

## **ТЕМА 1. НАУЧНЫЙ МЕТОД. МЕСТО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ В КУЛЬТУРЕ. ЭЛЕМЕНТЫ НАУЧНОГО ПОЗНАНИЯ. ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ.**

Предмет естественнонаучного познания – постижение истины.

Предела для естественнонаучного познания не существует, то есть, процесс познания для человека развивается постоянно.

Истина – это правильное, адекватное отражение объективной действительности в сознании человека.

Поэтому любая истина объективна, то есть, не зависит от человека.

Качества:

1. Истина относительна, то есть, она отражает объект или явление природы только на данном этапе развития науки. Но любая относительная истина содержит элемент абсолютной, иначе наука не двигалась бы вперед.
2. Истина всегда конкретна. Знания об объекте относительны к определенным условиям его существования.

Критерий истины – практика и эксперимент. Если научная теория подтверждена практикой, то такая теория истинна. Практика включает производительную деятельность!

Практика – движущая сила научного познания. Она не даёт науке оторваться от реальности.

Все научное знание, как и истина, всегда относительно, то есть, абсолютного знания не существует.

Задача любого учёного – расширить интервал адекватности.

### Методы естественнонаучного познания.

Метод – это совокупность действий и приёмов, с помощью которых достигается желаемых результатов. Научный метод – это инструмент для получения научных результатов.

На каждом уровне научного познания свой метод:

- Эмпирический метод – наблюдение, измерение, эксперимент.
- Теоретический метод – построение моделей, вывод теорий, аксиома гипотеза.

Приёмы:

- Анализ (От общего к частному)
- Синтез (От частного к общему)
- Абстрагирование – отвлечение от несущественных свойств изучаемого объекта.
- Индукция – вывод общего на основе частного.
- Дедукция – выделение частного из общего.
- Классификация – разделение объектов на группы по определенным признакам.
- Математические приемы (в частности, статистические).

Применение математики в естествознании.

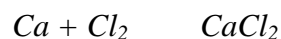
Формализация – это использование специальной символики, которая заменяет конкретные реальные объекты. Формализация в естествознании – математическое описание объектов и явлений.

Краткость, чёткость, компактность записи, информация в виде математических уравнений.

$$E=mc^2$$

Формализация является методом теоретического познания.

Употребление химических символов:



Употребление биологических символов:

*aa*    *AA*

Математика – универсальный язык естествознания.

Платон в IV веке до н.э. организовал первую академию в честь роши Акадёма. На входе велел написать: «Не геометр да не войдёт сюда».

Галилео Галилей (XVI в.): «Книга природы написана языком математики».

Впервые в естествознании применил первую математику Птолемей – рассчитал геоцентрические орбиты.

Ньютон в классической механике применил дифференциальное и интегральное счисление для расчетов движения.

- Теорию вероятности и статистические методы хорошо описывают системы из большого количества частиц.
- Математическая логика (на 100 лет была забыта, в начале XX века нашла применение при создании логических машин, нашла своё место в кибернетике).
- Математическое моделирование (аналоговые устройства).

Аналоговые машины двигаются сейчас к созданию искусственного мозга.

Обобщения очень важны для развития науки (уравнения Максвелла).

Математический язык понимается как вид организованности Вселенной.

Существуют три вида:

1. Простейший вид организмов (уравнения, арифметика).
2. Ритмика первого порядка – математическая теория групп.
3. Ритмика второго порядка – слово.

Два первых вида наполняют Вселенную гармонией, чёткостью, третий наполняет Вселенную смыслом.

Естественнонаучная картина мира – это система важнейших принципов и законов, которыми можно описать окружающий мир в определенный период развития науки.

Механистическая картина мира. Никаких случайностей в механистической картине мира не было. Господствовала классическая механика.	Электромагнетическая картина мира (Фарадей, Максвелл)  <b>Поле</b>	Атомная (квантовая)  $\varnothing_{ат} \approx 10^{-10}$ м  $\varnothing_{я} \approx 10^{-12}$ м	Современная картина мира (с 60-х гг. XX в.)  Информационная картина мира.
Религиозная основа, все от Бога. Не существует движения, кроме		Скорость различная, близка к скорости света.	Основа на самоорганизацию систем, как живых, так и неживых.

механического.  $V \ll C$ .

### макромир

Все механические процессы подчинялись принципу сложного детерминизма.

Детерминизм в науке – это точное и однозначное определение состояния любой механической системы. Мир работает как отлаженная система. Детерминизм в обществе – фатализм - предопределенность.

Пьер Симеон Лаплас

### микромир

Релятивистская теория.

### Мегамир и микромир

$$R_c \approx 7 \cdot 10^8$$

$V \ll C$

Мир больших скоростей и масс.

Синергетика.

Самоорганизация основана на вероятностях.

### Уровни развития познания природы естествознанием.

1. Созерцательный уровень – общие представления об окружающем мире. Мир предстает чем-то целым, неразделенным. Нет эксперимента, только мысли, идеи, умозаключения. Демокрит, Сократ, Эпикур, Платон: «Практическая польза от наук второстепенна».
2. Аналитический – начало фрагментарности, появление эксперимента. Разделение природы на объекты. Галилей. Выделение физики, биологии, химии. Они находятся в иерархии:

Фундаментальная механика

Механика молекул

Физика атомов - химия

Химия белковых молекул, биология

Такое разделение провел Кекуле.

Фрагментарность привела к анализу, чего раньше не было.

1. Синтетический уровень – усугубление фрагментарности, приведшая к границам наук – к синтезу (радиационная химия, биофизика...). Привело к получению общих уравнений, например, уравнений Максвелла.
2. Интеграционный – рождение универсальных теорий.

Основные этапы развития физики.

В древние века понятие «физика» подразумевало космос (греч.) – «порядок», отражение совершенного порядка на Земле.

Первое впечатление о Земле – что она плоская.

Первое понятие о космосе – геоцентризм.

В V веке до н.э. Анаксимандр говорил, что Земля шар и ни на что не опирается, это уже геоцентризм.

В I веке до н.э. Птолемей математически рассчитал геоцентрическую модель.

В VI веке до н.э. Аристотель сказал, что вокруг Земли расположен хрустальный небосвод со звёздами.

Гелиоцентризм.

В III веке до н.э. Аристарх Клавдий из Самоса предполагал, что солнце неподвижно, и все вращается вокруг него.

В начале XVII века – 17 февраля 1600 года сожжен на костре Джордано Бруно.

Коперник (1473-1543) утверждал, что Земля – не центр мироздания, его учение было признано в 1835-м году.

Ньютон (1643-1727) создал дифференциальную и интегральную систему.

1687 г. – «Математические начала натуральной философии».

XIX век – открытие поля (альтернативного вида материи).

В 1837 году Фарадей (1791-1867) открыл электромагнитное поле.

В 1877 году Максвелл создал первую объединенную теорию – объединил электричество, магнетизм и оптику.

Современная физика – конец XIX века – открытие рентгеновских лучей, микромира.

Квантовую механику впервые доложил 14 декабря 1900 года Макс Планк – энергия излучения не постоянна, а дифференцирована – излучается квантами.

$$E=hn$$

В 1905 году Эйнштейн получает Нобелевскую премию.

### Концепции материи и движения.

Фундаментом естественнонаучной картины мира (ЕНКМ) являются общие понятия:

- Материя
- Движение
- Время
- Пространство
- Взаимодействие

Материя<sub>(физ.)</sub> – это все то, что прямо или косвенно (опосредованно) воздействует на органы чувств человека.

Материя<sub>(философ.)</sub> – это реальность, данная нам в ощущениях и независимая от человека.

Движение – это любое изменение, которое происходит с материальными объектами в результате их взаимодействий. Материя не существует без движения.

Движение – это необъемлемое свойство материи. Материя не существует без форменного состояния, она дискретна.

*Тело молекулы атомы протоны, нейтроны, электроны кварки*

В современной физике различают три вида материи:

1. Вещество
2. Поле
3. Физический вакуум (экспериментально обнаружен в ускорителях в 50-х гг. XX)

Вещество – это любые материальные объекты, имеющие массу. Кроме массы может быть электрический заряд. Элементарные частицы (нейтрино имеют массу, 2002 год).

У вещества есть четыре агрегатных состояния:

1. Твердое
2. Жидкое
3. Газообразное
4. Плазма

Состояние материального объекта характеризуется физическими величинами, или параметрами состояния: координаты, энергия, температура, масса, спин, энтропия, состав.

Переход от одного состояния к другому есть движение материи.

Виды движения:

1. Механическое
2. Колебательное и волновое
3. Тепловое
4. Процессы переноса (диффузия, теплопроводность)
5. Фазовые переходы
6. Радиоактивный распад
7. Химические и ядерные реакции
8. Эволюция живых организмов
9. Метаболизм

Поле – особое состояние среды, в каждой точке которой заданы параметры, которые характеризуют состояние вещества и которые непрерывно и плавно меняются от точки к точке.

Поле является материальным фактором, который приводит к взаимодействию тел.

В макромире поле противоположно веществу (не имеет массы, непрерывно и т.п.).

В микромире нет отдельно поля и вещества, там присутствует корпускулярно-волновой дуализм.

Физический вакуум – самое низшее энергетическое состояние квантового поля. Среднее число частиц в вакууме равно нулю. Там существуют виртуальные

частицы со временем жизни  $t \sim 10^{-18}$  с. Вакуум «кипит» этими частицами, но они обладают низкой энергией.

## **ТЕМА 2. СИММЕТРИЯ ПРИРОДЫ. ПРОСТРАНСТВО, ВРЕМЯ И ИХ СИММЕТРИИ. АНИЗОТРОПНОСТЬ ВРЕМЕНИ И ПРОСТРАНСТВА. ПРИНЦИП ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ И ПОСТУЛАТЫ ЭЙНШТЕЙНА. ОБЩАЯ ТЕОРИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ: ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ.**

### **Понятие симметрии**

Одним из важных открытий современного естествознания является тот факт, что все многообразие окружающего нас физического мира связано с тем или иным нарушением определенных видов симметрий. Чтобы это утверждение стало более понятным, рассмотрим подробнее понятие симметрии.

«Симметричное обозначает нечто, обладающее хорошим соотношением пропорций, а симметрия — тот вид согласованности отдельных частей, который объединяет их в целое. Красота тесно связана с симметрией», - писал Г. Вейль в своей книге «Этюды о симметрии». Он ссылается при этом не только на пространственные соотношения, т.е. геометрическую симметрию. Разновидностью симметрии он считает гармонию в музыке, указывающую на акустические приложения симметрии.

Зеркальная симметрия в геометрии относится к операциям отражения или вращения. Она достаточно широко встречается в природе. Наибольшей симметрией в природе обладают кристаллы (например, симметрия снежинок, природных кристаллов), однако не у всех из них наблюдается зеркальная симметрия. Известны так называемые *оптически активные кристаллы*, которые поворачивают плоскость поляризации падающего на них света. [2].

В общем случае симметрия выражает степень упорядоченности какой-либо системы или объекта. Например, круг более упорядочен и, следовательно, симметричен, чем квадрат. В свою очередь, квадрат более симметричен, чем прямоугольник. Другими словами, ***симметрия — это неизменность (инвариантность) каких-либо свойств и характеристик объекта по отношению к каким-либо преобразованиям (операциям) над ним.*** Например, окружность симметрична относительно любой прямой (оси симметрии), лежащей в ее плоскости и проходящей через центр, она симметрична и относительно центра. *Операциями симметрии* в данном случае будут зеркальное отражение относительно оси и вращение относительно центра окружности.

В широком смысле симметрия — это понятие, отображающее ***существующий в объективной действительности порядок, определенное равновесное состояние, относительную устойчивость, пропорциональность и соразмерность между частями целого.***

Противоположным понятием является понятие ***асимметрии***, которое отражает существующее в объективном мире ***нарушение порядка, равновесия, относительной устойчивости, пропорциональности и соразмерности между отдельными частями целого, связанное с изменением, развитием и организационной перестройкой.*** Уже



отсюда следует, что асимметрия может рассматриваться как источник развития, эволюции, образования нового.

Симметрия может быть не только геометрической. Различают геометрическую и динамическую формы симметрии (и, соответственно, асимметрии).

**К геометрической форме** симметрии (внешние симметрии) относятся свойства пространства — времени, такие как однородность пространства и времени, изотропность пространства, эквивалентность инерциальных систем отсчета и т.д.

**К динамической форме** относятся симметрии, выражающие *свойства физических взаимодействий*, например, симметрии электрического заряда, симметрии спина и т.п. (внутренние симметрии). Современная физика, однако, раскрывает возможность сведения всех симметрий к геометрическим симметриям.

**Калибровочные симметрии.** Важным понятием в современной физике является понятие калибровочной симметрии. **Калибровочные симметрии связаны с инвариантностью относительно масштабных преобразований.** Сам термин «калибровка» происходит из жаргона железнодорожников, где он означает переход с узкой колеи на широкую. Под калибровкой, таким образом, первоначально понималось именно изменение уровня или масштаба. Так в СТО физические законы не изменяются относительно переноса (сдвига) системы координат. Траектории движения остаются прямолинейными, пространственный сдвиг остается одинаковым у всех точек пространства. Таким образом, здесь работают глобальные калибровочные преобразования.

