

Лекция 6. Философские проблемы современной физики

1. Физика как наука
2. Понимание материи в философии и науке
 - 2.1 Понятие материи и её виды в физике
 - 2.2 Движение – способ существования материи, и его основные формы
 - 2.3 Пространство и время в макро-, микро- и мега- мире.
Взаимосвязь пространства, времени и материи
 - 2.4 Философское, методологические и мировоззренческое значение теории относительности
3. Физическая картина мира и её исторические типы
 - 3.1 Механистическая картина мира
 - 3.2 Электромагнитная картина мира
 - 3.3 Современная физическая картина мира
4. Физические принципы описания природы
 - 4.1 Гравитация
 - 4.2 Электромагнитизм
 - 4.3 Слабое взаимодействие
 - 4.4 Сильное взаимодействие
5. Детерминизм в современной физике. Формы проявления закономерной связи и причинной обусловленности явлений

1. Физика как наука

Физика – особая область естествознания, наука, изучающая свойства и строение материи, общие закономерности явлений природы. Кроме того, физика является обязательным предметом в общеобразовательных школах и вузах.

Физика — это наука о природе в самом общем смысле (часть природоведения). Она изучает вещество (материю) и энергию, а также фундаментальные взаимодействия природы, управляющие движением материи.

Важнейшая задача естествознания – создание *естественно-научной картины мира*, образующей в целом упорядоченную систему, которая по мере развития науки уточняется и дополняется. Научный язык во многом похож на повседневный язык общения людей, но отличается от него тем, что научные термины являются, во-первых, более общими и абстрактными и, во-вторых, они более сконцентрированы и точны. Наука стремится выявить общее в предметах и явлениях, которые она изучает.

Выделение общего ведет к абстракциям, т.е. отвлечению от единичного, конкретного, случайного. Наиболее общие и абстрактные понятия, идеи и концепции естествознания выражают, с одной стороны, глубокие, а с другой – общие свойства природы. Такими понятиями и концепциями оперирует в первую очередь физика как фундаментальная основа естествознания. К наиболее общим, важным, фундаментальным концепциям физического описания природы относятся материя, движение, пространство и время.

Некоторые закономерности являются общими для всех материальных систем, например, сохранение энергии, — такие свойства называют физическими законами.

Физику иногда называют «фундаментальной наукой», поскольку другие естественные науки (биология, геология, химия и др.) описывают только некоторый класс материальных систем, подчиняющихся законам физики. Например, химия изучает атомы, образованные из них вещества и превращения одного вещества в другое. Химические же свойства вещества однозначно определяются физическими свойствами атомов и молекул, описываемыми в таких разделах физики, как термодинамика, электромагнетизм и квантовая физика.

Физика тесно связана с математикой: математика предоставляет аппарат, с помощью которого физические законы могут быть точно сформулированы. Физические теории почти всегда формулируются в виде математических выражений, причём используются более сложные разделы математики, чем обычно в других науках. И наоборот, развитие многих областей математики стимулировалось потребностями физических теорий

Физика описывает материю как нечто, существующее в пространстве и во времени (в пространстве-времени) — представление, идущее от Ньютона (пространство — вместительность вещей, время — событий); либо как нечто, само задающее свойства пространства и времени — представление, идущее от Лейбница и, в дальнейшем, нашедшее выражение в Общей Теории Относительности Эйнштейна. Изменения во времени, происходящие с различными формами материи, составляют физические явления. Основной задачей физики является описание свойств тех или иных видов материи.

2 Понимание материи в философии и в науке

2.1 Понятие материи и её виды в физике

Материя (лат. *Materia* – вещество) – это категория в материалистической философии, которая обозначает всю объективную реальность, существующую независимо от человека.

Окружающий нас мир, все существующее вокруг нас и обнаруживаемое нами посредством ощущений представляет собой материю. **Материя есть философская категория для обозначения объективной реальности, которая отображается нашими ощущениями, существуя независимо от них.**

Материя — фундаментальное физическое понятие, связанное с любыми объектами, существующими в природе, о которых можно судить благодаря ощущениям

Вещество:

Адронное вещество — основную массу этого типа вещества составляют элементарные частицы адроны

Барионное вещество (барионная материя) — основной (по массе) компонент — барионы

Вещество в классическом понимании. Состоит из атомов в обычном смысле этого слова, то есть из атомов, содержащих протоны, нейтроны и электроны. Эта форма материи доминирует в Солнечной системе и в ближайших звёздных системах

Антивещество — состоит из антиатомов, содержащих антипротоны, антинейтроны и позитроны

Нейтронное вещество — состоит преимущественно из нейтронов и лишено атомного строения. Основной компонент нейтронных звёзд, существенно более плотный, чем обычное вещество, но менее плотный, чем кварк-глюонная плазма

Другие виды веществ имеющих атомоподобное строение (например, вещество, образованное мезоатомами с мюонами)

Кварк-глюонная плазма — сверхплотная форма вещества, существовавшая на ранней стадии эволюции Вселенной до объединения кварков в классические элементарные частицы (до конфайнмента)

Докварковые сверхплотные материальные образования, составляющие которых — струны и другие объекты, с которыми оперируют теории великого объединения (см. теория струн, теория *суперструн*). Основные формы материи, предположительно существовавшие на ранней стадии эволюции Вселенной. Струноподобные объекты в современной физической теории претендуют на роль наиболее фундаментальных материальных образований, к которым можно свести все элементарные частицы, т.е. в конечном счёте, все известные формы материи. Данный уровень анализа материи, возможно, позволит объяснить с единых позиций свойства различных элементарных частиц. Принадлежность к «веществу» здесь следует понимать условно, поскольку различие между вещественной и полевой формами материи на данном уровне стирается

Материя, в отличие от вещества, не имеет внутренних пустот, обладает абсолютной плотностью.

- Поле (в классическом смысле)
- Электромагнитное поле
- Гравитационное поле

Квантовые поля различной природы. Согласно современным представлениям квантовое поле является универсальной формой материи, к которой могут быть сведены как вещества, так и классические поля

Материальные объекты неясной физической природы

- Тёмная материя
- Тёмная энергия

Эти объекты были введены в научный обиход для объяснения ряда астрофизических и космологических явлений.

Классическое вещество может находиться в одном из трех агрегатных состояний газообразном, жидком или твердом. Кроме того, выделяют высокоионизованное состояние вещества (чаще газообразного, но, в широком смысле, любого агрегатного состояния), называемое плазмой.

В химическом отношении все вещества подразделяют на простые и сложные (химические соединения), а также на неорганические и органические вещества.

Среди элементарных частиц, составляющих вещества и поля, выделяют фермионы и бозоны, а также частицы, обладающие и не обладающие массой покоя (безмассовые частицы. Кроме того, отдельно выделяют виртуальные частицы, которые можно рассматривать как частицы, возникающие в промежуточных состояниях взаимодействия реальных элементарных частиц. Виртуальные частицы определяют свойства физического вакуума, который, таким образом, в современной физике также приобретает атрибуты материальной среды.

2.2 Движение – способ существования материи

Познание сущности движения довольно сложно. Учение о движении разрабатывалось на протяжении всей истории философской мысли. Однако, смысл движения, его сущность, источник и причину наиболее полно отразила марксистская философия.

В основе диалектико-материалистического понимания движения лежат следующие положения.

Во-первых, движение есть неотъемлемое, необходимое и существенное свойство, способ существования материи. "Материя без движения, - так же немыслима, как и движение без материи".

Во-вторых, движение определяется как любое изменение. "Движение, в применении к материи, - это изменение вообще".

В-третьих, движение представляет собой противоречие, а его источником взаимодействие противоположностей. "Движение есть противоречие, - есть единство противоречий".

Итак, движение представляет собой необходимое, неотъемлемое свойство материи, без которого она не может существовать. Иными словами, движение есть атрибут материи. Нигде, никогда, ни при каких условиях не было ни одного материального объекта, ни одного явления, которые были бы лишены движения. Имеющиеся факты в физике подтверждают положение о связи движения с материей. При условиях, близких к абсолютному нулю материальные объекты не перестают изменяться

Первое из рассматриваемых положений говорит о неразрывности материи и движения, что означает признание абсолютности движения. Если нет материи без движения, то движение абсолютно.

Второе же положение - положение о том, что движение есть любое изменение говорит об относительности, потому как конкретное изменение происходит относительно чего-то (перемещение одного тела можно определить лишь относительно положения других тел). Таким образом, движение является единством абсолютного и относительного. Все изменения, происходящие в неживой природе, в природе живой, в обществе, конечно же, представляют собой движение. Однако движение не просто однородный процесс, однотипное изменение.

Возможны три типа движения.

Во-первых, движение может идти от простого к сложному, по восходящей линии.

Во-вторых, движение может идти по нисходящей линии (например, процесс старения отдельного живого организма).

При третьем варианте движения нет ни восходящих, ни нисходящих линий. Вместе с тем для каждого отдельного предмета движение такого типа возможно лишь в короткие промежутки времени, по прошествии которых осуществляется переход к движению либо первого, либо второго типа. Изменение, идущее по восходящей линии (от простого к сложному), называется развитием.

Из приведенного определения следует, что категория движения шире по своему объему категории развития. Любое развитие есть движение, но не любое движение является развитием.

Действие закона единства и борьбы противоположностей вызывает изменение, переход от одного состояния к другому, является внутренним импульсом совершающихся процессов, причиной самодвижения. Положение о противоречивости движения обязывает к определению его противоположных сторон (моментов). Ограничимся рассмотрением одной из пар противоположностей, определяющих собой движение - изменчивость и устойчивость.

