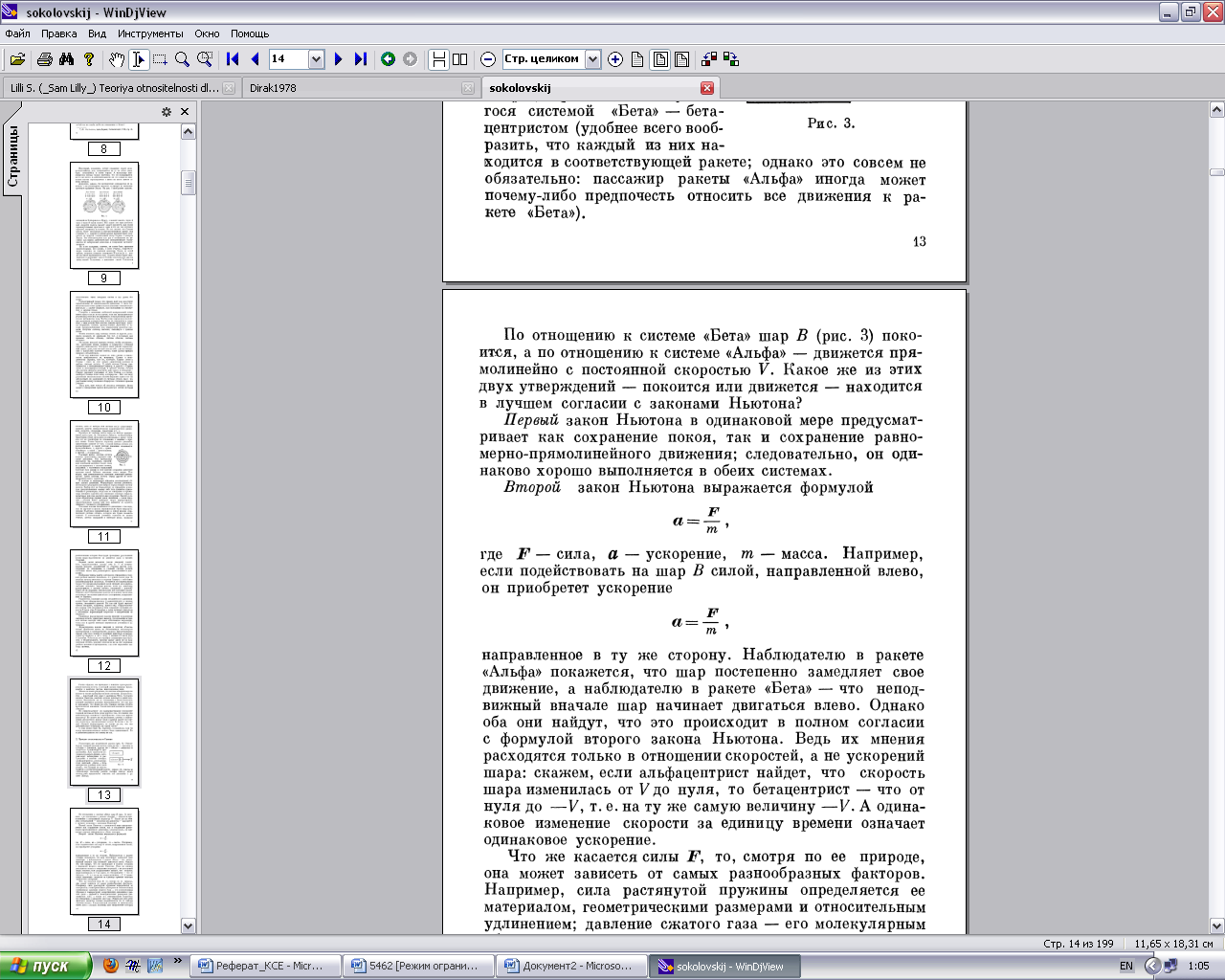
По отношению к системе «Бета» шар В покоится, а по отношению к системе «Альфа» – движется прямолинейно с постоянной скоростью V. Какое же из этих двух утверждений – покоится или движется – находится в лучшем согласии с законами Ньютона?

*Первый* закон Ньютона в одинаковой мере предусматривает как сохранение покоя, так и сохранение равномерно-прямолинейного движения; следовательно, он одинаково хорошо выполняется в обеих системах.