Формы симметрии являются одновременно и формами асимметрии. Так геометрические асимметрии выражают неоднородность пространства — времени, анизотропность пространства и т.д. Динамические асимметрии проявляются в различиях между протонами и нейтронами в электромагнитных взаимодействиях, различие между частицами и античастицами (по электрическому, барионному зарядам) и т.д.

### Симметрия пространства — времени и законы сохранения

Одной из важнейших особенностей геометрических симметрий является их связь с законами сохранения. Значение законов сохранения (законы сохранения импульса, энергии, заряда и др.) для науки трудно переоценить. Дело в том, что понятие симметрии применимо к любому объекту, в том числе и к физическому закону. Вспомним, что согласно принципу относительности Эйнштейна, все физические законы имеют одинаковый вид в любых инерциальных системах отсчета. Это означает, что они симметричны (инвариантны) относительно перехода от одной инерциальной системы к другой.

**Теорема Нетер.** Наиболее общий подход к взаимосвязи симметрий и законов сохранения содержится в знаменитой теореме Э. Нетер. В 1918 г., работая в составе группы по проблемам теории относительности, доказала теорему, упрощенная формулировка которой гласит: ***если свойства системы не меняются относительно какого-либо преобразования переменных, то этому соответствует некоторый закон сохранения.*** Рассмотрим переходы от одной инерциальной системы к другой. Поскольку есть разные способы таких переходов, то, следовательно, есть различные виды симметрии, каждому из которых, согласно теореме Нетер, должен соответствовать закон сохранения.

Переход от одной инерциальной системы (ИСО) к другой можно осуществлять следующими преобразованиями:

1. **Сдвиг начала координат**. Это связано с физической эквивалентностью всех точек пространства, т.е. с его однородностью. В этом случае говорят о симметрии относительно переносов в пространстве.

2. **Поворот тройки осей координат**. Эта возможность обусловлена одинаковостью свойств пространства во всех направлениях, т.е. изотропностью пространства и соответствует симметрии относительно поворотов.

3. **Сдвиг начала отсчета по времени**, соответствующий симметрии относительно переноса по времени. Этот вид симметрии связан с физической эквивалентностью различных моментов времени и однородностью времени, т.е. его равномерным течением во всех инерциальных системах — отсчета. Смысл эквивалентности различных моментов времени заключается в том, что все физические явления протекают независимо от времени их начала (при прочих равных условиях).

4. **Равномерное прямолинейное движение начала отсчета со скоростью  $V$** , т.е. переход от покоящейся системы к системе, движущейся равномерно и прямолинейно. Это возможно, т.к. такие системы эквивалентны. Такую симметрию условно называют изотропностью пространства-времени. Переход же осуществляется с помощью преобразований Галилея или преобразований Лоренца.

(Важно отметить, что физические законы не являются симметричными относительно вращающихся систем отсчета. Вращение замкнутой системы отсчета можно обнаружить по действию центробежных сил, изменения плоскости качания маятника и др. Кроме того, физические законы не являются симметричными и относительно масштабных преобразований систем — т.н. преобразований подобия. Поэтому законы макромира нельзя автоматически переносить на микромир и мегамир.)

Описанные выше 4 вида симметрии являются **универсальными**. Это означает, что все законы Природы относительно них инвариантны с большой степенью точности, а **соответствующие им законы являются фундаментальными**. К этим законам относятся соответственно:

1. Закон сохранения импульса как следствие однородности пространства.
2. Закон сохранения момента импульса как следствие изотропности пространства.
3. Закон сохранения энергии как следствие однородности времени.
4. Закон сохранения скорости центра масс (следствие изотропности пространства-времени).

Как уже было сказано ранее, описанные виды симметрий относятся к геометрическим. Связь с законами сохранения обнаруживают и динамические симметрии. С динамическими симметриями связан **закон сохранения электрического заряда** (при превращении элементарных частиц сумма электрических зарядов частиц остается неизменной), **закон сохранения лептонного заряда** (при превращении элементарных частиц сумма разность числа лептонов и антилептонов не меняется) и т.д.

Так закон сохранения электрического заряда вытекает из электромагнитной калибровочной симметрии. Ее суть состоит в том, что при масштабных преобразованиях силовые характеристики электромагнитного поля (напряженность электрического поля и

индукция магнитного поля  $B$  остаются неизменными. Из этого закона вытекает, в частности, устойчивость электрона — самой мелкой фундаментальной заряженной частицы, способной существовать в свободном состоянии. (По современным данным время жизни электрона не менее  $10^{19}$  лет).

При рассмотрении действия тех или иных фундаментальных законов не следует забывать, что каждому виду симметрии соответствует своя асимметрия. Асимметричные условия исключают наличие резкой грани между законами и условиями их действия. Поэтому содержание законов всегда должно включать определенные моменты асимметричных условий.

### Симметрия и асимметрия живого

Мелкие организмы, взвешенные в воде, имеют почти шарообразную форму. У организмов, живущих в морских глубинах и подверженных высокому давлению воды, уже иная симметрия: у них вращательная способность свелась к отдельным поворотам вокруг некоторой оси. Филогенетическая эволюция стремилась вызывать наследственное различие между правым и левым, однако ее действие сдерживалось теми преимуществами, которое животное извлекало из зеркально-симметричного расположения своих органов. Этим, по-видимому, можно объяснить, почему наши конечности более подчиняются симметрии, чем наши внутренние органы. Так, расположение сердца и закручивание кишечника человека почти всегда левостороннее.

Современное естествознание пришло еще к одному важному открытию, связанному с симметрией и касающемуся отличия живого от неживого. Дело в том, что «живые» молекулы, т.е. молекулы органических веществ, составляющих живые организмы и полученные в ходе жизнедеятельности, отличаются от «неживых», т.е. полученных искусственно, отличаются зеркальной симметрией. Неживые молекулы могут быть как зеркально симметричны, так и зеркально асимметричны, как, например, левая и правая перчатка. Это свойства зеркальной асимметрии молекул называется киральностью, или хиральностью (<греч. *cheiros* — рука). Неживые киральные молекулы встречаются в Природе как в «левом» так и в «правом» варианте, т.е. они кирально нечистые. «Живые» молекулы могут быть только одной ориентации — «левой» или «правой», т.е. здесь говорят о *киральной чистоте живого*. Например, молекула ДНК, как известно, имеет вид спирали, и эта спираль всегда правая. У глюкозы, образующейся в организме — правовращающая форма, у фруктозы — левовращающая.

Следовательно, важнейшая способность живых организмов - создавать кирально чистые молекулы. По современным представлениям именно киральность молекул определяет биохимическую границу между живым и неживым

### Специальная теория относительности (СТО)

В классической механике при переходе от одной системы к другой время течёт одинаково для обеих систем, и события происходят одновременно. Для макромира это правильно, для мегамира нельзя пренебрегать задержкой времени. Между Москвой и Санкт-Петербургом световой сигнал идет 0,002 секунды. Скорость света (константа) является ограничительным фактором (например, свет от квазара, расположенного на расстоянии 12 миллиардов световых лет). Эйнштейн все свои вычисления основывает на постоянстве скорости света в вакууме  $c \approx 3 \cdot 10^8$  м/с. Поэтому время в СТО относительно како-то системы отсчета.

Ни одно материальное тело, имеющее массу покоя, не может двигаться быстрее скорости света. Теория относительности допускает существование частиц, двигающихся со скоростью света.

Связь энергии и массы.

$$E=mc^2$$

$$E_0=m_0c^2$$

$$DE=Dmc^2$$

Явление аннигиляции:  $e^- + b^- \ll 2\gamma + Q$

1901 г. – обнаружение увеличения массы электрона, движущегося ускоренно.

ОТО впервые была опубликована в 1915 году.

Постулаты общей теории относительности (ОТО).

1. Все тела отсчета, инерциальные и неинерциальные, равноценны для описания движения материальных объектов. Инерциальная система – движущаяся равномерно и прямолинейно, неинерциальная – движущаяся с ускорением.
2. Эйнштейн разработал полевую теорию тяготения, предположив существование гравитационного поля.

Классическая механика опиралась на принцип дальнего действия – взаимодействие между предметами происходит мгновенно. Это возможно, так как в классической механике скорость света была бесконечной величиной.

Эйнштейн сказал, что два тела взаимодействуют друг с другом по принципу близкого действия (через частицы). Частицы, предположительно несущие гравитационное взаимодействие называют гравитонами.

В сильном поле тяготения происходит искривление пространственно-временного континуума. Чем больше масса, тем сильнее искривление пространства.

### **ТЕМА 3. КОНЦЕПЦИЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОСТИ. КОРПУСКУЛЯРНАЯ И КONTИНУАЛЬНАЯ КОНЦЕПЦИИ ОПИСАНИЯ ПРИРОДЫ. ДАЛЬНОДЕЙСТВИЕ И БЛИЗКОДЕЙСТВИЕ. КОНЦЕПЦИЯ ПОЛЯ. ЧЕТЫРЕ ВИРТУАЛЬНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ.**

Сложившиеся к началу XIX в. представления о строении материи были односторонними и не давали возможности объяснить ряд экспериментальных факторов. Разработанная М. Фарадеем и Дж. Максвеллом в XIX в. теория электромагнитного поля показала, что признанная концепция не может быть единственной для объяснения структуры материи. В своих работах М. Фарадей и Дж. Максвелл показали, что поле -- это самостоятельная физическая реальность.

Таким образом, в науке произошла определенная переоценка основополагающих принципов, в результате которой обоснованное И. Ньютоном дальное действие заменялось близким действием, а вместо представлений о дискретности выдвигалась идея непрерывности, получившая свое выражение в электромагнитных полях.

Вся обстановка в науке в начале XX в. складывалась так, что представления о дискретности и непрерывности материи получили свое четкое выражение в двух видах материи: веществе и поле, различие между которыми явно фиксировалось на уровне явлений микромира. Однако дальнейшее развитие науки в 20-е гг. показало, что такое противопоставление является весьма условным.

### АТОМИЗМ

Атомизм утверждает, что материя состоит из отдельных чрезвычайно малых частиц; до конца 19 в. они считались неделимыми. Для современного атомизма характерно признание не только атомов но и других частиц материи как более крупных, чем атомы (например, молекул) так и более мелких (атомные ядра, электроны и др.). С точки зрения современного атомизма, электроны суть «атомы» отрицательного электричества, фотоны - «атомы» света и т. д. Атомизм распространяется и на биологические явления, в том числе на явления наследственности. В более широком смысле под атомизмом понимается иногда дискретность вообще какого-нибудь предмета, свойства, процесса (социальный атомизм, логический атомизм.).

Атомизм выступал почти всегда как материалистическое учение. Поэтому борьба вокруг него отражала прежде всего борьбу между материализмом и идеализмом в науке.

Атомизм уже с древности был направлен против идеалистического и религиозного взгляда на мир, ибо всё сущее он объяснял при помощи частиц материи, не прибегая к сверхъестественным причинам. Материалистическое течение в атомизме исходит из тезиса, согласно которому атомы материальны, существуют объективно и познаваемы. Идеалистическая позиция выражается в отрицании реальности атомов; в объявлении их лишь удобным средством систематизации опытных данных, в отрицании их познаваемости.

Атомистические воззрения первоначально (на Др. Востоке, в античных Греции и Риме, отчасти в средние века у арабов) были лишь гениальной догадкой, превратившейся затем в научную гипотезу (17, 18 вв. и первые две трети 19 в.) и, наконец, в научную теорию. С самого зарождения и до конца 1-й четверти 20 в. в основе атомизма лежала идея о тождестве строения макро- и микрокосмоса. Из непосредственно наблюдаемой расчленённости видимого макромира (прежде всего звёздного) на отдельные более или менее обособленные друг от друга тела был сделан вывод, что природа, будучи единой, должна быть устроена в малейшей своей части так же, как и в величайшей. Древние атомисты считали поэтому непрерывность материи кажущейся, как кажется издали сплошной куча зерна или песка, хотя она состоит из множества отдельных частичек. Признание единства строения макро- и микрокосмоса открывало путь к перенесению на атомы таких механических, физических или химических свойств и отношений, которые обнаруживались у макротел. Исходя из теоретически предугаданных свойств атомов, можно было сделать заключение о поведении тел, образованных из атомов, а затем экспериментально проверить это теоретическое заключение на опыте.

Идея о полном подобии строения макро- и микрокосмоса, казалось бы, окончательно восторжествовала после создания в начале 20 в. планетарной модели атома, основу которой составляло положение, что атом построен подобно миниатюрной Солнечной системе, где роль Солнца выполняет ядро, а роль планет -- электроны, вращающиеся вокруг него по строго определенным орбитам. Почти вплоть до 2-й четверти 20 в. идея единства строения макро- и микрокосмоса понималась слишком упрощённо, прямолинейно, как полное тождество законов и как полное сходство строения того и другого. Отсюда микрочастицы трактовались как миниатюрные копии макротел (как чрезвычайно малые шарики), двигающиеся по точным орбитам, которые совершенно

аналогичны планетным орбитам, с той лишь разницей, что небесные тела связаны силами гравитационного взаимодействия, а микрочастицы -- электрического. Такая форма атомизма названа классическим атомизмом.