Под **изменчивостью** мы понимаем смену свойств, состояний и отношений, принадлежащих материальным и идеальным системам. Устойчивость есть сохранение свойств, состояний и отношений этих систем. Движение включает в себя и изменчивость, и устойчивость одновременно. Наличие изменчивости в движении очевидно. Но и устойчивость обязательно включается в движение. Она "входит" в него даже в том смысле, что смена свойств, состояний и отношений (изменчивость) всегда присуща

движению, т.е. сама смена (наличие изменчивости) является определенной устойчивостью.

В реальном мире нет ни "чистой изменчивости", ни "чистой устойчивости", а есть движение, в котором изменчивость и устойчивость взаимодействуют и взаимопереплетаются. Поэтому понятия изменчивости и устойчивости являются результатом идеализации. Это предельные понятия. Не изменчивость и не устойчивость, а их взаимодействие, единство и взаимоисключение, "борьба" - источник процесса движения. Это проявление можно наблюдать в природе. Эволюция (движение) жизни не есть лишь изменчивость, которая с точки зрения теории генетической информации выступает как способность организма к изменениям (удлинением или сокращением) нитей ДНК и, таким образом, к образованию и изменению признаков, служащих основой для отбора. Однако, эволюционный процесс нельзя понять без учета устойчивости, формой которого является наследственность (способность организма к накоплению, сохранению и передаче информации потомству). Эволюционный процесс живой природы - итог взаимодействия, "единства и борьбы" изменчивости (приспособления) и устойчивости (наследственности).

Процессы в мире неживых объектов также определяются именно взаимодействием изменчивости и устойчивости. "Поведение" (движение) любой элементарной частицы определяется типом физического взаимодействия (слабым, электромагнитным, сильным). Но различия в "поведении" частицы неразрывно связаны с устойчивостью - наличием законов сохранения. Развитие общества также связано с взаимодействием изменчивости и устойчивости. Исторические эпохи отличаются друг от друга тем, "как" производятся материальные блага (изменчивость), но то "что" производится (пища, одежда, жилища) в конечном итоге не изменяется (устойчивость). Однако, без последнего, как и без процесса производства, невозможно не только развитие, но и само существование общества. А процесс производства всегда имеет сохраняющиеся элементы (труд человека, предмет труда, средства труда). Конечно, каждый из элементов имеет свою (и общую) историю развития. Но наличие таких элементов сохраняется.

Таким образом, одним из источников самодвижения является взаимодействие изменчивости и устойчивости, движение включает в себя как изменчивость, так и устойчивость.

Любой вид движения, каждый совершающийся процесс подчиняются действию тех или иных законов. Можно сделать вывод, что формой "движения вообще" являются законы движения. Однако эти законы по-разному связаны друг с другом. Поэтому на основании некоторых критериев их можно объединить во взаимосвязанные группы. Тогда формами движения будем называть группы изменений, объединенные подчинением действию определенных законов.

Неисчерпаемость материи, многообразие объектов и явлений связаны с многообразием форм движения, ибо последнее, как уже выяснено, является способом существования материи. Очевидно, что познание движения невозможно без изучения его специфических форм, поскольку общее, не существует наряду с единичным.

Диалектико-материалистическое учение о формах движения материи было разработано Ф. Энгельсом. Его идеи по данному вопросу не устарели. Ф. Энгельс выделял пять основных форм движения материи. Критерием выделения этих форм движения является связь каждой из них с определенными материальными носителями.

Механическое движение - пространственное перемещение объектов, но, нужно отметить сегодня, - не любое, а лишь характеризующееся наличием траектории, - распространение в пространстве полей, например, - это не механический процесс.

Физическое движение - теплота, электромагнетизм, гравитация...

Химическое движение - превращение атомов и молекул, связанное с перестройкой электронных оболочек атомов (но не их ядер). Химическая форма движения материи имеет дело с образованием и разрушением молекул вещества. Но совокупность этих изменений не является основным признаком биологической формы движения.

Биологическое движение - специфические для живого процессы. Последнее можно охарактеризовать так: "Жизнь представляет собой способ существования белковых тел и нуклеиновых кислот, содержанием которого является непрерывный обмен веществ между организмом и окружающей средой, процессы отражения и саморегуляции, направленные на самосохранение и воспроизводство организмов. Эти признаки вскрывают специфику живого только взятые как система.

Социальное движение (с которым связано и мышление).

Формы движения расположены именно в этом порядке не случайно: каждая последующая включает в себя предыдущие. В основе классификации Ф. Энгельса лежат принципы: структурности (каждая форма движения имеет специфического, главного материального носителя); развития (высшие формы движения возникают в результате развития низших); историзма (характеризует последовательность познания человеком основных форм движения: от относительно простого к более сложному).

Каждая из этих форм включает в себя бесконечное множество видов движения. Даже простейшая механическая включает в себя такие виды движения, как равномерно-прямолинейное, равномерно-ускоренное (замедленное), криволинейное, хаотическое.

Наиболее сложной формой движения является социальная, т.к. материальный носитель есть самый сложный вид материи - социальный. Эта форма движения включает и изменения, происходящие в организме отдельного человека. Так, сердце человека - это механический двигатель, обеспечивающий движение крови в сосудах. Но это не чисто механический двигатель. Его деятельность регулируется механизмами высшей нервной системой деятельности человека. А жизнедеятельность организма - условие участия человека в труде, в общественной жизни. Сюда входят изменения социальных групп, слоев, классов, этнические изменения, демографические процессы, развитие производительных сил и производственных отношений и другие изменения, определяемые законами движения на социальном уровне материи.

Следует подчеркнуть, что различные формы движения способны переходить друг в друга в соответствии с законами сохранения материи и движения. Это есть проявление свойства неуничтожимости и несотворимости материи и движения. *Мерой движения материи является энергия, мерой покоя, инертности - масса.*

Классификация основных форм движения материи, разработанная Энгельсом, опиралась на достижения наук XIX в. Оставаясь верной в принципиальном плане, она тем не менее должна быть уточнена и развита в связи с развитием естественных и общественных наук. Развитие квантовой механики поставило вопрос об анализе новой основной формы движения - квантово-механической, которая, видимо, на сегодняшний день является простейшей. В развитие представлений об основных формах движения речь в настоящее время идет о геологической, космической формах движения, имеющих специфических материальных носителей, изучаемых современными науками - физикой, астрофизикой, геологией. Таким образом, развитие современной науки ведет к обогащению наших знаний об основных формах движения. К тому же сейчас возникает проблема уяснения природы особых биополей, "читаемых" экстрасенсами, ясновидцами, и, следовательно, становится насущной проблема дальнейшего развития учения о формах движения, считающихся пока загадочными и необъяснимыми. Так, подтверждаются

догадки, сформулированные еще в начале XX в., что в природе будет открыто еще много диковинного. Все сказанное выше свидетельствует о том, что мир принципиально познаваем, хотя каждая ступень в развитии нашего познания расширяет область незнаемого, ставит новые проблемы.

2.3 Пространство и время в макро-, микро- и мега- мире. Взаимосвязь пространства, времени и материи.

Весь окружающий нас мир представляет собой движущуюся материю в её бесконечно разнообразных формах и проявлениях, со всеми её свойствами, связями и отношениями.

Материя – это бесконечное множество всех существующих в мире объектов и систем, субстрат любых свойств, связей, отношений и форм движения. Материя включает в себя не только все непосредственно наблюдаемые объекты и тела природы, но и все те, которые в принципе могут быть познаны в будущем на основе совершенствования средств наблюдения и эксперимента.

Движущаяся материя существует в двух основных формах – в пространстве и во времени. Понятие пространства служит для выражения свойства протяженности и порядка сосуществования материальных систем и их состояний. Оно объективно, универсально (всеобщая форма) и необходимо. В понятии времени фиксируется длительность и последовательность смены состояний материальных систем. Время объективно, неотвратимо и необратимо. Следует различать философские и естественнонаучные представления о пространстве и времени. Собственно философский подход представлен четырьмя концепциями пространства и времени: *субстанциальной и реляционной, статической и динамической.*

В качестве философских категорий пространство и время должны рассматриваться, во-первых, как объективные свойства реального мира, отображаемые нашим сознанием, и, во-вторых, в качестве атрибутов материи.

Пространство – это форма существования материи, характеризующаяся такими свойствами как протяженность, структурность, сосуществование и взаимодействие. Пространство - это, прежде всего, взаимное расположение вещей и процессов друг возле друга, их протяженность и определенный порядок взаимосвязи. Оно трехмерно и обратимо.

Время – это форма существования материи, выражающая длительность бытия и последовательность смены состояний всех материальных систем и процессов в мире. К основным свойствам времени относятся длительность, изменение, развитие. Время одномерно и необратимо.

Современная наука выделяет в мире три структурных уровня.

Микромир – это мир предельно малых, непосредственно не наблюдаемых микрообъектов, пространственная размерность которых исчисляется от 10^{-8} до 10^{-16} см, а время жизни – от бесконечности до 10^{-24} с. Основные структурные элементы: молекулы, атомы, элементарные частицы

Макромир – мир устойчивых форм и соразмерных человеку величин, а также кристаллические комплексы молекул, организмы, сообщества организмов; мир макрообъектов, размерность которых соотносима с масштабами человеческого опыта; пространственные величины выражаются в миллиметрах, сантиметрах и километрах, а время – в секундах, минутах, часах, годах.

Мегамир – это мир огромных космических масштабов и скоростей, расстояние в котором измеряется световыми годами, а время существования космических объектов –

миллионами и миллиардами лет. Основные структурные элементы: планеты, звездные комплексы, галактики, метagalактики

И хотя на этих уровнях действуют свои специфические закономерности, микро-, макро- и мегамиры теснейшим образом взаимосвязаны. Несмотря на то, что на этих уровнях действуют свои специфические закономерности, микро-, макро- и мегамиры теснейшим образом взаимосвязаны, что является ещё одним доказательством материального единства мира. Нет жесткой границы, однозначно разделяющей, микро-, макро- и мегамиры. При несомненном качественном различии они связаны конкретными процессами взаимопереходов.

