**Государственный Университет Управления  
Институт Заочного Обучения**

Специальность – маркетинг

#### Курсовая работа

##### На тему

РАЗВИТИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ  
О МАТЕРИИ, ПРОСТРАНСТВЕ И ВРЕМЕНИ

Москва 2002 г.

**Аннотация**

Развитие представлений человечества о материи, пространстве и времени представляет собой представить как бесконечную лестницу познания, которая простирается от древнейших времен до наших дней, и от наших дней в необозримое будущее. Каждая следующая ступень познания при этом основывается на предыдущей, включая в себя все ее достижения. Атомизм древнегреческих натурфилософов и геометрия Эвклида послужили основанием для классической механики Ньютона. Накопление знаний в различных областях физики и астрономии привело к следующему шагу познания - созданию теории относительности Эйнштейна. Дальнейшее развитие и обобщение представлений о материи, пространстве и времени продолжается как в направлении движений, взаимодействий и трансмутаций элементарных частиц в областях порядка 10‑13 см, но и в сторону описания строения космических областей, по сравнению с которыми исчезающе малы расстояния между звездами и даже расстояния между галактиками.

# Оглавление

Оглавление 3

Введение 5

1. Эволюция концепции материи в философии и физике 7

2. Развитие пространственно-временных представлений в античной философии и классической механике 17

3. Пространство и время в теории относительности Альберта Эйнштейна 21

3.1. Специальная теория относительности 21

3.2. Пространство и время в общей теории относительности 24

4. Пространство и время в физике микромира 28

ЗАКЛЮЧЕНИЕ 33

Список литературы 35

# Введение

Важнейшая задача естествознания – создание логичной, завершенной, непротиворечивой естественнонаучной картины мира. Естественнонаучная картина природы образует в целом упорядоченную систему, которая по мере развития науки, накопления человечеством знаний о природе, уточняется и дополняется. Формирование такой картины мира невозможно без обращения к глобальным обобщающим понятиям, выражающим самые глубокие, самые общие, универсальные свойства природы, присущие всем объектам и явлениям окружающего нас мира. К таким наиболее общим понятиям, которые формировались на протяжении многих веков истории человечества, будучи предметом изучения философии как первой науки о природе и физики как фундаментальной основы естествознания, относятся материя, движение, пространство и время.

Эти понятия широко используются не только в естествознании, но и во многих гуманитарных сферах, не говоря уже об обыденной жизни. При этом за кажущейся простотой и обманчивой интуитивной очевидностью понятий материи, движения, пространства и времени стоит непростая история осмысления человечеством фундаментальных основ бытия.

От первых известных нам древнегреческих философов – Фалеса, Анаксимандра, Анаксимена – дошли до наших дней размышления о природе окружающего мира, первые попытки сформировать систему понятий, объясняющую окружающий мир – но они послужили плодотворной почвой для следующих исследователей природы.

Более двух тысяч лет оставались в ранге умозрительных теорий гениальные прозрения первых атомистов – Левкиппа и Демокрита – но в ХХ веке учение о молекулярной структуре вещества и исследования казавшегося сначала «неделимым» атома основываются именно на их идеях.

Сформулированные впервые Г. Галилеем (1564-1642) и И. Ньютоном (1642-1727) законы механического движения и вытекающие из теории механического движения концепции пространства и времени были и остаются незыблемыми основами многообразной практической деятельности человечества. Вся наша жизнь пронизана осознанным или неосознанным повседневным, ежеминутным применением на практике законов механики.

И все же развитие человеческой мысли и практики привело к пониманию ограниченности концепции пространства-времени, основанной на принципах классической механики. Исследования XIX-XX веков в астрономии, физике, оптике принесли результаты, не согласующиеся с классической механикой. Отрицание существования эфира и принятие постулата о постоянстве и предельности скорости света легли в основу теории относительности А. Эйнштейна (1879-1955).

Базирующиеся на релятивистских принципах теории Эйнштейна исследования микро- и макромира продолжаются в настоящее время, и практическое применение многих явлений и процессов невозможно без использования теории относительности Эйнштейна.

# Эволюция концепции материи в философии и физике

Вопрос о материи и ее свойствах, видах и формах бытия является коренным вопросом философии и естествознания на протяжении всей истории их развития. Это объясняется тем, что понятие материи не только наиболее полно выражает общий уровень знания людей о явлениях объективного мира в каждую данную эпоху развития человеческого общества, но и обусловливает решение всех других проблем философии и естествознания.

Понятие материи относится к основным философским категориям и является центральным в материалистической философии. Оно выражает сущность материального мировоззрения, его объективность.

В соответствии с уровнем развития способа производства, практики и науки в становлении материалистического понятия материи можно указать на три главных этапа: наивно-материалистический — материя то, из чего состоят вещи и во что они превращаются, их «начала» или «элементы»; механический — материя это масса или вещество, сами вещи, состоящие из элементов (частиц, атомов, молекул и т. п.); диалектико-материалистический — материя это объективная реальность, существующая в виде бесконечного многообразия закономерно взаимосвязанных и взаимодействующих между собой в пространстве и во времени качественно и количественно различных ее видов и форм бытия, микро- и макротел и систем.

Натурфилософы Древней Греции строили свое учение о материальном мире на базе «первоэлементов» (вода, воздух, огонь и земля). Интересно отметить, что такие же «первоэлементы» были определены в древнеиндийской философии чарваков. Древнегреческие натурфилософы-материалисты понимали под материей такую реальность, которая существует независимо от сознания. Они полагали, что материя — это своего рода строительный материал, из которого строятся предметы мира и стремились свести все многообразие объективного мира к одному какому-то веществу: к воде (Фалес), к воздуху (Анаксимен), к огню (Гераклит), к неопределенному элементу — апейрону (Анаксимандр), которые, по их мнению, и являются первоначалом, первокирпичиками мира. Они еще не могли отказаться от конкретного, вещественного представления о материи, но настойчиво и упорно шли по пути преодоления этой вещественности.

