

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО**

ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности

**КОНЦЕПЦИИ СОВРЕМЕННОГО
ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ**

(Курс лекций)

Ташкент – 2013г.

Цель пособия – помочь студенту овладеть новым предметом, введенным в систему преподавания в высшей школе. Рассматривается специфика естественнонаучного познания, его роль в развитии культуры. Формулируются основные идеи, характеризующие современную науку, и главные теории XX в.

Помимо лекционного курса, в конце каждой лекции предлагаются упражнения, призванные облегчить усвоение не простого для студентов-гуманитариев естественного научного материала.

Курс лекций составлен на базе курса лекций прочитанных по концепции современного естествознания для специальностей менеджмент, бухгалтер и дизайн ТИТЛП.

Руководство содержит 9 лекций по основам концепции современного естествознания.

Составители: Фаттахов М.А. – к.т.н., доцент.

Кадыров А.У. - ст. пр-ль.

Рецензенты: К.т.н., доцент Ташкентский Фармацевтический Институт
Улугмуродов Н.,

К.ф.-м.н. доцент ТТЕСИ Исаев Х.И.

Обсуждён в методическом совете ТИТЛП
и рекомендован к печати.

«__» __201 г. № __ протокола.

ЛЕКЦИЯ № 1.

КОНЦЕПЦИЯ СОВРЕМЕННОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ. МЕТОДЫ НАУЧНОГО ПОЗНАНИЯ. ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ. ЕСТЕСТВОЗНАНИЕ ОТ АНТИЧНОГО МИРА ДО НАЧАЛА XX ВЕКА. МЕХАНИЧЕСКОЕ МИРОВОЗЗРЕНИЕ.

План

1. Естествознание
2. Знание и познание
3. Период развития естествознания

Естествознание — это не какая-либо отдельная наука, это целая совокупность наук, которые изучают природу, ее законы. Таким образом, данный курс затрагивает одновременно математику, физику, химию, биологию, философию и т. д. **Все эти науки можно классифицировать:**

- 1) науки математические;
- 2) науки естественные;
- 3) науки технические;
- 4) науки гуманитарные.

физика и химия - естественные науки, изучающие законы природы. Физика не занимается непосредственно изучением природы — ее задача заключается в том, чтобы что-либо подтвердить или, наоборот, опровергнуть;

1) *физика и математика*. Законы физики сформулированы (или же «написаны») на математическом языке.

2) «гибридные», или «синтезированные», науки. С течением веков и тысячелетий человечество пришло к пониманию того, что без смешивания (синтезирования) наук дальнейшее их развитие невозможно. Так появились физхимия, химфизика, биохимия, биофизика. Эйнштейн в своей теории относительности объединил механику и неэвклидову геометрию.

Знание и познание

Для естествознания, как и для философии в целом, большое значение имеет такой критерий, как *знание*. В словаре русского языка Ожегова С. И. даются **два определения понятия знания:**

- 1) постижение действительности сознанием;
- 2) совокупность сведений, познаний в какой-нибудь области. Давайте определимся, что такое знание в философском смысле.

Знание — это многоаспектный проверенный практикой результат, который был подтвержден логическим путем, процесс познания окружающего мира. Многоаспектность философского знания, как уже было сказано выше, вытекает из того, что философия состоит из множества наук.

Можно назвать несколько критериев научного знания:

- 1) систематизированность знания;
- 2) непротиворечивость знания;

3) обоснованность знания.

Систематизированность научного знания означает, что весь накопленный опыт человечество приводит (или должно приводить) к определенной строгой системе.

Непротиворечивость научного знания означает, что знания в различных областях науки дополняют друг друга, а не исключают. Этот критерий непосредственно вытекает из предыдущего. Первый критерий в большей мере помогает устранять противоречие — строгая логичная система построения знания не даст одновременно существовать нескольким противоречивым законам.

Обоснованность научного знания. Научное знание может подтверждаться путем многократного повторения одного и того же действия (т. е. эмпирически). Обоснование научных концепций происходит путем обращения к данным эмпирического исследования либо путем обращения к возможности описывать и предсказывать явления

Точное определение понятия «познание» дать очень сложно. Прежде чем попробовать сделать это, давайте проанализируем само понятие.

Выделяют следующие виды познания:

- 1) житейское познание;
- 2) художественное познание;
- 3) чувственное познание;
- 4) эмпирическое познание.

Житейское познание — это опыт, накопленный за многие века. Заключается оно в наблюдении и смекалке. Данное познание, без сомнения, приобретает только в результате практики.

Художественное познание. Специфика художественного познания заключается в том, что оно строится на зрительном образе, отображает мир и человека в целостном состоянии. Произведения искусства помогают ощутить связь со временем. Взгляните на любую картину, и что вы увидите? Внешне картина — это холст, который художник «размалевал» разноцветными красками; это холст, вставленный в деревянную раму. А внутренне — это целостный мир, который таит свои секреты. Пытаясь разгадать эти секреты (например, чему так таинственно улыбается Джоконда), мы чувствуем связь с прошлым, настоящим или будущим.

Чувственное познание — это то, что мы воспринимаем с помощью органов чувств (например, я слышу звонок мобильного телефона, я вижу красное яблоко и т. д.).

Главное отличие чувственного познания от эмпирического заключается в том, что эмпирическое познание осуществляется с помощью наблюдения или эксперимента. При проведении эксперимента используется компьютер или другой прибор.

Методы познания:

- 1) индукция;
- 2) дедукция;

3) анализ;

4) синтез.

Индукция — это умозаключение, сделанное на основе двух и более предпосылок. Индукция может приводить как к верному, так и к неверному выводу.

Дедукция — это переход, сделанный от общего к частному. Метод дедукции, в отличие от метода индукции, всегда ведет к истинным выводам.

Анализ — это деление изучаемого объекта или явления на части и составляющие.

Синтез — это процесс, противоположный анализу, т. е. соединение частей объекта или явления в единое целое.

Теперь мы попробуем подобрать наиболее верное определение понятия «познание». **Познание** — это процесс приобретения знания путем эмпирического или чувственного исследования, а также постижение закономерностей объективного мира и совокупность знаний в какой-нибудь отрасли науки, искусства.

Средства научного познания написаны на языке науки. Все ученые-философы подмечают, что большинство средств научного познания происходит из математики (Галилей даже утверждал, что книга природы написана на языке математики). Поэтому математику сложно назвать отдельной наукой, она соприкасается со многими науками: физикой, химией, астрономией и т. д.

В науке формальную логику также называют математической логикой, или логикой символической. Из самого названия «математическая логика» можно сделать вывод о том, что логика основывается на строгих математических правилах. Развитие математической логики так же, как и формальной, началось лишь в 60-е гг. XX в. Однако из-за своей сложности она подходит лишь для искусственного интеллекта.

Обусловленность развития естествознания общественно-исторической практикой ведет к тому, что каждому уровню развития общества соответствует определенный уровень развития естествознания и техники.

Зародившись в глубокой древности, естествознание в течении многих веков развивалась чрезвычайно медленно, рабовладельческий и сменивший его феодальный строй не создавали предпосылок для широкого развития естествознания.

Ранее всего начали складываться в самостоятельные науки астрономия, механика и обслуживающая их математика. Позднее стала выделяться химия (первоначально как алхимия). Для начального периода развития естествознания характерны созерцательность и связанное с ней рассмотрение мира в целом. Наиболее яркое выражение это получило в учениях древнегреческих философов.

В средневековье развитие естествознания значительно тормозила господствующая в то время религиозная идеология, решающий удар по которой был нанесен гелиоцентрической системой Н.Коперника. С этого времени, соответствующая периоду зарождения и формирования

капиталистических отношений, возникает Естествознание как систематическая и экспериментальная наука. Большую роль начинает играть научные приборы инструменты и другое оборудование, необходимое для экспериментов. Особо важным было появление оптических приборов, позволяющих проникнуть в ранее недоступные для наблюдения области космоса и микромира. Естествознание этого периода переходит к систематическому анализу явлений природы, основанному на расчленении целого на составные части. Такой метод изучения природы позволил накопить большой фактический материал в физике, химии, географии, геологии, биологии и др., но в то же время способствовал формированию представлений об абсолютной неизменяемости природы и обособленности отдельных ее частей. Наибольшее развитие в этот период получила механика (Г.Галилей, И.Ньютон), основные выводы и представления которой стали применять для объяснения физических, химических, биологических и др. процессов.

Новый период в развитии естествознания начался с конца 18 века. В связи с быстрым развитием промышленности и сельского хозяйства. В это время процесс теоретического осмысливания накопленного опытного материала привел к необходимости сочетания анализа с синтезом. В естествознании получают распространение эволюционные идеи. К числу наиболее широких теоретических обобщений этого периода относятся: закон превращения и сохранения энергии, клеточная теория строения живых организмов, теория эволюционного развития земной коры, эволюционная теория Ч. Дарвина. Атомистические представления в химии привели к установлению периодического закона химических элементов Д.И.Менделеева.

На рубеже 19-20 веков более глубокое проникновение в тайны строения материи привело к открытию новых форм материи и установления сложности строения атома и его ядра. Дальнейшие исследования в этой области увенчались открытием нового мощного источника энергии – ядерной энергии. Современное естествознание характеризуется неуклонным проникновением в него диалектического материализма как методологической основой исследования.

Общепризнанной классификации естественных наук не существует. По объектам исследований самым широким делением является деление на науки о живой и неживой природе. Важнейшие большие области естествознания (физика, химия, биология) можно отличать по формам движения материи, которые они изучают. Однако этот принцип, с одной стороны, не позволяет охватить все естественные науки (математика и др. смежные науки), с другой стороны неприменим к обоснованию дальнейших классификационных делений, той сложной дифференциации и взаимосвязи наук, которые столь характерны для современного естествознания.

В философии категория материи используется для обозначения объективной реальности, существующей независимо от человеческого

восприятия. В физике под понятием материи все виды существования вещества (твердое, жидкое, газообразное и плазменное) и поля.

Изучением свойств вещества в его различных агрегатных состояниях занимается физика твердого тела, физика жидкостей и газов, физика плазмы. Свойства и структуру материи на микроскопическом уровне изучают атомная физика, ядерная физика, физика элементарных частиц. Распределение и структуру материи во Вселенной изучает астрофизика. Распределение материи во Вселенной разнообразно, потому что Вселенная эволюционирует и наряду со структурными образованиями в Метагалактике (наблюдаемой части Вселенной) существует материя в других, каких то труднодоступных наблюдениях формах.

Исторически первой естественно научной картиной мира Нового времени была механистическая картина, которая напоминала часы: любое событие определяется начальными условиями, задаваемые абсолютно точно. Механистическая картина мира основывалась на следующих принципах: связь теории с практикой, использование математики, эксперимент реальный и мысленный, критический анализ проверка данных; главный вопрос «Как?», а не «Почему?»

Вопросы для повторения.

- *Перечислите методы научного познания*
- *Гелиоцентрическая система мира.*
- *Объясните работы Галилея.*
- *Расскажите законы Кеплера.*
- *В чем заключается работа Коперника?*
- *Улугбек в каких областях науки проводил исследования?*
- *Какие работы в области химии провел Менделеев?*
- *Какова структура научного познания?*
- *Чем отличается модель и модельный эксперимент?*

ЛЕКЦИЯ № 2

**СОЗДАНИЕ КЛАССИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ И
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ. ПОНЯТИЕ
ПРОСТРАНСТВА И ВРЕМЕНИ В КЛАССИЧЕСКОЙ МЕХАНИКЕ.
ЗАКОНЫ КЕПЛЕРА ДЛЯ ДВИЖЕНИЯ ПЛАНЕТ В СОЛНЕЧНОЙ
СИСТЕМЕ. ФУНДАМЕНТАЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ ЗАКОНОВ ИНЕРЦИИ
ГАЛИЛЕЯ. МЕХАНИЧЕСКОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ МИРА (ЗАКОНЫ
НЬЮТОНА.) ЗАКОНЫ ФАРАДЕЯ ПРИ РАЗВИТИИ ПОНЯТИЯ ПОЛЯ.
УРАВНЕНИЯ МАКСВЕЛЛА ДЛЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ.**

План

1. Механическое движение
2. Законы Ньютона
3. Законы движения Планет
4. Теория Максвелла

В результате обобщения экспериментальных фактов, а также результатов деятельности людей устанавливаются **физические законы** — устойчивые повторяющиеся объективные закономерности, существующие в природе. **Механика** — часть физики, которая изучает закономерности механического движения и причины, вызывающие или изменяющие это движение. **Механическое движение**—это изменение с течением времени взаимного расположения тел или их частей. Механика Галилея — Ньютона называется классической **механикой**. В ней изучаются законы движения макроскопических тел, скорости которых малы по сравнению со скоростью света в вакууме. Законы движения макроскопических тел со скоростями, сравнимыми со скоростью c , изучаются релятивистской **механикой**, основанной на специальной теории относительности, сформулированной А. Эйнштейном . Для описания движения микроскопических тел (отдельные атомы и элементарные частицы) законы классической механики неприменимы — они заменяются законами квантовой механики. Механика Галилея — Ньютона рассматривает пространство и время как объективные формы существования материи, но в отрыве друг от друга и от движения материальных тел, что соответствовало уровню знаний того времени. Так как механическое описание наглядно и привычно и с его помощью можно объяснить многие физические явления, в XIX в. некоторые физики стали сводить все явления к механическим. Эта точка зрения соответствовала философскому механистическому материализму. дальнейшее развитие физики показало, однако, что многие физические явления не могут быть сведены к простейшему виду движения — механическому. Механистический материализм должен был уступить место материализму диалектическому, рассматривающему более общие виды движения материи и учитывающему все разнообразие реального мира. **Первый закон Ньютона:** всякая материальная точка (тело) сохраняет состояние покоя или равномерного прямолинейного движения до тех пор, пока воздействие со стороны других тел не заставит ее изменить это состояние. Стремление тела сохранять состояние покоя или равномерного прямолинейного движения называется **инертностью**. Поэтому первый закон Ньютона называют также **законом инерции**. Механическое движение относительно, и его характер зависит от системы отсчета. Первый закон Ньютона выполняется не во всякой системе отсчета, а те системы, по отношению к которым он выполняется, называются **инерциальными системами отсчета**. Инерциальной системой отсчета является такая система, которая либо покоится, либо движется равномерно и прямолинейно относительно какой-то другой инерциальной системы. *Первый закон Ньютона*

утверждает существование инерциальных систем отсчета. Опытным путем установлено, что инерциальной можно считать гелиоцентрическую (звездную) систему отсчета (начало координат находится в центре Солнца, а оси проведены в направлении определенных звезд). Система отсчета, связанная с Землей, строго говоря, неинерциальна, однако эффекты, обусловленные ее неинерциальностью (Земля вращается вокруг собственной оси и вокруг Солнца), при решении многих задач пренебрежимо малы, и в этих случаях ее можно считать инерциальной. Из опыта известно, что при одинаковых воздействиях различные тела неодинаково изменяют скорость своего движения, т. е., иными словами, приобретают различные ускорения. Ускорение зависит не только от величины воздействия, но и от свойств самого тела (от его массы).

Масса тела — физическая величина, являющаяся одной из основных характеристик материи, определяющая ее инерционные (**инертная масса**) и гравитационные (**гравитационная масса**) свойства. В настоящее время можно считать доказанным, что инертная и гравитационная массы равны друг другу, чтобы описывать воздействия, упоминаемые в первом законе Ньютона, вводят понятие силы. Под действием сил тела либо изменяют скорость движения, т. е. приобретают ускорения (динамическое проявление сил), либо деформируются, т. е. изменяют свою форму и размеры (статическое проявление сил). В каждый момент времени сила характеризуется числовым значением, направлением в пространстве и точкой приложения. Итак, сила — это векторная величина, являющаяся мерой механического воздействия на тело со стороны других тел или полей, в результате которого тело приобретает ускорение или изменяет свою форму и размеры. **Второй закон Ньютона** - основной закон динамики поступательного движения — отвечает на вопрос, как изменяется механическое движение материальной точки (тела) под действием приложенных к ней сил. Если рассмотреть действие различных сил на одно и то же тело, то оказывается, что ускорение, приобретаемое телом, всегда прямо пропорционально равнодействующей приложенных сил: При действии одной и той же силы на тела с разными массами их ускорения оказываются различными. Учитывая, что сила и ускорение — величины векторные, можем записать:

$$a=F/m$$

Соотношение выражает **второй закон Ньютона**: ускорение, приобретаемое материальной точкой (телом), пропорционально вызывающей его силе, совпадает с ней по направлению и обратно пропорционально массе материальной точки (тела). В СИ коэффициент пропорциональности измеряется в кг. Учитывая, что масса материальной точки (тела) в классической механике есть величина постоянная, ее можно внести под знак производной:

$$ma=mdv/dt =d(mv)/dt =dp/dt =F$$

Векторная величина $\mathbf{p} = m\mathbf{v}$ численно равная произведению массы материальной точки на ее скорость и имеющая направление скорости, называется **импульсом (количеством движения)** этой материальной точки. Второй закон Ньютона справедлив только в инерциальных системах отсчета. Первый закон Ньютона можно получить из второго. Действительно, в случае равенства нулю равнодействующей сил (при отсутствии воздействия на тело со стороны других тел) ускорение также равно нулю. Однако *первый закон Ньютона* рассматривается как *самостоятельный закон* (а не как следствие второго закона), так как именно он утверждает существование инерциальных систем отсчета. В механике большое значение имеет **принцип независимости действия сил**: если на материальную точку действует одновременно несколько сил, то каждая из этих сил сообщает материальной точке ускорение согласно второму закону Ньютона, как будто других сил не было. Согласно этому принципу, силы и ускорения можно разлагать на составляющие, использование которых приводит к существенному упрощению решения задач.

Третий закон Ньютона - всякое действие материальных точек (тел) друг на друга носит характер, взаимодействия; силы, с которыми действуют друг на друга материальные точки, всегда равны по модулю, противоположно направлены и действуют вдоль прямой, соединяющей эти точки: $\mathbf{F}_1 = -\mathbf{F}_2$ где F_1 — сила, действующая на первую материальную точку со стороны второй; F_2 — сила, действующая на вторую материальную точку со стороны первой. Эти силы приложены к *разным* материальным точкам (телам), всегда действуют *парами* и являются силами *одной природы*. При использовании законов динамики иногда допускают следующую ошибку: так как действующая сила всегда вызывает равную по модулю и противоположную по направлению силу противодействия, то, следовательно, их равнодействующая должна быть равна нулю и тела вообще не могут приобрести ускорения. Однако надо помнить, что во втором законе Ньютона речь идет об ускорении, приобретаемом телом под действием приложенных к нему сил. Равенство нулю ускорения означает равенство нулю равнодействующей сил, приложенных к одному и тому же телу. Третий же закон Ньютона говорит о равенстве сил, приложенных к *различным* телам. На каждое из двух взаимодействующих тел действует только одна сила, которая и сообщает данному телу ускорение. Третий закон Ньютона позволяет осуществить переход от динамики *отдельной* материальной точки к динамике *системы* материальных точек, Это следует из того, что и для системы материальных точек взаимодействие сводится к силам парного взаимодействия между материальными точками.