*Второй* закон Ньютона выражается формулой



где *F* – сила, *а* – ускорение, *m* – масса. Например, если подействовать на шар *В* силой, направленной влево, он приобретет ускорение направленное в ту же сторону.



Наблюдателю в ракете «Альфа» покажется, что шар постепенно замедляет свое движение, а наблюдателю в ракете «Бета» – что неподвижный вначале шар начинает двигаться влево. Однако оба они найдут, что это происходит в полном согласии с формулой второго закона Ньютона. Ведь их мнения расходятся только в отношении скоростей, а не ускорений шара: скажем, если альфацентрист найдет, что скорость шара изменилась от *V* до нуля, то бетацентрист – что от нуля до – *V*, т.е. на ту же самую величину – *V*. А одинаковое изменение скорости за единицу времени означает одинаковое ускорение. Что же касается силы *F*, то, смотря по ее природе, она может зависеть от самых разнообразных факторов.

Например, сила растянутой пружины определяется ее материалом, геометрическими размерами и относительным удлинением; давление сжатого газа – его молекулярным объемом и температурой; сопротивление движению в данной среде – формой и геометрическими размерами движущегося тела, а также его относительной скоростью по отношению к жидкости или газу. Общим для всех этих факторов является полная независимость их от выбора системы отсчета. В классической механике не приходилось иметь дело с силами, величина или направление которых зависели бы от скорости *по отношению к системе отсчета* (единственное исключение – магнитное взаимодействие движущихся электрических зарядов; но эти силы относятся уже к области электродинамики, так что мы будем еще иметь случай говорить о них более подробно). Измерение силы динамометром также дает в системах «Альфа» и «Бета» совершенно одинаковые результаты (ведь равновесие сил может быть с равным основанием констатировано как в состоянии покоя, так и в состоянии равномерно-прямолинейного движения). Как видим, благодаря одинаковости (или, как говорят физики, инвариантности) ускорений и сил в обеих рассматриваемых системах отсчета в них одинаково хорошо выполняется второй закон Ньютона, т.е. имеет место прямая пропорциональность между действующей силой *F* и вызываемым ею ускорением *а*. Коэффициент пропорциональности *m*, т.е. масса тела, являющаяся мерой его инерционности, также оказывается в обоих случаях одним и тем же. Еще проще понять, что и третий закон Ньютона («Если тело *А* действует на тело *В* с силой *F*, то и тело *В* действует на тело *А* с такой же по величине и противоположной по направлению силой – *F*») выполняется не только в системе «Альфа», но и в системе «Бета». Как видим, все три закона Ньютона – а значит и вся классическая механика вообще – верны не только в главной системе отсчета (для которой они были первоначально установлены), но также и во всех тех системах, которые движутся относительно главной равномерно и прямолинейно. Такие системы отсчета мы будем называть инерциальными (во-первых, потому, что каждая из них связана с каким-нибудь телом, движущимся по инерции, а во-вторых, потому, что именно в таких системах неукоснительно выполняется закон инерции). Как мы уже убедились на ранее приведенных примерах, во всех других системах отсчета, которые не могут быть отнесены к категории инерциальных, законы Ньютона в той форме, в которой они были сформулированы, уже неприменимы. Там действуют другие, гораздо более запутанные и причудливые механические законы.

Основной вывод из всего сказанного лучше всего может быть выражен в виде так называемого принципа относительности Галилея (Галилей был гениальным предшественником Ньютона; многие принципиально важные положения механики содержались уже в его исследованиях).

*Принцип относительности Галилея гласит*: во всех инерциальных системах отсчета законы механики формулируются совершенно одинаково. Это значит, что никакими механическими опытами внутри лаборатории нельзя установить, покоится ли она относительно главной системы или же движется относительно нее равномерно-прямолинейно.

Известно, например, что равномерное (без всяких толчков и качки) движение корабля не может никак повлиять на ведущуюся в его каютах игру в миллиард или настольный теннис. Сам Галилей, выступая в защиту учения Коперника против религиозного геоцентрического мировоззрения, часто ссылался на воображаемые опыты и наблюдения в такой «плавучей лаборатории».