Положение Фалеса о том, что первоосновой всего является вода, представляется нашему современному мышлению одновременно близким и далеким. Наивность этой мысли Фалеса очевидна, однако его формулировка вопроса была такова, что ответ на него должен был когда-нибудь привести к созданию категории материи.

Понятие Анаксимандра «апейрон», наоборот, является уже более абстрактным. Анаксимен вместо неопределенной материи Анаксимандра вновь представил абсолютное в определенной форме природы, положив в основу всего сущего воздух. «Воздух... если он разряжен, становится огнем, а если он сгущен, становится ветром, потом облаком и затем водой, потом землей, потом камнями, и остальное возникает из этого». Таким образом, во взгляде Анаксимена в скрытой форме содержится идея основы, которая при разных обстоятельствах может иметь разные конкретные формы.

Взгляды представителей милетской школы развивались и видоизменялись в разных направлениях. Их синтезировал Эмпедокл в своем учении о четырех «корнях». Хотя это учение было отходом от идеи единой основы всего сущего, тем не менее, оно явилось прогрессом постольку, поскольку объясняло возникновение расчлененных явлений посредством сочетания четырех «корней». Таким образом, у Эмпедокла впервые обнаруживается попытка понять различие явлений как различие их построения.

Возникновение атомистической философии Левкиппа и Демокрита — большой шаг вперед в истории древнегреческого материализма. Они считали, что все явления природы, земные и небесные тела и их свойства — результат сочетания формы, порядка и положения различных по величине и весу, невидимых и неделимых, находящихся в извечном движении «первочастичек» материи — атомов. Демокрит учил, что в мире нет ничего, кроме атомов и пустоты. Чувственные впечатления Демокрит объяснял различием порядка, формы и положения действующих на ощущающее тело атомов. Демокрит очень ясно обнаруживает основную линию, основную задачу материализма, заключающуюся в объяснении мира сознания, исходя из анализа материального мира. Сила учения Демокрита, как и всего древнегреческого материализма, состоит в попытке свести все разнообразие мира к единой материальной основе. Основные взгляды атомистов заслуживают внимания и в силу их высокой понятийной абстрактности, и возрождение этих взглядов в XVII веке было очень важно для создания новейшего понятия “материя”.

Эпикур и Лукреций, продолжая учение Левкиппа и Демокрита об атомах и пустоте, утверждали, что все в природе материально, как материальны и все свойства неживых и живых тел. Они считали, что безграничность числа атомов и их сочетаний обусловливает и безграничность миров во Вселенной.

Однако видна не только сила, но и слабость древнегреческого материализма. Во-первых, он подменял представление о мире в целом представлением о какой-то частичке этого мира. Во-вторых, этот материализм, по существу, растворял идеальное в материальном, элементы сознания — в элементах бытия. Получалось так, что реально существующая проблема соотношения материи и духа, бытия и мышления оказывалась поглощенной общим учением о бытие. Раз все существующее сводится только к воде, или только к огню, или только к атомам и пустоте, то для проблемы соотношения предметов и их образов, бытия и мышления как бы не оставалось места.

Аристотель (IV в. до н.э.) вслед за своим учителем Платоном (V-IV в. до н.э.) подверг исследованию вопрос об идеях в рамках теории познания. Он доказывал и подчеркивал, что идеи — это образы действительности, бытия. В бытии не существует никаких идей, бытие нельзя делить на две части. Что же существует в бытии? Какие основания имеет бытие для порождения идей? Отвечая на этот вопрос, Аристотель выделил в бытии две его стороны: материю ( - «хюле») и форму ( - «морфэ»). Материя — это то, что всегда сохраняется, что остается в вещах объективным, исходным строительным материалом. Форма — это то, что в вещах изменяется и что может быть перенято человеческой душой.

Для истории философии гораздо большее значение имеет понятие, которое в новейшей терминологии мы назвали бы «чистой материей», или «абсолютной материей», и которое Аристотель иногда называет просто «хюле», но чаще «первичной хюле» ( - «протэ хюле»; у схоластиков — prima materia). «Первичная материя» — это весьма абстрактное понятие, поскольку у Аристотеля все определения относились лишь к форме. Первичная «хюле» является носителем формы и постоянно действующей основой изменений. Это лишь потенциальная реальность; действительной, актуальной реальностью она становится лишь после соединения с формой. Так как аморфная первичная «хюле» лишена какого-либо определения, то ей нельзя приписывать никакой дифференцированности. Следующее положение показывает, что спекуляции Аристотеля опирались на чрезвычайно ограниченный эмпирический опыт: «Существование этой единой хюле очевидно, ведь когда вода превращается в воздух, то этот воздух содержит ту же материю, мы к ней ничего не прибавили; то, что существовало потенциально, стало действительным. Точно так же вода может происходить из воздуха, так же как тело большого объема может возникнуть из небольшого, и, наоборот, маленькое из большого. Точно так же, когда воздух, находящийся в малом пространстве, распространяется на большое пространство и когда из большого пространства сгущается в малое, оба эти явления возникают в материи, которая имеет возможность занимать разное пространство». Это объяснение Аристотеля и вообще его концепция недифференцированного основного вещества примечательны тем, что в средневековой алхимии они служили теоретической базой попыток «трансмутации» металлов и производства золота из менее драгоценных металлов.

Понятие «хюле», или же «первичной материи», переняли от Аристотеля и некоторые другие античные школы. Как и многие другие понятия и взгляды Аристотеля, это понятие перешло в средневековую христианскую философию, став постоянным предметом многочисленных рассуждений и причиной многих затруднений. Прежде всего в средние века происходит конфликт между догмой о сотворении мира и аристотелевской идеей «хюле»-материи. Полемика «отцов церкви» сохранила нам сведения о «еретиках», провозглашающих, что материя существовала всегда, до сотворения мира.