К началу XVII столетия большинство ученых убедилось в справедливости гелиоцентрической системы мира. И.Кеплер обработав и уточнив многочисленные наблюдения астрономов, установил **законы движения планет**:

1. Планеты движутся по эллипсам, в одном из фокусов которого находится Солнце.

2. Радиус-вектор планеты за равные промежутки времени описывает одинаковые площади.

3. Квадраты периодов обращения планет вокруг Солнца относятся как кубы больших полуосей их орбит.

Если системы отсчета движутся относительно друг друга равномерно и прямолинейно и в одной из них справедливы законы динамики Ньютона, то эти системы являются инерциальными. Из принципа относительности Галилея следует, что во всех инерциальных системах отсчета законы классической динамики имеют одинаковую форму; в этом суть механического принципа относительности (принцип относительности Галилея). Пусть две инерциальные системы K и K' движутся относительно друг друга равномерно и прямолинейно со скоростью v по оси x . Тогда связь между координатами этих двух систем запишутся следующим образом:

$$x=x'+vt; \quad y=y'; \quad z=z'; \quad t=t'$$

В классической механики считается, что время течет во всех инерциальных системах одинаково и не зависит от относительного движения систем отсчета. Продифференцируем соотношение (1) по времени;

$$dx/dt=dx'/dt'+v; \quad dy/dt=dy'/dt'; \quad dz/dt=dz'/dt'; \quad t=t'$$

Выражение представляет собой закон сложения скоростей механики Ньютона. Продифференцировав второй раз получим:

$$d^2x/dt^2=d^2x''/dt'^2; \quad d^2y/dt^2=d^2y''/dt'^2; \quad d^2z/dt^2=d^2z''/dt'^2; \quad t=t'$$

Откуда следует, что законы механики в обоих инерциальных системах отсчета протекают одинаково.

Введение Максвеллом понятия тока смещения привело его к завершению созданной им единой макроскопической теории электромагнитного поля, позволившей с единой точки зрения не только объяснить электрические и магнитные явления, но и предсказать новые, существование которых было впоследствии подтверждено.

В основе теории Максвелла лежат рассмотренные выше четыре уравнения:

1. Электрическое поле может быть как потенциальным (E_Q), так и вихревым (E_B), поэтому напряженность суммарного поля $E = E_Q + E_B$. Так как циркуляция вектора E_Q равна нулю, а циркуляция вектора E_B определяется выражением, то циркуляция вектора напряженности суммарного поля

$$\oint_L E dl = - \int_S \frac{\partial B}{\partial t} dS$$

Из чего видно, что источниками электрического поля могут быть не только электрические заряды, но и меняющиеся во времени магнитные поля.

2. Обобщенная теория о циркуляции вектора H :

$$\oint_L \mathbf{H} d\mathbf{l} = \int_S (\mathbf{j} + \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t}) d\mathbf{S}$$

Из чего видно, что магнитные поля могут возбуждаться либо движущимися зарядами, либо переменными электрическими полями.

3. Теорема Гаусса для поля \mathbf{D} :

$$\oint_S \mathbf{D} d\mathbf{S} = Q$$

Если заряд распределен внутри замкнутой поверхности непрерывно с объемной плотностью ρ , то формула запишется в виде

$$\oint_S \mathbf{D} d\mathbf{S} = \int_V \rho dV$$

4. Теорема Гаусса для поля \mathbf{B} :

$$\oint_S \mathbf{B} d\mathbf{S} = 0$$

Итак, *полная система уравнений Максвелла в интегральной форме:*

$$\oint_L \mathbf{E} d\mathbf{l} = - \int_S \frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t} d\mathbf{S} ; \quad \oint_S \mathbf{D} d\mathbf{S} = \int_V \rho dV$$

$$\oint_L \mathbf{H} d\mathbf{l} = \int_S (\mathbf{j} + \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t}) d\mathbf{S} ; \quad \oint_L \mathbf{B} d\mathbf{S} = 0$$

Между величинами существует следующая связь:

$$\begin{aligned} \mathbf{D} &= \epsilon_0 \epsilon \mathbf{E}, \\ \mathbf{B} &= \mu_0 \mu \mathbf{H}, \\ \mathbf{j} &= \gamma \mathbf{E} \end{aligned}$$

где ϵ_0 и μ_0 – соответственно электрическая и магнитная постоянные, ϵ и μ – диэлектрическая и магнитная проницаемости, γ – удельная проводимость вещества.

Для стационарных полей уравнения Максвелла примут вид

$$\oint_L \mathbf{E} d\mathbf{l} = 0 ; \quad \oint_S \mathbf{D} d\mathbf{S} = 0 ;$$

$$\oint_L \mathbf{H} d\mathbf{l} = I ; \quad \oint_S \mathbf{B} d\mathbf{S} = 0$$

т.е. источниками электрического поля в данном случае являются только электрические заряды, источниками магнитного – только токи проводимости. В данном случае электрические и магнитные поля не зависимы друг от друга, что и позволяет изучать отдельно *постоянные* электрическое и магнитное поля.

Воспользовавшись известными из векторного анализа теоремами Стокса и Гаусса

$$\oint_L \mathbf{A} d\mathbf{l} = \int_S \text{rot} \mathbf{A} d\mathbf{S}$$

$$\oint_S \mathbf{A} dS = \int_V \operatorname{div} \mathbf{A} dV$$

Можно представить *полную систему уравнений Максвелла в дифференциальной форме*:

$$\operatorname{rot} \mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}; \operatorname{div} \mathbf{D} = \rho;$$

$$\operatorname{rot} \mathbf{H} = \mathbf{j} + \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t}; \operatorname{div} \mathbf{B} = 0$$

Из уравнений Максвелла следует, что переменное магнитное поле всегда связано с порождаемым им электрическим полем, т.е. электрическое и магнитное поля неразрывно связаны друг с другом – они образуют единое *электромагнитное поле*.

Одним из важных выводов теории Максвелла явилось существование *электромагнитных волн* – переменного электромагнитного поля, распространяющегося в пространстве с конечной скоростью. В дальнейшем было доказано, что скорость распространения свободного электромагнитного поля (не связанного с зарядами и токами) в вакууме равна скорости света $c = 3 \cdot 10^8$ м/с. Этот вывод и теоретическое исследование свойств электромагнитных волн привели Максвелла к созданию электромагнитной теории света, согласно которой свет представляет собой также электромагнитные волны.

К электромагнитному полю применим только принцип относительности Эйнштейна, так как факт распространения электромагнитных волн в вакууме во всех системах отсчета с одинаковой скоростью c не совместим с принципом относительности Галилея.

Согласно *принципу относительности Эйнштейна*, механические, оптические и электромагнитные явления во всех инерциальных системах отсчета протекают одинаково, т.е. описываются одинаковыми уравнениями. Уравнения Максвелла инвариантны относительно преобразований Лоренца: их вид не меняется при переходе от одной инерциальной системы отсчета к другой, хотя величины \mathbf{E} , \mathbf{B} , \mathbf{D} , \mathbf{H} в них преобразуются по определенным правилам.

Из принципа относительности вытекает, что отдельное рассмотрение электрического и магнитного полей имеет относительный смысл. Так, если электрическое поле создается системой неподвижных зарядов, то эти заряды, являясь неподвижными относительно одной инерциальной системы отсчета, движутся относительно другой и, следовательно, будут порождать не только электрическое, но и магнитное поле. Аналогично, неподвижный относительно одной инерциальной системы отсчета проводник с постоянным током, возбуждая в каждой точке пространства постоянное магнитное поле, движется относительно других инерциальных систем, и создаваемое им переменное магнитное поле возбуждает вихревое электрическое поле.

Таким образом, теория Максвелла, а также принцип относительности Эйнштейна приводят к единой теории электрических, магнитных и оптических явлений, базирующейся на представлении об электромагнитном поле.

Вопросы для повторения.

- *Гелиоцентрическая система мира.*
- *Дайте информации о вкладе ученых при развитии знаний о развитии мира.*
- *Перечислите и изложите законы Кеплера.*
- *На основе каких предпосылок построена классическая механика?*
- *Изложите законы Ньютона.*
- *В чем заключается фундаментальность законов инерции Галилея?*
- *Что такое инерциальные системы отсчета?*
- *Каковы свойства пространства в классической механике?*
- *Каковы свойства времени в классической механике?*
- *Понятие гравитационного поля в механике.*
- *Понятие электромагнитного поля.*
- *Выводы при решении уравнений Максвелла для электромагнитного поля.*
- *Какие величины вводятся для характеристики поля тяготения и какова связь между ними?*

ЛЕКЦИЯ № 3

ВОЗНИКНОВЕНИЕ КОСМОСА. МОДЕЛЬ РАСШИРЯЮЩЕЙ ВСЕЛЕННОЙ. ЭВОЛЮЦИЯ И СТРОЕНИЕ ГАЛАКТИК. АСТРОНОМИЯ И КОСМОНАВТИКА. СТРОЕНИЕ ЗВЕЗД. СТРОЕНИЕ И ЭВОЛЮЦИЯ ЗЕМЛИ.

План

1. Возникновение Космоса
2. Этапы развития Вселенной
3. Галактики
4. «Группы» звезд

Согласно исследованиям, проведенным со спутников, пространство пронизано микроволновым излучением. Это микроволновое излучение является «наследством» от более ранних стадий существования нашей Вселенной.

К началу 1930-х гг. было известно, что большинство звезд состоит из гелия. Однако оставалось загадкой — откуда берется углерод. В 1950-е гг. Английский астрофизик, писатель, администратор, драматург **Фред Хойл** восстановил ход реакций в звездах. Именно эти рассуждения позволили Хойлу в 1953 г. предсказать важный энергетический уровень ядра углерода-12, и эксперименты физиков подтвердили его прогноз. В дальнейшем американский

физик *Уильям Фаулер*, проведя соответствующие эксперименты, подтвердил данную теорию. И только потом была подготовлена соответствующая теоретическая база.

Ученые *Ральф Алфер* и *Роберт Герман* библейским словом «илем» назвали первичное вещество. Из него потом, по утверждению Алфера и Германа, и образовалась наша Вселенная. Это первичное вещество было не что иное, как нейтронный газ. Эти ученые разработали теорию, согласно которой к свободным нейтронам присоединялись тяжелые ядра. Этот процесс закончился только тогда, когда закончились свободные нейтроны. Хойл, не принявший теорию Алфера и Германа всерьез, назвал ее «**the big bang theory**» — т. е. теория большого хлопка, но в России она больше известна как «**теория Большого Взрыва**».

Также существовала и теория холодной Вселенной. Ее автор, советский физик, физико-химик и астрофизик, Зельдович Яков Борисович заметил, что данные радиоастрономии не подтверждали большую плотность и большую температуру излучения (которые должны были быть при версии «горячего» происхождения Вселенной). Зельдович исходным веществом называл электронный газ с примесью нейтрино.

Этапы развития Вселенной. *Начальную стадию существования Вселенной делят на 4 эры:*

- 1) эра адронов;
- 2) эра лептонов;
- 3) фотонная эра;
- 4) эра излучения.

Во время первой эры, эры адронов, элементарные частицы разделились на адроны и лептоны. Адроны участвовали в более быстрых процессах, а лептоны — в более медленных.

Во время второй эры, эры лептонов, часть частиц выходит из равновесия с излучением, а Вселенная становится прозрачной для электронных нейтрино.

Во время третьей, фотонной, эры главную роль в развитии Вселенной начинают играть фотоны. В начале данной эры число протонов и нейтронов было примерно равным, но затем они стали превращаться друг в друга.

Во время четвертой эры, эры излучения, протоны начинают захватывать нейтроны; образуются ядра бериллия и лития, а плотность Вселенной уменьшается примерно в 5—6 раз. Из-за уменьшения плотности Вселенной начинают образовываться первые атомы.

После четвертой эры (эры излучения) наступила еще одна эра: *пятая, звездная, эра*. Во время звездной эры начался сложный процесс формирования протозвезд и протогалактик.

Основоположником теории «горячей» Вселенной был американский физик Георгий Антонович Гамов. Именно он в 1946 г. заложил основы этой теории и в дальнейшем занимался ее изучением.

Как известно, в соответствии с законами термодинамики при высоких плотностях и температурах в разогретом веществе всегда должно находиться в

равновесии с ним и излучение. Гамов утверждал, что в результате процесса нуклеосинтеза излучение должно остаться и до настоящего времени. Только его температура должна будет «понизиться» из-за постоянного расширения.

Гамов на протяжении почти десяти лет консультировался с различными учеными и занимался разработкой формулы и схемы.

В результате кропотливого труда появилась А — Б — Г-теория по именам ее создателей: Алфер, Бете, Гамов.

Что же дала теория «горячей» Вселенной? Она дала необходимые соотношения таких веществ, как водород и гелий в современной Вселенной. Тяжелые элементы рождались, возможно, при взрывах сверхновых звезд. Также Гамов в своей заметке, опубликованной в 1953 г., предсказал фоновое излучение.

Существование данного фонового излучения совершенно случайно подтвердили американские ученые (будущие лауреаты Нобелевской премии): радиофизик и астрофизик Арно Пензиас и радиоастроном Роберт Вильсон. Они отлаживали рупорную антенну нового радиотелескопа и никак не могли избавиться от помех. Только потом они поняли, что это были не простые помехи, а предсказанное Гамовым фоновое излучение.

Теория «горячей» Вселенной оказала такое мощное влияние на науку, что Хойл, автор теории вечной Вселенной, признал несостоятельность своей теории, хотя он и попробовал потом ее модернизировать.

Происхождение Солнечной системы

Вопросом происхождения нашей Солнечной системы занимается космогония.

Одну из главных теорий происхождения Солнечной системы выдвинул **Кант**. Он утверждал, что Солнечная система образовалась из хаоса. Также он говорил, что все мировое пространство заполнено некоей инертной материей, которая является неупорядоченной, но «стремится преобразоваться в более организованную путем естественного развития».

Также Кант считал, что **Млечный Путь для звезд** — это то же самое, что и Зодиак для Солнечной системы. В результате проведенных исследований и многочисленных наблюдений Кант представил свою структуру Вселенной: **Вселенная** — это не что иное, как иерархия самогравитирующих систем. Все системы, считал он, должны иметь сходную структуру.

Теория Лапласа. Лаплас на основе идей Канта создал свою теорию, которая получила наименование небулярной гипотезы Канта-Лапласа. Небулярная гипотеза Канта не была известна по одной банальной причине: издатель, который напечатал данный труд Канта, обанкротился, а его книжный склад в Кенигсберге был опечатан. Небулярная теория Канта-Лапласа долгое время оставалась первой ротационной гипотезой о возникновении солнечной системы. **Данная теория имела и свои недостатки:**

1) она не объясняла больших размеров орбит внешних планет-гигантов и медленности вращения Солнца;

2) она не отвечала на вопрос, почему «момент количества планет почти в двадцать девять раз больше момента количества Солнца, если солнечная система изолирована». Существовали также катастрофические гипотезы происхождения Солнечной системы. Например, *Джинс* предположил, что когда-то мимо нашего Солнца прошла неподалеку какая-то другая звезда, и вследствие этого на Солнце появились «приливные выступы», которые трансформировались в газообразные струи, из которых позже и возникли планеты.

Академик *Василий Григорьевич Фесенков* считал, что планеты образовались в результате процессов, которые происходили «внутри» Солнца. В результате ядерных реакций происходили выбросы масс из Солнца, из которых позже и сформировались планеты. Данные выбросы соответствовали расчетам *Джорджа Дарвина* (сына Чарльза Дарвина) и *А.М. Ляпунова*.

1. Галактики. Многообразие галактик

Неизвестно, когда впервые человек посмотрел на небо: с тех далеких времен прошло много тысячелетий. Достоверно известно только то, что человек всегда почитал небо, а также уважал и боялся его. Такое отношение объяснить очень просто: там, на небе, жили боги. Человек старался их задобрить, умиловить. Если боги будут добры, значит, они пошлют дождь, а будет дождь — будет и урожай на будущий год. Если же боги разозлятся, то они пошлют гром, молнию и засуху на землю. Поэтому в те далекие времена никто не решался разозлить своих богов; у каждого народа были свои боги.

А что же такое звезды? *Звезды* — это души умерших, которые смотрят и следят за нами. Так считалось в далекой древности.

Откуда людям было тогда знать, что звезды — это далеко не души, а небесное тело с невероятно высокой температурой. Через столетия люди стали замечать на небе какие-то непонятные «дымки», туманные пятна. С помощью телескопов человеческий глаз увидел, что внутри этих туманностей находятся целые скопления звезд. Такие скопления звезд получили название галактики.

Еще в XVIII в. *В. Гершель*, известный английский астроном и оптик, открывший планету Уран, исследовавший двойные звезды и структуру Млечного Пути, построивший несколько крупнейших для своего времени телескопов, открыл несколько тысяч туманных пятен (которые получили название туманности). *В. Гершель* заносил открытые им туманности в каталоги. В процессе исследования и наблюдения за этими туманностями было установлено, что многие из них имеют спиральную структуру.

В науке астрономии все галактики делят на три большие группы. В основе данной классификации лежит внешний вид галактик.

Три группы (класса) галактик:

- 1) спиральные галактики;
- 2) неправильные галактики;
- 3) эллиптические галактики. Рассмотрим эти виды галактик. Спиралевидные

галактики. Их ветви состоят из горячих звезд, сверхгигантов; они излучают радиоволны. Примерно десять процентов от массы всей такой галактики составляет масса нейтрального водорода. Главное отличие спиральных галактик заключается в том, что они вращаются с бешеной скоростью.

Неправильные галактики. Что же их отличает? Для начала окунемся в историю. В XVI в. Фердинанд Магеллан совершал свои знаменитые кругосветные путешествия, которые помогли «уничтожить» множество «белых пятен» на географической карте нашей планеты. Путешественники в южном полушарии неба заметили и в течение продолжительного отрезка времени наблюдали за двумя небольшими звездными облаками. Позже эти облака стали называться в честь самого знаменитого путешественника: Большим и Малым Магеллановыми Облаками. На самом деле это никакие не облака, а самые настоящие галактики, которые относятся к группе неправильных.

Эти галактики отличаются тем, что:

- 1) они имеют бесформенный вид;
- 2) их звездный состав такой же, как и у ветвей спиральных галактик, за одним исключением: у неправильных нет ядра;
- 3) неправильные галактики встречаются очень-очень редко.

Эллиптические галактики. Данные галактики встречаются гораздо чаще, чем спиральные и неправильные галактики. Назовем *отличительные черты эллиптических галактик:*

- 1) их можно принять за шаровые скопления звезд, если не учесть, что галактика больше их по размерам;
- 2) вращаются они очень медленно, и, следовательно, они слабо сплюснуты. Это главное их отличие от спиральных галактик (которые вращаются очень быстро и вследствие этого, сильно похожи на веретено);
- 3) эллиптические галактики не содержат в себе ни звезд-гигантов, ни туманностей.

2. «Трупы» звезд: белые карлики, нейтронные звезды, черные дыры

Белые карлики

Звезды, как и многое в нашей Вселенной, не вечны, продолжительность их жизни составляет десятки миллионов лет, тем не менее это несравнимо с годами существования Вселенной.