Формулируя принцип относительности Галилея, физики часто говорят, что законы механики инвариантны (т.е. неизменны) при переходе от одной инерциальной системы отсчета к другой инерциальной же системе. Это значит, что при изучении общих законов механического движения все инерциальные системы отсчета равноправны: ни одна из них не имеет никакого преимущества перед другими. Зато налицо существенное преимущество любой из равноправных между собой инерциальных систем по сравнению с неинерциальными: ведь законы механики в инерциальных системах формулируются гораздо проще, пространству и времени не приходится приписывать физически необоснованной неоднородности и асимметрии, и т.д. Словом, каждая инерциальная система обладает всеми теми преимуществами, которые были найдены у главной системы отсчета механики Ньютона. Поэтому нет никаких оснований признавать какую-то одну из таких систем «абсолютно покоящейся в пространстве».

Название «принцип относительности» основано именно на этом. Ведь если бы физическим смыслом обладало не только относительное движение, но также и «движение вообще», «движение относительно пространства», различные инерциальные системы хоть чем-нибудь да различались бы между собой. Признав, что все инерциальные системы действительно равноправны, нельзя уже говорить о движении и покое иначе, как относительно какой-нибудь инерциальной системы, которая всякий раз может быть выбрана по произволу.

Установленный Галилеем принцип относительности касался только механики – единственного раздела физики, достигшего к тому времени достаточного развития.

Но сохраняет ли он силу также и для других физических явлений? И если нельзя выделить «абсолютно покоящуюся» систему посредством механических экспериментов, то не помогут ли в этом явления оптические, электрические или какие-нибудь еще? Ответ на этот вопрос должно было дать дальнейшее развитие науки.

**2. Преобразование Галилея**

Пусть одно и то же явление описывается в двух инерциальных системах отсчета. Возникает вопрос о пересчете от описания явления в одной системе отсчета к описанию того же явления в другой системе. В качестве грубой иллюстрации можно представить себе две радиолокационные установки: одну – расположенную на земле, а другую – на самолете; вопрос состоит тогда в пересчете от показаний одной установки к показаниям другой.

Для такого пересчета нужно, прежде всего, знать связь между координатами и временем х, у, z, t в одной системе отсчета и координатами и временем х', у', z', t' в другой системе. Старая физика принимала как нечто самоочевидное существование единого мирового времени t, одинакового во всех системах отсчета. Поэтому с точки зрения старой физики необходимо было положить t' = t или, самое большее, допустить изменение начала отсчета времени.

Если рассматривать два события, происшедших в моменты времени t и π, то промежуток времени между ними должен был (с точки зрения старой физики) получиться одинаковым во всех системах отсчета. Отсюда,

t – π= t'-π' (1.01)

Далее, старая физика считала очевидным, что длина твердого стержня, измеряемая в двух системах отсчета, должна получаться одинаковой. (Вместо длины твердого стержня можно рассматривать расстояние между «одновременными» положениями двух точек, которые необязательно связаны жесткой связью.) Если обозначить координаты начала и конца стержня (или данных двух точек) в одной системе отсчета через (x, у, z) и (ξ, η, ζ) и в другой системе через (x', у', z') и (ξ', η', ζ '). то. согласно старой физике, должно быть

(x – ξ)2 + (y – η) 2 + (z – ζ) 2 = (x' – ξ')2 + (у' – η') 2 + (z' – ζ ')2 (1.02)

Из (1.01) и (1.02) однозначно вытекает общий вид преобразования, связывающего координаты и время х, у, z, t с координатами и временем х', у', z'. Это преобразование состоит из переноса начала отсчета координат и времени, из поворота пространственных координатных осей и из преобразования вида

x' = x – Vxt

y'=y-Vyt,

z' =z – Vzt,

t' = t, (1.03)

где Vxt, Vyt, Vzt – постоянные, физический смысл которых легко найти: это есть скорость движения штрихованной координатной системы относительно нештрихованной (точнее – составляющие этой скорости в нештрихованной системе). Преобразование (1.03) носит название преобразования Галилея.

Таким образом, старая физика утверждала, что если дана инерциальная система отсчета, то координаты и время во всякой другой системе отсчета движущейся относительно нее прямолинейно и равномерно, связаны с (х, у, z, t) преобразованиями Галилея (с точностью до переноса начала и поворота осей). Преобразование Галилея удовлетворяет принципу относительности в отношении законов механики, но не удовлетворяет ему в отношении законов распространения света.