Современный атомизм, воплотившийся в квантовую механику, не отрицает единства природы в большом и малом, но раскрывает качественное различие микро- и макрообъектов: микрочастицы представляют единство противоположностей прерывности и непрерывности, корпускулярности и волно - образности. Это -- не шарики, как думали раньше, а сложные материальные образования, в которых дискретность (выраженная в свойствах корпускулы) определенным образом сочетается с непрерывностью (выраженной в волновых свойствах). Поэтому и движение таких частиц (например, электрона вокруг атомного ядра) совершается не по аналогии с движением планеты вокруг Солнца (т. е. не по строго определённой орбите), а скорее по аналогии с движением облака («электронное облако»), имеющего как бы размытые края. Такая форма атомизма названа современным (квантовомеханическим) атомизмом.

Виды атомизма различаются тем, какими конкретными физ. свойствами наделяются атомы и другие частицы материи, как характеризуются формы движения атомов. Первоначально атомизм носил сугубо абстрактный, натурфилософский характер: атомам приписывались лишь самые общие свойства (неделимость, способность двигаться и соединяться между собой), которые не были связаны с какими-либо измеримыми свойствами макротел. В 17--18 вв., когда развилась механика, атомизм приобрёл механистический характер; этот вид атомизма был несколько более конкретен, чем натурфилософия древних, но всё же ещё в большей мере оставался абстрактным и мало связанным с опытной наукой. Атомам приписывались теперь чисто механические свойства. Представители «механики контакта» считали, что причиной соединения атомов является фигура, геометрическая форма, наделяли атомы крючками, посредством которых атомы якобы сцепляются между собой; иногда атомы изображались в виде зубчатых колесиков, зубцы которых подходят друг к другу в случае растворения тел или не подходят в случае их не растворения (М. В. Ломоносов). Представители «механики сил» (динамики) объясняли взаимодействие атомов наподобие гравитационного тяготения. Поэтому здесь играл роль только вес частиц, а не их геометрическая форма (она принималась шаровидной, как у небесных тел). От динамики И. Ньютона берёт начало особая ветвь атомизма. (хорватский физик Р. И. Бошкович), в которой сочетается идея Г. Лейбница о непространственных монадах (в виде геометрических точек -- центров сил) с понятием «силы» (Ньютон). Этот динамический атомизм явился предвосхищением современного атомизма, в котором неразрывно сочетается представление о дискретности материи с идеей неразрывности материи и движения (или «силы» в прежнем понимании). Исходя из взглядов Ньютона, Дж. Дальтон (1803) создал химический атомизм, способный теоретически обобщать и объяснять наблюденные химические факты и предвидеть явления, ещё не обнаруженные на опыте. Дальтон наделил атомы «атомным весом», т. е. специфической массой, характерной для каждого химического элемента. В «атомном весе» нашла своё выражение мера химического элемента, представляющая собой единство его качественной (химическая индивидуальность) и количественной (значение «атомного веса») сторон. Развитие этого представления привело впоследствии к созданию Д.И. Менделеевым периодической системы химических элементов (1869--71), которая, по сути дела, есть узловная линия отношений меры химических элементов. В середине 19 в. атомизм в химии получил дальнейшую конкретизацию в учении о валентности (шотландский химик А.С. Купер, немецкий химик ф. А. Кекуле) и особенно в теории «химического строения» (А.М. Бутлеров, 1861). Атомы стали наделяться валентностью, т. е. способностью присоединять 1, 2 и более атомов водорода, валентность которого была принята за 1. В 19 в. атомы наделялись всё новыми свойствами, в которых резюмировались соответствующие химические и физические открытия. В связи с успехами электрохимии атомам стали приписываться электрические заряды

(электрохимическая теория шведского учёного И. Я. Берцелиуса), взаимодействием которых объяснялись химические реакции. Открытие законов электролиза (М. Фарадей) и особенно создание теории электролитической диссоциации (шведский учёный С.А. Аррениус, 1887) привели к обобщению, выраженному в понятии «ион». Ионы это осколки молекул (отдельные атомы или их группы), несущие противоположные по знаку целочисленные электрические заряды. Дискретность зарядов ионов непосредственно подводила к идее дискретности самого электричества, что вело к идее электрона, к признанию делимости атомов. Во 2-й пол. 19 в. атомизм конкретизировался как молекулярно-физическое учение, благодаря разработке молекулярно-кинетической теории газов, раскрывающей связь между тепловой и механическими формами движения. Основные положения молекулярной гипотезы зародились ещё в 17 (П. Гассенди) и 18 вв. (Ломоносов), но приобрели экспериментальный базис лишь благодаря тому, что закон объёмных отношений газов, открытый Ж.Л. Гей-Люссаком (1808), был объяснён при помощи представления о молекулах (А. Авогадро, 1811). С тех пор молекулам приписывались такие физические свойства и движения, которые при их суммировании давали бы значения макроскопических свойств газа как целого, например температуры, давления, теплоёмкости и т.д. В дальнейшем атомизм в физике развился в особую ветвь статистической физики.

После открытия электрона (английский физик Дж. Дж. Томсон, 1097), создания теории квантов (М. Планк, 1900) и введения понятия фотона (А. Эйнштейн, 1905) атомизм принял характер физического учения, причём идея дискретности была распространена на область электрических и световых явлений и на понятие энергии, учение о которой в 19 в. опиралось на представления о непрерывных величинах и функциях состояния.

Важнейшую черту современного атомизма составляет атомизм действия, связанный с тем, что движение, свойства и состояния различных микрообъектов поддаются квантованию, т. е. могут быть выражены в форме дискретных величин и отношений. В итоге вся физика микропроцессов, поскольку она носит квантовый характер, оказывается областью приложения современного атомизма Постоянная Планка (квант действия) есть универсальная физическая константа, которая выражает количественную границу, разделяющую две качественно различные области: макро- и микроявлений природы. Физический (или квантово-электронный) атомизм достиг особенно больших успехов благодаря созданию (Н. Бор, 1913) и последующей разработке модели атома, которая с физической стороны объясняла периодическую систему элементов. Создание квантовой механики (Л. де Бройль, Э. Шрёдингер, В. Гейзенберг, П. Дирак и др., 1924--28) придало атомизму квантово-механический характер. Успехи ядерной физики, начиная с открытия атомного ядра (Э. Резерфорд, 1911) и кончая открытием серии элементарных частиц, особенно нейтрона (английский физик Дж. Чедвик, 1932), позитрона (1932), мезонов различной массы, гиперонов и др., также способствовали конкретизации атомизма. Одновременно в 20 в. шло развитие химического атомизма в сторону открытия частиц более крупных, чем обычные молекулы (коллоидные частицы, мицеллы, макромолекулы, частицы высокомолекулярных, высокополимерных соединений); это придавало атомизму надмолекулярно-химический характер. В итоге можно выделить главные виды атомизма, которые явились вместе с тем историческими этапами в развитии:

- 1) натурфилософский атомизм древности,
- 2) механический атомизм 17--18 вв.,
- 3) химический атомизм. 19 в.
- 4) современный физический атомизм

С открытиями в области атомизма связаны крупные научные эпохи. «Новая эпоха начинается в химии с атомистики..., -- писал Энгельс, -- а в физике, соответственно этому, -- с молекулярной теории» («Диалектика природы», 1969, с. 257). Революцию в физике на рубеже 19 и 20 вв. вызвали, по словам В. И. Ленина, «новейшие открытия естествознания -- радий, электроны, превращение элементов...» (Полн. собр. соч., 5 изд., т. 23, с. 44).

Начало века атомной энергии непосредственно связано с дальнейшим развитием современным физическим атомизмом.

Достижение каждой более глубокой ступени в познании материи и её дискретных видов (её строения), соответственно -- сущности более высокого порядка, не завершает движения познания в глубь материи, а кладет лишь новую веху на этом пути.

«Молекула..., -- писал Энгельс, -- это -- «узловая точка» в бесконечном ряду делений, узловая точка, которая не замыкает этого ряда, но устанавливает качественную разницу. Атом, который прежде изображался как предел делимости, теперь -- только отношение...»(Маркс К. и Энгельс Ф., Соч., 2 изд., т. 31, с. 258). Сопоставление атомов с электронами Ленин рассматривал как конкретизацию положения о единстве конечного и бесконечного, где конечное есть лишь звено в бесконечной цепи отношений: «Применить к атомам versus электроны. Вообще бесконечность материи вглубь...» (Полн. собр. соч., 5 изд., т. 29, с. 100).

Для понимания философской стороны атомизма чрезвычайно важно проведенное Энгельсом разграничение между старым и новым атомизмом. Старый атомизм признаёт абсолютную неделимость и простоту «последних» частиц материи, всё равно, будут ли этими частицами считаться атомы химических элементов (Дальтон и другие химики) или частицы первоматерии (Бойль и др.). Новый атомизм фактически исходит из отрицания каких-либо «последних», абсолютно простых, неизменных и неделимых частиц или элементов материи. Отвергая абсолютную неделимость или не превращаемость любой сколь угодно малой частицы материи, новый атомизм признаёт относительную устойчивость каждого дискретного вида материи, его качественную определённость, его относительную сохраняемость в известных границах. Например, делимый некоторыми физическими способами, атом неделим химически и в химических процессах ведёт себя как некое целое, неделимое. Точно так же и молекула: делимая (разложимая) химически на атомы, она в тепловом движении (до известных пределов, когда не наступает термическая диссоциация вещества) ведёт себя тоже как некое целое, неделимое.

Новый атомизм показывает, что процесс деления материи имеет свои многочисленные границы, при достижении которых совершается переход от одной ступени дискретности материи к другой, качественно от неё отличной; количеств, операция деления приводит, т. о., к выходу за пределы данного вида частиц и переходу в область другого их вида. В этом отношении новый атомизм противостоит, с одной стороны, идее абсолютной делимости материи до бесконечности (Аристотель, Р. Декарт, динамисты), представляющей пример «дурной бесконечности» (Гегель), а с другой стороны -- идее старого атомизма с его признанием лишь одного вида частиц материи, которыми одноактно завершается (точнее: обрывается) процесс деления материи.

На философские основы современного атомизма указал ещё Энгельс: «Новая атомистика отличается от всех прежних тем, что она... не утверждает, будто материя только дискретна, а признаёт, что дискретные части различных ступеней... являются различными узловыми точками, которые обуславливают различные качественные формы существования всеобщей материи...» («Диалектика природы», 1969, с. 257).

Особенно важно в новом атомизме признание взаимопревращаемости любых дискретных видов материи, неисчерпаемости любой сколь угодно малой её частицы. «...

Диалектический материализм, -- писал Ленин, -- настаивает на приблизительном, относительном характере всякого научного положения о строении материи и свойствах ее, на отсутствии абсолютных граней в природе, на превращении движущейся материи из одного состояния в другое, по-видимому, с нашей точки зрения, непримиримое с ним и т.д.» (Полн. собр. соч., 5 изд., т. 18, с. 276). Примером служит взаимопревращение частиц света (фотонов) и частиц вещества (пары -- электрона и позитрона -- в процессе её рождения из фотонов и обратного её перехода в фотоны при аннигиляции пары).



Отрицание каких-либо «последних», «абсолютно неизменных» и т. Д. частиц материи оправдывается всем ходом углубления человеческого познания в строении материи (см. там же, с. 277).

Если старый атомизм исходил из того, что «последние», «неделимые» атомы находятся во внешнем отношении друг к другу, пространственно сопоставляясь одни с другими, то новый атомизм признаёт такие взаимодействия частиц материи, в результате которых они испытывают коренные изменения, теряют свою самостоятельность, свою индивидуальность и как бы растворяются полностью друг в друге, претерпевая глубочайшие качества, изменения. Так, примером подобных взаимодействий является взаимопревращение элементарных частиц материи.

Неисчерпаемость электрона наглядно обнаружилась после неудачи попыток построить модель атома, исходя из представления об электронах-шариках (или даже точках), наделённых определенной массой и зарядом и движущихся вокруг ядра по законам классической механики. Ядерная же физика показала, что электрон может рождаться из нейтрона, гиперонов и мезонов (с выделением нейтрино), может поглощаться и исчезать как частица в атомном ядре (при захвате), может сливаться с позитроном, словом, испытывать такие многообразные и сложные коренные превращения, которые неоспоримо свидетельствуют о его реальной неисчерпаемости. В истории познания каждый крупный успех атомизма составлял не только революцию в физическом учении о материи и её строении, но вместе с тем очередное поражение идеалистического взгляда на природу (хотя сам по себе атомизм, конечно, отнюдь не всегда и не во всех своих конкретных формах непосредственно выражал научную истину). Так, открытие Дальтоном закона простых кратных отношений в химии привело в начале 19 в. к крушению идеалистической теории динамизма (Кант, Шеллинг, Гегель и др.), согласно которой основу природы составляет не материя, а прерывные силы. В конце 19 в. в физике и химии получило распространение феноменологическое, агностическое течение, связанное с термодинамикой и наиболее отчётливо обнаружившееся в энергетическом мировоззрении (В. Оствальд, 1895). Энергетизм, как и махизм, отрицал реальность атомов и молекул; он пытался построить всю физику и химию на представлении о чистой энергии, комплексом различных видов которой объявлялась сама материя и все её свойства. Успехи физики и химии на рубеже 19 и 20 вв., особенно подсчёт числа ионов -- газовых частиц, несущих электрические заряды, а также изучение «броуновского движения» и др. показали совпадение значений Авогадро числа, определённого самыми различными физическими методами. В 1908 Оствальд признал своё поражение в борьбе против атомизма «Я убедился, что в недавнее время нами получены экспериментальные подтверждения прерывного, или зернистого, характера вещества, которое тщетно отыскивала атомистическая гипотеза в течение столетий и тысячелетий. Изолирование и подсчет числа ионов в газах..., а также совпадение законов броуновского движения с требованиями кинетической теории... дают теперь самому осторожному ученому право говорить об экспериментальном подтверждении атомистической теории вещества... Тем самым атомистическая гипотеза поднята на уровень научно обоснованной теории» (Grundriss der allgemeinen Chemie, Lpz., 1909, S. III--IV).