В конце своей жизни звезда становится белым карликом. «Смерть» небесного тела наступает после того, как оно исчерпало весь запас своих источников термоядерной энергии. Причем белыми карликами становятся не все звезды, а лишь звезды средней и малой массы.

Белые карлики не светятся сами по себе, так как у них внутри нет никаких ядерных процессов. Но все-таки «трупы» звезд светятся. Почему? Свечение белых карликов объясняется очень просто: свечение происходит за счет медленного остывания. Ученый, индийский физик *Раман Чандрасекара*

высчитал массу белого карлика, которую он не может превышать. Согласно Чандрасека-ре, масса данного небесного тела равна примерно 1,4 массы Солнца.

Нейтронные звезды

Нейтронная звезда — это, можно сказать, тоже «труп» звезды, но звезды гораздо больших размеров, которая обладает массой, превышающей десять масс нашего Солнца. Радиус нейтронной звезды примерно в полтора-два раза больше массы Солнца, а ее радиус равен примерно 10 — 20 км.. В очень редких случаях масса нейтронной звезды может превышать массу Солнца, но не более чем в три раза (это так называемый «предел Оппенгеймера — Волкова»). Что произойдет с такой «небольшой» звездочкой, мы узнаем ниже.

В 1930-х гг. **Вальтер Бааде** и **Фриц Цвики** выдвинули теорию, согласно которой в результате взрыва сверхновой звезды (сверхновыми звездами называют звезды, которые «неожиданно вспыхивают и угасают подобно новым звездам. Однако в максимуме светимости они бывают в тысячи раз ярче, чем новые звезды») образуется сверхплотная нейтронная звезда. Данная теория была подтверждена почти тридцать лет спустя, когда в Крабовидной туманности был открыт пульсар, т. е. нейтронная звезда, которая вращается с невероятно большой скоростью.

Черные дыры

Понятие «черная дыра» было введено в 1968 г. американским физиком **Джоном Уиллером**. Этим понятием он обозначил нейтронные звезды, которые в результате действия силы гравитации сжались до такой степени, что свет уже просто не может преодолеть их притяжение. Выше говорилось о том, что масса нейтронной звезды примерно в полтора-два раза больше массы Солнца, но иногда ее масса может быть больше массы Солнца в три и более раза. Так вот, черными дырами и становятся такие вот «исключительные» нейтронные звезды. **Гравитационный радиус** — это радиус, до которого нейтронная звезда должна сжаться, чтобы стать черной дырой. Если звезда была очень большой, то этот радиус равняется всего нескольким десяткам километров.

Солнце плазменный шар (плотность $1,4\text{г/см}^3$, с температурой 6000^0К) в атмосфере которого – короне – происходят вспышки-протуберанцы. Излучение Солнца- солнечная активность – имеет цикл 11 лет. Источником солнечной энергии является термоядерная реакция превращения водорода в гелий. Скорость движения Солнца вокруг оси Галактик 250км/с . Солнечная система совершает один полный оборот вокруг галактического центра за 180млн.лет. Возраст Солнечной системы около 5 млрд. лет. Солнечная система состоит из девяти планет: Меркурий, Венера, Земля, Марс, Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун, Плутон. Все планеты движутся в одном направлении, в единой плоскости (за исключением Плутона) по почти круговым орбитам. От центра до окраины Солнечной системы 5,5 световых часов.

Радиус Земли 6400км , масса $6 \cdot 10^{21}\text{кг}$, плотность $5,5\text{г/см}^3$. Скорость вращения Земли вокруг Солнца 30 км/с . Земля состоит из литосферы (земной

коры), протяженность 10-80км, мантии и ядра. В атмосфере Земли преобладают азот и кислород. Атмосферу разделяют на тропосферу (9-17км) – «фабрику погоды», стратосферу (до 55км) – «кладовую погоды», ионосферу, которая состоит из заряженных частиц, и зону рассеивания, расположенную на высоте до 800-1000км.

Вопросы для повторения.

- *На чем основывается модель расширяющейся Вселенной?*
- *Почему светят звезды?*
- *Какие процессы происходят в недрах звезд?*
- *Чем звезды отличаются от планет, комет?*
- *Каковы основные концепции происхождения Солнечной системы?*
- *Каково строение атмосферы Земли?*
- *Какие звезды существуют?*
- *Чем отличаются красные гиганты от обычных звезд?*
- *Что такое сама материя?*
- *Как можно доказать что все произошло из ничего?*
- *Чем отличается гравитационный коллапс от антиколлапсионного взрыва?*
- *Человеческая роль при изучении естествознания.*
- *Глубокое изучение материи.*
- *Что такое звезда?*
- *Что такое планета?*
- *Почему сменяется день и ночь, времена года?*
- *Сколько всего миров?*
- *Чем отличаются друг от друга миры?*
- *Каковы постулаты СТО?*
- *Каковы основные положения квантовой физики ?*

ЛЕКЦИЯ № 4

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О МИКРО, МАКРО И МЕГОМИРАХ В НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ. ШИРОКОЕ И ГЛУБОКОЕ НАУЧНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ О МИРЕ. ТЕОРИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ. КВАНТОВАЯ МЕХАНИКА. ФИЗИЧЕСКИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ. СТРОЕНИЕ МАТЕРИИ.

План

1. Микромир
2. Макромир
3. Мегамир
4. Постулаты специальной теории относительности

В окружающем нас мире можно подметить иерархию объектов в природе. Слово «иерархия» в применении к рассматриваемому случаю отображает лестницу объектов, качественно отличающихся или характеризующихся степенью сложности. Существует следующая иерархия объектов: элементарные частицы-ядра – атомы – молекулы (микромир), макромир : кристаллы –жидкости - газы –плазма, мегамир : планеты – звезды – галактики – Вселенная.

Человек обычно имеет дело с макромиром и сам таковым является. Рассмотрим иерархию основных объектов природы и дадим краткую характеристику.

Микромир. Элементарные частицы. На сегодня эти образования являются исходными, простейшими в смысле структуры. Однако это не означает, что их свойства просты. Для описания поведения элементарных частиц используют наиболее глубокие физические теории, представляющие собой синтез теории относительности и квантовой теории.

Все элементарные частицы (кроме фотона) подразделяются на две группы: **адроны и лептоны**. В свою очередь, многочисленная адронная группа состоит из барионов (протон, нейтрон, гипероны) и мезонов (π -мезоны, K-мезоны). Кроме того, в группе адронов существуют два больших семейства так называемых резонансных частиц: барионы и мезонные резонансы. Всего число открытых резонансов более 300. Число частиц в каждом таком семействе и их свойства можно объяснить, если предположить, что адроны состоят из истинно элементарных частиц - **кварков**. Барионы состоят из трех кварков, а мезоны из одного кварка и одного антикварка. В свободном состоянии кварки до сих пор не наблюдались.

Лептоны (электрон, мюон, тау-лептон и их нейтрино) как и кварки, рассматривают как бесструктурные точечные частицы. Частицами – переносчиками взаимодействий – являются глюоны (ответственны за связь между кварками), фотоны (за взаимодействие электрически заряженных частиц) и массивные промежуточные бозоны (за медленные распады частиц и слабое взаимодействие). Объединение релятивистских и квантовых представлений привело к открытию мира античастиц. У античастицы и частицы имеется целый набор специфических «внутренних» дискретных характеристик: их значения у частицы и античастицы отличаются только знаком. Несмотря на микроскопическую симметрию между частицами и античастицами, во Вселенной до сих пор не обнаружены области со сколько-нибудь заметным содержанием антивещества.

Ядра – представляют собой связанные системы протонов и нейтронов. Плотность массы 10^{17} кг/м³. Заряд положительный. Особенно устойчивыми ядрами являются ядра с числом протонов или нейтронов 2, 8, 20, 28, 50, 82, 126, получившими название **магических**. «Радиусы ядер» изменяются от $2 \cdot 10^{-15}$ м (ядро гелия) до $7 \cdot 10^{-15}$ м (ядро урана).

Атомы и молекулы. Атом состоит из положительного ядра и отрицательно заряженных электронов. Атом есть наименьшая структурная единица химических элементов. Существуют жесткие правила «заселенности» электронами «атомных этажей» вокруг ядра. Электроны находящиеся на самых верхних этажах «атомного дома», определяют реакционную способность атомов.

Молекула есть наименьшая структурная единица сложного химического соединения. Некоторые атомы (углерод и водород) способны образовать сложные молекулярные цепи, являющихся основой для образования еще более сложных структур (макромолекул), которые проявляют биологические свойства.

Макромир. При определенных условиях однотипные атомы или молекулы могут собираться в огромные совокупности – макроскопические тела (вещество). Простое вещество является атомарным, сложное – молекулярным. Атомарные тела существуют в 4 агрегатных состояниях – кристаллическое, жидкое, газообразное и плазма. При температурах близких к абсолютному нулю все тела являются кристаллическими (исключение гелий). При изменении температуры и давления вещества могут переходить из одного агрегатного состояния в другое.

Мегамир. Планеты, звезды, Галактики, Вселенная. Исследования планет солнечной системы показали, что условия, в которых находится вещество планет, отличаются от земных. В составе вещества планет не обнаружено никаких новых химических элементов по сравнению с земным. Внутреннее строение планет изучать особенно сложно, т.к. о внутреннем строении нашей Земли человек знает крайне недостаточно. По оценкам, внутреннее давление в центре Земли имеет порядок 10^7 атм. (10^{12} Па). Исследования по физике высоких давлений привело к созданию целой группы новых материалов, например искусственные алмазы. Есть надежда на получение при давлениях порядка 10^7 атм. металлического водорода. По оценкам физиков-теоретиков кристаллы металлического водорода должны быть сверхпроводниками при комнатной температуре.

Центральные области Солнца характеризуются температурой $\sim 10^7$ К, и давлением $\sim 10^{11}$ атм. В этих условиях вещество является плазмой. При этом возможны термоядерные реакции, которые служат источником энергии звезд. Нейтронные звезды обладают массой, сравнимой с солнечной, а размерами в 10^5 раз меньшими. Плотность нейтронной звезды сравнима с плотностью ядерного вещества и масса 1 см^3 вещества составляет сотни миллионов тонн. Вещество этих звезд представляет собой сверхплотный нейтронный газ.

Галактики – это звездные системы. Число звезд в них порядка $10^9 \sim 10^{12}$. Известная нам часть Вселенной содержит число галактик порядка 10^{11} . Астрономические данные показывают, что галактики во Вселенной стремительно разбегаются друг от друга. Расширение Вселенной позволяет предположить, что когда-то в прошлом оно занимала весьма малый объем.

В природе существуют качественно различные связанные системы объектов. Так, ядра есть связанные системы протонов и нейтронов, атомы – связанные ядра и электроны, макротела – совокупность атомов или молекул, солнечная система – «связка» планет и массивной звезды и т.д.

Наличие связанных систем объектов говорит о том, что должно существовать нечто такое, что скрепляет части системы в целое. Чтобы «разрушить» систему частично или полностью, нужно затратить энергию. Взаимное влияние частей системы характеризуется **энергией взаимодействия**. В настоящее время принято считать, что любые взаимодействия каких угодно объектов могут быть сведены к ограниченному классу основных фундаментальных взаимодействий: **сильному, электромагнитному, слабому и гравитационному**.

1. Гравитационное взаимодействие (тяготение). Притяжение тел к Земле, существование солнечной системы, звездных систем (галактик) обусловлено действием сил тяготения, или, иначе, гравитационными взаимодействиями. Эти взаимодействия универсальны, т.е. применимы к любым микро- и макрообъектам.

Однако они существенны лишь для тел огромных астрономических масс и для формирования структуры и эволюции Вселенной как целого. Гравитационные взаимодействия очень быстро ослабевают для объектов с малыми массами и практически не играют никакой роли для атомных ядерных систем.

Источником гравитации являются массы тел, дальность гравитационного взаимодействия не ограничена.

2. Электромагнитные взаимодействия. Ими обусловлены связи в атомах, молекулах и обычных макротелах. Носителями электромагнитного взаимодействия является – фотон ($m_0 = 0$). Радиус действия электромагнитного взаимодействия неограничен.

3. Сильные (ядерные) взаимодействия. Ими обусловлено существование атомных ядер. Носителями ядерных взаимодействий являются π -мезоны ($m_{\pi^\pm} \sim 264$, $m_{\pi^0} = 273$ эВ). Сильные взаимодействия типа p-p, p-n, n-p одинаковы. Радиус действия ограничен и составляет 10^{-15} м.

4. Слабые взаимодействия. Ими обусловлены медленные распады частиц с характерным временем $10^{-10} - 10^{-6}$ с. Радиус действия 10^{-18} м. Значительное число медленных распадов элементарных частиц сопровождается излучением нейтрино – ν_e, ν_μ, ν_τ . Носителями слабого взаимодействия являются **промежуточные векторные бозоны (W^+, W^-, Z^0 – время жизни 10^{-18} с, масса $\sim 200000m_e$)**. Эти силы вызывают слияние протонов внутри Солнца с образованием дейтрона. Эта реакция дает начало протон-протоному циклу, благодаря которому выделяется энергия. Кроме того, объясняется распад нейтрона. Нейтрон испускает **W^- - бозон** и превращается в протон. Затем бозон распадается на электрон и антинейтрино.

Если рассматривать только элементарные частицы, то интенсивность различных взаимодействий по отношению к сильным распределяется следующим образом:

Сильное	~ 1 ;
Электромагнитное	$\sim 10^{-3}$;
слабое	$\sim 10^{-14}$;
гравитационное	$\sim 10^{-40}$.

Явления и процессы, происходящие с взаимодействующими объектами, протекают в пространстве и времени. Если событие характеризовать местоположением и моментом времени, то существование пространственно-временных связей накладывает определенные ограничения на возможный ход событий. Пространство и время обладают определенными свойствами, и это несомненно влияет на ход физических явлений. Важнейшим из этих свойств является так называемая **однородность**. **Однородность пространства означает, что любая его точка физически равноценна, т.е. перенос любого объекта в пространстве не влияет на процессы происходящие с этим объектом.** Так, мы совершенно уверены, что свойства атомов у нас на Земле, на Луне и Солнце одни и те же.

Однородность времени нужно понимать как физическую неразличимость всех моментов времени для свободных объектов, т.е. **если объекты не взаимодействует с окружением, то для них любой момент времени может быть принят за начальный.**

Наше пространство является «плоским» в том смысле, что оно удовлетворяет всем аксиомам геометрии Эвклида. Свойства пространства – времени в масштабах всей Вселенной или вблизи огромных астрономических масс отклоняются от обычной геометрии Эвклида; здесь пространство и время обладают своеобразной кривизной.

Постулаты специальной теории относительности (СТО).

Первый постулат- все процессы природы протекают одинаково во всех инерциальных системах отсчета.

Второй постулат- скорость света в вакууме одинакова для всех инерциальных систем отсчета. Она не зависит ни от скорости источника, ни от скорости приемника света. Эйнштейн показал, что в теории относительности классические преобразования Галилея, описывающие переход от одной инерциальной системы отсчета к другой - заменяются преобразованиями Лоренца, удовлетворяющими постулатам Эйнштейна. **Преобразования Лоренца** имеют вид:

$$\begin{array}{ccc}
 K \rightarrow K' & & K' \rightarrow K \\
 x' = \frac{x - vt}{\sqrt{1 - \beta^2}} & & x = \frac{x' + vt'}{\sqrt{1 - \beta^2}} \\
 y' = y & & y = y' \\
 z' = z & & z = z' \\
 t' = \frac{t - \beta x / c}{\sqrt{1 - \beta^2}} & & t = \frac{t' + \beta x' / c}{\sqrt{1 - \beta^2}} \\
 & & \beta = v/c
 \end{array}$$

Из сравнения приведенных уравнений вытекает, что они симметричны и отличаются лишь знаком при v . Из преобразований Лоренца вытекает; 1. При малых скоростях, т.е. когда $\beta \ll 1$, они переходят в классические преобразования Галилея. 2. Расстояние и промежуток времени между двумя событиями меняются при переходе от одной инерциальной системы отсчета к другой, тогда как в рамках преобразований эти величины считаются абсолютными и неизменными при переходе от одной системе к другой. **Следствия из преобразований Лоренца.** 1. Длительность событий в разных системах отсчета. Пусть в некоторой точке покоящейся относительно системы K , происходит событие, длительность которого $\tau = t_2 - t_1$. Длительность этого же события в системе K' $\tau' = t'_2 - t'_1$. Согласно (4) имеем

$$t'_1 = \frac{t_1 - vx/c^2}{\sqrt{1-\beta^2}}, \quad t'_2 = \frac{t_2 - vx/c^2}{\sqrt{1-\beta^2}}, \quad \tau' = (t_2 - t_1) / \sqrt{1-\beta^2} = \tau / \sqrt{1-\beta^2}$$

Из соотношения вытекает, что $\tau < \tau'$, т.е. длительность события, происходящего в некоторой точке, наименьшая в той инерциальной системе отсчета, относительно которой эта точка неподвижна.

2. Длина тела в разных системах отсчета. Рассмотрим стержень, расположенный вдоль оси x' и покоящийся в системе K' . Длина стержня в системе K' будет $l'_0 = x'_2 - x'_1$. Определим длину этого стержня в системе K , относительно которой он движется со скоростью v . Для этого необходимо измерить координаты его концов x_1 и x_2 в системе K в один и тот же момент времени t . Их разность $l = x_2 - x_1$ и даст длину стержня в системе K . Используя преобразования Лоренца имеем:

$$l'_0 = x'_2 - x'_1 = \frac{x_2 - vt}{\sqrt{1-\beta^2}} - \frac{x_1 - vt}{\sqrt{1-\beta^2}} = \frac{x_2 - x_1}{\sqrt{1-\beta^2}} = l / \sqrt{1-\beta^2}$$

Из полученного выражения следует, что линейный размер тела, движущегося относительно инерциальной системы отсчета, уменьшается в направлении движения в $\sqrt{1-\beta^2}$ раз, т.е. лоренцово сокращение длины тем больше, чем больше скорость движения.

3. Релятивистский закон сложения скоростей. Согласно преобразованиям Лоренца:

$$dx = \frac{dx' + v dt'}{\sqrt{1-\beta^2}}, \quad dy = dy', \quad dz = dz', \quad dt = \frac{dt' + v dx' / c^2}{\sqrt{1-\beta^2}}$$

$dx/dt = u$, $dx'/dt' = u'$ тогда мы получим релятивистский закон сложения скоростей:

$$u = \frac{u' + v}{1 + vu' / c^2}$$

При малых скоростях v, u и u' по сравнению со скоростью света c , формула переходит в закон сложения скоростей в классической механике. Релятивистский закон сложения скоростей подчиняется второму постулату Эйнштейна. Действительно, если $u' = c$, то

$$u = (c+v)/(1+cv/c^2) = c$$

Экспериментами было установлено, что масса тела зависит от скорости движения, т.е.:

$$m = m_0 / \sqrt{1 - \beta^2}$$

тогда импульс тела определяется следующим соотношением:

$$p = mv = m_0 v / \sqrt{1 - \beta^2}$$

Основной закон динамики Ньютона

$$F = dp/dt$$

Оказывается инвариантным по отношению к преобразованиям Лоренца, если в нем справа стоит производная по времени от релятивистского импульса. **Основной закон релятивистской динамики** материальной точки имеет вид

$$F = \frac{d}{dt} \left(\frac{m_0}{\sqrt{1 - v^2/c^2}} v \right)$$

Следует отметить, что ни импульс, ни сила не являются инвариантными величинами.