Действительно, уравнение распространения фронта световой волны меняет в результате преобразования Галилея свой вид. Если бы преобразование Галилея было правильным (а принцип относительности в общей форме – неправильным), то существовала бы только одна инерциальная система в смысле нашего определения, и по измененному виду уравнения распространения фронта волны было бы возможно определить скорость движения (даже равномерного и прямолинейного) всякой другой системы отсчета относительно этой единственной инерциальной системы («неподвижного эфира»). Отрицательный результат многочисленных точнейших опытов, поставленных с целью обнаружения такого относительного движения, не оставляет сомнений в том, что форма закона распространения фронта волны одна и та же во всех неускоренных системах отсчета и что, следовательно, принцип относительности во всяком случае применим и к электромагнитным явлениям.

Отсюда следует, что преобразование Галилея в общем случае неправильно и должно быть заменено другим.

**3. Преобразование Лоренца**

Преобразование Лоренца показывает, как изменяются расширенные координаты события при переходе от одной инерциальной системы отсчета к другой инерциальной же системе. Пусть инерциальная система «Бета» движется относительно инерциальной системы «Альфа» с постоянной скоростью v, причем ось хβ скользит по оси х, а оси yβ, zβ всегда остаются соответственно параллельными осям yα, zα. Для конкретности будем предполагать, что система «Альфа» связана с ракетой «Альфа», а система «Бета» – с ракетой «Бета». Счет времени в обеих системах условимся вести от того момента, когда их начала координат совпали (иными словами, обе системы отсчета имеют одно и то же «начальное событие» О – прохождение ракеты «Альфа», мимо ракеты «Бета»).

Для упрощения формул единицы времени и длины выбираются таким образом, чтобы скорость света была равна единице и являлась величиной безразмерной. Для этого достаточно, например, выражать промежутки времени в секундах, а расстояния – в «световых секундах» (понимая под «световой секундой» отрезок, проходимый светом в течение одной секунды).

Некоторое событие S характеризуется в системе «Альфа» расширенными координатами xα, yα, zα, tα. Каковы его расширенные координаты xβ, yβ, zβ, tβ в системе «Бета»? Чтобы ответить на этот вопрос, обратимся к пространственно-временному графику, построенному в системе «Альфа» (рис. 2), предполагая, что рассматриваемое событие произошло на оси xα (а значит, и на оси хβ), так что yα= zα= yβ = zβ=0.

AS – это расстояние события S (точнее, того места, где оно произошло) от ракеты «Альфа», т.е. его пространственная координата хα.

АВ – это расстояние между ракетами в момент tα. Так как ракета «Альфа» удаляется от «Беты» со скоростью v, а в момент tα =0 они были рядом, расстояние AB = vtα.

BS = AS – AB= хα – vtα это расстояние события S от ракеты «Бета», как оценил бы его альфацентрист, которому могло бы даже казаться, что именно данная величина должна служить бетацентристу координатой хβ, события S в системе «Бета». Однако, как мы сейчас увидим, сам бетацентрист с такой оценкой не согласится; поэтому «спорную» величину BS = хα – vtα обозначим пока через x'. Отказ бетацентриста признать величину х' координатой хβ события S в системе «Бета» имеет два веских основания.  
Во-первых, по мнению бетацентриста точка В пространственно-временного графика изображает положение ракеты «Бета» отнюдь не в момент события 5, а позже (раз речь идет о хβ координате, а не хα, одновременность следует понимать в смысле системы «Бета»!). С точки зрения бетацентриста, одновременное с событием S положение ракеты «Бета» соответствует точке С (прямая CS параллельна оси нулевого tβ).

Во-вторых, на этом пространственно-временном графике альфацентриста все расстояния измерены масштабом, покоящимся в системе «Альфа», тогда как при определении координаты хβ надо во всем поступать по правилам системы «Бета». С точки зрения бетацентриста, масштаб альфацентриста не находится в покое, а движется со скоростью v и потому может иметь неправильную длину.