Взгляды самих «отцов церкви» в некоторых пунктах отличаются от взглядов Аристотеля. На закате античного мира, в период экономического, политического и культурного упадка не было ни условий, ни стремлений понять сложную рациональную систему Аристотеля. «Отцы церкви» не могли понять абстрактное и спекулятивное понятие «первичной материи».

Аристотелевская «Метафизика», «Физика» и другие произведения, в которых речь идет о «первичной хюле», были снова открыты и переведены на латинский язык в первой половине XIII века. Объективно идеалистические и телеологические черты мышления Аристотеля и его теория дедуктивной логики постепенно вели к тому, что церковные философы начали использовать мыслительное наследие Аристотеля для преобразования его в своих целях. Это в полной мере относится и к аристотелевской парной категории «материя» и «форма». Во многих рассуждениях схоластиков эти понятия выражают средневековый дуализм в понимании мира. У Аристотеля не было такого дуализма. В отличие от него схоластики признавали существование чистых форм без «материи»; по их мнению, это разные «духи» (прежде всего бог, потом ангелы и бессмертные человеческие души).

Диалектика «материи» и «формы» в схоластической интерпретации приобрела черты пустой спекуляции. Развитие мышления в этой проблематике зашло в тупик.

Огромная заслуга Аристотеля в том, что он впервые в истории философии ввел в употребление категорию «материя» в ее абстрактно-логической форме. Аристотель уже не сводит свое представление об объективной реальности ни к воде, ни к огню, ни к атомам, ни к какому-либо конкретному виду вещества; он говорит о материи вообще. Отныне философы начинают говорить о материи вообще, не связывая это понятие с каким-то определенным видом материи.

Аристотелем в основном заканчивается первый период истории философии и вместе с ним завершается и первый этап в развитии категории «материя». Она была сформулирована, но тут же встала задача ее объяснить.

Свое дальнейшее развитие понятие материи получило в трудах метафизических материалистов, которые, как и древние материалисты, не могли в достаточной мере сосредоточить внимание на философском аспекте проблемы материи и направляли внимание, главным образом, на выявление ее физических свойств. Они понимали, что материю нельзя отождествлять с наблюдаемыми в природе конкретными видами вещества. Однако, как и древним материалистам, материя представлялась им первоосновой всех объектов природы. Под материей понимали атом, гипотетическую наименьшую частицу вещества. К этому времени развивающаяся классическая механика определила ряд физических свойств вещества. Это побудило метафизических материалистов к отождествлению понятия материи с представлениями о веществе и его механическими свойствами. К числу таких свойств материалисты относили тяжесть, инерцию, неделимость, непроницаемость, массу и др.

Много соображений о материи, часто непосредственно связанных с полемикой против Аристотеля, можно найти у Джордано Бруно (1548-1600) в произведении «О причине, начале и едином». Третья и четвертая части этой работы полностью посвящены определению понятия «материя». Бруно понимает материю как единую материальную основу всего, как субстанцию в собственном смысле слова. Точка зрения, согласно которой форма создает из материи отдельные предметы, оправдана тогда, говорит он, когда речь идет о работе ремесленника. Природа не творит таким способом. В жизни природы форма не является по отношению к материи внешним творческим принципом. «Следует скорее говорить, что она (материя) содержит формы и включает их в себе, чем полагать, что она их лишена и исключает. Следовательно, она, развертывающая то, что содержит в себе свернутым, должна быть названа божественной вещью и наилучшей родительницей, породительницей и матерью естественных вещей, а также всей природы в субстанции».

В XVII веке во всей Европе окончательно было сломлено господство средневековой схоластики и философское мышление уже повсюду становится на новый путь. Происходит окончательный отход и от Аристотеля, везде усиливается интерес к исследованию природы и высоко оценивается наблюдение и опыт. Представление о материалистической категории материи, совокупно отражающей объективную реальность, существующую вне нашего сознания и независимо от него, становятся постоянным составным элементом европейского материалистического мышления в эпоху, когда синтетическое суммирование явлений объективной реальности в одну категорию было облегчено односторонностью философского и научного мышления. Для материалистических философов XVII века «материя» была уже категорией, которая в своих основных и существенных чертах совпадает с нашим понятием материи: она была высокообобщенным отображением объективной реальности, была категорией, которая отображала всю объективную действительность. Начиная с XVI века материализм вновь расцвел, и прежде всего в Англии. В XVI и XVII веках этот материализм представлен именами Ф. Бэкона, Т. Гоббса и Дж. Локка. Английский материализм в целом сделал огромный шаг вперед по сравнению с материализмом древней Греции, однако в вопросе о происхождении общих понятий мы видим здесь лишь ряд настойчивых поисков решения проблемы.

Французский философ Р. Декарт (1596-1650) также считал, что все тела, как твердые, так и жидкие, состоят из одной и той же материи, что каждая частица материи стремится всегда превратиться в одну из своих форм и, превратившись в нее раз, всегда ее сохраняет. Природа материи, то есть тела, по Декарту состоит лишь в том, что оно (тело) есть субстанция, протяженная в длину, ширину и глубину. Мир представляет собой беспредельно протяженную субстанцию. Во всем мире существует одна материя. В XVIII веке материализм получил дальнейшее развитие. Французские философы Гольбах, Дидро, Ламетри, Гельвеций, Кондильяк преодолели многие недостатки английского материализма XVII века. В частности, Гольбаху принадлежит одно из классических определений материи: «... Материя вообще есть все то, что воздействует каким-нибудь образом на наши чувства».