Изменение кинетической энергии на элементарном перемещении равна работе силы на этом перемещении:

$$dT = dA = F dr, \\ \text{но } dr = v dt, \quad F = dp/dt$$

тогда

$$dT = \frac{d}{dt} \left(\frac{m_0 v}{\sqrt{1 - \beta^2}} \right) v dt = v d \left(\frac{m_0 v}{\sqrt{1 - \beta^2}} \right) = c^2 dm$$

$$T = m_0 c^2 (1/\sqrt{1 - \beta^2} - 1)$$

Выражение при скоростях $v \ll c$ переходит в классическое:

$$T = m_0 v^2 / 2,$$

(разлагая в ряд $(1 - v^2/c^2)^{-1/2} = 1 + v^2/2c^2 + 3v^4/8c^4 + \dots$ при $v \ll c$ членами второго порядка пренебрегаем.)

Отсюда Эйнштейн пришел к универсальной зависимости между полной энергией E и его массой m :

$$E = mc^2 = m_0 c^2 / \sqrt{1 - \beta^2}$$

Уравнение выражает *фундаментальный* закон природы – **закон взаимосвязи массы и энергии**. Полная энергия замкнутой системы сохраняется и она равна

$$E = \sqrt{m_0^2 c^4 + p^2 c^2}$$

Основной вывод теории относительности сводится к тому, что пространство и время органически взаимосвязаны и образуют единую форму существования материи–пространство-время.

Элементы квантовой механики. Французский ученый Луи де Бройль выдвинул в 1923 г. гипотезу об *универсальности корпускулярно-волнового дуализма*. Де Бройль утверждал, что не только фотоны, но и электроны и любые другие частицы материиряду с корпускулярными обладают также волновыми свойствами.

Итак, согласно де Бройлю, с *каждым микрообъектом* связываются, с одной стороны, *корпускулярные* характеристики — энергия E и импульс p , а с другой — *волновые характеристики* — частота и длина волны . Количественные соотношения, связывающие корпускулярные и волновые свойства частиц, такие же, как для фотонов:

$$E = h\nu, p = h/\lambda.$$

Вскоре гипотеза Де Бройля была подтверждена экспериментально. В 1927 г. американские физики К. Дэвиссон и Л. Джермер обнаружили, что пучок электронов, рассеивающийся от естественной дифракционной решетки кристалла никеля, дает отчетливую дифракционную картину. Дифракционные максимумы соответствовали формуле Вульфа-Брэггов, а брэгговская длина волны оказалась в точности равной длине волны, вычисленной по формуле. В дальнейшем формула де Бройля была подтверждена опытами П. С. Тартаковского и Томсона, наблюдавших дифракционную картину при прохождении пучка быстрых электронов (энергия 50 кэВ) через металлическую фольгу (толщиной 1 мкм). Так как дифракционная картина исследовалась для потока электронов, то необходимо было доказать, что волновые свойства присущи не только потоку большой совокупности электронов, но и каждому электрону в отдельности. Это удалось экспериментально подтвердить в 1948 г. советскому физику В. А. Фабриканту. Он показал, что даже в случае столь слабого электронного пучка, когда каждый электрон проходит через прибор независимо от других возникающая при длительной экспозиции дифракционная картина не отличается от дифракционных картин, получаемых при короткой экспозиции для потоков электронов в десятки миллионов раз более интенсивных. Следовательно, волновые свойства частиц не являются свойством их коллектива, а присуще каждой частице в отдельности. Впоследствии дифракционные явления обнаружили также для нейтронов, протонов, атомных и молекулярных пучков. Это окончательно послужило доказательством наличия волновых свойств микрочастиц и позволило

описывать движение микрочастиц в виде волнового процесса, характеризующегося определенной длиной волны, рассчитываемой по формуле де Бройля. Открытие волновых свойств микрочастиц привело к появлению и развитию новых методов исследования структуры веществ, таких, как электронография и нейтронография, а также к возникновению новой отрасли науки—электронной оптики. **Некоторые свойства волн Де Бройля** Рассмотрим свободно движущуюся со скоростью v частицу массой m . Вычислим для нее фазовую и групповую скорости волн де Бройля. Фазовая скорость равна

$$v_{\text{фаз}} = \omega/k = \hbar\omega/\hbar k = E/p = mc^2/mv = c^2/v$$

где $k=2\pi/\lambda$ волновое число. Так как $c > v$, то фазовая скорость волн де Бройля больше скорости света в вакууме (фазовая скорость волн может быть как меньше, так и больше c в отличие от групповой скорости волн).

Групповая скорость

$$u = d\omega/dk = d(\hbar\omega)/d(\hbar k) = dE/dp = v$$

Следовательно, групповая скорость волн де Бройля равна скорости частицы. **Соотношение неопределенностей.** Согласно двойственной корпускулярно-волновой природе частиц вещества, для описания микрочастиц используются то волновые, то корпускулярные представления. Поэтому приписывать им все свойства частиц и все свойства волн нельзя. Естественно, что необходимо внести некоторые ограничения в применении к объектам микромира понятий классической механики. В классической механике всякая частица движется по определенной траектории, так что в любой момент времени точно фиксированы ее координата и импульс. Микрочастицы из-за наличия у них волновых свойств существенно отличаются от классических частиц. Одно из основных различий заключается в том, что нельзя говорить о движении микрочастицы по определенной траектории и неправомечно говорить об одновременных точных значениях ее координаты и импульса. Это следует из корпускулярно-волнового дуализма. Так, понятие «длина волны в данной точке» лишено физического смысла, а поскольку импульс выражается через длину волны, то отсюда следует, что микрочастица с определенным импульсом имеет полностью неопределенную координату. И наоборот, если микро частица находится в состоянии с точным значением координаты, то ее импульс является полностью неопределенным. В.Гейзенберг, учитывая волновые свойства микрочастиц и связанные с волновыми свойствами ограничения в их поведении, пришел в 1927 г. к выводу, что объект микромира невозможно одновременно с любой наперед заданной точностью характеризовать и координатой и импульсом. Согласно соотношению неопределенностей **Гейзенберга**, микрочастица (микрообъект) не может иметь

одновременно и определенную координату (x, y, z), и определенную соответствующую проекцию импульса (p_x, p_y, p_z), причем неопределенности этих величин удовлетворяют условиям

$$\Delta x \cdot \Delta p_x \geq \hbar$$

$$\Delta y \cdot \Delta p_y \geq \hbar$$

$$\Delta z \cdot \Delta p_z \geq \hbar$$

т. е. произведение неопределенностей координаты и соответствующего ей проекции импульса не может быть меньше величины порядка \hbar . Из соотношения неопределенностей следует, что, например, если микрочастица находится в состоянии с точным значением координаты ($\Delta x=0$), то в этом состоянии соответствующая проекция ее импульса оказывается совершенно неопределенной ($\Delta p_x \rightarrow \infty$), и наоборот. Таким образом, для микрочастицы не существует состояний, в которых ее координаты и импульс имели бы одновременно точные значения. Отсюда вытекает и фактическая невозможность одновременно с любой наперед заданной точностью измерить координату и импульс микрообъекта. Статистическое толкование волн де Бройля и соотношение неопределенностей Гейзенберга привели к выводу, что уравнением движения в квантовой механике, описывающее движение микрочастиц в различных силовых полях, должно быть уравнение, из которого бы вытекали наблюдаемые на опыте волновые свойства частиц. Следовательно, такое уравнение должно быть **волновым уравнением**, подобно уравнению, описывающее электромагнитные волны. Уравнение Шредингера имеет вид:

$$-\frac{\hbar^2}{2m} \Delta \Psi + U(x, y, z, t) \Psi = i\hbar \frac{\partial \Psi}{\partial t}$$

$U(x, y, z, t)$ - потенциальная функция частицы в силовом поле, в котором она движется. $\Psi(x, y, z, t)$ - искомая волновая функция. Уравнение справедливо для любой частицы (со спином, равным 0), движущейся с малой скоростью, т.е. со скоростью $v \ll c$. Она дополняется условиями, накладываемыми на волновую функцию: 1) волновая функция должна быть конечной, однозначной и непрерывной; 2) производные их должны быть непрерывными; 3) функция $|\Psi|^2$ должна быть интегрируема. Уравнение является **общим уравнением Шредингера**. Для многих физических явлений, происходящих в микромире, уравнение можно упростить, исключив зависимость Ψ от времени, иными словами, найти уравнение Шредингера для стационарных состояний - состояний с фиксированными значениями энергии. Это возможно, если силовое поле, в котором частица движется, стационарно, т.е. функция $U=U(x, y, z)$ не зависит явно от времени и имеет смысл потенциальной энергии. В данном случае решение уравнения Шредингера может быть представлено в виде произведения двух функций одна из которых есть функция только координат,

другая — только времени, причем эта зависимость от времени выражается множителем

$$e^{-i\omega t} = e^{-i(E/\hbar)t}, \text{ так что } \Psi(x, y, z, t) = \psi(x, y, z) e^{-i(E/\hbar)t}$$

E - полная энергия частицы, постоянная случае стационарного поля.

Подставляя получим и после деления на общий множитель $e^{-i(E/\hbar)t}$ и соответствующих преобразований придем к уравнению, определяющему функцию ψ :

$$\Delta\psi + \frac{2m}{\hbar^2} (E-U)\psi = 0$$

Уравнение называется **уравнением Шредингера для стационарных состояний**. В это уравнение в качестве параметра входит полная энергия E частицы. В теории дифференциальных уравнений доказывается, что подобные уравнения имеют бесчисленное множество решений, из которых посредством наложения граничных условий отбираются решения, имеющие физический смысл. Для уравнения Шредингера такими условиями являются условия регулярности волновых функций: волновые функции должны быть конечными, однозначными и непрерывными вместе со своими первыми производными. Таким образом, реальный физический смысл имеют только такие решения, которые выражаются регулярными функциями ψ . Но регулярные решения имеют место не при любых значениях параметра E , а лишь при определенном их наборе, характерном для данной задачи. Эти значения энергии называются собственными. Решения же, которые соответствуют собственным значениям энергии, называются собственными функциями. Собственные значения E могут образовывать как непрерывный, так и дискретный ряд. В первом случае говорят о непрерывном, или сплошном, спектре, во втором о дискретном спектре.

Вопросы для повторения.

- *Какими свойствами характеризуется макромир?*
- *В какой части космоса находится мегамир?*
- *Чем характеризуется переход из одного мира в другой?*
- *Современное естествознание о мирах.*
- *Сколько реальных миров?*
- *Расскажите о реальных и нереальных мирах.*
- *Дайте характеристику миров.*
- *Какие выводы сделала теория относительности?*

ЛЕКЦИЯ № 5

**КИБЕРНЕТИКА. ЭВМ И ПЕРСОНАЛЬНЫЕ КОМПЬЮТЕРЫ.
СЛОЖНЫЕ СИСТЕМЫ В ХИМИИ. ЭВОЛЮЦИЯ И ЕЕ
ОСОБЕННОСТИ. ОТ ТЕРМОДИНАМИКИ ЗАКРЫТЫХ СИСТЕМ К
СИНЕРГЕТИКИ. ГИПОТЕЗА РОЖДЕНИЯ МАТЕРИИ.**

План

1. Простые системы
2. Кибернетика
3. Синергетика

Простыми системами называются системы в которых входит небольшое число переменных, и поэтому взаимоотношения между ними поддаются математической обработке и подчиняются универсальным законам.

Сложные системы состоят из большого числа переменных и стало быть большого количества связей между ними. Трудность изучения таких систем объясняется тем, что у них появляются **эмерджентные свойства**, т.е. свойства, которых нет у их частей и которые являются следствием эффекта целостности системы. Среди всех сложных систем наибольший интерес представляют системы с так называемой обратной связью. Если изменение объекта зависит от воздействия на него, то говорят, что в такой системе имеется обратная связь – между воздействием и реакцией на него. Поведение системы может усиливать внешнее воздействие: это называется **положительная** обратная связь. Если оно уменьшает внешнее воздействие, то это **отрицательная** обратная связь. Особый случай – **гомеостатические** обратные связи, которые сводят внешнее воздействие к нулю. Например, температура человека остается постоянной благодаря этим связям. Механизм обратной связи и призван сделать систему более устойчивой, надежной и эффективной. Механизм обратной связи делает систему принципиально иной, повышая степень ее внутренней организованности и давая возможность говорить о самоорганизации в данной системе.

Кибернетика – это наука об управлении сложными системами с обратной связью. Оригинальность этой науки заключается в том, что она изучает не вещественный состав систем и не их структуру, а результат работы данного класса систем. Системы изучаются в кибернетике по их реакциям на внешние воздействия, т.е. по тем функциям, которые они выполняют. Она рассматривает способы связи и модели управления, и в этом исследовании ей понадобилось еще одно понятие – понятие «информация» как меры организованности системы в противоположность понятию энтропии как меры неорганизованности. Кибернетика выявляет зависимости между информацией и другими характеристиками систем. Установлено обратно пропорциональная связь между информацией и энтропией. С повышением энтропии уменьшается информация (поскольку все усредняется) и наоборот, понижение энтропии увеличивает информацию. Связь энтропии и информации свидетельствует о связи информации с энергией.

Энергия характеризует общую меру различных видов движения и взаимодействия в механической, тепловой, электромагнитной, химической, гравитационной и ядерной формах. Информация характеризует меру разнообразия системы. Информация растет с повышением разнообразия системы. Одним из основных законов кибернетики является закон

необходимого разнообразия. В соответствии с ним эффективное управление какой-либо системой возможно только в случае, когда разнообразие управляющей системы больше разнообразия управляемой системы, т.е. чем больше мы имеем информации о системе которой собираемся управлять, тем эффективнее будет этот процесс.

Значение кибернетики признано в разных сферах.

1. **ФИЛОСОВСКОЕ** значение, поскольку кибернетика дает новое представление о мире, основанное на роли связи, управления, информации организованности, обратной связи, целесообразности, вероятности.
2. **СОЦИАЛЬНОЕ** значение, поскольку кибернетика дает новое представление об обществе как организованном целом.
3. **ОБЩЕНАУЧНОЕ** значение в трех смыслах: а) потому что кибернетика дает общенаучные понятия, которые оказываются важными в других областях науки – понятия управления, сложнодинамической системы; б) потому что дает науке новые методы исследования- вероятностные, стохастические, моделирования на ЭВМ; в) потому что на основе функционального подхода «сигнал-отклик» кибернетика формирует гипотезы о внутреннем составе и строении систем, которые затем могут быть проверены в процессе содержательного исследования.
4. **МЕТОДОЛОГИЧЕСКОЕ** значение кибернетики определяется тем обстоятельством, что изучение функционирования более простых технических систем используется для выдвижения гипотез о механизме работы качественно более сложных систем (живых организмов, мышления человека) с целью познания происходящих в них процессов – воспроизводства жизни, обучения и т. п.
5. **ТЕХНИЧЕСКОЕ** значение кибернетики наиболее известно- создание на основе кибернетических принципов электронно-вычислительных машин роботов, персональных компьютеров, породившее тенденцию кибернетизации и информатизации не только научного, Нои всех сфер жизни.

Отличия неравновесной структуры от равновесной заключается в следующем.

1. Система реагирует на внешние условия (гравитационное поле и т.д.).
2. Поведение случайно и не зависит от начальных условий, но зависит от предыстории.
3. Приток энергии создает в системе порядок, и стало быть энтропия ее уменьшается.
4. Наличие бифуркации – переломной точки в развитии системы.
5. Когерентность: система ведет себя как единое тело и как если бы она была вместищем дальнедействующих сил. Несмотря на то, что силы молекулярного взаимодействия являются короткодействующими (10^{-8} см), система структурируется так, как если бы каждая молекула была «информирована» о состоянии системы в целом.

Различают также области равновесности и неравновесности в которых может пребывать система.

Неравновесная область	Равновесная область
Система «адаптируется» к внешним условиям, изменяя свою структуру	Для перехода из одной структуры к другой требуется сильные возмущения или изменения граничных условий.
Множественность стационарных состояний	Одно стационарное состояние
Чувствительность к флуктуациям (небольшое влияние приводит к большим последствиям, внутренние флуктуации становятся большими)	Нечувствительность к флуктуациям
Неравномерность – источник порядка (все части действуют согласованно) и сложности	Молекулы ведут себя независимо друг от друга
Фундаментальная неопределенность поведения системы	Поведение системы определяют линейные зависимости.

Эволюция должна удовлетворять трем требованиям: 1) необратимость, выражающаяся в нарушении симметрии между прошлым и будущим; 2) необходимость введения понятия «событие»; 3) некоторые события должны обладать способностью изменять ход эволюции.

Условия формирования новых структур: 1) открытость системы; 2) ее нахождение вдали от равновесия; 3) наличие флуктуаций.

Вопросы для повторения.

- *Что изучает кибернетика?*
- *Каково значение информации, слова?*
- *Что изучает синергетика?*
- *Чем отличаются закрытые системы от открытых?*
- *Как соотносятся энергия и энтропия?*
- *Чем простая система отличается от сложной?*
- *Чем устойчивая система отличается от неустойчивой?*
- *Как соотносятся законы сохранения и законы эволюции?*
- *Чем отличается химический элемент от элементарной частицы?*
- *Какова роль вероятностных методов в классической термодинамике, квантовой механике, синергетике?*
- *Что такое парадокс времени и космологический парадокс?*
- *Какова роль времени в теории относительности и синергетике?*
- *Что такое Интернет?*

ЛЕКЦИЯ № 6

КОНЦЕПЦИИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЖИЗНИ. НАЧАЛО ЖИЗНИ НА ЗЕМЛЕ. ГЕНЕТИКА.

План

1. Концепция возникновения жизни
2. Начало жизни на Земле
3. Генетика

Существует пять концепций возникновения жизни: **креационизм** — божественное сотворение живого; концепция **многократного самопроизвольного зарождения жизни из неживого вещества** (ее придерживался еще Аристотель, который считал, что живое может возникать и в результате разложения почвы); **концепция стационарного состояния**, в соответствии с которой жизнь существовала всегда; концепция **панспермии** — внеземного происхождения жизни; **концепция происхождения жизни на Земле в историческом прошлом в результате процессов, подчиняющихся физическим и химическим законам**.

Первая концепция является религиозной и к науке прямого отношения не имеет. Вторую опроверг изучающий деятельность бактерий французский микробиолог XIX в. Луи Пастер (знакомый нам по слову "пастеризация"). Третья из-за своей оригинальности и умозрительности всегда имела немного сторонников.

К началу XX в. в науке господствовали две последние концепции. Концепция панспермии, согласно которой жизнь была занесена на Землю извне, опиралась на обнаружение при изучении метеоритов и комет **«предшественников живого»** — органических соединений, которые, возможно, сыграли роль **«семян»**.

У концепции появления жизни на Земле в историческом прошлом два варианта. Согласно одному, происхождение жизни — результат случайного образования единичной **«живой молекулы»**, в строении которой был заложен весь план дальнейшего развития живого. Французский биолог Ж. Моно пишет, что **«жизнь не следует из законов физики, но совместима с ними. Жизнь — событие, исключительность которого необходимо сознавать»**. Согласно другой точке зрения, происхождение жизни — результат закономерной эволюции материи.