Таким образом, поправки, которые внесет бетацентрист в оценку альфацентриста, сведутся к следующему:

1. к замене отрезка BS отрезком CS, параллельным оси хβ, что равносильно умножению величины х' на некоторый коэффициент k1, зависящий от угла φ=arc tg v, но одинаковый для всех событий.
2. к изменению единицы длины, что также равносильно умножению величины х' еще на один коэффициент k2, тоже зависящий только от v.

Учитывая обе поправки, мы можем написать:

хβ= k1 k2 х'= k1 k2(хα – vtα),

или, рассматривая произведение k1 k2 как новый коэффициент К (зависящий от v),

хβ= K(хα – vtα).

Полученная формула преобразования координаты х при переходе к другой инерциальной системе отсчета отличается от галилеевской только наличием коэффициента K.

На рис. 2 видно, что при переходе к новой системе отсчета меняется также и временная дата события: в системе «Альфа» событие S произошло в момент tα, а в системе «Бета» – в момент tβ.

Графически tα (временная дата события S в системе «Альфа») выражается отрезком MS, т.е. расстоянием точки S от оси нулевого tα.

Временная дата того же события tβ определяется по часам, покоящимся в системе «Бета». Пространственно – временная трасса этих часов изображается прямой RS, причем точка R соответствует прохождению стрелки этих часов через нуль (в системе «Бета» событие В считается одновременным с начальным событием О). Таким образом, временная дата tβ события S в системе «Бета» соответствует отрезку RS, однако не в том масштабе, в каком tα соответствует расстоянию MS. Ведь секунда по часам, покоящимся в системе «Бета», может существенно отличаться от секунды по часам, покоящимся в системе «Альфа», а каждый физик при измерениях должен полагаться только на часы, неподвижные относительно избранной им системы.

Поскольку единицы длины и времени выбираются не независимо, а с таким расчетом, чтобы скорость света численно равнялась единице (например, единица времени – секунда, а единица длины – световая секунда), они должны изменяться благодаря движению в одинаковое число раз (иначе был бы нарушен принцип постоянства скорости света). Следовательно, поправочный коэффициент k2, введенный ранее для длин, справедлив также и для отрезков времени.

Что же касается перехода от отрезка NS к отрезку RS, то он, в силу подобия треугольников NRS и BCS, тоже сводится к умножению на введенный уже коэффициент k1. Отрезок же MN равен vxα (как катет треугольника OMN, в котором tg φ = v). Поэтому

tβ= k2 ∙ RS = k2 ∙ k1NS= k1 k2 (MS – MN)= k1 k2(tα-vxα),

или окончательно

tβ= K (tα-vxα),

где K = k1 k2 – знакомый уже нам коэффициент, зависящий только от v (в принятой нами системе единиц t и х выражаются в секундах, a v – безразмерная величина).

Полученная формула преобразования временной даты события при замене одной инерциальной системы отсчета другой инерциальной же системой противопоставляется галилее-ньютоновскому представлению о единой для всех систем универсальной шкале времени. Эта формула отражает как зависимость хода часов от их движения, так и различие в понимании одновременности.

К полученным нами двум формулам преобразования расширенных координат события

хβ= K(хα – vtα),

tβ= K (tα-vxα)

могут быть еще добавлены очевидные соотношения

yβ= yα, zβ=zα,

которые показывают, что при переходе к другой системе, движущейся вдоль оси х, «поперечные» координаты у и z не изменяются.

**5. Теория относительности А. Эйнштейна**

Альберт Эйнштейн (1879–1955) – физик-теоретик, один из основателей современной физики, лауреат Нобелевской премии, иностранный член-корреспондент РАН (1922) и иностранный почетный член АН СССР (1926). Родился в Германии, с 1893 жил в Швейцарии, с 1914 в Германии, в 1933 эмигрировал в США. Создал частную (1905) и общую (1907–16) теории относительности.