В конце 1-й четверти 20 в. оказалось, что выбрасываемые при в-распаде электроны уносят только часть энергии, теряемой ядром. Отсюда был сделан вывод, что другая её часть попросту уничтожается. Материалистическое решение возникшей трудности (В. Паули, 1931) состояло в предположении, что при в-распаде наряду с электроном из ядра вылетает другая, неизвестная ещё частица материи, с очень малой массой и электрически нейтральная, которую назвали «нейтрино». Без представления о нейтрино невозможно понять многие ядерные превращения, а также и превращения элементарных частиц (мезонов, нуклонов, гиперонов). и здесь успех атомизма принёс поражение идеализму в физике.

После открытия позитрона И. и Ф. Жолио-Кюри наблюдали (1933) превращение позитронов и электронов в фотоны; наблюдалось также рождение пары -- электрона и позитрона -- при прохождении фотона - $\gamma$ -лучей вблизи атомного ядра. Эти явления были истолкованы как аннигиляция (уничтожение) материи и как её рождение из энергии. Развивая атомизма физики-материалисты (С. И. Вавилов, Ф. Жолио-Кюри и др.) показали, что в данном случае происходит взаимопревращение одного физического вида материи (вещества) в другой её вид (свет). Следовательно, и в этом отношении атомизм нанёс своими открытиями удар идеализму.

#### МЕХАНИЦИЗМ. ЕГО РАЗВИТИЕ И ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Естествознание с античных времен определяло наше отношение к природе, и его роль все более возростала с тех пор, как предсказания важнейших научных теорий стали многократно подтверждаться опытом. Основные философские течения строились на физической науке и, казалось бы, неопровержимых фактах, установленных ею.

Однако дальнейшее развитие физики и прежде всего создание теории электромагнетизма, теории относительности и квантовой механики вызвали необходимость пересмотра философских учений.

Одно из основных учений - имеющее первостепенное значение само по себе и на которое в той или иной мере опираются все остальные учения, получило название "механицизм".

Суть его можно сформулировать так: физический мир представляет собой гигантский механизм, части которого взаимодействуют между собой. Механизм действует без сбоев и ошибок, о чем свидетельствуют движение планет, регулярность чередования приливов и отливов, предсказуемость солнечных и лунных затмений. Части гигантского механизма - это непрерывно движущаяся материя. Движение обусловлено действием сил.

В основе механицизма лежит понятие материи как некоторой телесной вещественной субстанции. Убеждение в том, что материя составляет основу всего сущего, восходит к древним грекам. Выдающиеся греческие философы наблюдали окружающий мир и, несмотря на свои весьма ограниченные возможности, всеми доступными им средствами исследовали природу. При этом они с готовностью переходили от немногочисленных наблюдений к широким философским обобщениям. Так, Левкипп и Демокрит выдвинули идею о том, что мир состоит из неразрушимых и неделимых атомов, существующих в пустоте.

Аристотель строил материю из "четырёх элементов" - земли, воды, воздуха и огня, но не из настоящих земли, воды, воздуха и огня, а из четырех сущностей, наделенных теми качествами, которые мы воспринимаем посредством наших органов чувств в четырех реальных аналогах этих "элементов". Томас Гоббс, развивая более грубый вариант того же учения, утверждал:

Мир, т.е. вся масса всех вещей, телесен; иначе говоря, есть тело, и оно обладает измерениями величины, а именно длиной, шириной и глубиной; но каждая часть тела также есть тело и также обладает измерениями.

Следовательно, каждая часть нашего мира есть тело, а то что не есть тело, не есть часть мира, а поскольку мир есть все - то, что не есть часть его есть ничто и, следовательно, не существует нигде .

Тело, продолжает Гоббс, есть нечто такое, что занимает пространство; оно делимо, подвижно, подвержено действию сил и ведет себя математически.

Таким образом, механицизм утверждает, что реальность это всего лишь сложная машина, управляющая объектами в пространстве и во времени. Так как мы сами составляем часть физической природы, все человеческое должно быть объяснимо через понятие материи, движения и математики.

Декарт так же утверждал, что все физические явления можно объяснить с помощью понятия материи и движения. По Декарту, материя действует на материю при непосредственном соприкосновении. Материя состоит из мельчайших невидимых частиц, отличающихся по величине, форме и другим свойствам. Так как частицы слишком малы и

их нельзя видеть, для объяснения крупномасштабных и потому доступных наблюдению явлений, например движение планет вокруг Солнца, требовалось принять определенные гипотезы относительно поведения таких частиц. Понятие пустого пространства Декарт отвергал.

Естественно картезианская философия (от имени Декарта Картезий), которую разделяло большинство естествоиспытателей доньютоновской эпохи, в частности Гюйгенс, отводила по существу ту же функцию, а именно физическое объяснение явлений природы.

До начала XX-го века большинство физиков и философов придерживались убеждения, что материя - первооснова и сущность физической реальности. По этому поводу Ньютон писал:

При размышлении о всех этих вещах мне кажется вероятным, что Бог вначале дал материи форму твердых, массивных, непроницаемых, подвижных частиц таких размеров и фигур, и с такими свойствами и пропорциями в отношении к пространству, которые более всего подходили бы для той цели, для которой он их создал. Эти первоначальные частицы, являясь твердыми, несравнимо тверже, чем всякое пористое тело, составленное из них, настолько тверже, что они никогда не изнашиваются и не разбиваются на куски. Никакая обычная сила неспособна разделить то, что создал Бог при первом творении. Развитие идей механицизма в XVII-XVIII веках прежде всего связано с развитием революционных идей в математике, выдвинутых Ньютоном для описания движения небесных тел - а именно с развитием основ дифференциального и интегрального исчисления. На заре своего развития понятия "предельных отношений" и тесно связанных с ними "флюксий" (производных) были подвержены резким нападкам со стороны современников. Дж. Беркли, родившийся как раз в тот год, когда была опубликована работа Ньютона "Математические начала натурной философии", впоследствии писал: "Лишь тот, кто способен представить себе начало начал или конец конца... в состоянии постигнуть эти рассуждения. Однако я уверен, что большинство людей сочтет невозможным когда-нибудь понять их смысл". Производные второго или высшего порядка он считал особенно нелепым изобретением, сравнивая их с чем то вроде "призраков от призраков": Что такое эти флюксии? Скорости исчезающе малых приращений. А что такое эти исчезающе малые приращения? Они не есть ни конечные величины, ни бесконечно малые величины, но они и не нули. Разве мы не имеем право назвать их призраками исчезнувших величин?

Но я полагал бы, что тому, кто в состоянии переварить вторую или третью флюксии, второй или третий дифференциал, не следовало бы привередничать в отношении какого-либо положения в вопросах религиозных.

Однако, невероятная эффективность применения развитого Ньютоном аппарата к описанию механических систем интересовала ученых гораздо больше, чем нападки критиков. А так как движущаяся материя была ключом к математическому описанию движения планет и свободно падающих тел, ученые попытались распространить такое материалистическое объяснение на явления, природу которых они совсем не понимали. Так процесс передачи тепла от одного тела к другому описывался как передача от тела к телу особого газа - теплорода, а электричество представлялось как две жидкости, несущие положительный и отрицательный заряды. Для объяснения непрерывного движения планет Ньютон ввел силу тяготения. Для описания действия электрического заряда на расстоянии Фарадей ввел понятие силовых линий поля, которые считал реально существующими. К концу XVIII века наиболее полное развитие получила одна область физики - механика. В знаменитой французской "Энциклопедии" Д'Аламбер и Дидро провозгласили, что механика - наука универсальная. Она стала парадигмой для более новых быстроразвивающихся областей науки.

Лейбниц, хотя и отстаивал механицизм как самоочевидную истину, не мог удовлетвориться одним лишь этим направлением. Бог, энергия и цель были одинаковы

для него. По утверждению великого физика, врача и математика Германа Гельмгольца миссия физической науки завершится, как только удастся окончательно свести явления природы к простым силам и доказать, что такое сведение - единственное, допускаемое этими явлениями. Аналогичную точку зрения находим у лорда Кельвина: "Я никогда не испытываю чувства полного удовлетворения до тех пор, пока не построю механическую модель изучаемого объекта. Если мне это удастся, то я сразу все понимаю, в противном случае не понимаю".

Вплоть до конца XIV века физики пребывали в уверенности, что все явления природы допускают механическое объяснение. А если какие-то явления пока не удалось объяснить в рамках механицизма, то, считалось, со временем это будет сделано. Среди явлений, которые не находили механического объяснения, особенно важными были действие тяготения и распространение электромагнитных волн, для которых великий Ньютон так и не смог построить удовлетворительной модели в рамках механицизма, несмотря на все свои усилия; по поводу чего изрек свое знаменитое: "Я не измышляю гипотез".

Тем не менее, многие философы XVIII-XIX-го столетий упорно придерживались механицизма. Физики были настолько ослеплены успехами ньютоновского направления в науке, что упустили из виду проблему объяснения физической природы дальнего действия. И хотя все тот же Дж. Беркли подвергал критике понятие физической силы тяготения с общих позиций своей философии (в сочинении "Алсифрон, или мелкий философ" (1732) он писал: "Поскольку ни ты, ни я не можем определить идею силы, и поскольку... разум и способности людей во многом схожи, мы можем предположить, что... у людей нет ясного представления об идее силы", воспользовавшись только лишь математическим выражением Закона всемирного тяготения они (в особенности Лагранж и Лаплас) настолько преуспели в применении этого закона для объяснения ряда наблюдаемых аномалий в движениях небесных тел и в обнаружении новых явлений, что проблема физической природы тяготения оказалась погребенной под грудой математических трудов того времени.

Подводя итог, можно сказать, что не только замечательные достижения самого Ньютона, но и сотни результатов, полученных его многочисленными последователями, стали возможными, благодаря тому, что их авторы полагались на математическое описание даже в случаях, когда физическое понимание явления полностью отсутствовало. По существу все эти естествоиспытатели принесли физическое понимание в жертву математическому описанию и математическому предсказанию.

## КВАНТОВАЯ ТЕОРИЯ СТРОЕНИЯ АТОМА

*природа материя корпускулярный континуальный частица*

Квантовая теория строения атома -- это определенный раздел квантовой механики, объясняющий разнообразие свойств мельчайших частиц вещества. Основоположники ее -- австрийский физик-теоретик Э. Шредингер, французский физик Л. де Бройль и немецкий физик-теоретик В. Гейзенберг -- показали наличие у микрочастиц ряда новых особенностей, которые определяли характер современного атомизма:

корпускулярно-волновой природы элементарных частиц;

то, что волновые характеристики -- это различные проявления единого материального образования. Исследования Л. де Бройля показали, что квантово-механическая природа есть у всех видов материи. Классическая механика исключала возможность дифракции электрона, протона, нейтрона, а экспериментальные данные подтвердили гипотезу де Бройля и определили новый подход к пониманию процессов микромира.

Совершенно новыми оказались и свойства объектов современной атомистики. Принятые в классической механике понятия, характеризующие положение частицы в пространстве и ее движение, теряют теперь всякий смысл. В классической физике траектория давала возможность описать путь, она могла быть представлена в виде линии. В современном атомизме частицы не имеют траектории: можно лишь указать область пространства, в котором имеется определенная вероятность обнаружить частицу.

## Опыты Резерфорда. Модель атома Резерфорда

### Опыты Резерфорда

В 1911 г. Резерфорд провел исключительные по своему значению эксперименты, доказавшие существование ядра атома. Для исследования атома Резерфорд применил его зондирование (бомбардировку) с помощью б-частиц, которые возникают при распаде радия, полония и некоторых других элементов. Резерфордом и его сотрудниками еще в более ранних опытах в 1909 г. было установлено, что б-частицы обладают положительным зарядом, равным по модулю удвоенному заряду электрона  $q = +2e$ , и массой, совпадающей с массой атома гелия, то есть

$$m_a = 6,62 \cdot 10^{-27} \text{ кг},$$

что примерно в 7300 раз больше массы электрона. Позже было установлено, что б-частицы представляют собой ядра атомов гелия. Этими частицами Резерфорд бомбардировал атомы тяжелых элементов. Электроны вследствие своей малой массы не могут изменить траекторию б-частицы. Их рассеяние (изменение направления движения) может вызвать только положительно заряженная часть атома. Таким образом, по рассеянию б-частиц можно определить характер распределения положительного заряда, а значит, и массы внутри атома.