В книге Александра Ивановича Опарина **«Происхождение жизни»** была впервые сформулирована естественнонаучная концепция, согласно которой возникновение жизни — результат длительной эволюции на Земле, сначала химической, затем биохимической. Эта концепция получила наибольшее признание в научной среде.

Можно выделить следующие этапы развития живых систем, начиная с самых простейших и затем идя по пути постепенного усложнения. В вещественном

плане для становления жизни нужен прежде всего **углерод**. Жизнь на Земле основана на этом элементе, хотя в принципе можно предположить существование жизни и на кремниевой основе. Возможно, где-то во Вселенной существует и «кремниевая цивилизация», но на Земле основой жизни является углерод.

Чем это обусловлено? Атомы углерода вырабатываются в недрах больших звезд в необходимом для образования жизни количестве. Углерод способен создавать разнообразные (несколько десятков миллионов) подвижные, низко электропроводные, студенистые, насыщенные водой, длинные скрученные целеобразные структуры. Соединения углерода с водородом, кислородом, азотом, фосфором, серой, железом обладают замечательными каталитическими, строительными, энергетическими, информационными и иными свойствами.

Кислород, водород и азот наряду с углеродом можно отнести к «кирпичикам» живого. Клетка состоит на 70% из кислорода, 17% — углерода, 10% — водорода, 3% — азота. Все кирпичики живого принадлежат к наиболее устойчивым и распространенным во Вселенной химическим элементам. Они легко соединяются между собой, вступают в реакции и обладают малым атомным весом. Их соединения легко растворяются в воде.

По радиоастрономическим данным органические вещества возникали не только до появления жизни, но и до формирования нашей планеты. Следовательно, органические вещества абиогенного происхождения присутствовали на Земле уже при ее образовании. Необходимая концентрация веществ для образования биополимеров могла возникнуть в результате осаждения органических соединений на минеральных частицах, например, на глине или гидроокиси железа, образующих или прогреваемого Солнцем мелководья. Кроме того, органические вещества могли образоваться на поверхности океана тонкую пленку, которую ветер и волны гнали к берегу, где она собиралась в толстые слои. В химии известен также процесс объединения родственных молекул в разбавленных растворах.

В начальный период формирования Земли воды, пропитывающие земной грунт, непрерывно перемещали растворенные в них вещества из мест их образования в места накопления. Там формировались **пробионты** — системы органических веществ, способных взаимодействовать с окружающей средой, т.е. расти и развиваться за счет поглощения из окружающей среды разнообразных богатых энергией веществ.

Здесь же возможен примитивный «**отбор**», ведущий к постепенному усложнению и упорядоченности как обеспечивающих преимущество в выживании. Механизм отбора действовал на самых ранних стадиях зарождения органических веществ — из множества образующихся веществ сохранялись устойчивые к дальнейшему усложнению.

Затем образуются микросферы — **шаровидные тела**, возникающие при растворении и конденсации абиогенно полученных белковоподобных веществ.

В подтверждение возможности абиогенного синтеза были проведены следующие опыты. Воздействуя на смесь газов электрическими зарядами,

имитирующими молнию, и ультрафиолетовым излучением, ученые получали сложные органические вещества, входящие в состав живых белков. Органические соединения, играющие большую роль в обмене веществ, были искусственно получены при облучении водных растворов углекислоты. Американский ученый С. Миллер в 1953 г. синтезировал ряд аминокислот при пропускании электрического заряда через смесь газов, предположительно составлявших первичную земную атмосферу. Были синтезированы и простые нуклеиновые кислоты. Этими экспериментами было доказано, что абиогенное образование органических соединений во Вселенной могло происходить в результате воздействия тепловой энергии, ионизирующего и ультрафиолетового излучений и электрических разрядов. Первичным источником этих форм энергии служат термоядерные процессы, протекающие в недрах Земли.

Как показывает синергетика, энергия имела для возникновения жизни не меньшее значение, чем вещество. Разумно предположить, считает И. Пригожий, что некоторые из первых стадий эволюции жизни были связаны с возникновением механизмов, способных поглощать и трансформировать химическую энергию, как бы выталкивая систему в сильно неравновесные условия. Неравновесные структуры — переход к живому, но еще нет воспроизводства. Итак, в образовании органических соединений большую роль играло не только вещество космического пространства, но и энергия звезд.

Начало жизни на Земле — появление нуклеиновых кислот, способных к воспроизводству белков. Переход от сложных органических веществ к простым живым организмам пока неясен. Теория биохимической эволюции предлагает лишь общую схему. В соответствии с ней на границе между **коа-церватами** — сгустками органических веществ — могли выстраиваться молекулы сложных углеводов, что приводило к образованию примитивной клеточной мембраны, обеспечивающей коацерватам стабильность. В результате включения в коацерват молекулы, способной к самовоспроизведению, могла возникнуть примитивная клетка, способная к росту.

Самое трудное для этой гипотезы — объяснить способность живых систем к самовоспроизведению, т.е. сам переход от сложных неживых систем к простым живым организмам. Несомненно, в модели происхождения жизни будут включаться новые знания, и они будут все более обоснованными. Но повторимся, что чем более качественно новое отличается от старого, тем труднее объяснить его возникновение. Поэтому здесь и говорят о моделях и гипотезах, а не о теориях.

Так или иначе, следующим шагом в организации живого должно было быть образование мембран, которые ограничивали смеси органических веществ от окружающей среды. С их появлением и получается клетка — «единица жизни», главное структурное отличие живого от неживого. Все основные процессы, определяющие поведение живого организма, протекают в клетках. Тысячи химических реакций происходят одновременно для того, чтобы клетка могла получить необходимые питательные вещества, синтезиро-

вать специальные **биомолекулы** и удалить отходы. Огромное значение для биологических процессов в клетке имеют ферменты. Они обладают часто высокой специализированностью и могут влиять только на одну реакцию. Принцип их действия в том, что молекулы других веществ стремятся присоединиться к активным участкам молекулы фермента. Тем самым повышается вероятность их столкновения, а, следовательно, скорость химической реакции.

Синтез белка осуществляется в цитоплазме клетки. Почти в каждой из клеток человека синтезируется свыше 10000 разных белков. Величина клеток — от микрометра до более 1 м (у нервных клеток, имеющих отростки). Клетки могут быть дифференцированными (нервные, мышечные и т.д.) Большинство из них обладает способностью восстанавливаться, но некоторые, например, нервные — нет или почти нет.

Клетки без ядра, но имеющие нити ДНК, напоминают нынешние бактерии и сине-зеленые водоросли. Возраст таких самых древних организмов около 3 млрд лет. Их свойства разнообразны: подвижность, питание и способность запасать пищу и энергию, защита от нежелательных воздействий, размножение, раздражимость, приспособление к изменяющимся внешним условиям, способность к росту.

На следующем этапе (приблизительно 2 млрд лет тому назад) в клетке появляется ядро. Одноклеточные организмы с ядром называются простейшими. Их 25—30 тыс. видов. Самые простые из них — амебы. Инфузории имеют еще и реснички. Ядро простейших окружено двухмембранной оболочкой с порами и содержит хромосомы и нуклеоли. Ископаемые простейшие — радиолярии и фораминиферы — основные части осадочных горных пород. Многие простейшие обладают сложным двигательным аппаратом.

Примерно 1 млрд лет тому назад появились первые многоклеточные организмы, и произошел выбор растительного или животного образа жизни. Первый важный результат растительной деятельности — фотосинтез — создание органического вещества из углекислоты и воды при использовании солнечной энергии, улавливаемой хлорофиллом. Продукт фотосинтеза — кислород в атмосфере.

Возникновение и распространение растительности привело к коренному изменению состава атмосферы, первоначально имевшей очень мало свободного кислорода. Растения, ассимилирующие углерод из углекислого газа, создали атмосферу, содержащую свободный кислород — не только активный химический агент, но и источник озона, преградившего путь коротким ультрафиолетовым лучам к поверхности Земли.

Веками накапливавшиеся остатки растений образовали в земной коре грандиозные энергетические запасы органических соединений (уголь, торф), а развитие жизни в Мировом океане привело к созданию осадочных горных пород, состоящих из скелетов и других остатков морских организмов.

К важным свойствам живых систем относятся:

1. Компактность. В $5 \bullet 10^{-15}$ г. ДНК, содержащейся в оплодотворенной

яйцеклетке кита, заключена информация для подавляющего большинства признаков животного, которое весит $5 \cdot 10^7$ г (масса возрастает на 22 порядка).

2. Способность создавать порядок из хаотического теплового движения молекул и тем самым противодействовать возрастанию энтропии. Живое потребляет отрицательную энтропию и работает против теплового равновесия, увеличивая, однако, энтропию окружающей среды. Чем более сложно устроено живое вещество, тем более в нем скрытой энергии и энтропии.

3. Обмен с окружающей средой веществом, энергией и информацией. Живое способно ассимилировать полученные извне вещества, т.е. перестраивать их, уподобляя собственным материальным структурам и за счет этого многократно воспроизводить их.

4. В метаболических функциях большую роль играют петли обратной связи, образуемые при автокаталитических реакциях. И. Пригожин, И. Стенгерс в книге «Порядок из хаоса» писали: «В то время как в неорганическом мире обратная связь между "следствиями" (конечными продуктами) нелинейных реакций и породившими их "причинами" встречается сравнительно редко, в живых системах обратная связь (как установлено молекулярной биологией), напротив, является скорее правилом, чем исключением». Автокатализ, кросс-катализ и автоингибция (процесс, противоположный катализу — если присутствует данное вещество, оно не образуется в ходе реакции) имеет место в живых системах. Для создания новых структур нужна положительная обратная связь, для устойчивого существования — отрицательная обратная связь.

5. Жизнь качественно превосходит другие формы существования материи в плане многообразия и сложности химических компонентов и динамики протекающих в живом превращений. Живые системы характеризуются гораздо более высоким уровнем упорядоченности и асимметрии в пространстве и времени. Структурная компактность и энергетическая экономичность живого — результат высочайшей упорядоченности на молекулярном уровне.

РЕПЛИКАЦИЯ — это удвоение молекулы ДНК, необходимое для последующего деления клеток. В основе способности клеток к самовоспроизведению лежат уникальное свойство ДНК самокопироваться и строго равноценное деление репродуцированных хромосом. После этого клетка может делиться на две идентичные.

Как происходит репликация? ДНК распределяется на две цепи, а затем из нуклеотидов, свободно плавающих в клетке, формируется вдоль каждой цепи еще одна цепь. Этот процесс можно сравнить с печатанием фотокарточек. Так как каждая клетка многоклеточного организма возникает из одной зародышевой клетки в результате многократных делений, все клетки организма имеют одинаковый набор генов.

Вторая часть процесса воспроизводства — **ТРАНСКРИПЦИЯ** — представляет собой перенос кода ДНК путем образования одноцепочечной молекулы информационной РНК на одной нити ДНК (информационная РНК — копия части молекулы ДНК, одного или группы рядом лежащих генов,

несущих информацию о структуре белков, необходимых для выполнения одной функции).

РНК отличается от ДНК тем, что вместо дезоксирибозы содержит рибозу (речь идет об одной гидроксильной группе ОН каждого сахарного кольца), а вместо азотистого основания тимина содержит урацил.

Третья часть процесса воспроизводства — **ТРАНСЛЯЦИЯ** — это синтез белка на основе генетического кода информационной РНК в особых частях клетки — рибосомах, куда доставляет аминокислоты транспортная РНК.

Основной механизм, с помощью которого молекулярная биология объясняет передачу генетической информации, по существу, является петлей обратной связи. ДНК, содержащая в линейно упорядоченном виде всю информацию, необходимую для синтеза различных протеинов (без которых невозможно строительство и функционирование клетки), участвует в последовательности реакций, в ходе которых вся информация кодируется в виде определенной последовательности различных протеинов. Некоторые ферменты осуществляют обратную связь среди синтезированных протеинов, активируя и регулируя не только различные стадии превращений, но и автокаталитический процесс репликации ДНК, позволяющий копировать генетическую информацию с такой же скоростью, с какой размножаются клетки.

Как показали исследования последних десятилетий, петли положительной обратной связи (вместе с отрицательной обратной связью и более сложными процессами взаимного катализа) составляют самую основу жизни. Именно такие процессы позволяют объяснить, каким образом совершается переход от крохотных комочков ДНК к сложным живым организмам.

Интересен вопрос о том, как получаются именно разные белки и клетки. Французскими учеными Ф. Жакобом и Ж. Моно предложена следующая гипотеза. Ген-регулятор производит молекулу-репрессор. Она выключает, когда нужно, оператор, который размещается на одном конце оперона — группы генов, и в результате данные ферменты не производятся.

Генетика прошла в своем развитии семь этапов.

Этап 1. Грегор Мендель (1822-1884) открыл законы наследственности. Скрещивая гладкий и морщинистый сорта гороха, он получил в первом поколении только гладкие семена, а во втором поколении — 1/4 морщинистых семян. Он догадался: в зародышевую клетку поступают два наследственных задатка — от каждого из родителей. Если они не одинаковые, то у гибрида проявляется один доминантный (преобладающий) признак — гладкость. Рecessивный (уступающий) остается как бы в скрытом состоянии. В следующем поколении признаки распределятся в соотношении 3:1. «Когда австрийский монах Грегор Мендель развлекался наблюдением результатов скрещивания красно - и белоцветущего гороха в монастырском саду, даже наиболее дальновидные его современники не могли вообразить себе всех последствий его находок», — справедливо пишет Г. Селье в книге «От мечты к открытию». Результаты исследований Менделя, опубликованные в 1865 г., не

обратили на себя никакого внимания и были «**переоткрыты**» только после 1900 г.

Этап II. Август Вейсман (1834-1914) показал, что половые клетки обособлены от остального организма и поэтому не подвержены влияниям, действующим на соматические ткани. Несмотря на убедительные опыты Вейсмана, которые было легко проверить, победившие в советской биологии сторонники Лысенко долго отрицали генетику, называя ее вейсманизмом-морганизмом. В этом случае идеология победила науку, и многие ученые, как, например, Н.И. Вавилов, были репрессированы.

Этап III. Гуго де Фриз (1848—1935) открыл существование наследуемых мутаций, составляющих основу дискретной изменчивости. Он предположил, что новые виды возникали вследствие Мутаций. Понятие мутации в генетике аналогично понятию флуктуации в синергетике. Мутация — это частичное изменение структуры гена. Конечный ее эффект — изменение свойств белков, кодируемых мутантными генами. Появившийся в результате мутации признак не исчезает, а накапливается. Мутации вызываются радиацией, химическими соединениями, изменением температуры, наконец, могут быть просто случайными. «Согласно нашей аналогии, мутации, очевидно, представляют собой опечатки, неизбежно появляющиеся при каждом новом переиздании Книги Жизни. Подобно тому как в наших книгах опечатки чаще всего приводят к бессмыслице и крайне редко улучшают текст, так и мутации почти всегда приносят вред; чаще всего они просто убивают организм или клетку на очень ранних стадиях, и мы даже не замечаем, что они вообще существовали на свете. С другой стороны, тот факт, что мутация детальна, сам по себе исключает опечатку из последующих изданий, ибо содержащая эту мутацию клетка никогда не произведет себе подобных. В иных случаях мутация может оказаться вредной, но не летальной. Она появится и в новых клетках, но есть надежда, что такие вредные мутации в последующих поколениях исчезнут в результате естественного отбора. Изредка все же считается, что мутация оказывает благоприятное действие. Она уже не исчезает, поскольку создает организму большие преимущества в борьбе за существование. В конце концов эта мутация будет постоянно включаться в Книгу Жизни данного вида организмов. Так протекает процесс эволюции» (Дж. Кендрию).

Этап IV. Томас Морган (1866—1945) создал хромосомную теорию наследственности, в соответствии с которой каждому биологическому виду присуще свое строго определенное число хромосом.

Этап V. Г. Меллер в 1927 г. установил, что генотип может изменяться под действием рентгеновских лучей. Отсюда берут свое начало индуцированные мутации и то, что впоследствии было названо генетической инженерией с ее грандиозными возможностями и опасностями вмешательства в генетический механизм.

Этап VI. Дж. Билл и Э. Татум' в 1941 г. выявили генетическую основу процессов биосинтеза.

Этап VII. Джеймс Уотсон и Френсис Крик предложили модель молекулярной структуры ДНК и механизма ее репликации. То, что именно ДНК — носитель наследственной информации, выяснилось в середине 40-х годов, когда после перенесения ДНК одного штамма бактерий в другой в нем стали появляться бактерии штамма, чья ДНК была взята. 25-летний Уотсон, приехав из США в Кембридж в 1953 г., должен был заниматься изучением структуры белка. Но он посчитал, что это очень тяжело для него, и подолгу беседовал с Криком о появившихся только что улучшенных рентгенограммах ДНК и правил спаривания ее оснований. Им удалось расшифровать ДНК за несколько недель.

Чуть позже был открыт триплетный перекрывающийся (как азбука Морзе) генетический код, универсальный для всех организмов, и ядро стали понимать как орган управления, содержащий всю информацию о клетке. Продолжая аналогию ДНК с книгой, можно сказать, что если аминокислота — это слово, то бактерия — том, а человек — огромная энциклопедия.

В заключение несколько слов о вирусах, которые в тысячу раз больше обычных молекул белка, не питаются и не растут, а воспроизводятся только в клетке хозяина. Изучение их как раз хорошо демонстрирует значение аппарата наследственности. Вирус имеет головку и спираль с хвостом. Спиральная пружина сжимается и подобно игле проталкивает хвост внутрь клетки. Затем через трубку впрыскивается ДНК, и часто уже через несколько минут клетка разрывается, освобождая сотню и больше новых вирусных частиц, готовых к зарождению новых клеток. Процесс заражения сходен с государственным переворотом. Вирус совершает революцию в клетке. Бороться с ним можно с помощью интерферона — синтезируемого клетками вещества, которое специально предназначено для разрушения чужих ДНК.

Генетика свидетельствует: мы несем в себе информацию наших умерших предков, всей природы. Вся природа как бы заключена в нас. Это же говорит и об ответственности, налагаемой на нас природой.

Перед современной генетикой стоят проблемы изучения сочетаний (связок) генов, их динамики (меняются ли признаки или нет), поиска социально обусловленных генов.

Что же касается биологии в целом, то «...биологи прежних лет в целом продвигались сверху вниз. Они начинали с целого организма, потом разнимали его на части и рассматривали отдельные органы и ткани; далее они изучали отдельные клетки под микроскопом — так мало-помалу они продвигались вниз, от сложного к простому. Новая биология начинает с другого конца и продвигается с самого низа вверх. Она начала с простейших компонентов живого организма — стала изучать отдельные молекулы и их взаимодействие внутри клеток, пренебрегая всем остальным.

Теперь пришла Пора обратиться к этому остальному и двигаться вверх вдоль иерархии биологической организации» (Дж. Кендрию). По этому пути и Идет современная биология.

Вопросы для повторения.