В естествознании XIX столетия уровень развития науки накладывал определенные ограничения на понимание материи — она определялась с позиции механической атомистики и, как правило, отождествлялась с одним видом материи — веществом. Материя (вещество) рассматривалась домарксовскими материалистами как состоящая из неделимых, неизменных, простейших частиц-атомов, не имеющих качеств. Качественно отличные предметы материального мира представлялись ими как разнообразные пространственно-временные комбинации этих атомов. Материи предписывалась абсолютная дискретность, наличие неизменных, вечных свойств, таких, например, как масса, инерция и т. п. Следует отметить, что до второй половины XIX века представления тогдашних философов-материалистов о материи вполне согласовывались с повседневным опытом человеческой практики и достижениями науки тех дней.

Диалектико-материалистическое представление о материи и ее свойствах получило развитие и на основе выдающихся достижений науки XIX и начала XX вв. Важнейшими из этих открытий явились: открытие закона сохранения и превращения энергии Р. Майером, периодического закона химических элементов Д. И. Менделеевым, теории электричества и магнетизма (Фарадей и Максвелл); открытие электрона, его структуры и свойств; радия и радиоактивного излучения; радиоактивного распада… Эти выдающиеся открытия объединяет принцип признания материальности всех явлений и процессов объективного мира. Благодаря им в науке сложилось качественно новое, диалектико-материалистическое представление о материи и ее свойствах. Однако естествоиспытатели и философы-метафизики не только не смогли подняться в понимании материи и ее свойств, законов ее изменения и развития на уровень новейших открытий науки, а, наоборот, в связи с открытием радиоактивности, рентгеновских лучей, электрона и его электромагнитных свойств, электромагнитной природы света, начали говорить об «исчезновении» материи, о «замене» материи электричеством, энергией вообще. Опровергая такие утверждения, В. И. Ленин говорит: «Материя исчезает — это значит исчезает тот предел, до которого мы знали материю до сих пор, наше знание идет глубже; исчезают такие свойства материи, которые казались раньше абсолютными, неизменными, первоначальными и которые теперь обнаруживаются, как относительные, присущие только некоторым состояниям материи». Основной особенностью ленинского понятия материи как объективной реальности является то, что оно указывает на неисчерпаемость ее структуры и свойств; на безграничность человеческого познания материи вширь и вглубь. Так, современные специалисты в области физики микромира рассматривают в качестве объекта исследования уже не только («неделимый» когда-то) атом, но и микрочастицы, из которых состоит атом, и микрочастицы, образующиеся при взаимодействии частиц, образующих атомы…

До недавнего времени естествознание различало два вида материи – вещество и поле; в современном представлении к ним следует добавить третий вид материи – физический вакуум. К категории вещества следует отнести атомы, молекулы, и все образованные атомами и молекулами тела, предметы, структура и форма которых весьма разнообразны. В настоящее время известно несколько разновидностей полей: электромагнитное, гравитационное, поле ядерных сил, а также волновые (квантовые) поля, соответствующие различным элементарным частицам. При этом существует точка зрения, объединяющая вещество и поле на основе известного из физики микромира корпускулярно-волнового дуализма.

# Развитие пространственно-временных представлений в античной философии и классической механике

Характеризуя систему Демокрита как теорию структурных уровней материи - физического (атомы и пустота) и математического (амеры), мы сталкиваемся с двумя пространствами: непрерывное физическое пространство как вместилище и математическое пространство, основанное на амерах как масштабных единицах протяжения материи. В соответствии с атомистической концепцией пространства Демокрит решал вопросы о природе времени и движения. В дальнейшем они были развиты Эпикуром в систему. Эпикур рассмотривал свойства механического движения исходя из дискретного характера пространства и времени. Например, свойство изотахии заключается в том, что все атомы движутся с одинаковой скоростью. На математическом уровне суть изотахии состоит в том, что в процессе перемещения атомы проходят один «атом» пространства за один «атом» времени.

Таким образом, древнегреческие атомисты различали два типа пространства и времени. В их представлениях были реализованы субстанциальная и атрибутивная концепции. Аристотель начинает анализ с общего вопроса о существовании времени, затем трансформирует его в вопрос о существовании делимого времени. Дальнейший анализ времени ведётся Аристотелем уже на физическом уровне, где основное внимание он уделяет взаимосвязи времени и движения. Аристотель показывает. что время немыслимо, не существует без движения, но оно не есть и само движение. В такой модели времени реализована реляционная концепция. Измерить время и выбрать единицы его измерения можно с помощью любого периодического движения, но, для того чтобы полученная величина была универсальной, необходимо использовать движение с максимальной скоростью. В современной физике это скорость света, в античной и средневековой философии - скорость движения небесной сферы. Пространство для Аристотеля выступает в качестве некоего отношения предметов материального мира, оно понимается как объективная категория, как свойство природных вещей. Механика Аристотеля функционировала лишь в его модели мира. Она была построена на очевидных явлениях земного мира. Но это лишь один из уровней космоса Аристотеля. Его космологическая модель функционировала в конечном неоднородном пространстве, центр которого совпадал с центром Земли. Космос был разделен на земной и небесный уровни. Земной состоит из четырёх стихий - земли, воды, воздуха и огня (идея первичных элементов всего сущего оказалась, таким образом, довольно устойчивой); небесный - из эфирных тел, пребывающих в бесконечном круговом движении. Эта модель просуществовала около двух тысячелетий.

На Аристотелевой картине мира базировалась и геометрия Эвклида (3 в. до н.э.), столь надежно служившая человечеству на протяжении многих веков, пока практическая деятельность и научные опыты не выходили за пределы ее применимости. В геометрии Эвклида представлена модель теории, которая работает и сегодня: аксиоматическая система и эмпирический базис связываются операционными правилами. Геометрия Эвклида является первой логической системой понятий, трактующих поведение каких-то природных объектов. Огромной заслугой Эвклида является выбор в качестве объектов теории твёрдого тела и световых лучей. Трехмерная модель пространства, определенная Эвклидом, стала основой для последующего – отсроченного более чем на тысячу лет – развития классической механики.