Обсуждение вопроса о сущности пространства и времени ведется с древности. Во всех спорах стоял вопрос, в каком отношении относятся пространство и время к материи. Проблема пространства и времени в истории философии науки распалась на 3 группы проблем:

- 1) каков гносеологический статус этих понятий?
- 2) каково отношение пространства и времени к субстанции?
- 3) каковы основные свойства пространства и времени?

Вопрос о познавательном статусе категорий пространства и времени решался по-разному. Одни философы считали пространство и время объективными характеристиками бытия, другие – чисто субъективными понятиями, характеризующими наш способ восприятия мира. Были и философы, которые, признавая объективность пространства, приписывали чисто субъективный статус категории времени, и наоборот.

Современное естествознание (физика) считает пространство и время столь же объективными характеристиками бытия, как его материальность и движение. В физике были разработаны две основные концепции пространства и времени, которые получили название:

- а) субстанциональная концепция;
- б) реляционная концепция.

Субстанциональная концепция: в рамках этой концепции, основание которой восходит к классической физике Ньютона (Демокрит, Эпикур, Ньютон), *пространство и время понимаются как самостоятельные субстанции, существующие наряду с материей и независимо от нее*, внутри и на фоне которых происходят все движения и взаимодействие вещей. Пространство здесь – пустоеместилище вещей и событий, а время – чистая длительность, оно одинаково во всей Вселенной и это течение ни от чего не зависит. В науке эта концепция представлена абсолютным пространством и временем механики Ньютона. Т.о. субстанциональная концепция рассматривает абсолютное время и абсолютное пространство, как особые сущности, которые существуют сами по себе независимо от материальных объектов. Они являются системой отчёта, в которой находятся все вещи и протекают все явления.

Реляционная концепция (от слова *relatio* – отношение): сторонники этой концепции понимали пространство и время не как самостоятельные сущности, а как *системы отношений, образуемых взаимодействующими материальными объектами*. Вне этой системы взаимодействий пространство и время считались несуществующими. В этой концепции пространство и время выступали как общие формы координации материальных объектов и их состояний. Соответственно допускалась и зависимость свойств пространства и времени от характера взаимодействия материальных систем.

Пространство и время представляют собой формы, выражающие определенные способы координации материальных объектов и их состояний. Содержанием этих форм является движущаяся материя, материальные процессы, и именно особенности и характер

последних должны определять их основные свойства. Кроме того, наличие у пространства и времени единого содержания – движущейся материи – указывает и на взаимосвязь между самим пространством и временем, на невозможность их существования абсолютно независимо друг от друга. ***Т.О. реляционная концепция связывает основные свойства пространства и времени с отношениями между материальными системами и явлениями.*** Корни этой концепции лежат в философских системах Аристотеля и Лейбница. В современной трактовке эта концепция соответствует тем понятиям пространства и времени, которые были разработаны в теории относительности Эйнштейна.

В XVII - XIX веках явное преимущество было на стороне субстанциальной концепции; именно она лежала в основе ньютоновской механики, принимавшейся в то время за образец точной науки. В электродинамике в пользу существования абсолютного пространства свидетельствовала гипотеза светоносного эфира, который заполняет абсолютное пространство и является носителем электромагнитных волн. Наконец, сильнейшим свидетельством в пользу субстанциальной концепции пространства был факт единственности евклидовой геометрии. Хотя еще в 30-х годах XIX века Лобачевским была открыта неевклидова геометрия, до открытия общей теории относительности, неевклидовы геометрии рассматривались как воображаемые математические конструкции, и им не приписывалось реального физического смысла. Единственной геометрией, описывающей реальные свойства физического пространства и времени, считалась геометрия Евклида. А это как бы подтверждало вывод, следовавший из субстанциальной концепции, что свойства пространства и времени неизменны и независимы от характера движения и взаимодействия материальных систем.

В начале XX в. была создана теория относительности, которая заставила пересмотреть традиционные воззрения на пространство и время и отказаться от субстанциальной концепции. Теорию относительности можно рассматривать как концепцию, нацеленную на раскрытие диалектических связей в природе.

2.4 Философское, методологическое и мировоззренческое значение теории относительности

Теория относительности включает в себя две генетически связанные теории: ***специальную теорию относительности*** (СТО), основные идеи которой были сформулированы А.Эйнштейном в 1905 г., и ***общую теорию относительности*** (ОТО), работу над которой А. Эйнштейн закончил в 1916 г.

СТО возникла, как результат попыток А. Эйнштейна распространить действие физического принципа относительности, известного еще со времен Галилея, на законы электродинамики, которые рассматривались как противоречащие последнему. Обобщение принципа физической относительности и распространение его на все законы физики, привело к пересмотру ньютоновских пространственно-временных представлений. СТО показала, что многие пространственно-временные свойства, считавшиеся до сих пор неизменными, абсолютными, фактически являются релятивными. Так, в СТО утратили свой абсолютный характер такие пространственно-временные характеристики, как длина, временной интервал, понятие одновременности. Все эти характеристики оказываются зависящими от взаимного движения материальных объектов.

Новые подтверждения правильности реляционной концепции пространства и времени дала ОТО. ***Если в СТО принцип относительности был связан только с инерциальными системами отсчета, то общая теория относительности явилась результатом распространения действия принципа относительности и на неинерциальные системы отсчета.*** Это в свою очередь привело к установлению тесной

зависимости метрических свойств пространства-времени от гравитационных взаимодействий между материальными объектами. В СТО было установлено, что геометрические свойства пространства-времени зависят от распределения в них гравитационных масс. Вблизи тяжелых объектов геометрические свойства пространства начинают отклоняться от эвклидовых, а темп течения времени замедляется. ОТО нанесла удар по субстанциальной концепции пространства и времени.

Во второй половине 20 века естествознание получило доказательство правильности специальной и общей ТО Эйнштейна.

Основное философское значение теории относительности состоит в следующем:

1. Теория относительности исключала из науки понятия абсолютного пространства и абсолютного времени, обнаружив тем самым несостоятельность субстанциальной трактовки пространства и времени как самостоятельных, независимых от материи форм бытия.
2. Она показала зависимость пространственно-временных свойств от характера движения и взаимодействия материальных систем, подтвердила правильность трактовки пространства и времени как основных форм существования материи, в качестве содержания которых выступает движущаяся материя. Сам Эйнштейн, отвечая на заданный ему вопрос о сути теории относительности, сказал: «Суть такова: раньше считали, что если каким-нибудь чудом все материальные вещи исчезли бы вдруг, то пространство и время остались бы. Согласно же теории относительности вместе с вещами исчезли бы пространство и время».
3. Теория относительности нанесла удар субъективистским, априористским трактовкам сущности пространства и времени, которые противоречили ее выводам.

Говоря о том, что теория относительности подтвердила понимание пространства и времени как коренных форм существования материи, нельзя думать, что теория относительности положила конец философским спорам об истолковании пространства и времени. Решив одни проблемы, теория относительности поставила другие.

Философские споры вокруг теории относительности возникли сразу же при ее создании и не утихают по настоящее время. Ряд философски мыслящих ученых попытались развить субъективистские версии трактовки пространства и времени, опираясь на теорию относительности. Связь пространства и времени с тяготением была истолкована как их полная тождественность, что привело к попыткам геометризации всех других видов физических полей (основание для такой трактовки физических полей дал сам А.Эйнштейн). Такой подход к пониманию сущности пространства и времени ведет к пониманию пространства и времени как исходной физической реальности, исходной субстанции, которая порождает, обуславливает все физические свойства реального мира. Подобно тому, как в концепции энергетизма исходным понятием оказывается движение, оторванное от понятия материи, в геометрической картине мира исходной субстанцией оказываются пространство и время, оторванные от материи.

В современной физике общие свойства, характеризующие пространство и время, вытекают из их характеристик как основных, коренных форм существования материи.

К свойствам пространства относятся

- *протяженность,*
- *однородность и изотропность,*
- *трехмерность.*

Время обычно характеризуется такими свойствами, как

- *длительность,*
- *одномерность,*
- *необратимость,*
- *однородность.*

Что касается таких свойств, как **длительность времени** и **протяженность пространства**, то их трудно называть свойствами, поскольку они совпадают с самой сущностью пространства и времени. Ведь протяженность и проявляется в способности тел существовать одно подле другого, а длительность в способности существовать одно после другого, что и выражает сущность пространства и времени как форм существования материи.

Трехмерность: К наиболее характерным свойствам пространства относится его трехмерность. Положение любого объекта может быть определено с помощью трех независимых величин. Время одномерно, ибо для фиксации положения события во времени достаточно одной величины. Под заданием положения события, объекта в пространстве или времени имеется в виду определение его координат по отношению к другим событиям и объектам. Факт трехмерности реального физического пространства не противоречит существованию в науке понятия многомерного пространства с любым числом измерений. Понятие многомерного пространства является чисто математическим понятием, которое может быть использовано для описания взаимосвязи различного рода физических величин, характеризующих реальные процессы. Если же речь идет о фиксации события в реальном физическом пространстве, то при использовании любой системы координат трех измерений всегда будет достаточно. И хотя до сих пор вопрос об обосновании трехмерности пространства является открытым вопросом, решение его должно лежать в установлении связи трехмерности с фундаментальными физическими процессами.

Однородность и изотропность. К специфическим свойствам пространства относятся однородность и изотропность. **Однородность** пространства означает отсутствие в нем каких-либо выделенных точек, а **изотропность** – равноправность всех возможных направлений. В отличие от пространства время обладает только свойством однородности, заключающимся в равноправии всех его моментов. Свойства однородности пространства и времени и изотропности пространства теснейшим образом связаны с фундаментальными физическими законами, и прежде всего с законами сохранения. Они и лежат в основании самого принципа физической относительности.