- Каково сходство и различие между созданными моделями мира?
- Что такое прямая и обратная связь?
- Что такое объективная и субъективная информация?
- Что такое положительная и отрицательная связь?
- Чем отличается живое от неживого?
- Что нужно, чтобы появилось и могло существовать живое вещество?
- Каковы современные представления о происхождении жизни?
- Каковы стадии происхождения жизни?
- Что изучает генетика?
- Что такое биосинтез и как он происходит в организме?
- Какова суть и основание возражения против теории эволюции Дарвина?
- Что такое общая теория эволюции? Каков ход эволюции на Земле?
- Что такое самовоспроизводство и каков механизм самовоспроизводства на молекулярном уровне?
- Чем отличается живое от неживого?
- Что нужно, чтобы появилось и могло существовать живое вещество?

ЛЕКЦИЯ №7

ЭКОЛОГИЯ. ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗВИТИЯ ЭКОСИСТЕМ. СИНТЕТИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ ЭВОЛЮЦИИ.

План

1. Экология
2. Принцип равновесия
3. Закономерности развития экосистем
4. Синтетические теории эволюции

В буквальном смысле слово «**экология**» означает науку о «**доме**» (от греч. **oikos**—жилище, местообитание). Экология — наука о местообитании живых существ, их взаимоотношении с окружающей средой. Экология изучает организацию и функционирование надорганизменных систем различных уровней: популяций, сообществ, экосистем. Термин «экология» предложил немецкий зоолог Э. Геккель в 1866 г., но подлинного расцвета эта наука достигла в XX в., и ее развитие далеко не закончено.

Если биология (включая учение о биосфере) исследует целостности высшего порядка, то экология изучает различные уровни целостности, промежуточные между организменным и глобальным. Выделяют **АУТОЭКОЛОГИЮ**, которая исследует взаимодействие отдельных видов со средой, и синэкологию, которая изучает сообщества Сообществом, или

БИОЦЕНОЗОМ, называют совокупность растений и животных, населяющих участок среды обитания. Совокупность сообщества и среды носит название экологической системы, или **БИОГЕОЦЕНОЗА**.

Основные понятия аутоэкологии — популяция, местообитание, экологическая ниша. Популяцией называется группа организмов, относящихся к одному или близким видам и занимающая определенную область, называемую местообитанием. Совокупность условий, необходимых для существования популяции, носит название экологической ниши. Экологическая ниша определяет положение вида в цепях питания.

В зависимости от характера питания строится пирамида питания, состоящая из нескольких **ТРОФИЧЕСКИХ УРОВНЕЙ**. Низший занимают автотрофные организмы, питающиеся неорганическими соединениями, прежде всего растения. На более высоком уровне располагаются гетеротрофные организмы, использующие в пищу биомассу растений. Затем идут гетеротрофы второго порядка, питающиеся гетеротрофами первого порядка, т.е. травоядными животными и т.д.

Пирамида питания связана с круговоротом вещества в биосфере, который выглядит следующим образом:

Растения	-----	►	Первичные потребители
Бактерии и грибы	*-----		Вторичные потребители

разлагающие органические соединения

Один из важнейших принципов экологии — принцип устойчивости, в соответствии с которым чем больше трофических уровней и чем они разнообразнее, тем более устойчива биосфера.

Экология показала также, что живой мир — не совокупность живых существ, а единая система, сцементированная множеством цепочек питания и иных взаимоотношений. Если даже небольшая часть его погибнет, погибнет и все остальное. В то же время, как писал Н. Винер, «сообщество простирается лишь до того предела, до которого простирается действительная передача информации». К важным выводам экологии можно отнести следующие, отмечавшиеся еще В.И. Вернадским.

1. Каждый организм может существовать только при условии постоянной тесной связи со средой, т.е. с другими организмами и неживой природой.

2. Жизнь со всеми ее проявлениями произвела глубокие изменения на нашей планете. Совершенствуясь в процессе эволюции, живые организмы все шире распространялись на планете, стимулируя перераспределение энергии и веществ.

3. Размеры популяции возрастают до тех пор, пока среда может выдерживать их дальнейшее увеличение, после чего достигается равновесие. Численность популяции колеблется вблизи равновесного уровня.

ПРИНЦИП РАВНОВЕСИЯ играет в живой природе огромную роль. Равновесие существует между видами и смещение его в одну сторону, скажем, уничтожение хищников, может привести к исчезновению жертв, которым не будет хватать пищи. Естественное равновесие существует и между организмом

и окружающей его неживой средой. Великое множество равновесий поддерживает общее равновесие в природе.

Равновесие в живой природе не статично, как равновесие кристалла, а динамично, представляя собой движение вокруг точки устойчивости. Если эта точка не меняется, то такое состояние называется гомеостазом («гомео» — тот же, «статис» — состояние), Гомеостаз — механизм, посредством которого живой организм поддерживает параметры своей внутренней среды, противодействуя внешним воздействиям, на таком постоянном уровне, который обеспечивает нормальную жизнь. Кровяное давление, частота пульса, температура тела — все это обусловлено гомеостатическими механизмами, которые работают настолько хорошо, что мы обычно их не замечаем. В пределах «гомеостатического плато» действует отрицательная обратная связь, за пределами его — положительная обратная связь, приводящая к гибели системы.

В экосистемах необходим период эволюционного приспособления к условиям среды, который называется **АДАПТАЦИЕЙ**. Только после него устанавливается надежный гомеостатический контроль. Адаптация организма может быть структурной, физиологической и поведенческой. К структурной относится изменение окраски, строения тела, органов и т.д. (например, бабочки под влиянием фабричного дыма из светлых становятся темными). К физиологической относится, скажем, появление слуховой камеры у летучих мышей, позволяющей иметь идеальный слух. Пример поведенческой адаптации демонстрируется мотылек с полосатыми крыльями, садящийся на полосатые листья лилий так, чтобы его полосы были параллельны полоскам на листьях.

Механизм, ответственный за эволюцию живой природы, получил название **ГОМЕОРЕЗА**. Он дает возможность как бы перескакивать с одного устойчивого состояния на другое через неравновесные точки (как бы «с кочки на кочку»), тем самым проявляя такую отличительную черту живых тел, как их способность поддерживать устойчиво неравновесное состояние. По определению З. Шредингера, «жизнь — это упорядоченное и закономерное поведение материи, основанное не только на одной тенденции переходить от упорядоченности к неупорядоченности, но и частично на существовании упорядоченности, которая поддерживается все время». Средством, при помощи которого организм поддерживает себя постоянно на достаточно высоком уровне упорядоченности (равно на достаточно низком уровне энтропии), является энергия, получаемая организмом из окружающей среды с продуктами питания.

Закономерности развития экосистем

Одним из основных достижений экологии стало обнаружение того обстоятельства, что развиваются не только организмы и виды, но и экосистемы. Развитие экосистем — **СУКЦЕССИЯ** — это последовательность сообществ, сменяющих друг друга в данном районе.

Сукцессия в энергетическом смысле связана с фундаментальным сдвигом потока энергии в сторону увеличения количества энергии, направленной на поддержание системы. Сукцессия состоит из стадий развития, стабилизации и климакса. Их можно различать на основе критерия продуктивности системы: на первой стадии продукция растет до максимума, на второй остается постоянной, на третьей уменьшается до нуля по мере разрушения системы.

Различия между развивающимися и зрелыми системами можно представить в виде таблицы .

Обратите внимание на обратную связь зависимости между энтропией и информацией, а также на то, что развитие экосистем идет в направлении повышения их устойчивости, достигаемой за счет увеличения разнообразия. Распространив этот вывод на всю биосферу, получаем ответ на вопрос, зачем природе нужны 2 млн видов. Можно думать (так до возникновения экологии и считали),

Признак	Влияние появления признака на систему:	
	развивающуюся	зрелую
Урожайность	Высокая	Низкая
Видовое	Высокое	Низкое
Структурное	Слабо организовано	Хорошо организовано
Специализация по типам	Широкая	Узкая
Размеры организма	Небольшие	Крупные
Жизненные циклы	Короткие и простые	Длинные и сложные
Скорость обмена биогенных веществ	Высокая	Низкая
Давление отбора	Увеличение скорости	Регуляция обратной
Внутренний симбиоз	Не развит	Развит
Сохранение биогенных веществ	С потерями	Практически без потерь
Стабильность	Низкая	Высокая
Энтропия	Высокая	Низкая
Информация	Мало	Много

что эволюция ведет к замене одних менее сложных и приспособленных видов другими, вплоть до человека как венца природы. Менее сложные виды, дав дорогу более сложным, становятся ненужными. Экология разрушила этот удобный для человека миф. Теперь ясно, почему опасно, как происходит в современном мире снижение многообразия природы.

К основным законам экологии относятся также: «**закон минимума**» (Либих) — ограничивают развитие лишь те факторы, которые имеются в недостаточном количестве; «закон толерантности» — избыток какого-либо фактора (тепло, свет, вода) тоже может ограничивать распространение данного вида; недонаселенность и перенаселенность могут оказывать лимитирующее влияние (принцип Олли); принцип конкурентного исключения — два вида, занимающие одну нишу, не могут сосуществовать в одном месте неограниченно долго; чем больше трофических уровней, тем больше потери энергии в системе; развитие экосистем во многом аналогично развитию отдельного организма; принцип гетеротрофной утилизации продуктов автотрофного метаболизма — это свойство экосистем сейчас под угрозой в связи с хозяйственной деятельностью человека, ведущей к накоплению отходов, которые природа не в состоянии утилизировать.

Первыми экосистемами, которые стали изучать с помощью количественных методов были системы «хищник-жертва». Американец Лотка в 1925 г. и итальянский ученый В. Вольтерра в 1926 г. создали математические модели роста отдельной популяции и динамики популяций, связанных отношениями конкуренции и хищничества. Исследование системы «хищник — жертва» показало, что для популяции жертв эволюцией типичным является увеличение рождаемости, а для популяции хищников — совершенствование способов ловли жертвы.

К интересным результатам привело изучение системы «паразит — хозяин». Казалось бы, отбор должен вести к уменьшению вредности паразита для хозяина, но это не так. В этой паре идет конкурентная борьба, в результате которой усложняются и те, и другие. Гибель одного ведет к гибели другого, а сосуществование увеличивает сложность всей системы.

На изучении эволюции системы «**паразит-жертва**» основана гипотеза, объясняющая значение полов. Бесполое размножение, с точки зрения теории Дарвина, — значительно более эффективный процесс. Двойная стоимость полового размножения (поскольку мужские особи не вносят в создание и выращивание потомства столько, сколько женские) вызывала трудности в объяснении этого феномена. Системное изучение биологических процессов предлагает следующее объяснение: половые различия дают хозяевам уникальные преимущества, поскольку позволяют обмениваться частями генетического кода между особями. Рекомбинация больших блоков генетической информации в результате полового размножения изменяет признаки в потомстве быстрее, чем при мутациях. Поэтому потомки в этом случае могут быть более резистентными к паразитам, чем их родители. Паразиты же вследствие краткости периода воспроизводства и быстрого хода эволюционных изменений меньше нуждаются в наличии полов и обычно бесполоы. И здесь конкурентная борьба является фактором естественного отбора.

В науке Нового времени преобладал **редукционизм**, т.е. объяснение функционирования высших структурных уровней с помощью низших. Развитие

биологии в XX в. как будто укрепило позиции редукционизма. Молекулярная биология выяснила, что все многообразие форм жизни и жизненных процессов, повадок и инстинктов зависит от особенностей чередования четырех нуклеотидов в цепочке ДНК.

С другой стороны, экология показала наличие системных закономерностей. «Вся совокупность современных биохимических данных показывает, что отдельные, индивидуальные реакции, протекающие в живых телах, сравнительно просты и однообразны. Это хорошо известные и легко воспроизводимые в пробирке и колбе химика реакции окисления, восстановления, гидролиза... Ни в одной из них нет ничего специфически жизненного. Специфическим для живых тел является то, что в них эти отдельные реакции определенным образом организованы во времени, сочетаются в единую целостную систему, наподобие того, как отдельные звуки сочетаются в какое-либо музыкальное произведение, например симфонию. Стоит только нарушить последовательность звуков — получится дисгармония, хаос. Аналогичным образом и для организации живых тел важно то, что в них эти отдельные реакции протекают не случайно, не хаотически, а в строго определенном гармоничном порядке... весь этот порядок закономерно обуславливает самосохранение и самовоспроизведение всей жизненной системы в целом в данных условиях внешней среды, в поражающем соответствии с этими условиями» (АИ. Опарин, В.Г. Фесенков).

Необходимость системного подхода в исследовании живого в противоположность редукционизму вложена в уста Мефистофеля из «Фауста» Гёте: Иль вот: живой предмет желая изучить, Чтоб ясное о нем познание получить,— Ученый прежде душу изгоняет, Затем предмет на части расчленяет И видит их, да жаль: духовная их связь Тем временем исчезла, унеслась!

Синтетическая теория эволюции

Применительно к живой природе эволюцию понимают как образование более сложных видов из простых. Как оно происходит? Существует ли целесообразность в природе? Какова роль случайности? Что является источником развития: тренировка органов (как считал Ламарк); борьба за существование и выживание наиболее приспособленных (естественный отбор, по Дарвину); способность к взаимопомощи (П.А. Кропоткин); природные катастрофы — кометы, изменения температуры и пр. (Кювье)?

Генетика опровергла представления Ламарка о наследовании Приобретенных при жизни признаков с помощью очень простых опытов. Вейсман последовательно на протяжении многих поколений отрезал мышам хвосты. Он постулировал, что признаки, приобретаемые организмом и приводящие к изменению фенотипа, не оказывают прямого воздействия на половые клетки, передающие признаки следующему поколению.

Тем не менее эволюция идет. Ч. Дарвин (1809-1882) во время своего кругосветного плавания на корабле «Бигль» собрал множество данных, свидетельствующих о том, что виды нельзя считать неизменными. После возвращения в Англию он изучал практику разведения голубей и других домашних животных, что натолкнуло его на идею естественного отбора. В 1798 г. священник Т. Мальтус опубликовал «Трактат о народонаселении», в котором обрисовал, к чему привел бы рост населения, если бы он ничем не сдерживался. Дарвин перенес его рассуждения на природу и обратил внимание на то, что несмотря на высокий репродуктивный потенциал, численность популяций остается относительно постоянной. Дарвин предположил, что при интенсивной конкуренции внутри популяции любые изменения, благоприятные для выживания в данных условиях, повышают способность особей размножаться и оставлять потомство.

Другим основанием теории эволюции послужил принцип **униформизма** английского геолога Ч. Лайеля (1797—1875), в соответствии с которым медленные ничтожные изменения приводят к поразительным результатам, если происходят долго в одном направлении. Точно так же небольшие изменения на протяжении миллионов лет приводят к образованию новых видов.

На мысль об эволюции органических форм Дарвина натолкнула находка в одном и том же регионе — в Южной Америке — скелетов ленивца — огромного (ископаемого) и маленького (современного).

Теория эволюции сформулирована Дарвином в 1839 г. Наибольший вклад Дарвина в науку заключался не в том, что он доказал существование эволюции, а в том, что он объяснил, как она может происходить. В 1859 г. Дарвин опубликовал труд «Происхождение видов путем естественного отбора». Гипотеза Дарвина основана на трех наблюдениях и двух выводах:

Наблюдение 1. Особи, входящие в состав популяции, обладают большим репродуктивным потенциалом.

Наблюдение 2. Число особей в каждой данной популяции примерно постоянно.

Вывод 1. Многим особям не удается выжить и оставить потомство. В популяции происходит «борьба за существование».

Наблюдение 3. Во всех популяциях существует изменчивость.

Вывод 2. В «борьбе за существование» те особи, признаки которых наилучшим образом приспособлены к условиям жизни, обладают «репродуктивным преимуществом» и производят больше потомков, чем менее приспособленные особи.

Вывод 2 содержит гипотезу о естественном отборе, который может служить механизмом эволюции.

Не столь важно, о какой конкуренции идет речь: внутри- или межвидовой. Решающий фактор, определяющий выживание, — это приспособленность к среде. Любое, пусть самое незначительное физическое, физиологическое или поведенческое изменение, дающее одному организму преимущество перед

другим, будет действовать в «борьбе за существование» как селективное преимущество. Благоприятные изменения будут передаваться следующим поколениям, а неблагоприятные — элиминироваться отбором, так как они невыгодны организму. Действуя таким образом, естественный отбор ведет к повышению «мощности» вида, а в филогенетическом плане обеспечивает его выживание.

Данные в поддержку гипотезы Дарвина дают различные науки. Палеонтология, которая занимается изучением ископаемых остатков, подтверждает факт прогрессивного возрастания сложности организмов. В самых древних породах встречаются организмы немногих типов, имеющих простое строение. Постепенно разнообразие и сложность растут. Многие виды, появляющиеся на каком-либо стратиграфическом уровне, исчезают затем. Это истолковывают как возникновение и вымирание видов.

В соответствии с данными палеонтологии можно считать, что в протерозойскую геологическую эру (700 млн лет назад) появились бактерии, простейшие водоросли, примитивные морские организмы; в палеозойскую эру (365 млн лет назад) — наземные растения, пресмыкающиеся; в мезозойскую эру (185 млн лет назад) — млекопитающие, птицы, хвойные растения; в кайнозойскую эру (70 млн лет назад) — современные виды. Конечно, следует иметь в виду, что палеонтологическая летопись неполна.

Теория эволюции ознаменовала крупный прорыв в биологии, наряду с классификацией Линнея и клеточной теорией. Но вопросы и сомнения оставались. Всю жизнь Дарвина преследовал «кошмар Дженкина» — возражение следующего содержания: если среди поля красных маков появится белый, то после скрещивания он даст розовое потомство, а через 2—3 поколения исчезнет всякое воспоминание о белом цвете (ведь в природе нет «демона Максвелла»).

Лишь возникновение генетики дало возможность отвергнуть это возражение. Опровергнув концепцию Ламарка, генетика помогла дарвинизму, объяснив, что появившийся признак не может исчезнуть, так как наследственный аппарат сохраняет случайно возникшее в нем, подобно тому, как сохраняются опечатки в книгах при их воспроизводстве.

Генетика привела к новым представлениям об эволюции, получившим название неodarвинизма, который можно определить как теорию органической эволюции путем естественного отбора признаков, детерминированных генетически. Другое общепринятое название — синтетическая, или общая, теория эволюции. Механизм эволюции стал рассматриваться как состоящий из двух частей: случайные мутации на генетическом уровне и наследование наиболее удачных с точки зрения приспособления к окружающей среде мутаций, так как их носители выживают и оставляют потомство.

Мутация -> Появление нового признака -> Борьба за существование -> Естественный отбор

«Теория Дарвина в ее сегодняшней форме содержит, собственно, два независимых утверждения. Согласно одному из них, в процессе воспроизведения

испытываются все новые формы, которые в своем большинстве при данных внешних обстоятельствах снова исчезают как непригодные; сохраняются лишь немногие приспособленные. Во-вторых, предполагается, что новые формы возникают вследствие чисто случайных нарушений генной структуры* (В. Гейзенберг). Некоторые из событий, приводимых в качестве доказательства эволюционной гипотезы, воспроизводимы в лаборатории, однако это не значит, что они действительно происходили в прошлом, а свидетельствует об их возможности. На многие возражения до сих пор нет ответа. Поэтому концепцию Дарвина точнее все же относить к гипотезам, которые требуют дальнейшего подтверждения.