В 1905 г. Эйнштейну было 26 лет, но его имя уже приобрело широкую известность. В 1909 г. он избран профессором Цюрихского университета, а через два года – Немецкого университета в Праге. В 1912 г. Эйнштейн возвратился в Цюрих, где занял кафедру в Политехникуме, но уже в 1914 г. принял приглашение переехать на работу в Берлин в качестве профессора Берлинского университета и одновременно директора Института физики. Германское подданство Эйнштейна было восстановлено. К этому времени уже полным ходом шла работа над общей теорией относительности. В результате совместных усилий Эйнштейна и его бывшего студенческого товарища М. Гроссмана в 1912 г. появилась статья «Набросок обобщенной теории относительности», а окончательная формулировка теории датируется 1915 г. Эта теория, по мнению многих ученых, явилась самым значительным и самым красивым теоретическим построением за всю историю физики. Опираясь на всем известный факт, что «тяжелая» и «инертная» массы равны, удалось найти принципиально новый подход к решению проблемы, поставленной еще И. Ньютоном: каков механизм передачи гравитационного взаимодействия между телами и что является переносчиком этого взаимодействия.

Ответ, предложенный Эйнштейном, был ошеломляюще неожиданным: в роли такого посредника выступала сама «геометрия» пространства – времени. Любое массивное тело, по Эйнштейну, вызывает вокруг себя «искривление» пространства, то есть делает его геометрические свойства иными, чем в геометрии Евклида, и любое другое тело, движущееся в таком «искривленном» пространстве, испытывает воздействие первого тела.

Созданная А. Эйнштейном общая теорией относительности является обобщением ньютоновской теории тяготения на основе специальной теории относительности. В основе общей теории относительности лежит принцип эквивалентности – локальной неразличимости сил тяготения и сил инерции, возникающих при ускорении системы отсчета. Этот принцип проявляется в том, что в заданном поле тяготения тела любой массы и физической природы движутся одинаково при одинаковых начальных условиях. Теория Эйнштейна описывает тяготение как воздействие физической материи на геометрические свойства пространства-времени; в свою очередь, эти свойства влияют на движение материи и другие физические процессы. В таком искривленном пространстве-времени движение тел «по инерции» (т.е. при отсутствии внешних сил, кроме гравитационных) происходит по геодезическим линиям, аналогичным прямым в неискривленном пространстве, но эти линии уже искривлены. В сильном поле тяготения геометрия обычного трехмерного пространства оказывается неевклидовой, а время течет медленнее, чем вне поля.

Общая теория относительности привела к предсказанию эффектов (конечной скорости изменения поля тяготения, равной скорости света в вакууме – это изменение переносится в виде гравитационных волн; возможности возникновения черных дыр и др.), которые вскоре получили экспериментальное подтверждение. Она позволила также сформулировать принципиально новые модели, относящиеся ко всей Вселенной, в том числе и модели нестационарной (расширяющейся) Вселенной.

Из уравнений релятивистской механики (как и механики Ньютона) вытекает закон сохранения энергии, для которого получается новое выражение: E=mc2. Это – знаменитое соотношение Эйнштейна, связывающее массу тела и его энергию. Иногда это соотношение ошибочно истолковывают как указание на возможность взаимных превращений массы и энергии. В действительности же оно означает лишь то, что масса всегда пропорциональна энергии. В частности, наличие у покоящейся частицы массы говорит и о наличии у нее энергии (энергии покоя), что не играет роли в классической механике, но приобретает принципиальное значение при рассмотрении процессов, в которых число и сорт частиц может изменяться и поэтому энергия покоя может переходить в другие формы. В атомных ядрах энергия притяжения частиц приводит к тому, что общая масса ядра оказывается меньше суммы масс отдельных частиц (дефект массы). Установление этого факта явилось одним из важнейших шагов к возникновению ядерной энергетики, так как позволило оценить ту значительную энергию, которая должна высвобождаться при делении тяжелых и слиянии легких ядер.

Наибольшую известность Эйнштейну принесла теория относительности, изложенная им впервые в 1905 г. в статье «К электродинамике движущихся тел». Уже в юности Эйнштейн пытался понять, что увидел бы наблюдатель, если бы бросился со скоростью света вдогонку за световой волной. Будучи студентом, Эйнштейн изучал труды Максвелла, был убежден в существовании всепроникающего эфира и размышлял о том, как на него действуют различные поля (в частности, магнитное) и как можно экспериментально обнаружить движение относительно эфира. Теперь Эйнштейн решительно отверг концепцию эфира, что позволило рассматривать принцип равноправия всех инерциальных систем отсчета как универсальный, а не только ограниченный рамками механики. Исходя из невозможности обнаружить абсолютное движение, Эйнштейн сделал вывод о равноправии всех инерциальных систем отсчета. Он сформулировал два важнейших постулата, делавших излишней гипотезу о существовании эфира, которые составили основу обобщенного принципа относительности:

*Постулат I.* Все тождественные физические явления в инерциальных системах отсчета при одинаковых начальных условиях протекают одинаково. Другими словами, среди ИСО не существует «привилегированной» системы и невозможно обнаружить состояние абсолютного движения.