Дальнейшее развитие знаний и представлений о пространстве и времени связано с именами Галилея, Декарта и Ньютона, которые рассматривали различные сочетания концепций пространства и инерции: у Галилея признаётся пустое пространство и круговое инерциальное движение, Декарт дошёл до идеи прямолинейного инерциального движения, но отрицал пустое пространство, и только Ньютон объединил пустое пространство и прямолинейное инерциальное движение. Для Декарта не характерен осознанный и систематический учёт относительности движения. Его представления ограничены рамками геометризации физических объектов, ему чужда ньютоновская трактовка массы как инерциального сопротивления изменению. Для Ньютона же характерна динамическая трактовка массы, и в его системе это понятие сыграло основопологающую роль. Тело сохраняет для Декарта состояние движения или покоя, ибо это требуется неизменностью божества. То же самое достоверно для Ньютона вследствие массы тела. Понятия пространства и времени вводятся Ньютоном на начальном уровне изложения, а затем получают своё физическое содержание с помощью аксиом через законы движения. Однако они предшествуют аксиомам, так как служат условием для реализации аксиом: законы движения классической механики справедливы в инерциальных системах отсчёта, которые определяются как системы, движущиеся инерциально по отношению к абсолютному пространству и времени. У Ньютона абсолютное пространство и время являются ареной движения физических объектов.

Таким образом, субстанциональная концепция пространства-времени, ведущая начало от Демокрита, нашла наиболее яркое воплощение в классической физике И. Ньютона. Идея абсолютного пространства и времени И. Ньютона соответствовала определенной физической картине мира, а именно его взглядам на материю как на совокупность отграниченных друг от друга атомов, обладающих неизменным объемом, инертностью (массой) и действующих друг на друга мгновенно, либо на расстоянии, либо при соприкосновении. Пространство, по Ньютону, неизменно, неподвижно, его свойства не зависят ни от чего, в том числе и от времени, они не зависят ни от материальных тел, ни от их движения. Можно убрать из пространства все тела, но пространство останется и свойства сохранятся. Получается, что пространство – это как бы грандиозное вместилище, напоминающее перевернутый вверх дном огромный ящик, в который помещена материя. Свойства подобного пространства, по Ньютону, определяются геометрией Эвклида. Такими же были взгляды Ньютона и на время. Он считал, что время течет одинаково во Вселенной и это течение не зависит ни от чего, – а поэтому время абсолютно, ибо оно определяет порядок следования и длительность существования материальных систем.

Однако развитие науки привело к появлению разногласий между механикой и оптикой, которая не укладывалась в классические представления о движении тел. Революция в физике началась открытием Рёмера - выяснилось, что скорость света конечна и равна примерно 300'000 км/с. В 1728 году Брэдри открыл явление звёздной аберрации. На основе этих открытий было установлено, что скорость света не зависит от движения источника и/или приёмника. Опыт А.Майкельсона (1881 г.) позволил опровергнуть гипотезу о существовании «эфира» как особого вида материи. Таким образом, возникла необъяснимая несогласованность, оптические явления всё хуже сводились к механике. Но окончательно механистическую картину мира подорвало открытие Фарадея - Максвелла: свет оказался разновидностью электромагнитных волн.

# Пространство и время в теории относительности Альберта Эйнштейна

Субстанциональной концепции пространства-времени со времен Аристотеля противостояла релятивистская. Согласно этой концепции пространство и время - не самостоятельные сущности, а системы отношений, образуемые взаимодействующими материальными объектами. Соответственно свойства пространства и времени зависят от характера взаимодействия материальных систем. Наиболее последовательно она проведена в неэвклидовой геометрии Лобачевского и Римана и в теории относительности А. Эйнштейна. Именно их теоретические положения исключили из науки понятия абсолютного пространства и абсолютного времени, обнаружив тем самым несостоятельность субстанциональной трактовки пространства и времени, как самостоятельных, независимых от материи форм бытия. Именно эти учения, особенно общая и специальная теория относительности обосновали зависимость пространства и времени, их свойство от характера движения материальных систем.

## Специальная теория относительности

В теории относительности Эйнштейна вопрос о свойствах и структуре эфира трансформируется в вопрос о реальности самого эфира. Отрицательные результаты многих экспериментов по обнаружению эфира нашли естественное объяснение в теории относительности - эфир не существует. Отрицание существования эфира и принятие постулата о постоянстве и предельности скорости света легли в основу теории относительности, которая выступает как синтез механики и электродинамики. Принцип относительности и принцип постоянства скорости света позволили Эйнштейну перейти от теории Максвелла для покоящихся тел к непротиворечивой электродинамике движущихся тел. Далее Эйнштейн рассматривает относительность длин и промежутков времени, что приводит его к выводу о том, что понятие одновременности лишено смысла: «Два события, одновременные при наблюдении из одной координатной системы, уже не воспринимаются как одновременные при рассмотрении из системы, движущейся относительно данной». Возникала необходимость развить теорию преобразования координат и времени от покоящейся системы к системе, равномерно и прямолинейно движущейся относительно первой. Эйнштейн пришел к формулировке преобразований Лоренца, из которых вытекало отрицание неизменности протяжённости и длительности, величина которых зависит от движения системы отсчёта.

В специальной теории относительности функционирует новый закон сложения скоростей, из которого вытекает невозможность превышения скорости света в вакууме. Коренным отличием специальной теории относительности от предшествующих теорий является признание пространства и времени в качестве внутренних элементов движения материи структура которых зависит от природы самого движения, является его функцией. В подходе Эйнштейна преобразования Лоренца оказываются связанными с новыми свойствами пространства и времени: с относительностью длины и временного промежутка, с равноправностью пространства и времени, с инвариантностью пространственно-временного интервала.