Вопросы для повторения.

- *Каковы современные представления о происхождении жизни?*
- *Что такое условный и безусловный рефлекс?*
- *Что такое нейтрон, нейтрино и нейрон?*
- *Что такое бихевиоризм?*
- *Чем отличаются инстинкты от рефлексов?*
- *Что такое этология?*
- *Назовите формы сообщества живых существ.*
- *Каков механизм восприятия?*
- *Как изучают мозг с помощью электродов?*
- *Каково соотношение инстинкта и интеллекта?*

ЛЕКЦИЯ №8

ЭТОЛОГИЯ. ИНСТИНКТ И РЕФЛЕКС. ПРЕДМЕТ СОЦИАЛЬНОЙ БИОЛОГИИ И ЕГО ОБЯЗАННОСТИ.

План

1. Этология
2. Порог раздражения
3. Тип научения характеристика поведения

Поведение конкретного организма определяется внутренним и внешним программированием. Внешнее программирование осуществляется благодаря индивидуальному приспособлению животного к окружающей среде в ходе накопления опыта. Внутреннее программирование есть результат постепенной эволюции вида.

Простейшей реакцией нервной системы является **рефлекс**. Он представляет собой быструю, автоматическую, стереотипную реакцию на раздражение, не находящуюся под контролем сознания. Нейроны, образующие путь нервных

импульсов при рефлекторном акте, составляют так называемую рефлекторную дугу, имеющую следующий вид:

Стимул → Рецептор → Нейронная сеть → Эффектор → Реакция

В начале XX в. выдающийся русский ученый, продолжатель русской школы рефлексологии Иван Петрович Павлов (1849-1936) создал учение о нервной деятельности, дав научное объяснение работы коры больших полушарий головного мозга. Проводя опыты над собаками, Павлов пришел к выводу, что *научение* происходит путем формирования у животных условных рефлексов в дополнение к безусловным.

Условные рефлексы представляют собой тип рефлекторной активности, при которой характер ответа зависит от прошлого опыта. В опытах Павлова кормление собак сочеталось, например, со звонком. После многократного повторения эксперимента только при подаче звукового сигнала у собак начиналось слюноотделение. Это свидетельствовало об образовании условного рефлекса.

Подобные опыты были продолжены в других странах. Наиболее значительные успехи в этом направлении достигнуты Б. Скиннером (США). Они положили начало концепции **бихевиоризма** (от английского слова «поведение»).

Б. Скиннер приучал животных (голубей, крыс) совершать необычные для них действия, которые немедленно вознаграждались.

Вслед за И. Павловым, Б. Скиннер подтвердил большие возможности изменения психики животных под влиянием внешних воздействий.

Н. Винер сравнил бихевиористский подход с кибернетическим: «Бихевиористский метод состоит в рассмотрении выхода объекта и отношений между выходом и входом. Под выходом понимается любое изменение, производимое объектом в окружении. Обратное, под входом понимается любое внешнее к объекту событие, изменяющее любым образом этот объект». Не случайно и У. Р. Эшби начал свою книгу «Введение в кибернетику» с анализа работ И. Павлова.

Следует отметить, что данные эксперименты проводились в условиях неволи, неестественных для животных. Результатом исследований было то, что все механизмы психики (от низших до высших форм) объявлялись рефлекторными и контролируемыми, и таким образом животные низводились до уровня автоматов (напомним, что еще Декарт считал животных живыми автоматами). Бихевиоризм, по существу, отрицал самостоятельное значение психики и сводил деятельность центральной нервной системы к управляемому извне образованию условных рефлексов.

В начале 30-х годов XX в. усилиями австрийского зоолога К. Лоренца (1903-1989) и других ученых были заложены основы науки о поведении животных, которая получила название *этологии* (от греческого «этос» — нрав, характер; тот же корень в слове «этика» — наука о поведении человека).

Этология изучает животных преимущественно в свободных условиях, что значительно расширяет представление об их поведении. С точки зрения

этологии поведение животных зависит от стимула (ключевых раздражителей) и от внутренних процессов и агентов (в частности, гормонов, выделяемых в кровь и тканевую жидкость железами внутренней секреции), которые влияют на рост и т.п.

Животные рождаются на свет со значительной частью приспособительных форм поведения, которые носят название **ИНСТИНКТОВ**. К. Лоренц в книге «Агрессия» писал: «Инстинктивные, унаследованные движения развиваются подобно органам тела и не требуют специальной практики». Врожденный реализующий механизм обеспечивает врожденные инстинктивные движения.

Инстинкты специфичны для каждого вида и отличаются от простых рефлексов степенью сложности. Это единицы поведения, определяемые генотипом. Гипотеза механизма инстинктивного поведения такова. Под действием внешних и внутренних факторов в соответствующих нервных центрах происходит накопление «энергии действия», специфичной для определенного побуждения (голод и т.п.). Ее возрастание выше некоторого уровня приводит к появлению поисковой фазы, которая состоит в активном поиске раздражителей, при помощи которых могло бы быть удовлетворено побуждение. При усиленном накоплении «энергии действия» завершающий акт может осуществиться без ключевых раздражителей.

Инстинкты — результат воздействия внешнего мира на организм и они могут совершенствоваться тем же путем, каким возникают и закрепляются за видом новые морфологические признаки.

Можно выделить следующие особенности поведения животных:

1. Наличие обратной связи в механизме поведения предохраняет животных от иррациональных действий (если желудок полон, животное не будет есть). Внешние воздействия выбираются животным в зависимости от его внутреннего состояния.

2. Улучшение одних аспектов поведения влечет за собой вредные последствия в других, так что идеал недостижим. Так и должно быть, чтобы разнообразие увеличивало устойчивость биосферы.

3. «В природе существует не только целесообразное для сохранения видов, но и все не настолько целесообразное, чтобы повредить существованию вида» (К. Лоренц).

4. Животное обладает примитивными формами предвидения.

5. Поведение целостно и все инстинкты соединены в «Парламент Инстинктов», устанавливающий определенную координацию.

Питанию, росту, размножению и самосохранению соответствуют четыре рода инстинктов: голода, половой, агрессии и страха. Агрессия, по Лоренцу, является подлинным первичным инстинктом, направленным на сохранение вида. Она проявляется, прежде всего, в конкуренции внутри вида. Наиболее приспособленные особи могут захватывать большую территорию, приносить большее потомство и передавать свои гены следующему поколению. Смысл внутривидовой борьбы (по К. Лоренцу), во-первых, в том, что «для вида...

всегда выгодно, чтобы область обитания или самку завоевал сильнейший из двух соперников». Во-вторых, «В выгоды равномерности распределения состоит важная видосохраняющая функция внутривидовой агрессии». В-третьих, защита потомства (и тренировка для этого). «Защита семьи, т.е. форма столкновения с **ВНЕВИДОВЫМ** окружением вызвала появление поединка, а уже поединок отобрал вооруженных самцов».

Каждый организм имеет собственную территорию, которую он охраняет от посторонних, особенно от тех, кто занимает ту же экологическую нишу. Граница участков «определяется исключительно равновесием сил, и при малейшем нарушении этого равновесия может перемещаться ближе к штаб-квартире ослабевшего, хотя бы, например, в том случае, если одна из рыб наелась и потому обленилась». «С приближением к центру области обитания агрессивность возрастает в геометрической прогрессии».

Опасность инстинкта — в его спонтанности. При недостатке врагов смещается **ПОРОГ РАЗДРАЖЕНИЯ** и животное готово проявить свою агрессивность по отношению к кому угодно. Другими словами, инстинкт начинает действовать без соответствующей мотивации.

Полезный, необходимый инстинкт «остается неизменным; но для особых случаев, где его проявление было бы вредно, вводится специально созданный механизм торможения» (К. Лоренц). Например, бои самцов. Бой из борьбы без правил возникает за счет ритуализации (мимическое утрирование, ритмическое повторение и т.п.), увеличения промежутка времени перед началом боя, торможения опасных движений при атаке.

Существует зависимость между действенностью оружия, которым располагает вид, и механизмом торможения, запрещающим применять это оружие против сородичей (наиболее кровожадные звери — волки — обладают самыми надежными тормозами). «Угрозы, выражаемые двумя особями в агонистической конфликтной ситуации, всегда заканчиваются тем, что одна из особей (как правило, более слабая) уступает и выходит из поединка, принимая позу подчинения или умиротворения. У собак и волков умиротворяющая поза выражается в том, что животное ложится на спину или подставляет победителю свое горло» (Н. Грин, У. Стаут, Д. Тейлор. Биология).

Механизмы торможения включают в себя позы покорности, напоминающие детское поведение и поведение самки при спаривании. По Лоренцу, «у этих животных специальные механизмы торможения запрещали нападение на детей или, соответственно, на самок еще до того, как такие выразительные движения приобрели общий социальный смысл. Но если так — можно предположить, что именно через них из пары и семьи развилась более крупная социальная группа».

Отбор, направленный одной лишь конкуренцией сородичей без связи с вневидовым окружением может быть нецелесообразным для вида. Поединок «служит полезному отбору лишь там, где бойцы Проверяются не только внутривидовыми дуэльными правилами, но и схватками с внешним врагом».

Важнейшая функция поединка — это выбор боевого защитника семьи, и таким образом внутривидовая агрессия способствует охране потомства.

Ритуализация поведения выполняет функцию перевода агрессии в безопасное для животных русло и построения прочного союза двух или большего числа собратьев по виду. Ритуалы возникают из так называемых ПЕРЕОРИЕНТИРОВАННЫХ ДЕЙСТВИЙ («действие вызывается каким-то *одним* объектом, но на этот объект испускает и тормозящие стимулы, — и потому оно направляется на *другой* объект, как будто он и был причиной данного действия») и из СМЕЩЕННОЙ АКТИВНОСТИ, возникающей в тех случаях, когда при наличии сильной мотивации два разных стимула действуют в противоположных направлениях. Так, в переориентированной церемонии умиротворения или «приветствии» соединяются две позы — агрессии и страха. Образование подобных ритуалов облегчается тем, что все инстинкты связаны между собой. Чем более агрессивен вид, тем больше у него развит половой инстинкт, напряженность которого может привести к регрессии в агрессивность. Сильный страх по принципу «противоположности сходятся» также ведет к агрессии. Взаимодействия инстинктов между собой зависит от пола животного. Если самка испытывает чувство страха, то это повышает ее сексуальность, а чувство агрессивности — снижает. У самца, напротив, чувство страха отрицательно влияет на сексуальность, а чувство агрессивности — положительно.

Различные виды сигналов, имеющие большое значение в жизни животных, формируются из первичных движений, определяемых инстинктами. Эти естественные движения, ставшие четкими и вычленившимися (преувеличенные жесты), становятся своеобразным «языком» животных. В роли сигналов могут выступать и социальные гормоны — особые вещества, привлекающие особей того же вида. «Мускус, цибет, бобровая струя и другие сексуально возбуждающие вещества можно рассматривать как общественные, внешние гормоны, необходимые (особенно у животных, ведущих одинокую жизнь) для соединения полов в соответствующие периоды и служащие для продолжения рода... длинные скрученные кольца атомов углерода, обнаруженные в мусконе и цибетоне, не требуют большой перестройки, чтобы превратиться в группы сросшихся колец, характерные для половых гормонов...»

Ни одну поведенческую реакцию нельзя рассматривать как только инстинктивную или приобретенную. «Поведение большинства животных достаточно хорошо запрограммировано от рождения, а, с другой стороны, часто необходимы "уточняющие инструкции" из внешнего мира» (Н. Тинберген). Целостный поведенческий акт — переплетение врожденных и приобретенных комплексов. Условия жизни могут значительно изменять инстинктивную форму поведения.

Врожденные способности совершенствуются в результате **научения**. Однако и сама готовность к научению предопределена — «быстрее и лучше научить птицу той песне, которая предопределена внутренней программой» (Н. Тинберген).

Теоретические работы К. Лоренца 1931-1937 гг. показали, что многократное повторение одной и той же ситуации приводит к образованию определенной связи в психике. **Научение** — это адаптивное изменение индивидуального поведения в результате усвоения предшествующего опыта. Устойчивость вновь приобретенных форм поведения зависит от памяти, хранящей полученную в прошлом информацию.

Закрепленное приобретенное поведение превращается в привычку. «Значительная часть привычек, определяемых хорошими манерами, представляет собой ритуализованное в культуре утрирование жестов покорности, большинство из которых, вероятно, восходит к филогенетически ритуализованному поведению, имевшему тот же смысл» (К. Лоренц).

Появление психики — новый фактор адаптивной эволюции, возникающий у позвоночных животных. Это позволяет быстро менять привычки и навыки, что обеспечивает эволюционные преимущества млекопитающим. «Ограничения внутренней организации, особенно организации центральной нервной системы, определяют сложность предсказываемого поведения, которую может достичь млекопитающее». «Индивидуальные различия между живыми существами прямо пропорциональны их психическому развитию», — считал К. Лоренц.

При одном из видов обучения — запечатлении — раздражитель эффективен в том случае, если он предъявляется животному в раннем возрасте.

Нашим ближайшим родственникам — обезьянам — свойственно манипулирование «бесполезными» предметами, что могло приводить к развитию больших полушарий головного мозга. Велика роль манипуляционной активности в индивидуальном развитии обезьяны, в ознакомлении с окружающим миром и накоплении опыта, во внутривидовом общении. Мимика, выразительные телодвижения, позы, по Б.Ф.Поршневу, способствует имитационному воздействию на другие виды и таким образом эволюционно удобны. Основные виды научения (по Торпу) сведены в таблицу:

Тип научения характеристика поведения

1. **Привыкание.** При продолжительном повторении стимулов, не подкрепляемых поощрением или наказанием, реакция на них постепенно угасает (птицы перестают бояться пугала)

2. **Ассоциативное научение**

а) **выработка условного рефлекса.** Животное научается связывать безусловный стимул с условным и давать

ответ на любой из них (опыты Павлова)

б) **научение путем проб и ошибок.** Сочетание данного действия с наградой (положительное подкрепление) или наказанием (отрицательное подкрепление) соответственно повышает или уменьшает вероятность повторения этого действия в дальнейшем (опыты Скиннера)

в) **латентное научение.** Научение, которое может пригодиться в дальнейшем (знание мышью непосредственного окружения своей норки)

г) **инсайт («постижение»)**. Научение, основанное на информации, полученной ранее при других в чем-то сходных обстоятельствах. Инсайт возможен лишь при достаточном развитии интеллектуальных функций (опыты Келера с шимпанзе)

д) **запечатление**. Проявляется во время раннего периода развития животного. В мозгу детеныша (или птенца) запечатлевается образ другого индивидуума, обычно родителя и создается особая «привязанность» к нему (опыты Лоренца) В процессе эволюции возрастает роль опыта старых животных и передачи приобретенной ими информации. Отсюда следуют выводы: долгая жизнь приобретает ценность для сохранения вида; возникает селективное давление в сторону развития способности к обучению; тесная связь между способностью к обучению и продолжительностью забот о потомстве; возраст животного находится, как правило, в прямой зависимости от ранга, который оно имеет в иерархии своего сообщества.

Социальное поведение животных — не случайность, а эволюционный механизм, возникновение которого определяется преимуществами, которые обеспечивает общественная жизнь. Повадка гнездиться тесными колониями уменьшает потери от хищников. Толпы «жертв» могут не только успешно противостоять, но даже нападать на хищников. Эволюционно сформировавшаяся потребность в другом может пересилить все инстинкты, т.е. стать высшей целью и ценностью.

Социальные группы по величине могут колебаться от 2 особей у птиц, 10—100 — у обезьян, до нескольких тысяч — у насекомых.

Простейшей формой сообщества является АНОНИМНАЯ СТАЯ, в которой все находятся в одинаковом положении. Множество особей, тесно сомкнувшись, движутся в одном направлении за случайно выбранным вожаком. «Притягивающее действие, которое оказывает стая на отдельных животных и небольшие их группы, возрастает с размером стаи, причем вероятно даже в геометрической прогрессии» (К. Лоренц). Таковы стаи рыб, у которых группообразование, основанное на персональном узнавании партнеров, впервые встречается только у высших костистых видов.

«Существуют животные, — отмечает К. Лоренц, — которые полностью лишены внутривидовой агрессии и всю жизнь держатся в прочно связанных стаях. Можно было бы думать, что этим созданным предначертано развитие постоянной дружбы и братского единения отдельных особей; но как раз у таких мирных стадных животных ничего подобного не бывает никогда, их объединение всегда совершенно анонимно. Личные узы, персональную дружбу мы находим только у животных с высокоразвитой внутривидовой агрессией, причем эти узы тем прочнее, чем агрессивнее соответствующий вид...

Общеизвестно, что волк — самое агрессивное животное из всех млекопитающих... он же — самый верный из всех друзей. Если животное в зависимости от времени года попеременно становится то территориальным и агрессивным, то неагрессивным и общительным, любая возможная для него персональная связь ограничена периодом агрессивности». Эволюционный механизм, заключающийся в необходимости совместной деятельности ради

сохранения вида (забота о потомстве и т.п.) вырастает на внутривидовой агрессии, является как бы ее сублимацией. Внутривидовая агрессивность на миллионы лет старше личной дружбы и любви (личные узы появляются только у костистых рыб с позднего мезозоя).

Вопросы для повторения.

- *Чем отличаются инстинкты от рефлексов?*
- *Что такое этология?*
- *Назовите формы сообщества живых существ.*
- *Каков механизм восприятия?*
- *Как изучают мозг с помощью электродов?*
- *Каково соотношение инстинкта и интеллекта?*
- *Какие функции выполняет правое и левое полушарие мозга человека?*
- *От чего зависит поведение человека?*
- *Каковы сравнительные характеристики сознания и бессознательного?*
- *Каково естественнонаучное значение психоанализа?*
- *Что изучает парапсихология?*
- *Что понимается под расширяющимся сознанием?*

ЛЕКЦИЯ №9

ИЗУЧЕНИЕ МОЗГА ЧЕЛОВЕКА. ПСИХОЛОГИЯ И ПАРАПСИХОЛОГИЯ.

План

1. Изучение мозга человека
2. Три направления нейрофизиологии
3. Психология
4. Парапсихология

Некоторые из современных наук имеют вполне законченный вид, другие интенсивно развиваются или только становятся.

Это вполне понятно, так как наука эволюционирует, как и природа, которую она изучает. Одной из перспективных областей естествознания является изучение человеческого мозга и связи психических процессов с физиологическими.

Изучение высшей нервной деятельности возможно физическими, химическими методами, гипнозом и т.п. Среди тем, интересных с естественнонаучной точки зрения, можно выделить: непосредственное воздействие на мозговые центры, опыты с наркотиками (ЛСД в особенности), кодирование поведения на расстоянии.

Цель изучения мозга — понять механизмы поведения и научиться ими управлять. Знания о процессах, происходящих в мозгу, необходимы для

лучшего использования умственных способностей и достижения психологического комфорта.

Что же известно о деятельности мозга? Еще в прошлом веке выходящий русский физиолог И.М. Сеченов писал, что физиология располагает данными о родстве психических явлений с нервными процессами в теле. Благодаря И.П. Павлову стало доступно изучение всех функций головного мозга, включая сознание и память, физиологическими методами.