## **ТЕМА 4. СИНЕРГЕТИКА. ИЕРАРХИЯ СТРУКТУРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ МАТЕРИИ. ФРАКТАЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ ПРИРОДЫ.**

Процессы, которые протекают в различных явлениях природы, можно разделить на два класса:

процессы, протекающие в замкнутых системах и развивающиеся в направлении возрастания энтропии и установления равновесного состояния;

процессы, протекающие в открытых системах, в которых в моменты неустойчивости могут возникать малые возмущения, флуктуации, приводящие к развитию новых самоорганизаций.

Хаос и случайность выступают в качестве активного начала. Самоорганизующейся системе нельзя навязать путь развития, установить жесткий контроль за ней.

Для синергетики неравновесность — это основание для установления упорядоченности. Если система пребывает в термодинамическом равновесии, то ее элементы игнорируют друг друга, т.е. ведут себя независимо друг от друга. Переход же в неравновесное состояние побуждает элементы устанавливать связь, корреляцию. Происходит «резонансное возбуждение» вступающих во взаимодействие объектов, которое, «разбудив» элементы и реализовав их возможности, не исчезает бесследно. Оно продолжает существовать в качестве центрального параметра диссипативной структуры, поразительное свойство которой — необычайная чувствительность.

Диссипативная структура — это структура, рассеивающая свою энергию. Рассеяние — переход энергии упорядоченных процессов, например, кинетической, в энергию неупорядоченных, например, теплоту (см. ТЕМУ 10.5). Флуктуации, т.е. изменения во внешней среде оказываются уже не «шумом», а генератором новых структур. Существование системы становится зависимым от внешних факторов. Неравновесное состояние выступает как естественное для всех явлений действительности.

Исходя из этих позиций, человечество представляет собой чрезвычайно сложную систему. А сложные системы обладают высокой чувствительностью к флуктуациям (возмущениям). Это вселяет одновременно и надежду и тревогу. Надежду — потому что даже малые флуктуации могут усиливаться и изменять всю структуру, а значит, индивидуальная активность не бессмысленна. Тревогу — потому, что наш мир, наверное, навсегда лишился стабильных законов.

### Синергетика и трактовка единства мира в восточной философии

Данные синергетики таковы, что логически приводят специалистов к высказываниям о необходимости нового, нетрадиционного миропонимания, имеющего много общего с трактовкой единства мира в восточной философии, и в этой связи — новым пониманием места человека в мире и новой стратегии науки в познании действительности.

Восточная философия, ее взгляды на мировое устройство и эволюцию носят целостный и логичный характер. Представители созданного в середине XIX в. в России умонастроения, названного впоследствии «русским космизмом» (см. ТЕМУ 1.3.2), отталкивались от восточных взглядов на мировую гармонию. Цельность восприятия мирового устройства на Востоке оказала влияние на развитие русской естественнонаучной мысли и послужила причиной глубокого взаимопроникновения научной и философской мысли в России.

Из диалога с природой, начатого наукой, рассматривающей природу как некий автомат, родился совершенно новый взгляд на исследование природы, в контексте которого содержится утверждение о том, что активное вопрошание природы есть неотъемлемая часть ее внутренней активности.

Древние китайцы мыслили синергетически. Оценка механизма резонансного возбуждения и его настройка на внешние факторы вызывает ассоциации с древнекитайским учением — даосизмом — и его мировоззренческой ориентацией на органическую целостность мира. Все связано со всем: каждый цветок, каждый камень — это элементы мировой гармонии.

Представления о цветке и камне в восточной философии как необходимых элементах мировой гармонии говорят о том, что неосторожное вмешательство в процессы даже второстепенной важности могут привести к нарушению гармонии мира. Эти представления (как паутина в лесу: в одном месте тронь — в другом отзовется) вполне уживаются с нашим осознанием причин кризисных и экологических явлений.

^

### Синергетика и глобальный эволюционизм

Проблемы самоорганизации имеют существенное значение для понимания эволюции материи, развития живых систем и преобразования социальных. Синергетика представляет собой процесс усложнения, в результате которого образуются высокоупорядоченные структуры, качественно отличающиеся от исходных.

Учение об эволюции, созданное Ч. Дарвином, показывает, как постепенно под влиянием естественного отбора происходило совершенствование видов и возникновение новых. Разумеется, что новые организации представляют собой весьма совершенные самоорганизующиеся системы, которые значительно отличаются от самоорганизующейся системы неорганической природы. Поэтому возникает вопрос: нельзя ли разработать и обосновать такую концепцию эволюции, которая раскрывала бы механизм эволюции

глобального, даже космического масштаба? Иными словами: можно ли представить все формы движения материи, весь материальный мир Вселенной?

## **ТЕМА 5. ЭТОЛОГИЯ: ПОВЕДЕНИЕ И СОЦИАЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЖИВОТНЫХ. АНТРОПОГЕНЕЗ. КОЭВОЛЮЦИЯ (СОВМЕСТНОЕ И СОГЛАСОВАННОЕ РАЗВИТИЕ) ЧЕЛОВЕКА И БИОСФЕРЫ. ЗАКОНЫ БИОСФЕРЫ.**

Этология – это наука о биологических основах, генетически обусловленных компонентах и закономерностях поведения животных. Основы этологии были сформулированы еще в конце XIX в. В качестве современной научной дисциплины этология сформировалась в 1930-е гг. благодаря усилиям К. Лоренца и Н. Тинбергена.

Социобиология – научная дисциплина, изучающая генетические основы социального поведения животных и человека, их эволюцию под действием естественного отбора. Возникновение социобиологии связывается с выходом в 1975 г. книги американского ученого Э. Уилсона «Социо-биология: новый синтез». Социобиология выявляет сходство между социальным поведением животных и человека, проясняет механизмы генетической детерминации поведения человека. В частности, одной из проблем является проблема генетических, биологических основ морального поведения. В рамках социобиологической парадигмы для объяснения этического поведения и мышления человека достаточно использовать эволюционную теорию Ч. Дарвина, никаких других механизмов морального поведения, кроме биологических, социобиологи не предполагают. По мнению Э. Уилсона, сознание вообще, а не только моральное сознание, «является устройством для выживания и воспроизводства, а разум – всего лишь один из инструментов для биологического воспроизводства». Особый предмет интереса социобиологии – альтруистическое поведение, которое также описывается сугубо биологическими механизмами. Наиболее популярными являются модели «родственного отбора» и «взаимного альтруизма». Согласно первой модели эволюционное значение имеет не индивидуальное выживание, а трансляция генов, поэтому для индивида эволюцион-но выгодным может оказаться собственная гибель, способствующая воспроизводству родственных индивидов. Вторая модель предполагает, что, оказывая помощь другим, неродственным индивидам, человек в свою очередь может рассчитывать на ответную помощь с их стороны, что в конечном счете также способствует трансляции генетической информации.

В методологическом плане социобиология экстраполирует выводы, полученные при изучении поведения животных, на человека, утверждая ведущую роль биологических факторов в развитии личности. Конечно, роль культурных влияний не отрицается, однако они отходят на второй план. Социобиология выступает с идеей синтеза биологического и социального знания, но на основе биологии. Безусловно, Э. Уилсон и его последователи получили интересные данные, объективность и эвристическую ценность которых не следует отрицать. Однако прояснение методологических оснований самой социобиологии ставит вопрос о том, правомерна ли полная аналогия между поведением животных и человека, тем более сомнительно выглядит тотальная экстраполяция данных биологии на человеческое общество. Конечно, человек – часть живой природы, он подчиняется биологическим закономерностям, однако объяснение поведения человека только в биологических терминах вряд ли правомерно.

На человека можно взглянуть с трех точек зрения: биологической, психологической, социальной. Человека можно рассматривать как физическое тело, принадлежащее биологическому миру и подчиняющееся его законам. Такой взгляд выражается в понятии

«индивид», т. е. конкретный представитель человеческого рода, носитель психофизиологических качеств. В понятии «индивид» собственные индивидуальные особенности человека не принимаются во внимание, речь идет только об общих с другими людьми свойствах: как представитель вида человек лишь один из многих.

Человек рождается с не до конца сформированными ана-томо-морфологическими системами, которые продолжают свое развитие в условиях социума. В отличие от других видов животных он плохо «укоренен» в природе. Животное от рождения имеет большой набор инстинктивных форм поведения, наделено всеми свойствами, необходимыми для выживания. Человек же, если рассматривать его только как биологическое тело, существо недостаточное. В качестве животного он был бы обречен на гибель в природном царстве. Однако в процессе антропогенеза человек выработал гибкую систему надинстинктивных ориентиров, превратив свое биологическое несовершенство в благодатное свойство (6.3). С момента рождения индивид является носителем специфической биологии, сформированной предшествующим развитием человеческого рода, он обнаруживает биологическую готовность усваивать культурно-исторические достижения общества. Именно поэтому, как писал философ М. Шелер, «человек всегда может быть лишь чем-то большим или меньшим, чем животное, но животным – никогда».

В отличие от животного, способного жить в очень ограниченных условиях, к которым оно инстинктивно приспособлено, человек не просто адаптируется к реальности, но и преобразует ее в соответствии со своими потребностями. Адаптация к реальности происходит благодаря средствам, предоставляемым культурой. Культура – мир символов – стоит между человеком и природой, с одной стороны, лишая его непосредственности инстинктивных биологических реакций, а с другой – открывая возможности свободного полагания целей и целенаправленного действия.

Социокультурный взгляд на человека выражается в понятии «личность», которое означает понимающее и мыслящее существо, способное к саморефлексии. Индивид становится личностью в процессе социализации, через общение с другими людьми и усвоение в процессе этого общения культурных достижений человечества, поэтому личность иногда определяется как социальная индивидуальность. Процесс социализации основывается на способности человека к уподоблению. Ребенок не в состоянии самостоятельно осознать ценность и смысл происходящего вокруг, другие люди выступают для него способом бытия общечеловеческих ценностей и смыслов. Личностные свойства производны от социальной, психологической и биологической сторон природы человека, даже при частичной деформации одного из начал полноценная личность не формируется.

Личность – это динамическая система, находящаяся в постоянном развитии. Все элементы этой системы многосторонне взаимодействуют друг с другом, трансформируя и самих себя, и личностную систему в целом. Единство личности выражается в понятии «Я», переживание самотождественности и целостности субъективной реальности также неразрывно связано с чувством «Я». Рефлексирующее «Я» – центр личностного универсума, выражение осознанной индивидуальности, однако это не вся личность. Существуют разные представления о структуре личностного универсума. Выше были подробно изложены идеи К. Г. Юнга, касающиеся этого вопроса (6.4, 6.5). В современной науке представлены и другие концепции структуры личности. Например, российский психолог И. Кон предлагает следующую модель:



- экзистенциальное «Я», субъектно-деятельное начало;
- рефлексивное «Я», представление «Я» о самом себе – Я-концепция;
- переживаемое «Я», которое не укладывается в рациональные понятия.

Российский культуролог и философ П. Гуревич рассматривает личность как единство телесных характеристик, возрастных особенностей, половой принадлежности, национально-этнических черт и т. п.

Важным для характеристики личности является свойство идентичности. По мнению американского психолога Э. Эриксона, термин «идентичность» имеет несколько смыслов:

- тождественность;
- индивидуальность;
- подлинность.

*Идентичность* можно определить как твердо усвоенный и принимаемый образ самого себя во всем богатстве взаимоотношений с миром и другими людьми. Идентичность – хрупкий баланс между миром и личностью, любое изменение с той или с другой стороны приводит к смещению этого баланса и необходимости находить новую идентичность.

Понятие «личность» следует отличать от понятия «характер», т. е. совокупность психологических особенностей человека, его психологической индивидуальности. Уникальность личности выражается в понятии «*индивидуальность*». Основа уникальности заложена на биологическом уровне: каждый человек, несмотря на то что он несет в себе видовые характеристики, неповторим. Другим, помимо уникальности, свойством индивидуальности является целостность.

Итак, понятия «личность», «индивид», «индивидуальность» различаются следующим образом: индивид – обозначение человека, взятого с биологической точки зрения, как представителя вида *Homo sapiens*, личность – интегральное единство биологической, психологической и социальной сторон человека, его сознательных и бессознательных проявлений, фокусирующееся в чувстве «Я», индивидуальность – культурологическое видение человека, при котором на первый план выходят его психологическая самобытность, неповторимость и оригинальность.

*Антропогенез* – эволюционный процесс формирования человека. Современная антропология рассматривает антропогенез как продолжение биогенеза. Основными вопросами антропологии являются вопросы о месте и времени появления человека, основных этапах его эволюции, движущих силах и факторах, соотношении антропогенеза и социогенеза.