Таким образом, сформулированная в 1905 г. А. Эйнштейном специальная теория относительности представляет собой современную физическую теорию пространства и времени, в которой, как и в классической ньютоновской механике, предполагается, что время однородно, а пространство однородно и изотропно.В основе специальной теории относительности лежат постулаты Эйнштейна:

* принцип относительности: никакие опыты (механические, электрические, оптические), проведенные в инерциальной системе отсчета, не дают возможности обнаружить, покоится ли эта система или движется равномерно и прямолинейно; все законы природы инвариантны по отношению к переходу от одной инерциальной системы отсчета к другой;
* принцип инвариантности скорости света: скорость света в вакууме не зависит от скорости движения источника света или наблюдателя и одинакова во всех инерциальных системах отсчета.

Первый постулат, являясь обобщением механического принципа относительности Галилея на любые физические процессы, утверждает таким образом, что физические законы инвариантны по отношению к выбору инерциальной системы отсчета, а уравнения, описывающие эти законы, одинаковы во всех инерциальных системах отсчета. Согласно этому постулату, все инерциальные системы отсчета совершенно равноправны, т.е. механические, электродинамические, оптические и прочие явления и процессы во всех инерциальных системах отсчета протекают одинаково.

Согласно второму постулату Эйнштейна, постоянство скорости света в вакууме является одним из фундаментальных свойств природы. Специальная теория относительности потребовала отказа от привычных классических представлений о пространстве и времени, поскольку они противоречили принципу постоянства скорости света. Потеряло смысл не только абсолютное пространство, но и абсолютное время. Из специальной теории относительности следуют новые пространственно-временные представления, такие, например, как относительность длин и промежутков времени, относительность одновременности событий. Впрочем, следует отметить, что при скоростях существенно меньше скорости света в вакууме (что, как правило, соответствует реалиям обыденной жизни человечества) пространственно-временные соотношения, определяемые специальной теорией относительности, соответствуют таковым классической механики. Лишь отдельные области человеческой деятельности (например, исследования, проводимые на ускорителях элементарных частиц) требуют применения релятивистской механики.

## Пространство и время в общей теории относительности

Переход от классической механики к специальной теории относительности можно представить так:

1. на теоретическом уровне - это переход от абсолютных и субстанциальных пространства и времени к абсолютному и субстанциальному единому пространству - времени,
2. на эмпирическом уровне - переход от относительных и экстенсионных пространства и времени Ньютона к реляционному пространству и времени Эйнштейна.

Однако, когда Эйнштейн пытался расширить концепцию относительности на класс явлений, происходящих в неинерциальных системах отсчёта, это привело к созданию новой теории гравитации, к развитию релятивистской космологии и т.д. Он был вынужден прибегнуть к помощи иного метода построения физических теорий, в котором первичным выступает теоретический аспект. Новая теория - общая теория относительности – строилась путём построения обобщённого пространства и перехода от теоретической структуры исходной теории - специальной теории относительности - к теоретической структуре новой, обобщённой теории с последующей её эмпирической интерпретацией.

Одной из причин создания общей теории относительности было желание Эйнштейна избавить физику от необходимости введения инерциальной системы отсчёта. Создание новой теории началось с пересмотра концепции пространства и времени в полевой доктрине Фарадея - Максвелла и специальной теории относительности. Эйнштейн акцентировал внимание на одном важном пункте, который остался незатронутым. Речь идет о следующем положении специальной теории относительности: "...двум выбранным материальным точкам покоящегося тела всегда соответствует некоторый отрезок определённой длины, независимо как от положения и ориентации тела, так и от времени. Двум отмеченным показаниям стрелки часов, покоящихся относительно некоторой системы координат, всегда соответствует интервал времени определённой величины, независимо от места и времени". Специальная теория относительности не затрагивала проблему воздействия материи на структуру пространства-времени, а в общей теории Эйнштейн непосредственно обратился к органической взаимосвязи материи, движения, пространства и времени.

Эйнштейн исходил из известного факта о равенстве инертной и тяжёлой масс. Он усмотрел в этом равенстве исходный пункт, на базе которого можно объяснить загадку гравитации. Проанализировав опыт Этвеша, Эйнштейн обобщил его результат в принцип эквивалентности: «физически невозможно отличить действие однородного гравитационного поля и поля, порождённого равноускоренным движением». Принцип эквивалентности носит локальный характер и, вообще говоря, не входит в структуру общей теории относительности. Он помог сформулировать основные принципы, на которых базируется новая теория: гипотезы о геометрической природе гравитации, о взаимосвязи геометрии пространства-времени и материи. Кроме них, Эйнштейн выдвинул ряд математических гипотез, без которых невозможно было бы вывести гравитационные уравнения: пространство четырёхмерно, его структура определяется симметричным метрическим тензором, уравнения должны быть инвариантными относительно группы преобразований координат.

В работе «Относительность и проблема пространства» Эйнштейн специально рассматривает вопрос о специфике понятия пространства в общей теории относительности. Согласно этой теории пространство не существует отдельно, как нечто противоположное «тому, что заполняет пространство» и что зависит от координат. «Пустое пространство, т.е. пространство без поля не существует. Пространство-время существует не само по себе, а только как структурное свойство поля».

Для общей теории относительности до сих пор актуальной является проблема перехода от теоретических к физическим наблюдаемым величинам. Теория предсказала и объяснила три общерелятивистских эффекта: были предсказаны и вычислены конкретные значения смещения перигелия Меркурия, было предсказано и обнаружено отклонение световых лучей звёзд при их прохождении вблизи Солнца, был предсказан и обнаружен эффект красного гравитационного смещения частоты спектральных линий.

Рассмотрим далее два направления, вытекающих из общей теории относительности: геометризацию гравитации и релятивистскую космологию, т.к. с ними связано дальнейшее развитие пространственно-временных представлений современной физики.