Этот постулат распространяет принцип относительности Галилея на все явления природы. Он раз навсегда кончает с абсолютным пространством: если все инерциальные системы отсчета равноправны, то среди них нет привилегированной системы отсчета.

Абсолютное же пространство как раз и было привилегированной системой. Точно так лее отпадает и вопрос об «абсолютном» движении (в вакууме), которое подразумевалось как движение относительно абсолютной системы отсчета

*Постулат II.* Скорость света в вакууме одинакова по всем направлениям и в любой области данной инерциальной системы отсчета и одинакова во всех инерциальных системах отсчета. Часто к этому постулату добавляют еще, что скорость света в вакууме не зависит от скорости источника. Это, однако, сразу следует из постулата II в той форме, в которой он выписан выше.

Действительно, с источником всегда можно связать инерциальную систему отсчета (если он движется неравномерно и по кривой, то мгновенно сопутствующую инерциальную систему). В этой системе источник покоится, а все остальные инерциальные системы движутся относительно пего (а он относительно них). Согласно постулату II скорость света во всех этих системах одинакова, по это и означает, что она не зависит от скорости источника.

Следует четко понимать, что подразумевает постулат II. Для этого представим себе, что в системе К измеряется скорость света следующим образом. Из точки х1 в момент времени t2 посылается вдоль оси х световой сигнал, который приходит в точку х2 в момент времени t2. Тогда с = (х2 – x1)/(t2 – t1) – Эти же два события – посылка и прием сигнала – рассматриваются из системы К'. Посылка сигнала для наблюдателя из системы К' происходит в точке х1' в момент t1, а прием – в точке х2' в момент t2'. И несмотря на то, что системы К и К' находятся в относительном движении, направленном как раз по общей оси х, х', мы должны получить, что отношение тоже (х2 – x1)/(t2 – t1) равно с. С точки зрения «здравого смысла» такого быть не должно. Но именно этого требует второй постулат.

После того как сформулированы первые принципы теории относительности – два постулата Эйнштейна, – можно сформулировать общую задачу специальной теории относительности. Ее основа – это принцип относительности: равноправие всех специальных систем отсчета по отношению ко всем физическим явлениям. Теория относительности обязана дать такое описание физических явлений, которое было бы одинаковым во всех инерциальных системах отсчета. Но если в нашем распоряжении есть уравнения, описывающие ту или иную группу явлений, то эти уравнения должны иметь одинаковый вид во всех инерциальных системах отсчета (в каждой системе отсчета в своих переменных). Вспомним, что в уравнения механики и электродинамики существенным образом входят координаты и время наступления события. При переходе от одной инерциальной системы к другой координаты и время наступления события преобразуются. Преобразования Галилея изменяют вид уравнений Максвелла, но, поскольку мы хотим сохранить уравнения Максвелла, как правильные уравнения электромагнитного поля, во всех инерциальных системах, нам следует найти такие преобразования координат и времени, которые сохраняют вид максвелловских уравнений. Такими преобразованиями окажутся преобразования Лоренца.

Однако преобразования Лоренца непосредственно вытекают и из постулатов Эйнштейна. Дело в том, что теория Максвелла была построена с самого начала как релятивистская. Внутренняя причина этого состоит в том, что она содержала в себе правильное описание свойств самого релятивистского объекта – света. Таким образом, найдя преобразования координат и времени события, удовлетворяющие постулатам Эйнштейна, мы должны позаботиться о том, чтобы основные уравнения физики были одинаковыми во всех инерциальных системах, т.е. были бы ковариантными по отношению к этим преобразованиям.

Основными законами в механике мы называем уравнения Ньютона, в электродинамике – уравнения Максвелла, в термодинамике – уравнения, выражающие первое и второе начала.