Первоначальные представления о происхождении человека и общества отражены уже в древних мифологиях: чудесное рождение различных поколений богов, а затем и людей составляет канву мифологических текстов. Позже появились различные версии религиозно-креационистского взгляда на происхождение человека. Так, например, в христианстве считается, что первый человек, Адам, был создан Богом из праха, а первая женщина, Ева, – из ребра Адама. Независимо от конкретной версии (христианство,

иудаизм, ислам и т. д.) сущность религиозного ответа на вопрос о происхождении человека остается единой: человек есть творение Бога, а конкретные процессы, сопровождавшие и составлявшие творческий божественный акт, – тайна.

Уже в античной философии появляется идея естественного происхождения человека. В учениях греческих философов Анаксимандра (VII–VI вв. до н. э.), Эмпедокла (V в. до н. э.), Анаксагора (V в. до н. э.), Демокрита (V в. до н. э.), римского поэта и философа Тита Лукреция Кара (I в. до н. э.) возникновение человека объясняется без апелляции к сверхъестественным силам и сущностям.

Однако античные представления о происхождении человека носили натурфилософский, умозрительный, а порой и просто фантастический характер, будучи не столько результатом обобщения объективных данных, сколько порождением изощенного воображения древних философов.

Начало научной антропологии относят к середине XVIII в. Так, К. Линней в своей классификации видов растений и животных не просто отнес человека к животному миру, но и поместил его рядом с человекообразными обезьянами. Следующий этап становления научной антропологии связан с идеями Ж. Ламарка, который предположил, что человек произошел от древней человекообразной обезьяны, в силу перемены климатических условий перешедшей к наземному образу жизни и прямохождению. Прямохождение способствовало изменению строения позвоночника, мускулатуры, кисти, челюстей, головного мозга и т. д. Ж. Ламарк предложил целый спектр верных и интересных идей, но не нашел им убедительных эмпирических подтверждений. Однако это не вина или упущение Ж. Ламарка – в конце XVIII – начале XIX в. таких данных просто не было.

До середины XIX в. в антропологии ведущие позиции по-прежнему занимала креационистская концепция. Систематическое опровержение креационизма началось в середине XIX в. В 40-50-е гг. французский археолог Б. Де Перт, основываясь на находках грубо обработанных каменных орудий, доказывал, что человек появился значительно раньше, чем предполагают библейские тексты. В 1871 г. Ч. Дарвин в работе «Происхождение человека и половой отбор» выдвинул идею животного происхождения человека от обезьяноподобного предка и утверждал, что современные человекообразные обезьяны представляют собой боковые ветви антропогенеза. К этому времени уже были найдены фрагменты скелетов древних предков человека, которые послужили эмпирическим материалом, подтверждающим гипотезу Ч. Дарвина: в 1848 г. на скале Гибралтар в Испании был найден череп, в 1856 г. фрагменты черепа обнаружены в Неандертале во Франции, а в 1866 г. также во Франции в Ла Нолетте найдена челюсть.

Особенности этих костных остатков свидетельствовали о существовании древних людей, строение которых имело сходные признаки как с современным человеком, так и с человекообразными обезьянами. Данные сравнительной анатомии, физиологии, паразитологии, эмбриологии, психологии уже в XIX в. позволили сделать вывод об очевидном сходстве телесного строения, строения зубов человека и человекообразных обезьян. Кроме того, Ч. Дарвин обратил внимание на то, что человек и высшие обезьяны имеют одинаковые группы крови и болеют одинаковыми инфекционными заболеваниями (позже, уже в XX в., были получены данные о родстве белковых структур и ДНК человека и высших приматов). Все эти факты позволили Ч. Дарвину сделать вывод о существовании общего для человека и человекообразных обезьян предка – обезьяноподобного существа, которое жило в эпоху неогена. Ч. Дарвин и его последователи, Т. Хаксли и Э. Геккель, стали основоположниками *си-миальной теории*

*происхождения человека* (от лат. *simia* – обезьяна). На данный момент симиальная гипотеза является общепринятой.

В антропологии существует также тарзиальная гипотеза происхождения человека от древнего долгопята, предложенная английским антропологом Ф. В. Джонсом. Эта концепция не имеет значительного числа сторонников, сразу же после выдвижения в 1916 г. она б<sup>А</sup>ла подвергнута критике и фактически опровергнута. Во второй половине XX в. биохимические и молекулярные исследования еще раз подтвердили, что по составу белков долгопяты очень далеки от человека, тогда как человекообразные обезьяны обнаруживают значительное сходство.

Современные палеонтологические находки, а также данные молекулярной биологии позволяют установить, что у человека и современных шимпанзе 91 % сходных генов, у человека и гиббона – 76 %, у человека и макаки-резус – 66 %. В генетическом смысле шимпанзе считается наиболее близкой к человеку современной человекообразной обезьяной. С другой стороны, исследование морфологических признаков свидетельствует, что больше всего сходства у человека и гориллы – 385, далее идут шимпанзе – 369, орангутанг– 359 и гиббон– 117. Считается, что линия гиббона отделилась от линии гоминид, ведущей к человеку, 18–22 млн лет назад, линия орангутанга– 13–16 млн лет назад, гориллы – 8-10 млн лет назад, а шимпанзе 5–8 млн лет назад. Современные человекообразные обезьяны – гиббон, горилла, орангутанг и шимпанзе – представляют собой боковые ветви антропогенеза и также произошли от обезьяноподобных существ эпохи неогена. Человекообразные обезьяны более сходны с человеком, чем с низшими обезьянами, однако, поскольку предки у низших и высших обезьян были общие, между ними все же обнаруживается сходство, тогда как при сравнении низших обезьян с человеком сходство отсутствует.

Тот вид обезьян, от которого произошел человек, обладал большим по сравнению с другими видами объемом головного мозга, более короткими передними конечностями и более длинными задними. По-видимому, этот вид обезьян передвигался как по земле, так и по деревьям (брахиация). Однако передвижение по земле преобладало над брахиацией. Считается, что предки человека питались как растительной, так и животной пищей. Древние человекообразные обезьяны жили небольшими стадами, которые достаточно быстро передвигались по открытым пространствам африканской саванны. Способность к быстрому освоению окружающей среды, цепкие конечности, способные к манипуляциям с различными предметами, привели к развитию нервной системы и достаточно большого и дифференцированного головного мозга. Эти биологические предпосылки впоследствии стали важнейшими факторами возникновения сознания и языка.

Прародиной человечества считается Восточная Африка. Именно в ее экваториальной части сложились наиболее подходящие условия для возникновения человека: теплый и влажный климат, разнообразный ландшафт, многообразный растительный и животный мир и т. п. Кроме того, в Восточной Африке на поверхность Земли выходят урановые породы, что создает повышенный радиационный фон. По-видимому, воздействие радиации могло стать причиной, вызвавшей мутации в популяции древних обезьян, что со временем, под действием естественного отбора привело к появлению человека. Ранние гоминиды населяли влажные тропические леса, а затем вышли из них на открытые пространства. Значительное похолодание, которое привело к исчезновению тропических лесов, предоставило эволюционное преимущество именно прямоходящим саванным обезьянам. Некоторые антропологи предлагают концепцию происхождения человека от прибрежных обезьян, обитавших по берегам рек и пресных водоемов в полусаванной гористой местности, однако эта точка зрения не является общепринятой.

Существует две гипотезы происхождения человеческих рас: моногенетическая (моногенизм) и полигенетическая (полигенизм). Согласно *моногенетической гипотезе*, человеческие расы произошли от единого предка и начали формироваться на этапе *Homo sapiens sapiens*, т. е. человека разумного. *Полигенетическая гипотеза*, напротив, утверждает, что человеческие расы произошли от разных, никак не связанных друг с другом видов древних обезьян, живших на разных материках. Следствием полигенетической гипотезы является утверждение, что современное человечество представляет собой несколько различных видов. Гипотеза полиге-неза не подтверждается эмпирически, да и теоретически выглядит не слишком убедительно. Главным аргументом против является тот факт, что различные человеческие расы смешиваются друг с другом и оставляют здоровое, жизнеспособное потомство. Но общеизвестно, что при скрещивании животных разных видов здоровое потомство, в свою очередь способное к размножению, не рождается. Другим аргументом против является отсутствие принципиальных различий в строении головного мозга, скелета, свойствах крови и т. д. между представителями разных человеческих рас. Различия в цвете кожи, разрезе глаз, структуре волос и т. п. не являются существенными. Таким образом, моногенетическая гипотеза имеет значительные преимущества перед полигенетической.

Существует и компромиссная теория, которая стремится объединить полигенизм и моногенизм. Согласно этой концепции современный человек появился в одном месте – в Африке, но его скрещивание с более древними формами го-минид привело к возникновению нескольких рас. Следует отметить, что компромиссная теория происхождения рас имеет ничтожное число сторонников.

Как уже говорилось, антропогенез рассматривается как продолжение биогенеза, поэтому антропология изучает абиотические, биотические и социальные факторы возникновения и эволюции человека. Абиотические предпосылки антропогенеза – геологические процессы, географические и физико-химические факторы и т. п., о них мы говорили в теме 5, посвященной биогенезу. Биотические предпосылки антропогенеза рассматриваются синтетической теорией эволюции (5.7). Мутации, волны численности, изоляция, естественный отбор и другие факторы определяют процессы микро– и макроэволюции, в результате которых формируются новые виды животных и в конце концов возникают древние антропоидные обезьяны, от которых предположительно 2–3 млн лет назад произошли люди.

Основные предпосылки, обеспечившие переход от обезьяны к человеку, – прямохождение, развитие руки и развитие мозга – называются *гоминидной триадой*. Предполагается, что способность к двуногому передвижению сформировалась у некоторых древних обезьян еще 23–27 млн лет назад. По мнению Ч. Дарвина, прямохождение стало следствием вынужденного изменения характера питания. Очередное похолодание привело к исчезновению пышных тропических лесов и вынудило древних обезьян искать новые способы добывания пищи. Некоторые виды ископаемых приматов, верхние конечности которых были несколько короче, а нижние длиннее, чем у других видов, стали спускаться с деревьев на землю и проводить здесь значительную часть времени. Различие функций передних и задних конечностей древних обезьян определилось еще в период древесного образа жизни, переход к наземному образу жизни и прямохождение дополнительно способствовали углублению функциональной дифференциации: стопы все более выполняли опорную функцию, а кисти – хватательную.

Освобождение передних конечностей способствовало тому, что древние обезьяны стали использовать различные подручные предметы (палки, камни, кости и т. п.) в целях самозащиты или добывания пищи. Разнообразные и все усложняющиеся манипуляции с

предметами развивали и трансформировали кисть, большой палец постепенно удлинялся и все больше противопоставлялся другим пальцам руки. Повышение чувствительности кисти в свою очередь позволяло древним предкам человека совершать все более и более сложные манипуляции с предметами.

Следствием развития кисти и усложнения действий, производимых с ее помощью, стало увеличение объема и усложнение структуры головного мозга. Изменение мозга, с одной стороны, способствовало совершенствованию тела древних гоминид, а с другой – стало материальной основой усложнения и развития психики.

Прямохождение также сыграло немаловажную роль в развитии психики, поскольку двуногое передвижение требовало совершенно иной координации движений, чем брахиация. Изменение положения головы при двуногом передвижении способствовало расширению поля зрения и возрастанию роли зрительной информации в процессе ориентации, что также имело следствием развитие и усложнение психики.

Уже Ч. Дарвин, объясняя, каким образом происходило превращение древней человекообразной обезьяны в человека, обращал внимание не только на биологические, но и на социальные факторы. Например, Ч. Дарвин говорил о важной роли, которую сыграл стадный образ жизни в эволюции человека. «У строго общественных животных, – писал он, – естественный отбор действует иногда на отдельные особи путем сохранения тех изменений, которые выгодны для сообщества». Ч. Дарвин обратил внимание на то влияние, которое общественный образ жизни оказывает на формирование моральных норм, позволявших выжить первобытному стаду. «Очевидно, – писал английский ученый, – что племя, заключающее в себе большее число членов, которые наделены высокоразвитым чувством патриотизма, верности... и участия к другим, членов, которые всегда готовы помогать друг другу и жертвовать собой для общей пользы, должно одерживать верх над большинством других племен, а это и будет естественный отбор».

Тем не менее Ч. Дарвин строил сугубо биологическую теорию и не говорил о ведущей роли социальных факторов в антропогенезе. На важность социальных детерминаций впервые обратил внимание Ф. Энгельс. В своей работе «Роль труда в процессе превращения обезьяны в человека», написанной в 70-е гг. XIX в., он изложил основные идеи трудовой теории антропогенеза. По мнению Ф. Энгельса, главное отличие человека от животных – это способность к труду. Труд, язык и мышление – главные факторы эволюции человека. Труд связан с умением создавать орудия труда из подручных естественных предметов природы.

Ни одно животное не способно использовать одни предметы для изготовления других, но при этом многие животные, а не только высшие приматы используют природные средства для добывания пищи, самообороны и т. п. Возникновение трудовой деятельности связано с переходом от случайных манипуляций с камнями, палками и костями к изготовлению необходимых для повседневной жизнедеятельности предметов.