Необратимость. Характерным специфическим свойством времени является его необратимость, которая проявляется в невозможности возврата в прошлое. Время течет от прошлого через настоящее к будущему, и обратное течение его невозможно. Необратимость времени связана с необратимостью протекания фундаментальных материальных процессов.

Некоторые философы усматривают связь необратимости времени с необратимостью термодинамических процессов и с действием закона возрастания энтропии. В микрофизике необратимость времени связывается с характером законов квантовой механики. Существуют также космологические подходы к обоснованию необратимости времени. Наиболее широкое распространение получила причинная концепция времени; ее сторонники считают, что при обратном течении времени причинная связь оказывалась бы невозможной.

Специфично проявление времени и пространства в микромире, живой природе, в социальной действительности, в связи с чем специально анализируется **биологическое время, психологическое время, социальное пространство-время и другие виды времени**

и пространств. Т.е. пространство и время обладают определёнными специфическими характеристиками на всех уровнях организации материи.

Психологическое (перцептуальное) время связано с восприятием и переживанием времени индивидом: время то «бежит», то «замедляется», что зависит от тех или иных конкретных ситуаций (одно дело, когда мы кого-то с нетерпением ожидаем, другое, когда заняты чем-то интересным); в детстве нам кажется, что время течет медленно, а в зрелом возрасте – что оно ускорило свой бег. Это субъективное чувство времени, и оно лишь в целом соответствует реально-физическому времени. Как отмечают специалисты, психологическое время включает: оценки одновременности, последовательности, длительности, скорости протекания различных событий жизни, их принадлежности к настоящему, удаленности в прошлое и будущее, переживания сжатости и растянутости, прерывности и непрерывности, ограниченности и беспредельности времени, осознание возраста, возрастных этапов, представления о вероятной продолжительности жизни, о смерти и бессмертии, об исторической связи собственной жизни с жизнью предшествующих и последующих поколений и т.п.

Так или иначе, но *психологическое время своеобразно в сравнении с физическим временем, хотя по многим направлениям и определяется им.*

Имеется взгляд на соотношение психологического и онтологического времени, согласно которому психологическое является приоритетным в рамках данного соотношения.

Для философского осмысления трудным и интересным оказывается вопрос о соотношении времени и вечности. Касаясь этого вопроса, Н.А. Бердяев отмечал следующее. Время разбивается на прошлое, настоящее и будущее, и если мы подумаем об этих трех частях, то придем к странному выводу о том, что их нет. Настоящее есть лишь какое-то бесконечно мало продолжающееся мгновение, когда прошлого уже нет, а будущего еще нет, но которое само по себе представляет некую отвлеченную точку, не обладающую реальностью. Прошлое призрачно потому, что его уже нет. Будущее призрачно потому, что его еще нет. Нить во времени разорвана на три части, нет реального времени. Это поедание одной части времени другой приводит к какому-то исчезновению всякой реальности и всякого бытия во времени. Во времени обнаруживается злое начало, смертоносное и истребляющее. Будущее есть убийца прошлого и настоящего. Будущее пожирает прошлое для того, чтобы потом превратиться в такое же прошлое, которое в свою очередь будет пожираемо последующим будущим.

Такое рассуждение, полагает Н.А. Бердяев, должно быть включено в более широкую концепцию, в которой выявляется разрыв конечного с выходом в вечность. Философия истории, пишет он, должна признать прочность исторического, признать, что историческая действительность, та действительность, которую мы считаем прошлым, есть действительность подлинная и пребывающая, не умершая, а вошедшая в какую-то вечную действительность; она является внутренним моментом этой вечной действительности. Имеется целостная жизнь, которая совмещает прошлое, настоящее и будущее в едином целостном всеединстве, поэтому действительность, отошедшая в прошлое, не есть умершая историческая действительность; не менее реальна она, чем та, которая свершается в данное мгновение или та, которая будет свершаться в будущем. Каждый может быть приобщен к истории постольку, поскольку он существует в этой зоне мировой действительности. Христианское учение открывает эту вечность. С этой точки зрения, по Н. А. Бердяеву, исторический процесс имеет двойственную природу: он что-то истребляет, но, с другой стороны, сохраняет. В мире действует истинное время, в котором

нет разрыва между прошлым, настоящим и будущим, время ноуменальное, а не феноменальное. Настоящая философия истории выявляет единство времени.

Развитие квантовой физики, космологии и т.д. ставит перед наукой все новые и новые вопросы, решение которых во многом связано с дальнейшим развитием учения о материи и ее свойствах. Существующие трудности с решением проблемы пространства и времени для некоторых областей знания позволяют предположить, что их решение, возможно, связано с созданием физической теории, более общей, чем теория относительности и квантовая теория поля. При этом я не исключаю возможность открытия какой-либо более общей формы существования материи. по отношению к которой пространственно-временная форма явится одной из ее разновидностей.

3. Физическая картина мира и её исторические типы

3.1 Механистическая картина мира.

Она складывается в результате научной революции XVI-XVII вв. на основе работ Галилео Галилея, который установил законы движения свободно падающих тел и сформулировал механический принцип относительности. Но главная заслуга Галилея в том, что он впервые применил для исследования природы экспериментальный метод вместе с измерениями исследуемых величин и математической обработкой результатов измерений. Если эксперименты ставились и раньше, то математический их анализ впервые систематически стал применять именно Галилей.

Принципиальное отличие нового метода исследования природы от ранее существовавшего натурфилософского способа состояло, следовательно, в том, что в нем гипотезы систематически проверялись опытом. Эксперимент можно рассматривать как вопрос, обращенный к природе. Чтобы получить на него определенный ответ, необходимо так сформулировать вопрос, чтобы получить на него вполне однозначный и определенный ответ. Для этого следует так построить эксперимент, чтобы по возможности максимально изолироваться от воздействия посторонних факторов, которые мешают наблюдению изучаемого явления в "чистом виде". В свою очередь гипотеза, представляющая собой вопрос к природе, должна допускать эмпирическую проверку выводимых из нее некоторых следствий. В этих целях, начиная с Галилея, стали широко использовать математику для количественной оценки результатов экспериментов.

Таким образом, новое экспериментальное естествознание в отличие от натурфилософских догадок и умозрений прошлого стало развиваться в тесном взаимодействии теории и опыта, когда каждая гипотеза или теоретическое предположение систематически проверяются опытом и измерениями.

Ключевым понятием механистической картины мира было понятие движения. Именно законы движения Ньютон считал фундаментальными законами мироздания. Тела обладают внутренним врожденным свойством двигаться равномерно и прямолинейно, а отклонения от этого движения связаны с действием на тело внешней силы (инерции). Мерой инертности является масса, другое важнейшее понятие классической механики. Универсальным свойством тел является тяготение.

Ньютон, как и его предшественники, придавал большое значение наблюдениям и эксперименту, видя в них важнейший критерий для отделения ложных гипотез от истинных. Поэтому, он резко выступал против так называемых скрытых качеств, с помощью которых последователи Аристотеля пытались объяснить многие явления и процессы природы.

Ньютон выдвигает совершенно новый принцип исследования природы, согласно которому вывести два или три общих начала движения из явления и после этого

изложить, каким образом свойства и действия всех телесных вещей вытекают из этих явных начал, - было бы очень важным шагом в философии, хотя причины этих начал и не были еще открыты.

Эти начала движения и представляют собой основные законы механики, которые Ньютон точно формулирует в своем главном труде "Математические начала натуральной философии", опубликованном в 1687г.

Первый закон, который часто называют законом инерции, утверждает: всякое тело продолжает удерживаться в своем состоянии покоя или равномерного прямолинейного движения, пока и поскольку оно не нуждается приложенными силами изменить это состояние.

Этот закон, как отмечалось выше, был открыт ещё Галилеем, который отказался от прежних наивных представлений, что движение существует лишь тогда, когда на тело действуют силы. Путём мысленных экспериментов он сумел показать, что по мере уменьшения воздействия внешних сил тело будет продолжать своё движение, так что при отсутствии внешних сил оно должно оставаться либо в покое, либо в равномерном и прямолинейном движении. Конечно, в реальных движениях никогда нельзя полностью освободиться от воздействия сил трения, сопротивления воздуха и других внешних сил, и поэтому закон инерции представляет собой идеализацию, в которой отвлекаются от действительно сложной картины движения и воображают себе картину идеальную, которую можно получить путём предельного перехода, т.е. посредством непрерывного уменьшения действия на тело внешних сил и перехода к такому состоянию, когда воздействие станет равным нулю.

Второй основной закон занимает в механике центральное место: изменение количества движения пропорционально приложенной действующей силе и происходит по направлению той прямой, по которой эта сила действует.

Третий закон Ньютона: действию всегда есть равное и противоположно направленное противодействие, иначе взаимодействия двух тел друг на друга между собой равны и направлены в противоположные стороны.

Возникает вопрос, каким способом были открыты эти основные законы или принципы механики? Нередко говорят, что они получаются путем обобщения ранее установленных частных или даже специальных законов, какими являются, например, законы Галилея и Кеплера. Если рассуждать по законам логики, такой взгляд нельзя признать правильным, ибо не существует никаких индуктивных правил получения общих утверждений из частных. Ньютон считал, что принципы механики устанавливаются с помощью двух противоположных, но в то же время взаимосвязанных методов - анализа и синтеза.

Открытие принципов механики действительно означает подлинно революционный переворот, который связан с переходом от натурфилософских догадок и гипотез о "скрытых" качествах и спекулятивных измышлений к точному экспериментальному естествознанию, в котором все предположения, гипотезы и теоретические построения проверялись наблюдениями и опытом. Поскольку в механике отвлекаются от качественных изменений тел, постольку для её анализа можно было широко пользоваться математическими абстракциями и созданным самим Ньютоном и одновременно Лейбницем (1646-1716) анализом бесконечно малых. Благодаря этому изучение механических процессов было сведено к точному математическому их описанию.