Доэйнштейновские представления о Вселенной можно охарактеризовать следующим образом: Вселенная бесконечна и однородна в пространстве и стационарна во времени. Они были заимствованы из механики Ньютона - это абсолютные пространство и время, последнее по своему характеру Евклидово. Такая модель казалась очень гармоничной и единственной. Однако первые попытки приложения к этой модели физических законов и концепций привели к неестественным выводам. Уже классическая космология требовала пересмотра некоторых фундаментальных положений, чтобы преодолеть противоречия. Таких положений в классической космологии четыре: стационарность Вселенной, её однородность и изотропность, евклидовость пространства. Однако в рамках классической космологии преодолеть противоречия не удалось. Модель Вселенной, которая следовала из общей теории относительности, связана с ревизией всех фундаментальных положений классической космологии. Общая теория относительности отождествила гравитацию с искривлением четырёхмерного пространства - времени. Чтобы построить работающую относительно несложную модель, учёные вынуждены ограничить всеобщий пересмотр фундаментальных положений классической космологои: общая теория относительности дополняется космологическим постулатом однородности и изотропности Вселенной. Строгое выполнение принципа изотропности Вселенной ведёт к признанию её однородности. На основе этого постулата в релятивистскую космологию вводится понятие мирового пространства и времени. Но это не абсолютные пространство и время Ньютона, которые хотя тоже были однородными и изотропными, но в силу евклидовости пространства имели нулевую кривизну. В применении к неевклидову пространству условия однородности и изотропности влекут постоянство кривизны, и здесь возможны три модификации такого пространства: с нулевой, отрицательной и положительной кривизной. Возможность для пространства и времени иметь различные значения постоянной кривизны подняли в космологии вопрос конечна Вселенная или бесконечна. В классической космологии подобного вопроса не возникало, т.к. евклидовость пространства и времени однозначно обуславливала её бесконечность. Однако в релятивистской космологии возможен и вариант конечной Вселенной - это соответствует пространству положительной кривизны. Вселенная Эйнштейна представляет собой трёхмерную сферу - замкнутое в себе неевклидово трёхмерное пространство. Оно является конечным, хотя и безграничным. Вселенная Эйнштейна конечна в пространстве, но бесконечна во времени. Однако стационарность вступала в противоречие с общей теорией относительности, Вселенная оказалась неустойчивой и стремилась либо расшириться, либо сжаться. Чтобы устранить это противоречие Эйнштейн ввёл в уравнения теории новый член с помощью которого во Вселенную вводились новые силы, пропорциональные расстоянию, их можно представить как силы притяжения и отталкивания.

Дальнейшее развитие космологии оказалось связанным не со статической моделью Вселенной. Впервые нестационарная модель была развита А. А. Фридманом. Метрические свойства пространства оказались изменяющимися во времени. Выяснилось, что Вселенная расширяется. Подтверждение этого было обнаружено в 1929 году Э. Хабблом, который наблюдал красное смещение спектра. Оказалось, что скорость разбегания галактик линейно возрастает с расстоянием (закон Хаббла). Этот процесс продолжается и в настоящее время. В связи с этим встают две важные проблемы: проблема расширения пространства и проблема начала времени. Существует гипотеза, что так называние «разбегание галактик» - наглядное обозначение раскрытой космологией нестационарности пространственной метрики. Таким образом, не галактики разлетаются в неизменном пространстве, а расширяется само пространство. Вторая проблема связана с представлением о начале времени. Истоки истории Вселенной относятся к так называемому «моменту времени 0», исходной временной точке отсчета существования Вселенной, когда произошёл так называемый Большой взрыв. В.Л. Гинзбург считает, что «...Вселенная в прошлом находилась в особом состоянии, которое отвечает началу времени, понятие времени до этого начала лишено физического, да и любого другого смысла».

Таким образом, в релятивистской космологии была показана относительность конечности и бесконечности времени в различных системах отсчёта.

# Пространство и время в физике микромира

Создание Эйнштейном специальной теории относительности не исчерпывает возможности взаимодействия механики и электродинамики. В связи с объяснением теплового излучения было выявлено противоречие как в истолковании экспериментальных данных, так и в теоретической согласованности этих выводов. Это повлекло за собой рождение квантовой механики. Она положила начало неклассической физике, открыла дорогу к познанию микрокосмоса, к овладению внутриатомной энергией, к пониманию процессов в недрах звёзд и «начале» Вселенной.

В конце XIX века физики начали исследовать, как распределяется излучение по всему спектру частот. В тот период физики задались также целью выяснить природу взаимосвязи энергии излучения и температуры тела. М. Планк пытался решить эту проблему с помощью методов классической электродинамики, но это не привело к успеху. Попытка решить проблему с позиции термодинамики столкнулась с рассогласованностью теории и эксперимента. В результате Планк получил формулу плотности излучения, определившую взаимную зависимость частоты излучения, температуры и двух постоянных (Больцмана и Планка).

Справедливость формулы Планка достигалась очень странным для классической физики предположением: процесс излучения и поглощения энергии является дискретным. C работами Эйнштейна о фотонах в физику вошло представление о корпускулярно - волновом дуализме. Реальная природа света может быть представлена как диалектическое единство волны и частиц.

Однако возник вопрос о сущности и структуре атома. Было предложено множеств о противоречащих друг другу моделей. Выход был найден Н. Бором путём синтеза планетарной модели атома Резерфорда и квантовой гипотезы. Он предположил, что атом может иметь ряд стационарных состояний при переходе в которые поглощается или излучается квант энергии. В самом же стационарном состоянии атом не излучает. Однако теория Бора не объясняла интенсивности и поляризации излучения. Частично с этим удалось справиться с помощь принципа соответствия Бора. Этот принцип сводится к тому, что при описании любой микроскопической теории необходимо пользоваться терминологией, применяемой в макромире. Принцип соответствия сыграл важную роль в исследованиях де Бройля. Он выяснил, что не только световые волны обладают дискретной структурой, но и элементарным частотам материи присущ волновой характер. На повестку дня встала проблема создания волновой механики квантовых объектов, которая в 1929 году была решена Э. Шредингером, который вывел волновое уравнение, носящее его имя. Н. Бор вскрыл истинный смысл волнового уравнения Шредингера. Он показал, что это уравнение описывает амплитуду вероятности нахождения частицы в данной области пространства.