Трудовая деятельность, по мнению Ф. Энгельса, предопределила возникновение социальных отношений, сознания и языка. Переход от использования предметов природы к систематическому изготовлению орудий труда стал тем качественным скачком, который обусловил возникновение социального мира (общества) из мира биологического. Результаты труда – разнообразные предметы, созданные человеком, – стали основой механизма социально-культурного наследования.

## **ТЕМА 6. ЭВОЛЮЦИЯ НАУЧНОЙ КАРТИНЫ МИРА. ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О**

## **МАТЕРИИ. ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ДВИЖЕНИИ. ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ПРОСТРАНСТВЕ И ВРЕМЕНИ. ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О ВЗАИМОДЕЙСТВИИ. ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О ПРИЧИННОСТИ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ. КОСМОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ. ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ КАРТИНА МИРА.**

Развитие научных исследовательских программ и картин мира (история естествознания, тенденции развития)

Естественнонаучная картина мира - это система представлений об общих закономерностях в природе, сформированная в результате анализа и синтеза знаний, полученных в рамках различных естественнонаучных дисциплин. Таким образом, научная картина мира это теоретизированная система научного понимания внешнего мира.

Фундаментальные вопросы, на которые отвечает научная картина мира:

- о материи
- о движении
- о взаимодействии
- о пространстве и времени
- о причинности, закономерности и случайности
- о космологии (общем устройстве и происхождении мира)

В древней Греции появилась первая программа рационального объяснения мира:

- принцип причинности в первоначальной форме (Демокрит - каждое событие имеет естественную причину) и его позднее уточнение (причина должна предшествовать следствию)
- атомистическая исследовательская программа Левкиппа и Демокрита: все состоит из дискретных атомов; все сводится к перемещению атомов в пустоте
- континуальная исследовательская программа Аристотеля: все формируется из непрерывной, бесконечно делимой материи, не оставляющей места пустоте.

Механистическая картина мира:

- все явления объясняются законами Ньютона, т.е. механикой тел (атомов), их перемещением, столкновением, взаимодействием и т.д.
- в основе механистической картины мира лежит геометрия Евклида
- микромир аналогичен макромиру, управляется одними и теми же законами. Живая и неживая природа построены из механических деталей, но имеющих разные размеры и сложность.

Квантово-полевая картина мира:

- материя существует в виде вещества, поля, физического вакуума
- причинность имеет вероятностный характер. Случайность и неопределенность - фундаментальные свойства вселенной

Развитие представлений о материи

Разобьем эволюцию представлений о материи на этапы:

1 этап Миллийская школа (VI - IV века до н.э.)

Представители школы (Фалес, Анаксимандр, Анаксимен) считали, что в мире существует материальный первоисточник (первоначало) всего сущего (всех вещей). У разных мыслителей эта первооснова была разной: у Фалеса - вода, у Анаксимена - воздух, у Гераклита - огонь, у Анаксимандра - айперон (это вечное и бесконечное, находящееся в непрерывном движении единое материальное начало и источник конкретных вещей и явлений)

2 этап Атомистическая концепция (IV - III века до н.э.)

Главным образом связана с именами Левкиппа и Демокрита.

Основные положения:

- в мире есть два начала: пустота (небытие) и атомы (бытие)
- в абсолютной пустоте окружающего пространства существует бесконечное число мельчайших неделимых - атомов, которые имеют разнообразную форму и движутся в пустоте беспорядочно, иногда сталкиваются и отталкиваются друг от друга, но иногда сцепляются в разных положениях и сочетаниях, что означает образование вещей с разным качеством (даже Земля и звезды)
- атомы никогда не возникают и никогда не погибают (т.е. вечны)
- атомы наделены свойством тяжести
- атомы бывают самой разнообразной формы и различны по размерам, но все они столь малы, что невидимы
- эта концепция не допускает беспредельной делимости материи.

Континуальная концепция (концепция непрерывной материи) Аристотеля (IV век до н.э.) отрицает пустоту в природе, рассматривая материальный мир в виде, непрерывно заполняющей все пространство, субстанции, в которой совершаются движения. По Аристотелю - Космос ограничен сферой, в центре которой находится земной шар. За пределами этой сферы нет ничего - ни пространства, ни времени.

Внутри этой сферы (т.е. во Вселенной) нет пустоты - все заполняет материя (первоматерия).

Материя (первоматерия) - это непрерывная, бесконечноделимая и сама по себе не имеющая определенных качеств, бесформенная субстанция.

В подлунном мире:

- первоэлементы (стихии): земля, вода, воздух и огонь образуются соединением материи с формами (простейшие из форм - теплое, холодное, сухое и влажное)
- вещества (металлы, глина, кровь и др.) образуются соединением первоэлементов (стихий)
- тела образуются из веществ

В надлунном мире все состоит из эфира.

3 этап (XVIII - XIX века)

В механистической картине мира - независимыми началами мироздания являются вещественные тела, состоящие из мельчайших корпускул, и абсолютное пространство, в котором тела движутся по мере течения абсолютного времени

В электромагнитной картине мира - материя состоит из вещества и непрерывного электромагнитного поля.

Эффект Доплера заключается в изменении длины волны излучения (или частоты волны), воспринимаемого приемником от источника, при их движении друг относительно друга. При удалении приемника от излучателя, воспринимаемая им длина волны увеличивается (частота уменьшается), а при сближении - уменьшается (частота увеличивается) по сравнению со случаем их взаимной неподвижности. Эффект лежит в основе измерения скорости движения различных объектов и широко используется в авиации, космической технике, в астрофизике. Эффект Доплера характерен для любых волн (свет, звук и т.д.). Обнаружение доплеровского «красного смещения» в спектрах излучения далеких галактик привело к выводу о расширении Вселенной.

В первоначальной электромагнитной теории Максвелла считалось, что все мировое пространство заполнено легчайшей упругой средой - мировым эфиром, колебания которого и есть свет.

Химия:

- каждому химическому элементу соответствует свой определенный атом
- вещество - это совокупность молекул одинакового состава и строения
- свойства вещества определяются не только составом, но и строением его молекул.

4 этап (XX век)

- существуют различные формы материи: вещество, поле, физический вакуум (это состояние материи с минимальной энергией, порождающее виртуальные частицы)
- атомы делимы



- вещество - это материальное образование, состоящее из взаимодействующих элементарных частиц, имеющих массу покоя
- вещество составляет лишь небольшую часть Вселенной
- в определенных ситуациях физическое поле может быть представлено как совокупность дискретных частиц - квантов поля
- свойства материальных объектов неотделимы от свойств пространства и времени
- атом - электронейтральная частица, состоящая из положительно заряженного ядра и отрицательно заряженных электронов
- свойство вещества определяется электронным строением его молекул.

Примеры: расположить представления о материи в порядке их возникновения:

Пример 1. - существует несколько, качественно различных форм материи, но резкой грани между ними нет (3)

- существует единая форма материи - вещество, состоящее из дискретных частиц (2)
- в основе всех вещей лежит единое первоначало (1)

Пример 2. - все мировое пространство заполнено легчайшей упругой средой - мировым эфиром, колебания которого и есть свет (2)

- абсолютной пустоты не существует: физический вакуум является сложноустроенной формой материи, обладающей нетривиальными свойствами (3)
- пустоты не существует: Вселенная плотно заполнена непрерывной, бесконечноделимой, бескачественной материей (1).

Развитие представлений о движении

Рассмотрим эволюцию представлений о движении поэтапно:

1 этап Гераклит (VI век до н.э.) разработал концепцию непрерывного изменения, становления. В рамках этой концепции движение необратимо, невозможно вернуться в однажды пройденное состояние (у него возникает знаменитый образ реки, в которую нельзя войти дважды, поскольку в каждый момент она все новая)

Аристотель (IV век до н.э.):

- мир в целом приведен в движение перводвигателем (богом)
- материи чуждо движение: сама по себе она может пребывать только в покое; она начинает движение лишь под действием внешних, независимых от нее, сил

Аристотель разделил движение на два типа:

Естественные движения:

а) в надлунном мире, где все вечно, совершенно и неизменно - естественное движение небесных тел (планет) - равномерное круговое (это движение от бога необъяснимо)

б) в подлунном мире (где четыре элемента имеют свои естественные места: Земля в центре, над ней сфера воды, над которой сфера воздуха и над всем этим сфера огня) все тела имеют врожденное свойство стремиться к своему естественному месту (т.е. к покою).

В рамках этой концепции:

- «естественное» движение в земных условиях, где все имеет начало и конец, должно быть прямолинейным

- воздух из под воды стремиться вверх; огонь - вверх; камень - вниз и т.д.

- сила стремления тела к естественному месту пропорциональна его массе, т.е. тяжелые тела падают быстрее, чем легкие.

Насильственные движения (на Земле):

- источник «насильственного движения» тел это всегда внешняя причина, т.е. независимая от движущегося тела, контактная сила от другого тела

- примеры насильственного движения: движение телеги обусловлено, прилагаемой лошадей, силой; камень летит потому, что к нему приложил силу человек и т.п.

2 этап Механистическая картина мира (механика Ньютона) - XVIII-XIX века.

В механике Ньютона тела рассматриваются как материальные точки, т.е. абстрактные тела нулевых размеров, наделенных массой реального тела.

Движение в классической механике определяется тремя законами Ньютона:

I закон Ньютона (закон инерции): если на тело (материальную точку) не действует сила, то оно либо находится в покое, либо движется прямолинейно и равномерно. Не подверженные внешнему воздействию, тела называются свободными. Первый закон фактически постулирует, что существуют системы отсчета, в которых свободное тело или покоится или движется прямолинейно и равномерно. Такие системы называются

инерциальными системами отсчета.

II закон Ньютона: ускорение движущегося тела прямо пропорционально действующей на него силе и обратно пропорционально массе тела и направлено по прямой, по которой эта сила направлена, т.е.

III закон Ньютона (закон действия и противодействия): силы взаимодействия двух тел (материальных точек) равны по величине, противоположно направлены и действуют вдоль прямой, соединяющей эти материальные точки, т.е.

.

В механике Ньютона:

- второй и третий законы Ньютона выполняются только в инерциальных системах отсчета
- согласно второму закону Ньютона, масса тела есть мера его инертности
- движение - механическое перемещение тел может происходить со сколь угодно большой скоростью
- время - параметр движения; уравнения механики безразличны к знаку времени
- любое сложное движение можно представить как сумму пространственных перемещений (принцип суперпозиции).

В механистической картине мира признавался только один вид движения - механическое перемещение в пространстве и времени. На основании этого считалось:

- атомы движутся по законам классической механики, и это движение позволяет объяснить все, происходящее в мире, явления
- химические процессы - механические перемещения частиц, механическая форма движения
- живой организм - механизм, и все процессы, протекающие в организме, можно описать с помощью законов механики и т.п.

Электромагнитная картина мира (XIX век). В этой картине мира движение - не только перемещение зарядов, но и изменение электромагнитного поля. Таким образом, взаимодействие заряженных частиц представляет собой электромагнитную форму движения. Изменение электромагнитного поля сопровождается распространением электромагнитных волн.

Волновые процессы:

- дифракция волн - огибание волнами препятствий; имеет место, если размеры препятствий порядка длины волны
- интерференция волн - наложение волн, при котором происходит их взаимное усиление в одних точках пространства и ослабление в других; возникает при взаимодействии двух и более волн одинаковой частоты в случае, если разность фаз постоянна во времени (т.е. волны когерентны).

3 этап (XX век) Любое изменение материи называется движением. Так, например, движение - это возникновение и уничтожение тел, их рост и уменьшение, изменение качества, перемена мест.

Соответственно существуют и различные виды движения материи: механическое, тепловое, полевое (электромагнитные волны), химическое, биологическое и т.п.

Например:

- превращение веществ - химическая форма движения

- обмен веществ, процессы, происходящие на клеточном уровне, наследственность, изменчивость - биологическая форма движения.

Движение тел со скоростями, сравнимыми со скоростью света, описывается специальной теорией относительности. Движение мельчайших частиц подчиняется законам квантовой механики.

Примеры: расположите представления о движении в порядке их возникновения.

Пример 1. - атомы движутся по законам классической механики, и это движение позволяет объяснить все происходящие в мире явления (2)

- материи чуждо движение само по себе: она может пребывать лишь в покое (1)

- движение мельчайших частиц подчиняется закону квантовой механики (3)

Пример 2. - все движущееся движимо другими телами, а мир в целом приведен в движение перодвигателем (1)

- химические процессы - механическое перемещение частиц, механическая форма движения (2)

- превращение веществ - химическая форма движения материи, более сложная, чем механическая (3).