На основе механистической картины мира в XVIII-начале XIX вв. была разработана земная, небесная и молекулярная механика. Быстрыми темпами шло развитие техники.

Это привело к абсолютизации механистической картины мира, к тому, что она стала рассматриваться в качестве универсальной.

В это же время в физике начали накапливаться эмпирические данные, противоречащие механистической картине мира. Так, наряду с рассмотрением системы материальных точек, полностью соответствовавшей корпускулярным представлениям о материи, пришлось ввести понятие сплошной среды, связанное по сути дела, уже не с корпускулярными, а с континуальными представлениями о материи. Так, для объяснения световых явлений вводилось понятие эфира - особой тонкой и абсолютно непрерывной световой материи.

Эти факты, не укладывающиеся в русло механистической картины мира, свидетельствовали о том, что противоречия между установившейся системой взглядов и данными опыта оказались непримиримыми. Физика нуждалась в существенном изменении представлений о материи, в смене физической картины мира.

3.2 Электромагнитная картина мира

В процессе длительных размышлений о сущности электрических и магнитных явлений М. Фарадей пришел к мысли о необходимости замены корпускулярных представлений о материи континуальными, непрерывными. Он сделал вывод, что электромагнитное поле сплошь непрерывно, заряды в нем являются точечными силовыми центрами. Тем самым отпал вопрос о построении механистической модели эфира, несовпадении механистических представлений об эфире с реальными опытными данными о свойствах света, электричества и магнетизма.

Одним из первых идеи Фарадея оценил Максвелл (1831-1879). При этом он подчеркивал, что Фарадей выдвинул новые философские взгляды на материю, пространство, время и силы, во многом изменявшие прежнюю механистическую картину мира.

Взгляды на материю менялись кардинально: совокупность неделимых атомов переставала быть конечным пределом делимости материи, в качестве такового принималось единое абсолютно непрерывное бесконечное поле с силовыми точечными центрами - электрическими зарядами и волновыми движениями в нем.

Движение понималось не только как простое механическое перемещение, первичным по отношению к этой форме движения становилось распространение колебаний в поле, которое описывалось не законами механики, а законами электродинамики.

Хотя законы электродинамики, как и законы классической механики, однозначно предопределяли события, и случайность все еще пытались исключить из физической картины мира, создание кинетической теории газов ввело в теорию, а затем и в электромагнитную картину мира понятие вероятности. Правда, пока физики не оставляли надежды найти за вероятностными характеристиками четкие однозначные законы, подобные законам Ньютона.

Новая электромагнитная картина мира объяснила большой круг явлений, непонятных с точки зрения прежней механистической картины мира. Она глубже вскрыла материальное единство мира, поскольку электричество и магнетизм объяснялись на основе одних и тех же законов.

Однако и на этом пути вскоре стали возникать непреодолимые трудности. Так, согласно электромагнитной картине мира, заряд стал считаться уточненным центром, а факты свидетельствовали о конечной протяженности частицы-заряда. Поэтому уже в электронной теории Лоренца частица-заряд вопреки новой картине мира рассматривалась

в виде твердого заряженного шарика, обладающего массой. Непонятыми оказались результаты опытов

Майкельсона 1881-1887 гг., где он пытался обнаружить движение тела по инерции при помощи приборов, находящихся на этом теле. По теории Максвелла, такое движение можно было обнаружить, но опыт не подтверждал этого.

К концу XIX в. накапливалось все больше необъяснимых несоответствий теории и опыта. Одни были обусловлены недостроенностью электромагнитной картины мира, другие вообще не согласовывались с континуальными представлениями о материи: трудности в объяснении фотоэффекта, линейчатый спектр атомов, теория теплового излучения.

Принимая законы электродинамики в качестве основных законов физической реальности, А. Эйнштейн ввел в электромагнитную картину мира идею относительности пространства и времени и тем самым устранил противоречие между пониманием материи как определенного вида поля и ньютоновскими представлениями о пространстве и времени. Введение в электромагнитную картину мира релятивистских представлений о пространстве и времени открыло новые возможности для ее развития.

С конца XIX в. обнаруживалось все больше непримиримых противоречий между электромагнитной теорией и фактами. В 1897г. было открыто явление радиоактивности и установлено, что оно связано с превращением одних химических элементов в другие и сопровождается испусканием альфа- и бета-лучей. На этой основе появились эмпирические модели атома, противоречащие электромагнитной картине мира.

3.3 Современная физическая картина мира

В конце XIX в. и начале XX в. в естествознании были сделаны крупнейшие открытия, которые коренным образом изменили наши представления о картине мира. Прежде всего, это открытия, связанные со строением вещества, и открытия взаимосвязи вещества и энергии. Если раньше последними неделимыми частицами материи, из которых состоит природа, считались атомы, то в конце XIX в. были открыты электроны, входящие в состав атомов. Позднее было установлено строение ядер атомов, состоящих из протонов (положительно заряженных частиц) и нейтронов (лишённых заряда частиц).

Согласно первой модели атома, построенной английским учёным Эрнестом Резерфордом (1871-1937), атом уподоблялся миниатюрной солнечной системе, в которой вокруг ядра вращаются электроны. Такая система была, однако, неустойчивой: вращающиеся электроны, теряя свою энергию, в конце концов, должны были упасть на ядро. Но опыт показывает, что атомы являются весьма устойчивыми образованиями и для их разрушения требуются огромные силы. В связи с этим прежняя модель строения атома была значительно усовершенствована выдающимся физиком Нильсом Бором (1885-1962), который предположил, что при вращении по так называемым стационарным орбитам электроны не излучают энергию. Такая энергия излучается или поглощается в виде кванта, или порции энергии, только при переходе электрона с одной орбиты на другую.

В 30-е годы XX в. было сделано другое важнейшее открытие, которое показало, что все элементарные частицы вещества, например электроны, обладают не только корпускулярными, но и волновыми свойствами. Таким путём было доказано экспериментально, что между веществом и полем не существует непреходимой границы: в определённых условиях элементарные частицы вещества обнаруживают волновые свойства, а частицы поля - свойства корпускул. Это явление получило название дуализма волны и частицы - представление, которое никак не укладывалось в рамки обычного здравого смысла. До этого физики придерживались убеждения, что вещество, состоящее

из разнообразных материальных частиц, может обладать лишь корпускулярными свойствами, а энергия поля - волновыми свойствами. Соединение в одном объекте корпускулярных и волновых свойств совершенно исключалось. Но под давлением неопровержимых экспериментальных результатов учёные вынуждены были признать, что микрочастицы одновременно обладают как свойствами корпускул, так и волн.

Так сложились новые, квантово-полевые представления о материи, которые определяются как корпускулярно-волновой дуализм - наличие у каждого элемента материи свойств волны и частицы. Ушли в прошлое и представления о неизменности материи. Одной из основных особенностей элементарных частиц является их универсальная взаимозависимость и взаимопревращаемость. В современной физике основным материальным объектом является квантовое поле, переход его из одного состояния в другое меняет число частиц.

Окончательно утверждаются представления об относительности пространства и времени, зависимость их от материи. Пространство и время перестают быть независимыми друг от друга и, согласно теории относительности, сливаются в едином четырехмерном пространственно-временном континууме.

Эти новые мировоззренческие подходы к исследованию естественнонаучной картины мира оказали значительное влияние как на конкретный характер познания в отдельных отраслях естествознания, так и на понимание природы, научных революций в естествознании. А ведь именно с революционными преобразованиями в естествознании связано изменение представлений о картине природы.

Квантово-полевая картина мира и в настоящее время находится в состоянии становления. С каждым годом к ней добавляются новые элементы, выдвигаются новые гипотезы, создаются и развиваются новые теории.

4. Физические принципы описания природы

Многие основополагающие концепции современного естествознания прямо или косвенно связаны с описанием фундаментальных взаимодействий. Взаимодействие и движение – важнейшие атрибуты материи, без которых невозможно ее существование. Взаимодействие обуславливает объединение различных материальных объектов в системы, т.е. системную организацию материи.

К настоящему времени известны *четыре вида основных фундаментальных взаимодействий*: **гравитационное, электромагнитное, слабое, сильное**. Каждое из четырех взаимодействий имеет сходство с тремя остальными и в то же время свои отличия.

4.1 Гравитация

Гравитация первым из четырех фундаментальных взаимодействий стала предметом научного исследования. Гравитационное взаимодействие характерно для всех материальных объектов вне зависимости от их природы. Оно заключается во взаимном притяжении тел и определяется фундаментальным *законом всемирного тяготения*: между двумя точечными телами действует сила притяжения, прямо пропорциональная произведению их масс и обратно пропорциональная квадрату расстояния между ними.

Гравитация обладает рядом особенностей, отличающих ее от других фундаментальных взаимодействий. Наиболее удивительной особенностью гравитации является ее *малая интенсивность*. Гравитационное взаимодействие в 10^{16} раз меньше силы взаимодействия электрических зарядов. Как может такое слабое взаимодействие оказаться господствующей силой во Вселенной?

Все дело во второй удивительной черте гравитации – ее *универсальность*. Ничто во Вселенной не может избежать гравитации. Каждая частица испытывает на себе действие гравитации и сама является источником гравитации, вызывает гравитационное притяжение. Гравитация возрастает по мере образования все больших скоплений вещества. И хотя притяжение одного атома пренебрежимо мало, но результирующая сила притяжения со стороны всех атомов может быть значительной. Это проявляется и в повседневной жизни: мы ощущаем гравитацию потому, что все атомы Земли сообща притягивают нас. Зато в микромире роль гравитации ничтожна. Никакие квантовые эффекты в гравитации пока не доступны наблюдению.