Относительные величины были и в классической физике – например, скорости, координаты, направления скоростей, – но специальная теория относительности добавляет к ним – несколько неожиданно для нашей интуиции – относительность промежутков времени между событиями и относительность длин масштабов (расстояний). Однако это и есть та «цена», которую приходится платить за то, чтобы реализовать принцип относительности по отношению ко всем физическим явлениям.

И все же самое главное в теории относительности, вопреки ее названию, – это совсем не относительность различных величин, т.е. их зависимость от выбора системы отсчета. Суть теории относительности как раз в обратном. Теория относительности показывает, что законы природы в инерциальных системах отсчета не зависят от выбора системы отсчета, не зависят от положения и движения наблюдателя, а результаты измерений в различных системах отсчета могут быть сопоставлены. Говоря философским языком, теория относительности подчеркивает объективный характер законов природы, а вовсе не относительность знания.

Конечно, пытаться изменить исторически сложившееся название – кстати, оно принадлежит не Эйнштейну, а было предложено Планком в 1906 г. – дело безнадежное. Однако есть одна деталь, на которую можно обратить внимание. Спорят, как правильно говорить: «специальная» или «частная» теория. Едва ли этот спор имеет существенное значение. По смыслу речь идет об ограничении теории рамками инерциальных систем отсчета. По существу это ограничение сводится к тому, что теория справедлива в отсутствие полей тяготения или – практически – в слабых полях тяготения. Поэтому самым правильным названием было бы название «ограниченная теория относительности», принятое во французской литературе.

**Заключение**

Теория относительности А. Эйнштейна – физическая теория, рассматривающая пространственно-временные свойства физических процессов. Так как закономерности, устанавливаемые теорией относительности, – общие для всех физических процессов, то обычно о них говорят просто как о свойствах пространства-времени. Эти свойства зависят от полей тяготения в данной области пространства-времени. Теория, описывающая свойства пространства-времени в приближении, когда полями тяготения можно пренебречь, называется специальной или частной теорией относительности, или просто теорией относительности. Свойства пространства-времени при наличии полей тяготения исследуются в общей теории относительности, называемой также теорией тяготения Эйнштейна. Физические явления, описываемые теорией относительности, называются релятивистскими и проявляются при скоростях v движения тел, близких к скорости света в вакууме.

В основе теории относительности лежат два положения: принцип относительности, означающий равноправие всех инерциальных систем отсчета, и постоянство скорости света в вакууме, ее независимость от скорости движения источника света. Эти два постулата определяют формулы перехода от одной инерциальной системы отсчета к другой – преобразования Лоренца, для которых характерно, что при таких переходах изменяются не только пространственные координаты, но и моменты времени (относительность времени). Из преобразований Лоренца получаются основные эффекты специальной теории относительности: существование предельной скорости передачи любых взаимодействий – максимальной скорости, до которой можно ускорить тело, совпадающей со скоростью света в вакууме; относительность одновременности (события, одновременные в одной инерциальной системе отсчета, в общем случае не одновременны в другой); замедление течения времени в быстро движущемся теле и сокращение продольных – в направлении движения – размеров тел и др. Все эти закономерности теории относительности надежно подтверждены на опыте.

Теория относительности выявила ограниченность представлений классической физики об «абсолютных» пространстве и времени, неправомерность их обособления от движущейся материи; она дает более точное, по сравнению с классической механикой, отображение объективных процессов реальной действительности.

Ряд выводов общей теории относительности качественно отличаются от выводов ньютоновской теории тяготения. Важнейшие среди них связаны с возникновением черных дыр, сингулярностей пространства-времени, существованием гравитационных волн (гравитационного излучения).

Представления о пространстве и времени составляют основу физического миропонимания, что уже само по себе определяет значение теории относительности. Особенно велика ее роль в физике ядра и элементарных частиц, в том числе и для расчетов гигантских установок, которые предназначены для потоков очень быстрых частиц, необходимых для экспериментов, позволяющих продвинуться в изучении строения материи.

**Список используемой литературы**

1. Е. Куранский. Альберт Эйнштейн и теория гравитации. – М., 1979
2. Ю. Соколовский. Теория относительности в элементарном изложении. – М., 1964
3. В. Фок. Теория пространства, времени и тяготения. – М., 1961
4. В. Угаров. Специальная теория относительности. – М., 1977.