Чуть раньше (1925г.) Гейзенбергом была разработана квантовая механика. Формальные правила этой теории основаны на соотношении неопределённостей Гейзенберга: чем больше неопределённость пространственной координаты, тем меньше неопределённость значения импульса частицы. Аналогичное соотношение имеет место для времени и энергии частицы.

Таким образом, в квантовой механике была найдена принципиальная граница применимости классических физических представлений к атомным явлениям и процессам. В квантовой физике была поставлена важная проблема о необходимости пересмотра пространственных представлений лапласовского детерминизма классической физики. Они оказались лишь приближёнными понятиями и основывались на слишком сильных идеализациях. Квантовая физика потребовала более адекватных форм упорядоченности событий, в которых учитывалось бы существование принципиальной неопределённости в состоянии объекта, наличие черт целостности и индивидуальности в микромире, что и выражалось в понятии универсального кванта действия h.

Квантовая механика была положена в основу бурно развивающейся физики элементарных частиц, количество которых достигает нескольких сотен, но до настоящего времени ещё не создана корректная обобщающая теория. В физике элементарных частиц представления о пространстве и времени столкнулись с ещё большими трудностями. Оказалось, что микромир является многоуровневой системой, на каждом уровне которой господствуют специфические виды взаимодействий и специфические свойства пространственно - временных отношений. Область доступных в эксперименте микроскопических интервалов условно делится на четыре уровня:

1. уровень молекулярно - атомных явлений,
2. уровень релятивистских квантово-электродинамических процессов,
3. уровень элементарных частиц,
4. уровень ультрамалых масштабов, где пространственно - временные отношения оказываются несколько иными, чем в классической физике макромира.

В этой области по-иному следует понимать природу пустоты - вакуум. В квантовой электродинамике вакуум является сложной системой виртуально рождающихся и поглощающихся фотонов, электронно-позитронных пар и других частиц. На этом уровне вакуум рассматривают как особый вид материи - как поле в состоянии с минимально возможной энергией. Квантовая электродинамика впервые наглядно показала, что пространство и время нельзя оторвать от материи, что так называемая «пустота» - это одно из состояний материи.

Квантовая механика была применена к вакууму, и оказалось, что минимальное состояние энергии не характеризуется нулевой её плотностью.

«Допустив скромные 0.5hv для каждой отдельной волны, - пишет Я. Зельдович, - мы немедленно с ужасом обнаруживаем, что все волны вместе дают бесконечную плотность энергии». Эта бесконечная энергия пустого пространства таит в себе огромные возможности, которые ещё предстоит освоить физике.

Продвигаясь вглубь материи, учёные перешагнули рубеж 10-13 см. и начали исследовать физические процессы в области субатомных пространственно-временных отношений. На этом уровне структурной организации материи определяющую роль играют сильные взаимодействия элементарных частиц. Здесь иные пространственно - временные понятия. Так, специфике микромира не соответствуют обыденные представления о соотношении части и целого. Ещё более радикальных изменений пространственно - временных представлений требует переход к исследованию процессов, характерных для слабых взаимодействий. Поэтому на повестку дня встаёт вопрос о нарушении пространственной и временной чётности, т.е. правое и левое пространственные направления оказываются неэквивалентными. В этих условиях были предприняты различные попытки принципиально нового истолкования пространства и времени. Одно направление связано с изменением представлений о прерывности и непрерывности пространства и времени, а второе - с гипотезой о возможной макроскопической природе пространства и времени.

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Материя, как объективная реальность характеризуется бесконечным количеством свойств. Материальные вещи и процессы конечны и бесконечны, поскольку их локализованность относительна, а их взаимная связь – абсолютна, непрерывна (внутри самих себя однородна) и прерывна (характеризуются внутренней структурой): всем материальным объектам присуща масса (будь то масса покоя для любого вещества или масса движения для полей) и энергия (потенциальная или актуализированная). Но важнейшими ее свойствами, ее атрибутами, являются пространство, время и движение.

Пространство характеризуется протяженностью и структурностью материальных объектов (образований) в их соотношении с другими материальными образованиями.

Время характеризуется длительностью и последовательностью существования материальных образований в их соотношении с другими материальными образованиями.

Историю человеческого познания категорий материи, пространства и времени можно представить как бесконечную лестницу познания, которая простирается от древнейших времен до наших дней, и от наших дней в необозримое будущее. Каждая следующая ступень познания при этом основывается на предыдущей, включая в себя все ее достижения. Так, классическая механика была построена на атомизме и геометрии Эвклида. 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. 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.

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. Есть ли предел делимости материи, каковы законы мира сверхмалых масштабов, 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.

# Список литературы

1. Аскин Я.Ф. Проблема времени. Её физическое истолкование, М.: Мысль,-1986.
2. Ахундов М.Д. Пространство и время в физическом познании, М.: Мысль,-1982.
3. Ахундов М.Д. Концепции пространства и времени: истоки, эволюция, перспективы, М.:Наука,-1982.
4. Вайскопф В. Физика в двадцатом столетии, М.: Атомиздат,-1977
5. Карпенков С.Х. Концепции современного естествознания, М.: Высшая школа,-2001.
6. Потёмкин В.К., Симанов А.Л. Пространство в структуре мира, Новосибирск:Наука,-1990.