Кроме того, гравитация – *дальнодействующая сила* природы. Это означает, что, хотя интенсивность гравитационного взаимодействия убывает с расстоянием, оно распространяется в пространстве и может сказываться на весьма удаленных от источника телах. В астрономическом масштабе гравитационное взаимодействие, как правило, играет главную роль. Благодаря дальнодействию гравитация не позволяет Вселенной развалиться на части: она удерживает планеты на орбитах, звезды в галактиках, галактики в скоплениях, скопления в Метагалактике.

Сила гравитации, действующая между частицами, всегда представляет собой *силу притяжения*: она стремится сблизить частицы. Гравитационное отталкивание еще никогда не наблюдалось.

Пока еще нет однозначного ответа на вопрос, чем является гравитация – неким полем, искривлением пространства – времени или тем и другим вместе. На этот счет существуют разные мнения и концепции. Поэтому нет и завершенной теории квантово-гравитационного взаимодействия.

4.2 Электромагнетизм

Решающий шаг в познании электромагнетизма сделал в середине XIX в. Дж.К.Максвелл, объединивший электричество и магнетизм в единой теории электромагнетизма – первой единой теории поля.

Электрическое поле возникает при наличии электрических зарядов, а магнитное поле – при их движении. В природе существуют как положительные, так и отрицательные заряды, что и определяет характер электромагнитного взаимодействия. Например, при движении зарядов в зависимости от их знака и направления движения между ними возникает либо притяжение, либо отталкивание. Различные агрегатные состояния вещества, явления трения, упругие и другие свойства вещества определяются преимущественно силами межмолекулярного взаимодействия, которое по своей природе является электромагнитным. Электромагнитное взаимодействие описывается фундаментальными законами электростатики и электродинамики: законом Кулона, законом Ампера и др. Его наиболее общее описание дает электромагнитная теория Максвелла, основанная на фундаментальных уравнениях, связывающих электрическое и магнитное поля.

Электрическая и магнитная силы являются дальнодействующими, их действие ощутимо на больших расстояниях от источника. Электромагнитное взаимодействие проявляется на всех уровнях материи – в мегамире, макромире и микромире. Как и гравитация, оно подчиняется закону обратных квадратов.

Электромагнитное поле Земли простирается далеко в космическое пространство, мощное поле Солнца заполняет всю Солнечную систему; существуют и галактические электромагнитные поля. Электромагнитное взаимодействие определяет также структуру атомов и отвечает за подавляющее большинство физических и химических явлений и процессов (за исключением ядерных).

4.3 Слабое взаимодействие

К выявлению существования слабого взаимодействия физика продвигалась медленно. Слабое взаимодействие ответственно за распады частиц; и поэтому с его проявлением столкнулись с открытием радиоактивности и исследованием бета-распада.

У бета-распада обнаружилась в высшей степени странная особенность. Исследования приводили к выводу, что в этом распаде как будто нарушается один из фундаментальных законов физики – закон сохранения энергии. Казалось, что часть энергии куда-то исчезала. Чтобы «спасти» закон сохранения энергии, В.Паули предположил, что при бета-распаде вместе с электроном вылетает, унося с собой недостающую энергию, еще одна частица. Она – нейтральная и обладает необычайно высокой проникающей способностью, вследствие чего ее не удавалось наблюдать. Э.Ферми назвал частицу-невидимку «нейтрино».

Но предсказание нейтрино – это только начало проблемы, ее постановка. Нужно было объяснить природу, но здесь оставалось много загадочного. Электроны и нейтрино испускались нестабильными ядрами. Но было неопровержимо доказано, что внутри ядер нет таких частиц. Было высказано предположение, что электроны и нейтрино не существуют в ядре в «готовом виде», а каким-то образом образуются из энергии радиоактивного ядра. Дальнейшие исследования показали, что входящие в состав ядра нейтроны, предоставленные самим себе, через несколько минут распадаются на протон, электрон и нейтрино, т.е. вместо одной частицы появляется три новые. Анализ приводил к выводу, что известные силы не могут вызвать такой распад. Он, видимо, порождается какой-то иной, неизвестной силой. Исследования показали, что этой силе соответствует некоторое слабое взаимодействие.

Слабое взаимодействие по величине значительно меньше всех взаимодействий, кроме гравитационного, и в системах, где оно присутствует, его эффекты оказываются в тени электромагнитного и сильного взаимодействий. Кроме того, слабое взаимодействие распространяется на очень незначительных расстояниях. Радиус слабого взаимодействия очень мал. Слабое взаимодействие прекращается на расстоянии, большем 10^{-16} м от источника, и потому оно не может влиять на макроскопические объекты, а ограничивается микромиром, субатомными частицами. Когда началось лавинообразное открытие множества нестабильных субъядерных частиц, то обнаружилось, что большинство из них участвуют в слабом взаимодействии.

Теория слабого взаимодействия была создана в конце 60-х гг. С момента построения Максвеллом теории электромагнитного поля создание этой теории явилось самым крупным шагом на пути к единству физики.

4.4 Сильное взаимодействие

Последнее в ряду фундаментальных взаимодействий – сильное взаимодействие, которое является источником огромной энергии. Наиболее характерный пример энергии, высвобождаемой сильным взаимодействием, – Солнце. В недрах Солнца и звезд непрерывно протекают термоядерные реакции, вызываемые сильным взаимодействием. Но и человек научился высвобождать сильное взаимодействие: создана водородная бомба, сконструированы и совершенствуются технологии управляемой термоядерной реакции.

К представлению о существовании сильного взаимодействия физика шла в ходе изучения структуры атомного ядра. Какая-то сила должна удерживать положительно заряженные протоны в ядре, не позволяя им разлетаться под действием электростатического отталкивания. Впоследствии оно было обнаружено. Выяснилось, что хотя по своей величине сильное взаимодействие существенно превосходит все остальные

фундаментальные взаимодействия, но за пределами ядра оно не ощущается. Радиус действия новой оказался очень малым: сильное взаимодействие проявляется на расстоянии, определяемом размерами ядра, т.е. примерно 10^{-14} м. Кроме того, выяснилось, что сильное взаимодействие испытывают не все частицы. Так, его испытывают протоны и нейтроны, но электроны, нейтрино и фотоны не подвластны ему. В сильном взаимодействии участвуют обычно только тяжелые частицы. Оно ответственно за образование ядер и многие взаимодействия элементарных частиц.

Теоретическое объяснение природы сильного взаимодействия развивалось трудно. Прорыв наметился только в начале 60-х гг., когда была предложена кварковая модель. В этой теории нейтроны и протоны рассматриваются не как элементарные частицы, а как составные системы, построенные из кварков.

Обычно для количественного анализа перечисленных взаимодействий используют две характеристики: безразмерную константу взаимодействия, определяющую величину взаимодействия, и радиус действия (табл. 1).

Таблица 1.

| Вид взаимодействия | Константа взаимодействия | Радиус действия |
|--------------------|--------------------------|------------------------------|
| Гравитационное | $6 \cdot 10^{-39}$ | ∞ |
| Электромагнитное | $1/37$ | ∞ |
| Сильное | 1 | $(0,1 - 1) \cdot 10^{-14}$ м |
| Слабое | 10^{-6} | $\ll 0,1 \cdot 10^{-14}$ м |

По данным табл. 1 видно, что константа гравитационного взаимодействия самая малая. Радиус действия его, как и электромагнитного взаимодействия, неограничен. Гравитационное взаимодействие в классическом представлении в процессах микромира существенной роли не играет, однако в макропроцессах ему принадлежит определяющая роль. Например, движение планет Солнечной системы происходит в строгом соответствии с законами гравитационного взаимодействия.

Сильное взаимодействие отвечает за устойчивость ядер и распространяется только в пределах размеров ядра. Чем сильнее взаимодействуют нуклоны в ядре, тем оно устойчивее, тем больше его энергия связи. Она определяется работой, которую необходимо совершить, чтобы разделить нуклоны и удалить их друг от друга на такие расстояния, при которых взаимодействие становится равным нулю. С возрастанием размера ядра энергия связи уменьшается. Так, ядра элементов, находящихся в конце таблицы Менделеева, неустойчивы и могут распадаться. Такой процесс называется *радиоактивным распадом*.

Взаимодействие между атомами и молекулами имеет преимущественно электромагнитную природу. Таким взаимодействием объясняется образование различных агрегатных состояний вещества: твердого, жидкого и газообразного. Например, между молекулами вещества в твердом состоянии взаимодействие в виде притяжения проявляется гораздо сильнее, чем между теми же молекулами в газообразном состоянии.

5. Детерминизм в современной физике. Формы проявления закономерной связи и причинной обусловленности явлений

Детерминизм — общее учение о взаимосвязи и взаимообусловленности процессов материального и духовного мира. Представления о детерминизме входят в структуру научного метода — они нацелены на анализ, понимание и обоснование исследуемых процессов в природе, обществе и мышлении. *Основу детерминизма*

составляют концепции причинности и закономерности. С развитием познания представления о детерминизме развивались и обогащались. Они основываются на разработке базовых моделей устройства мира и его эволюции. Учение о детерминизме фактически выражает структуру этих моделей. Представления о базовых моделях родственны представлениям о научной картине мира и стиле научного мышления. На разработку базовых моделей в структуре научных исследований решающее влияние оказывают фундаментальные науки и особенно физико-математическое естествознание как изучающее наиболее глубокие уровни строения материи.

Представления о детерминизме соотносятся прежде всего с **учением о причинности**. Вопрос о причинности встает всегда, когда рассматриваются процессы изменений и возникновения нового в реальной действительности. Любые преобразования в состояниях и поведении объектов и систем реальности имеют свои основания, и идея причинности направлена на раскрытие этих оснований.