## 6. Развитие представлений о взаимодействии

Взаимодействие в физике - это воздействие тел или частиц друг на друга, приводящее к изменению состояния их движения

Аристотель (IV век до н.э.) рассматривал взаимодействие как одностороннее воздействие движущего на движимое. Им рассматривалась передача воздействия только через контакт между телами (т.е. рассматривалась только контактная сила), что и было первоначальной формой концепции близкодействия

В классической механике (в механической картине мира XVIII - XIX века) взаимное действие тел друг на друга характеризуется силой. В основе представлений о взаимодействии, в этой теории, лежат два закона:

- III закон Ньютона (объясняющий взаимодействие двух тел): силы, с которыми действуют друг на друга взаимодействующие тела, равны по величине и противоположно направлены. Этот закон применим как для контактирующих тел, так и для взаимодействующих на расстоянии

- закон всемирного тяготения: два материальных тела, разделенные пространством, притягиваются друг к другу с силой, прямо пропорциональной произведению их масс и обратно пропорциональной квадрату расстояния между ними и направленной вдоль прямой, соединяющей их ( $F = G \cdot m_1 \cdot m_2 / r^2$ )

Вышеуказанные законы сформулированы для двух взаимодействующих тел. Для определения взаимодействия нескольких тел применяется принцип суперпозиции:

результат воздействия на частицу нескольких внешних сил (полей) есть сумма результатов воздействия каждой из сил (каждого из полей)

В классической механике Ньютона, при взаимодействии тел на расстоянии, принята концепция дальнего действия: взаимодействие материальных тел не требует материального посредника (может передаваться через пустоту); взаимодействие передается мгновенно. Закон всемирного тяготения является примером дальнего действия (непосредственного взаимодействия тел на расстоянии)

Классическая электродинамика (XIX век) (электродинамика Максвелла) - классическая теория электромагнитного взаимодействия.

В электродинамике Максвелла впервые возникло представление о полевого механизме взаимодействия:

- передача взаимодействия осуществляется материальным посредником - электромагнитным полем (в частном случае - электрическим или магнитным полем)
- электрическое поле возникает при наличии электрических зарядов, а магнитное - при их движении, т.е. движущиеся заряды создают в пространстве электромагнитное поле
- полевого механизм передачи взаимодействия заключается в том, что если заряд создает соответствующее поле, то именно оно и действует на другие заряды
- колеблющиеся электрические заряды порождают электромагнитные волны, в которых происходит периодическая «перекачка» электрического поля в магнитное и обратно

В электродинамике Максвелла утвердилась концепция ближнего действия:

- каждое действие на расстоянии должно происходить через материальных посредников
- скорость передачи воздействия ограничена

Согласно этой концепции, любое воздействие на материальный объект передается от источника последовательно между точками пространства. Именно поэтому это воздействие передается за конечный промежуток времени

В современной картине мира (XX век) формулируется:

- представление о квантово-полевого механизме передачи взаимодействий
- взаимодействие осуществляется посредником - квантами полей
- передача взаимодействия основывается на концепции ближнего действия

В настоящее время известны четыре вида фундаментальных взаимодействий в природе. Для всех четырех видов взаимодействия общим является:

- все фундаментальные взаимодействия носят обменный характер

При обменном взаимодействии, объекты действуют друг на друга, испуская и поглощая виртуальные частицы (виртуальными частицами называются такие частицы, которые невозможно экспериментально обнаружить в ходе обменного процесса)

Представим все четыре вида фундаментальных взаимодействий в порядке убывания их интенсивности (от более сильного взаимодействия к более слабому):

Сильное (ядерное) взаимодействие:

- ответственно за устойчивость (стабильность) атомных ядер, обеспечивая связь нуклонов в ядре, т.е. ему подвержены протоны и нейтроны
- превосходит силы электростатического отталкивания протонов в ядре и обеспечивает силы притяжения между ними
- является короткодействующим и сосредоточено на расстояниях, не превышающих размеры ядра атома
- переносчиками сильного взаимодействия являются виртуальные частицы - глюоны (масса покоя их равна нулю)
- глюоны «склеивают» кварки, входящие в состав протонов, нейтронов и др. частиц

Электромагнитное взаимодействие, характеризующее взаимодействие электрических зарядов, токов, электрических полей, сформулировано квантовой электродинамикой:

- связывает: электроны и ядра в атомы; атомы - в молекулы; молекулы - в тела
- переносчиками электромагнитного взаимодействия являются виртуальные частицы - кванты электромагнитного поля - фотоны (масса покоя их равна нулю)
- радиус взаимодействия не ограничен (но преобладает в области масштабов от радиуса атома до нескольких километров)

Слабое взаимодействие (или слабое ядерное взаимодействие):

- им обусловлены процессы радиоактивного распада атомных ядер многих изотопов (типичный пример: процесс бета-распада ядра, в ходе которого свободный нейтрон распадается на протон, электрон и электронное антинейтрино)
- радиус действия (порядка  $10^{-17}$  м) во много раз меньше размера ядра атома
- переносчиками являются виртуальные частицы - промежуточные векторные бозоны - частицы с массой, примерно в 100 раз большей массы протонов и нейтронов
- играет важную роль в термоядерных реакциях (процессах), ответственных за энерговыделение в звездах, способствуя медленному протеканию ядерных процессов, обеспечивает длительное «горение» звезд и Солнца
- называется слабым, поскольку два других взаимодействия, значимые для ядерной физики (сильное и электромагнитное), характеризуются значительно большей интенсивностью

Гравитационное взаимодействие самое слабое из всех и характерно для всех материальных объектов вне зависимости от их природы:

- определяет движение планет в звездных системах, движение галактик, управляет эволюцией Вселенной
- ему подвержены все частицы, поля, волны
- радиус взаимодействия не ограничен
- переносчиками гравитационного взаимодействия являются виртуальные частицы - кванты гравитационного поля - гравитоны
- масса покоя гравитона равна нулю. До настоящего времени гравитоны экспериментально не обнаружены
- общепринятой теорией гравитационного взаимодействия является общая теория относительности, которая предсказывает существование гравитационных волн, носителем которых и может быть гравитон

Если интенсивность сильного взаимодействия принять за единицу, то относительные интенсивности других взаимодействий имеют следующие значения:

- электромагнитного -  $10^{-2}$  (т.е. в 100 раз слабее сильного)
- слабого -  $10^{-14}$
- гравитационного -  $10^{-31}$

От интенсивности взаимодействия зависит время, в течение которого совершаются превращения элементарных частиц:

- ядерные реакции (сильное взаимодействие) происходят в течение  $10^{-24}$  -  $10^{-23}$  с
- изменения, обусловленные электромагнитным взаимодействием, осуществляются в течение  $10^{-21}$  -  $10^{-19}$  с
- изменения, обусловленные слабым взаимодействием (например, распад частиц) - в основном происходят в течение  $10^{-10}$  с.

Таким образом, в микромире процессы, происходящие за счет слабого взаимодействия, протекают достаточно медленно, по сравнению с процессами, за которые отвечают электромагнитное и сильное взаимодействия.

Эволюция представлений о пространстве и времени

Материальные структуры (все, существующее во Вселенной, живое и неживое) определенным образом упорядочены. Существуют две формы описания упорядоченности материальных тел и процессов: пространственная и временная.

Сторонники субстанциональной концепции (Демокрит, Аристотель, Ньютон и др.) трактовали пространство и время как инвариантные самостоятельные сущности,

существующие наряду с материей и независимо от нее. Поэтому, соотношение между пространством и временем, с одной стороны, и материей - с другой, представлялось как отношение между двумя самостоятельными субстанциями.

Демокрит: пространство ассоциируется с пустотой, в которой происходит вечное движение атомов, т.е. пространство - это «вместилище» тел

Аристотель, отрицая пустоту, делает вывод, что пространство - это совокупность мест, занимаемых телами; понятия «предыдущее» и «последующее» являются выражением изменения движения.

Таким образом, по Аристотелю:

- пространство определяется местом расположения тел
- время есть мера движения

Ньютон (механистическая картина мира) развил идеи Демокрита, Аристотеля и др. до четкого представления об абсолютном пространстве и абсолютном времени, независимых друг от друга и не связанных с материей. Пространство у него неизменно и неподвижно и, т.к. его свойства не зависят ни от чего, в том числе и от времени, то убрав из пространства все материальные тела, пространство останется и его свойства сохранятся. Время, по Ньютону, течет одинаково во всей Вселенной, и это течение не зависит ни от чего.

Ньютоновские представления о пространстве, времени и следствия из этих представлений:

- абсолютное пространство - это независимо существующее «вместилище» материальных тел
- абсолютное время - это независимое от материи «вместилище» событий
- относительное время задается последовательностью событий
- пространство однородное, изотропное, трехмерное и описывается геометрией Евклида
- пространственные размеры тел, в покоящихся и движущихся системах отсчета, остаются одинаковыми
- справедлив классический закон сложения скоростей (например: скорость человека, идущего по движущемуся вагону, для наблюдателя, находящегося на земле, складывается из скорости человека относительно вагона и скорости вагона относительно земли)

Концепция мирового эфира: вплоть до XX века в физике господствовало представление о невидимой субстанции («тонкой материи»), заполняющей мировое пространство - мировом эфире

Опыты Майкельсона - Морли, пытающихся обнаружить мировой эфир, заключались в измерении скорости света в направлениях по движению и перпендикулярно направлению движения Земли вокруг Солнца. Эти опыты показали:



- скорость света в различных направлениях есть величина постоянная (т.е. не зависит от движения источника света)
- нарушение классического закона сложения скоростей
- неверность гипотезы «мирового эфира». Эфира нет.

В современной картине мира понимание пространства и времени сформировано теорией относительности Эйнштейна:

- пространство и время неразрывно связаны между собой, т.е. составляют единое четырехмерное пространство-время (специальная теория относительности)
- вблизи тяготеющих масс (под действием сил гравитации) пространство-время «искривляется» и уже не является Евклидовым пространством (общая теория относительности)
- пространство и время имеют относительный характер: так результаты измерений длин объектов и интервалов времен зависит от того, в какой системе отсчета они измеряются
- отказ от идеи абсолютного пространства и времени, мирового эфира и других выделенных систем отсчета
- существует тесная взаимосвязь между пространством, временем, материей и ее движением
- убрав из пространства все материальные объекты - исчезает пространство и время.

### Специальная теория относительности (СТО)

Создателями СТО являются: Лоренц, Пуанкаре, Эйнштейн. Представления СТО справедливы только для процессов, происходящих в инерциальных системах отсчета.

Принципу относительности Эйнштейна предшествовал принцип относительности Галилея, сформулированный только для механических процессов (т.е. только для классической механики - механики Ньютона).

Принцип относительности Галилея представим в двух эквивалентных формах:

- внутри равномерно движущейся лаборатории (системы отсчета) все механические процессы протекают так же, как и внутри покоящейся
- равномерное движение лаборатории (системы отсчета, связанной с телом отсчета - лабораторией) невозможно обнаружить никакими механическими опытами, проводимыми внутри нее

Поясним это принцип на следующем примере: если пассажир (наблюдатель) электрички (движущейся равномерно) уронил некий предмет (например, часы), то для него они упадут вертикально вниз, а для человека (наблюдателя), стоящего на земле, предмет будет падать по параболе, поскольку электричка движется, в то время как предмет падает. У каждого из наблюдателей своя система отсчета. Но, хотя описания событий, при переходе из одной системы отсчета в другую, меняются, есть универсальные вещи, остающиеся

неизменными. Если вместо описания падения предмета задаться вопросом о природе закона, вызывающим его падение, то ответ на него будет один и тот же и для наблюдателя в неподвижной системе координат, и для наблюдателя в движущейся системе координат. Иными словами, в то время как описание событий зависит от наблюдателя, то законы механики (в дальнейшем Пуанкаре и Эйнштейн обобщили это на все физические законы) от него не зависят, т.е. являются инвариантными.

Принцип относительности (как в классической механике, так и в СТО) тесно связан с привилегированными системами отсчета, так называемыми инерциальными системами отсчета.

Инерциальными называются системы отсчета, относительно которых материальная точка (тело) без внешних воздействий (или если внешние воздействия компенсируются):

- покоится
- движется равномерно и прямолинейно

Всякая система отсчета, покоящаяся или движущаяся равномерно и прямолинейно относительно инерциальной системы отсчета, также является инерциальной (т.е. все инерциальные системы отсчета равноправны)

Исходные принципы классической механики базируются на формулах преобразования координат и времени так называемым преобразованием Галилея. Пользуясь этими преобразованиями, можно переводить рассмотрение движения какого-либо тела (частицы) из одной инерциальной системы отсчета в другую как, например, рассмотренный ранее пример с падением предмета в электричке.

Все законы классической механики инвариантны относительно перехода из одной инерциальной системы отсчета в другую, проводимого с помощью преобразований Галилея. Преобразования Галилея базируются на одинаковости (инвариантности) времени в различных инерциальных системах отсчета и классическом законе сложения скоростей.

Из преобразований Галилея (т.е. из классической механики) следует, что при переходе от одной системы отсчета к другой, неизменными (инвариантными) остаются:

- время
- размеры тела
- масса тела

Перейдем к специальной теории относительности. Основу СТО составляют два постулата (принципа) Эйнштейна:

Принцип относительности (первый постулат Эйнштейна, являющийся обобщением принципа Галилея на все физические процессы): все физические процессы во всех инерциальных системах отсчета протекают одинаково.

Сформулируем этот принцип и в другом эквивалентном виде: законы природы инвариантны во всех инерциальных системах отсчета.

Принцип инвариантности (постоянства) скорости света (второй постулат Эйнштейна):  
скорость света в вакууме постоянна во всех инерциальных системах отсчета и не зависит  
от движения источников и приемников света.