Причинность выражает генетическую связь явлений и процессов бытия, при которой одно явление (процесс), называемое причиной, при наличии определенных условий неизбежно «порождает», вызывает к жизни другое явление (процесс), называемое следствием (или действием).

Истоки зарождения представлений о причинности теряются в глубокой древности, и уже давно было осознано, что причинность может иметь весьма разнообразные формы своего проявления. Это и нашло выражение в идеях Аристотеля о четырех типах причин — действующей, материальной, формальной и целевой.

Начальные научные представления о причинности базируются на **классической механике**, на ее идеях и методах. Исходной, первичной задачей классической механики является определение траектории движения отдельного макротела под действием приложенных к нему внешних сил. Эта задача решается на основе законов Ньютона и решается вполне однозначно — траектория движения макротела определяется единственным образом. Соответственно вырабатывалась общая картина устройства мира: мир рассматривался как образованный из тел, взаимодействие которых подчиняется законам механики. Поскольку механика определяет движение тел однозначно, то утверждалось, что все взаимосвязи тел носят однозначный характер. Такая модель получила название **модели жесткой детерминации**. При этом причинность соотносилась прежде всего с действием сил, вызывающих изменения в поведении и функционировании объектов и систем. Эти силы определяют величину, характер и направленность изменений в поведении и функционировании тел, а потому можно сказать, что причинность в механике рассматривается как действующая сила.

Важнейшей особенностью моделей жесткой детерминации является то, что любые изменения в поведении объектов и систем определяются внешними воздействиями, внешними причинами и условиями. Таким образом, материальные объекты и системы рассматриваются как пассивные и инертные, т.е. как не имеющие активного начала в самих себе.

Вместе с тем следует подчеркнуть, что в истории философии и науки также представлены и иные идеи, признающие внутреннюю активность и самодвижение материи. Уже древние вводили представления о самодвижении, о спонтанных отклонениях атомов в их поведении как преодолевающих внешние взаимосвязи. Дж. Бруно говорил о сходной с деятельностью живого организма внутренней деятельности всех материальных предметов. Б. Спиноза ввел представления о действующей внутренней причине; Г. В. Лейбниц — представления о монадах как исходных элементах бытия, способных изменяться лишь под действием внутренних начал.

Представления об активной роли внутренних причин стали интенсивно разрабатываться в ходе развития биологии и познания социальных процессов. Разрабатываются представления о целях, о целенаправленном поведении живых систем.

Цели характеризуются как через особенности внутреннего строения и функционирования живых систем, так и через особенности их взаимодействий с внешним окружением. Цель определяется как модель потребного системе будущего и как раскрытие функциональной роли систем и подсистем в составе некоторого целого. Системы, поведение и функционирование которых опирается на выработку представлений о целях, характеризуются как телеономические. Встает задача разработки закономерностей поведения и функционирования телеономических систем, их вписанности в общие эволюционные процессы. Некоторые исходные положения здесь представлены теорией Дарвина. Сюда же примыкают задачи об управлении в сложных системах, которые активно исследовались в период становления кибернетики с ее идеей об обратных связях в процессах управления. Дальнейшее развитие представлений о телеономии соотносится с разработкой проблем природы информации и самоорганизации. Следует добавить, что научному подходу к проблеме телеономии противостоит теологический подход, согласно которому цели в поведении сложных систем определяются неким высшим существом.]

По мере развития науки, расширения областей исследования и особенно разработки новых физических теорий фундаментального порядка вскрывалась ограниченность идей и методов классической механики в структуре познания и соответственно вскрывалась ограниченность модели жесткой детерминации. Изменения в общей характеристике природы познания сопровождались глубокими преобразованиями в философии — происходило становление позитивизма.

Позитивизм исходит из резкого противопоставления эмпирического и теоретического уровней познания, их роли по отношению к проблеме реальности. *Реальность представлена лишь эмпирическими данными, в качестве которых выступают ощущения, восприятия и наблюдения как основные и самодостаточные элементы познания, в установлении взаимосвязей и взаимозависимостей между которыми и состоит основная задача научных исследований.*

Изменения в общем подходе к анализу природы познания включают в себя изменения и в трактовке категории причинности. Как утверждают родоначальники позитивизма Д. Юм и О. Конт, **причинность представляет собой всего лишь постоянно реализуемую связь между наблюдаемыми величинами**, к тому же эта связь не рассматривается как всеобщая и необходимая и не может характеризоваться как закон, имеющий объективные основания. Согласно позитивистским установкам, наука не объясняет, а лишь описывает явления и отвечает не на вопрос «почему», а на вопрос «как». В природе следует искать не причины, скрытые за непосредственно воспринимаемыми данными, а лишь связи между состояниями таковых во времени. Тем самым из трактовки причинности устраняется основное — активное воздействие при определенных условиях одного явления на другое, производящее в нем изменения.

В XX в. позитивизм претерпел существенные преобразования — произошло становление неопозитивизма и логического позитивизма. Эти преобразования связаны с особенностями развития науки — с возрастанием математизации и формализации знания, с необходимостью анализа знаково-символических средств и языковых форм познания. Возросло значение логического анализа строения знаний и логического вывода.

Раскрытие ограниченности механистической модели мира и принципов позитивистского подхода к познанию привели к расширению общих представлений о детерминизме и причинности. В круг представлений о причинности стали активно включаться понятия состояния исследуемых систем и особенно связи состояний.

Под **состоянием системы** понимается как бы ее мгновенный снимок, определение значений основных характеристик исследуемой системы в определенный момент времени. **Причинность стала трактоваться как связь состояний системы во времени.** Соответственно причинность, определенная на базе представлений о силовых воздействиях, стала иногда характеризоваться как наглядная причинность, а ее определение через представления о связи состояний — как теоретическая причинность.

Однако в реальности положение дел сложнее. Причинность и связь состояний выполняют в познании разные функции. Причинность отвечает на вопрос «почему», а представления о связи состояний — на вопрос «как»: как происходит развертывание действия причины во времени?

Дальнейшие преобразования и обогащения учения о детерминизме в историческом развитии физического познания связаны с созданием **классической электродинамики**. Важнейшим итогом этих преобразований явилась разработка представлений о физических полях как особой формы материи. Исследования электромагнитного поля доказали, что взаимодействия электрически заряженных тел происходят не мгновенно, а передаются через электромагнитное поле, которое выступает в качестве материального носителя этих взаимодействий. Возникла **концепция близкодействия**, которая в дальнейшем была распространена на любые другие взаимодействия и поля. В ходе развития физики изменялись и сами представления о полях. Первоначально поле трактовалось как механический эфир. Дальнейшее развитие электромагнетизма привело к разработке теории относительности, которая отвергла эфир, придав, таким образом, фундаментальный смысл понятию поля как самостоятельной физической реальности. Поскольку учение о полях играет одну из ключевых ролей в современном физическом познании, то оно характеризует и развитие учения о причинности — **причинность неотделима от воздействия одних тел и систем на другие**, что было заложено в исходном ее определении.

Характеристика причинности имеет интересное продолжение в анализе оснований теории относительности. **Теория относительности** рассматривается как общая теория пространственно-временных отношений. Базовым ее понятием является понятие точечного события, т.е. того, которое происходит в данной точке пространства в данный момент времени. В случае теории относительности все события равноправны и характеризуются взаимодействиями, скорость распространения которых конечна (для электромагнитных взаимодействий это есть скорость света). Соответственно все поле событий характеризуется определенной упорядоченностью — одни события уже произошли, другие будут последовательно происходить, третьи — не могут находиться во взаимодействиях с исходным событием. Структура рассматриваемого поля событий может быть представлена графически как описание геометрических свойств четырехмерного пространства-времени. Тем самым выделяются события, которые могут находиться в причинной связи с исходным событием, с чем связано фундаментальное значение понятия светового конуса.

Принцип причинности в теории относительности утверждает, что любое событие $A(t, x)$, произошедшее в точке пространства-времени (t, x) , может повлиять на событие $B(t', x')$, произошедшее в точке пространства-времени (t', x') , только при условии:

$t' - t > 0$ и $c^2(t - t')^2 - (x - x')^2 > 0$, где c — предельная скорость распространения взаимодействий, равная, согласно современным представлениям, скорости света в вакууме

Крайне значимые преобразования в учении о детерминизме, вызвавшие широкие научные дискуссии, произошли в ходе становления в научном познании **теоретико-вероятностных методов исследования**.

Доктрина детерминизма стала тесно ассоциироваться с раскрытием природы вероятности. Чтобы раскрыть особенности, новизну вероятностного образа мышления, необходимо исходить из анализа предмета теории вероятностей и оснований ее многочисленных приложений.

Теория вероятностей есть математическая наука о закономерностях массовых случайных явлений. Раскрытие ее содержания неотделимо от анализа основных идей системного подхода. Важнейшей характеристикой системного подхода является категория структуры, а в случае вероятностных систем — категория вероятностного распределения, на базе которого были выработаны представления о статистических закономерностях.

Приложения теории вероятностей к познанию бытия весьма значительны, и наиболее развитыми в теоретическом и логическом отношении являются классическая **статистическая физика и квантовая теория**. Именно анализ структуры этих теоретических систем раскрывает природу вероятности. Классическая статистическая физика дает исходную базу для раскрытия природы вероятности; квантовая теория развивает далее идею вероятности. Специфика теоретико-вероятностных методов и выросших на их базе представлений о статистических закономерностях обычно определяется через категорию случайности: в структуру таковых включена идея случая. Последнее нуждается в известной расшифровке.

Для раскрытия структуры классической статистической физики весьма существенно, что исходной моделью вероятностных (статистических) систем выступает модель идеального газа. Важнейшим признаком этой модели является то, что частицы (молекулы) газа рассматриваются как невзаимосвязанные, «свободные», независимые, так что поведение частиц в газе взаимно не коррелируемо. Обобщение этой модели говорит о том, что статистические (вероятностные) системы суть системы, образованные из независимых или квазинезависимых сущностей. Вхождение идеи независимости в структуру научной теории представляет собой весьма существенные преобразования в общем учении о детерминизме.

Вероятностный образ мышления, как и мышление на базе статистических закономерностей, есть искусство мыслить на языке и в образах распределений. Фундаментальная роль распределений в структуре научного познания зачастую почти не раскрывается. При анализе природы вероятности и статистических закономерностей большое внимание обычно уделяется анализу оснований той неопределенности и неоднозначности, которые они вводят в научное познание. Анализ этой проблемы неотделим от анализа существа и значимости представлений о распределениях. Распределения не характеризуют однозначным, жестким образом поведение отдельных элементов систем. Они устанавливают лишь поле возможностей в поведении элементов в рамках систем, но не определяют их конкретного, детального поведения. В связи с этим и говорят о том, что вероятность вводит в исследования неоднозначность и неопределенность, а зачастую утверждается мысль о торжестве индетерминизма и крахе детерминизма. При этом под последним понимаются лишь жестко детерминированные

связи. Соответственно возникли утверждения о неполноте теоретико-вероятностных методов и статистических закономерностей.

Встает интересный и интригующий вопрос: как возможно образование систем из независимых сущностей? Независимость означает отрицание наличия внутренних взаимосвязей в системах. Что же в таком случае их объединяет? Особенность статистических систем заключается в том, что целостность, наличие внутренней устойчивости им придают внешние условия, внешнее окружение, внешние, а не внутренние силы. Находясь в определенных условиях, независимые элементы систем хаотически перемешиваются, в результате чего мы приходим к устойчивости вероятностных систем. Кульминационным пунктом применения вероятностных концепций в естествознании является разработка квантовой механики — физической теории микропроцессов, процессов атомного масштаба. Если в статистической физике идея вероятности основывалась на непосредственном анализе массовых явлений, то в квантовой теории вероятность соотносится с анализом поведения отдельных, индивидуальных микрочастиц. Вхождение вероятности в квантовую теорию рассматривается как наиболее адекватное, наиболее фундаментальное проявление вероятностных идей в познании.

Существо вероятностного подхода в квантовой теории следует раскрывать на основе анализа ее логической структуры. При этом весьма значимо, что используемые в квантовой теории понятия делятся в своей основе на два класса: первый класс составляют так называемые «непосредственно наблюдаемые» в опыте величины, рассматриваемые в теории как типично случайные (в теоретико-вероятностном смысле) — координаты, импульсы; второй класс образуют «квантовые числа» (типа спина, заряда). Различия между этими классами понятий заключаются в «степени их близости» к непосредственно данному в физическом опыте.

Использование понятий различных классов в рамках единой теории представляет собой наиболее сильное изменение в логике построения научной теории. Зависимости между этими двумя классами понятий раскрываются уже не в плане координации, а в плане субординации. При этом субординация, иерархия, включает в себя определенную независимость, автономность: характеристики высшего, собственно квантового уровня взаимосвязаны между собой вполне жестким, однозначным образом, но они не определяют однозначно значения характеристик «нижнего», исходного уровня, а лишь дают спектр, структуру их допустимых значений.

Сказанное позволяет сделать вывод, что значение вероятностных методов в квантовой теории заключается прежде всего в том, что они дают основание исследовать и теоретически выражать закономерности объектов, имеющих сложную, «двухуровневую» структуру. Идея уровней, иерархии оказывается весьма существенной для понимания природы вероятности и основывающихся на ней методов исследования.

Можно вообще сказать, что понять природу вероятности означает понять особенности вероятностной иерархии. Высший уровень поддерживает, контролирует структуру процессов на низшем уровне. Другими словами, вероятностные методы не отрицают «начисто» наличие генетически однозначных связей как ведущего признака причинности, а переносят их действие на более глубокие уровни анализа взаимодействий и поведения, систем и объектов. На низшем уровне определяются закономерности, включающие неоднозначность и неопределенность в поведении частиц. Эти закономерности представлены так называемыми соотношениями **неопределенностей Гейзенберга**, согласно которым квантовая система не может находиться в состояниях, когда координаты ее центра инерции и импульс одновременно

принимают вполне определенные, точные значения; Дискуссии по вопросам трактовки квантовой теории во многом концентрируются вокруг проблемы «беспричинного» поведения микрообъектов. В ходе этих дискуссий была выдвинута так называемая **концепция скрытых параметров**.

Суть дела ясно проявляется при рассмотрении опытов по дифракции микрочастиц на кристаллах — основных опытов, обосновывающих квантовую механику. При прохождении через кристалл микрочастица изменяет направление своего полета, и попадание частиц на экране образует случайную совокупность событий. Теория не определяет место попадания каждой из частиц на экран. Классический образ мышления не мог признать принципиального характера подобной неопределенности. Соответственно появились утверждения, что квантовая теория неполна и, следовательно, неполноценна. В развитие этого подхода и возникла гипотеза скрытых параметров, которая предполагает, что микрочастица обладает некоторым параметром, пока науке неизвестным (скрытым), но вариации которого строго определяют места попадания каждой из частиц на экран. Тем не менее, выявить такой параметр науке не удастся. Более того, сама концепция скрытых параметров все более подвергается критике.

Выдвигаются и другие представления о вероятностной природе квантовых процессов. Так, К. Поппер предлагает свою интерпретацию вероятности на основе **представлений о предрасположенностях**. Он соотносит предрасположенности не с внутренними свойствами частиц, но со свойствами организации соответствующего эксперимента.

В современной науке осуществляются дальнейшие концептуальные преобразования, включая преобразования в учении о детерминизме. Происходит становление новой базисной модели бытия и познания. Новая модель как бы идет на смену простой вероятностной модели, обогащая таковую. Преобразования связаны с переходом науки к аналитическим исследованиям сложноорганизованных динамических систем и характеризуются такими понятиями, как нелинейность, неустойчивость, целенаправленность, самоорганизация. Разрабатываются представления о новых видах (классах) закономерностей и научных теорий, которые наследуют и обогащают основные идеи вероятностного взгляда на мир — идеи независимости и иерархии. Эти преобразования связаны с разработкой **синергетики**, которую определяют как науку, изучающую проблемы, порождаемые образованием упорядоченных структур в сложных системах в процессах кооперативного поведения автономных подсистем. «Центральной темой в синергетике, — отмечает Г. Хакен, один из родоначальников этой науки, — следует считать координацию действия отдельных частей с помощью параметров порядка и принципа подчинения». Параметры порядка и принцип подчинения характеризуют закономерности функционирования сложных систем, где под сложностью понимают не просто резкое увеличение числа элементов, составляющих системы, а возникновение новых видов взаимосвязей и взаимодействий. Параметры порядка характеризуют структуру сложных систем, и эта структура выражает новые виды иерархии и независимости. Принцип подчинения означает, что изменения в целостных характеристиках систем воздействуют на базисные элементы систем, их свойства и поведение.

Особо следует отметить проблему целенаправленного поведения сложных систем, где представления о цели соотносятся с раскрытием функциональной роли и назначения элементов, подсистем и систем в составе окружения. Добавим также, что современные проблемы детерминизма испытывают и иные трудности. Отдельные

причинно-следственные зависимости и связи исследуются не в своем изолированном виде, а в их соотношенности со многими другими связями и взаимодействиями, что обогащает анализ современных форм детерминации. В связи с этим все настойчивее говорят о таких типах отношений между событиями, как *функциональная связь, синхронистичность, когерентность, многофакторность* и др.

Вопросы для самоконтроля

1. Дайте определение физики как науке
2. Дайте определение понятию материя
3. Чем различаются между собой понятия материи и вещества
4. Виды материи в физике
5. Что такое движение?
6. Какие формы движения вы можете назвать?
7. Что такое пространство и что такое время?
8. Назовите три структурных уровня мира, выделяемых современной наукой
9. В чем сущность субстанциональной концепции пространства и времени?
10. В чем сущность реляционной концепции пространства и времени?
11. Физика как наука
12. Понимание материи в философии и науке
13. Понятие материи и её виды в физике
14. Движение – способ существования материи, и его основные формы
15. Пространство и время в макро-, микро- и мега- мире. Взаимосвязь пространства, времени и материи
16. Философское, методологические и мировоззренческое значение теории относительности
17. Назовите основные исторические типы физической картины мира
18. Назовите и охарактеризуйте физические принципы описания природы

Литература

1. История и философия науки : учебное пособие для вузов / Н. В. Брянник, О. Н. Томюк, Е. П. Стародубцева, Л. Д. Ламберов. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 290 с.
2. *Ивин, А. А.* Философия науки в 2 ч. Часть 1 : учебник для вузов / А. А. Ивин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 287 с.
3. *Ивин, А. А.* Философия науки в 2 ч. Часть 2 : учебник для вузов / А. А. Ивин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 244 с.
4. История и философия науки : учебник для вузов / А. С. Мамзин [и др.] ; под общей редакцией А. С. Мамзина, Е. Ю. Сиверцева. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 360 с.
5. Философия науки : учебник для вузов / А. И. Липкин [и др.] ; под редакцией А. И. Липкина. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020.
6. *Ушаков, Е. В.* Философия и методология науки : учебник и практикум для вузов / Е. В. Ушаков. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 392 с.

7. Бессонов, Б. Н. История и философия науки : учебное пособие для вузов / Б. Н. Бессонов. — 2-е изд., доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 293 с.
8. *Лебедев, С. А.* Философия науки : учебное пособие для магистров / С. А. Лебедев. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2015. — 296 с.