Мозг рассматривается как центр управления, состоящий из нейронов, проводящих путей и синапсов (в мозгу человека 10^{11} связанных между собой нейронов).

Ныне существуют технические возможности экспериментального исследования мозга. На это нацелен метод электрического раздражения, посредством которого изучаются отделы мозга, ответственные за память, решение задач, распознавание образов и т.п., причем воздействие может быть дистанционным. Можно вызывать мысли и эмоции — **вражды, страха, тревоги**, наслаждения, иллюзию узнавания, галлюцинации, навязчивые идеи. Современная техника может в буквальном смысле сделать человека счастливым, воздействуя непосредственно на центры удовольствия в мозгу. Исследования показали далее возможность прийти к следующим выводам:

ни один поведенческий акт невозможен без возникновения на клеточном уровне отрицательных потенциалов, которые сопровождаются электрическими и химическими изменениями и деполяризацией мембраны;

процессы в мозгу могут быть двух видов: возбуждающие и тормозящие;

память подобна звеньям цепи и можно, потянув за одно, вытянуть очень много; так называемая психическая энергия представляет собой сумму физиологической активности мозга и получаемой извне информации;

роль воли сводится к тому, чтобы привести в действие уже сложившиеся механизмы.

К достижениям нейрофизиологии можно отнести и обнаружение асимметрии в функционировании головного мозга. Профессор Калифорнийского технологического института Р. Сперри в начале 50-х годов доказал функциональное различие полушарий мозга при почти полной идентичности анатомии.

ЛЕВОЕ ПОЛУШАРИЕ — аналитическое, рациональное, последовательно действующее, более агрессивное, активное, ведущее, управляющее двигательной системой. **ПРАВОЕ** — синтетическое, целостное, интуитивное; не может выразить себя в речи, но управляет зрением и распознаванием форм. И.П. Павлов говорил, что всех людей можно разделить на художников и мыслителей. У первой группы, стало быть, доминирует правое, у второй — левое полушарие.

Более ясное представление о механизмах центральной нервной системы позволяет решать проблему стресса. Стресс — понятие, характеризующее, по Г. Селье, скорость изнашивания человеческого организма, и связан с деятельностью неспецифического защитного механизма сопротивления

внешним факторам. Синдром стресса проходит три стадии: «"реакция тревоги", во время которой мобилизуются защитные силы; "стадия устойчивости", отражающая полную адаптацию к стрессору; "стадия истощения", которая неумолимо наступает, когда стрессор оказывается достаточно силен и действует достаточно долгое время, поскольку "адаптационная энергия", или приспособляемость живого существа, всегда конечна».

Многое в деятельности мозга остается неясным. Электрическое раздражение двигательной зоны коры головного мозга не способно вызвать точных и ловких движений, присущих человеку, и стало быть существуют более тонкие и сложные механизмы, ответственные за движение. Отсутствует убедительная физико-химическая модель сознания, и стало быть неизвестно, что такое сознание как функциональная сущность и что такое мысль как продукт сознания. Можно лишь заключить, что сознание — результат особой организации, сложность которой создает новые, так называемые эмерджентные свойства, которых нет у составных частей.

Спорен вопрос о начале сознания. Согласно одной из точек зрения, до рождения существует план сознания, а не готовое сознание. «Развитие мозга, — считает Х. Дельгадо, — определяет отношение индивидуума к окружающему еще до того, как индивидуум становится способным воспринимать сенсорную информацию об окружающем. Следовательно, инициатива остается за организмом». Существует «опережающее морфологическое созревание»: еще до рождения в темноте веки поднимаются и опускаются. Но новорожденные лишены сознания и лишь приобретенный опыт ведет к узнаванию предметов.

Реакции новорожденных столь примитивны, что их вряд ли можно рассматривать как признаки сознания. Да и мозг при рождении еще далеко не сформирован. Стало быть, человек по сравнению с другими животными рождается менее развитым и ему требуется определенный постнатальный период роста. Инстинктивная деятельность может существовать даже при отсутствии опыта, психическая — никогда.

Недостаточность сенсорного притока отрицательно влияет на физиологическое развитие ребенка. Способность понимать видимое не является врожденным свойством мозга. Мышление не развивается само по себе. Формирование личности, по Пиаже, заканчивается в три года, но деятельность мозга зависит от сенсорной информации в течение всей жизни. «Животным и людям нужна новизна и непрерывный поток разнообразных раздражителей из внешней среды» (Х. Дельгадо. Мозг и сознание). Уменьшение поступления сенсорной информации, как показали эксперименты, приводит к возникновению через несколько часов галлюцинаций и бреда.

Вопрос о том, насколько непрерывный сенсорный поток определяет сознание человека, столь же сложен, как и вопрос о соотношении интеллекта и чувств. Еще Спиноза считал, что «человеческая свобода, обладанием которой все хвалятся», не отличается от возможностей камня, который «получает определенное количество движения от какой-нибудь внешней причины». Эту точку зрения пытаются обосновать современные бихевиористы. То, что

сознание может резко меняться под влияние внешних причин (причем и в сторону усиления предвидения и образования новых свойств и способностей), доказывает поведение людей, получивших тяжелые травмы черепа. Косвенное (например средствами рекламы) и прямое (оперативное) воздействие на сознание приводит к кодированию.

Три направления нейрофизиологии привлекают наибольший интерес: влияние на сознание посредством раздражения определенных центров мозга с помощью психотропных и иных средств; оперативное и медикаментозное кодирование; изучение необычных свойств сознания и их влияния на социум. Эти важные, но опасные направления исследований зачастую засекречиваются. Все направления изучения психики человека, которые занимаются выявлением роли бессознательного, настолько относятся к естествознанию, насколько гуманитарное в них определяется как надстройка над бессознательным базисом. Таков по преимуществу психоанализ, основатель которого З. Фрейд утверждал, что «каждый отдельный индивид виртуально является врагом культуры. Примечательно, что, как бы мало ни были способны люди к изолированному существованию, они тем не менее ощущают жертвы, требуемые от них культурой ради возможности совместной жизни, как гнетущий груз».

Схема Фрейда такова: сначала возник первобытный человек, затем культура как система запретов, которые сам же человек стремится нарушить, так как в основе его психической деятельности лежит сексуальное влечение и инстинкты. Лишения, вводимые культурными запретами, затрагивают всех, но страдающие от них импульсивные желания заново рождаются с каждым ребенком и проявляются в невротиках. Речь идет о желаниях инцеста, каннибализма и т.п., которые подавляются, чтобы преодолеть опасность всеобщего самоистребления.

Выводя культуру из инстинктов, Фрейд пытается определить, как из последних вырастают ценности, например, религиозные. «Мы уже знаем, что пугающее ощущение детской беспомощности пробудило потребность в защите — любящей защите, — и эту потребность в защите помог удовлетворить отец; сознание, что та же беспомощность продолжается в течение всей жизни, вызывает веру в существование какого-то, теперь уже более могущественного отца. Добрая весть божественного провидения смягчает страх перед жизненными опасностями, постулирование нравственного миропорядка обеспечивает торжество справедливости, чьи требования так часто остаются внутри человеческой культуры неисполненными, продолжение земного существования в будущей жизни предлагает пространственные и временные рамки, внутри которых надо ожидать исполнения этих желаний». Все это сулит гигантское облегчение для человеческой психики; преодолевается и Эдипов комплекс — фаза развития сексуального инстинкта, возникающая в возрасте 3—5 лет и заключающаяся в бессознательном влечении к родителю противоположного пола и ревности со страхом к родителю того же пола (от греческого мифа об Эдипе, который убивает своего отца и женится на

собственной матери). Религиозное чувство Фрейд выводит из биологического отношения «отец—сын». Бог аналогичен отцу. Религия для Фрейда — повторение детского опыта защиты у отца.

Совокупность инстинктивных влечений Фрейд называет «Оно» и отличает от него Я — сознание, отделившееся от Оно в процессе эволюции с целью адаптации во внешней среде, и Сверх-Я — совокупность норм и предписаний, выполняющих роль «цензуры» по отношению к Я. Под воздействием Сверх-Я происходит **СУБЛИМАЦИЯ** — трансформация эмоций, энергии инстинктов (прежде всего либидо — сексуального влечения) в социально приемлемые формы, например творчество. При этом большое значение имеет **ВЫТЕСНЕНИЕ** нежелательных представлений в подсознание. Поскольку они сохраняют все свою энергию, они стремятся вернуться, но сознание оказывает сопротивление, и человек испытывает страх, чувство вины, муки совести. Стыд, отвращение, мораль удерживают желания в состоянии вытеснения. Появляется **КОМПЛЕКС** — подавленное эмоциональное содержание психики, которое вызывает постоянное психологическое раздражение.

Лечение в психоанализе основывается на понимании того, что человек болен истерией или неврозом, потому что какие-то его, часто детские, представления, вытесненные «Сверх-Я» в подсознание, пытаются, но безуспешно пробиться в сознание. Выявить эти вытесненные представления пытается психоанализ. Если вспомнить, при каких условиях симптомы болезни проявились впервые, больному становится легче. Рассказав о психической травме, он излечивается.

Фрейд приводит такую аналогию. Я выгоняю кого-то из аудитории, а он продолжает шуметь за дверью. Больной — это человек, который не смог вытеснить свои желания. Тогда лучше договориться и впустить их с тем, чтобы они больше не мешали. В этом и состоит метод психоанализа. Иначе вытеснение может послать в аудиторию своего **ЗАМЕСТИТЕЛЯ**, от которого больной будет страдать. Этот заместитель и есть симптом. Надо осознать свое желание и направить его на высокую, не возбуждающую сомнений цель. Так понимает сублимацию Фрейд.

«Чем сильнее искажение под влиянием сопротивления, тем меньше сходства между возникающей мыслью — заместителем вытесненного и самим вытесненным». Сон, при котором ослабляется сознательная деятельность, предстает как исполнение вытесненных из сознания желаний. «Явное содержание сновидений есть искаженный заместитель бессознательных мыслей, и это самое искажение есть дело защитных сил Я, т.е. сопротивлений, которые в бодрствующем состоянии вообще не допускают вытесненные желания бессознательного в область сознания». «Страх есть одна из реакций отстранения нами Я могущественных вытесненных желаний, а потому легко объясним и в сновидениях».

Сознательное, по Фрейду, не сущность психического, а только одно из его качеств, поверхностный слой душевного аппарата. «Я олицетворяет то, что

можно назвать разумом и рассудительностью, в противоположность Оно, содержащему страсти». Я можно сравнить с всадником, а Оно — с лошадью. В эволюции человеческой психики постепенно усиливается Сверх-Я и тем меньше требуется внешнее принуждение.

Фрейд показал, что недостаточность социальных контактов и особенно их исчезновение («потеря любви») относится к числу факторов, благоприятствующих агрессии, что подтверждено этологией. В то же время он полагал, что в человеке действуют две основные силы (аналогично физическим силам притяжения и отталкивания) — воля к жизни и воля к смерти. С этим не согласился К. Лоренц. Для него инстинкта смерти не может быть, потому что он небиологичен, а то, что так интерпретируется, лишь искажение инстинкта агрессии. Возможно, разногласие между Фрейдом и Лоренцом разрешается таким образом, что инстинкт смерти существует только у человека, поскольку он осознает свою смертность. Это подтверждает и то, что только человек хоронит своих сородичей.

Психоанализ близок к естествознанию, поскольку основывается на приоритете естественных, а не культурных феноменов, связывая вторые с первыми. Естественнаучное значение психоанализа заключается в попытке объяснения деятельности сознания особенностями функционирования бессознательного и сведением последнего к немногим основным инстинктам. Посылка о детерминации сознания бессознательным, хотя и не содержит достаточного естественнаучного подтверждения, привлекает к себе большое внимание.

Аналитической психологией, — от первобытной культуры. По Юнгу, не только желания человека составляют сферу бессознательного. Там находятся все коллективные архетипы, которые присущи человеку.

Архетипы — это базовые схемы. «То, что мы называем инстинктами, является физиологическим побуждением и постигается органами чувств. Но в то же самое время инстинкты проявляют себя в фантазиях и часто обнаруживают свое присутствие только посредством символических образов. Эти проявления я и назвал архетипами», — писал К. Юнг в работе «Архетип и символ». «Так же как и инстинкты, паттерны коллективной мысли человеческого разума являются врожденными и унаследованными». Но архетипы выражаются в виде восприятия целостных образов, инстинкт же функционирует на уровне ощущений.

Забывчивость обусловлена тем, что некоторые сознательные мысли теряют свою специфическую энергию из-за отвлечения внимания. Сознание как луч прожектора — все, что он не освещает, уходит в бессознательное. «Но когда нечто ускользает из сознания, то перестает существовать не в большей степени, чем автомобиль, свернувший за угол». Мы можем делать что-то, управляемые бессознательным, когда цель выпала из сознания.

Юнг иначе, чем Фрейд, интерпретирует сновидения. «Обнаружилось, что многие сны представляют образы и ассоциации, аналогичные первобытным идеям, мифам и ритуалам». В отличие от мифов и сказок это непосредственная

психическая данность, не прошедшая сознательной обработки. «И эти ассоциации и образы ни в коей мере не безжизненные или бессмысленные "пережитки". Они до сих пор живут и действуют, оказываясь особенно ценными в силу своей "исторической" природы. Они образуют мост Между теми способами, которыми мы сознательно выражаем свои Мысли, и более примитивной, красочной и живописной формой выражения. Но эта форма обращена непосредственно к чувству и эмоциям. Эти "исторические" ассоциации и есть звено, связывающее рациональное сознание с миром инстинкта».

«Общая функция снов заключается в попытке восстановить наш психический баланс посредством производства сновидческого материала, который восстанавливает — весьма деликатным образом — целостное психическое равновесие... Сон компенсирует личностные недостатки и в то же время предупреждает об опасности неадекватного пути», — продолжает К.Юнг. Сон — это разговор бессознательного с сознанием и способ познания бессознательного. Сны «зарождаются в духе, которые носит не вполне человеческий характер, а являются скорее дыханием природы». «Таким образом, с помощью снов (наряду с интуицией, импульсами и другими спонтанными событиями) инстинктивные силы влияют на активность сознания». Бессознательное раньше знает то, что еще не вошло в сознание. В этом предсказательное значение сна. Бессознательное, по Юнгу, есть предзнание.

В бессознательном присутствует теневая сторона нашей личности. «Безмерно древнее психическое начало образует основу нашего разума точно так же, как строение нашего тела восходит к общей анатомической структуре млекопитающих. Опытный взгляд анатома или биолога обнаруживает много следов этой исходной структуры в наших телах. Искушенный исследователь разума может сходным образом увидеть аналогии между образами сна современного человека и продуктами примитивного сознания, его коллективными образами и мифологическими мотивами». «Смысл и целенаправленность не есть прерогативы разума, они действуют во всяком живом организме. Нет принципиальной разницы между органическим и психическим развитием. Так же, как растение приносит цветы, психическое рождает свои символы».

Человек приходит в мир со сложной психикой, в которой присутствуют и инстинкты и архетипы бессознательного. «Мысли формы, универсально понимаемые жесты и многочисленные установки следуют образцам, сформировавшимся задолго до того, как человек обрел рефлексивное мышление. Можно даже считать, что довольно раннее возникновение человеческой способности к рефлексии явилось из болезненных последствий эмоциональных потрясений».

Сознание, по Юнгу, развилось из эмоций. Бессознательное породило разум как закономерный этап эволюции. «Так же, как эволюция эмбриона повторяет его предысторию, так и разум развивается путем перехода через ряд доисторических стадий», которые не исчезают, а находятся внутри человека.

Современный человек «слеп к тому, что, несмотря на свои рациональность и эффективность, он одержим "силами", находящимися вне его контроля. Его демоны и боги вовсе не исчезли, они всего лишь обрели новые имена. И они удерживают его на ходу своим беспокойством, нечетким пониманием, психологическими сложностями, ненасытной жаждой лекарств, алкоголя, табака, пищи и прежде всего огромной массой неврозов».

Бессознательное управляет инстинктивными тенденциями, склонностями, выраженными в соответствующих мыслеформах. Архетипы создают мифы, религии, духовную культуру в целом. «Мы рассматриваем личностные комплексы как компенсации за односторонние или дефектные установки сознания; сходным образом мифы религиозного происхождения можно интерпретировать как вид ментальной деятельности для обеспокоенного и страдающего человечества в целом — голод, война, болезнь, старость, смерть», — считал К. Юнг.

Юнг вывел из психики культуру. Его ученик Э.Фромм развернул психоанализ в социальном направлении. Различие между Фроммом и Фрейдом аналогично спору в социобиологии о наличии генов эгоизма и альтруизма. По Фромму, не животная природа человека ведет к социальным конфликтам, а общественное устройство извращает первичные благородные побуждения. Человек стремится к единству с другими людьми, а попадает в сети тоталитаризма. Стремление к справедливости, истине, свободе является неотъемлемой чертой человеческой природы, — утверждает Фромм в работе «Психоанализ и религия». Если Фрейд исследовал подсознание, Юнг — бессознательное, то Фромм обратился к **сверхсознанию**.

Проверка психоанализа с помощью гипноза подтвердила наличие комплекса Эдипа; на более глубоком уровне присутствуют переживания коллективного бессознательного; затем вспоминается процесс рождения и начинаются трансперсональные переживания, которые некоторые ученые склонны считать подтверждением концепции перевоплощения. В пользу этого приводят видения, испытываемые людьми в состоянии клинической смерти, и эксперименты по взвешиванию умерших.

В современной психологии можно выделить три основные точки зрения на сознание, простирающиеся от отрицания самоценного значения психики и сознания в бихевиоризме к классической школе психогенеза, утверждающей, что психика и сознание становятся после рождения, до модели «**расширяющегося сознания**» С. Грофа, в соответствии с которой психика и сознание существуют до рождения.

Основные различия между сознательным и бессознательным (по Л.Р. Зенкову. Бессознательное) представлены в следующей таблице.

Сознательное	Бессознательное
Вербальное Формально-логическое	Невербальное «Нелогичное», неформальная логика
Концептуальное, абстрактное	Образно-визуальное, конкретное и конкретное
Символическое	Свобода комбинации знаков Первичные
Синтаксическая связанность	мыслительные процессы
Вторичные мыслительные процессы	Иррациональное
Рациональное	Сновидения, фантазия, галлюцинации Интуиция
Интенциональное мышление	Мифологическая систематизация
Формализация Научная систематизация	Одновременность актуальность
Последовательность	
Дискретность	

Юнг пишет о четырех средствах, благодаря которым сознание получает свою ориентацию в опыте. «**ОЩУЩЕНИЕ** (т.е. восприятие органами чувств) говорит нам, что нечто существует; **МЫШЛЕНИЕ** говорит, что это такое; **ЧУВСТВО** отвечает, благоприятно это или нет, а **ИНТУИЦИЯ** оповещает нас, откуда это возникло и куда уйдет» (К. Юнг. Архетип и символ). Эмоции опираются на неосознаваемую информацию, более непосредственны и менее управляемы человеком; чувства же могут осознаваться, более подвластны человеку и опосредованы социокультурными ценностями. Сознание создает основу понятийного мышления, без которого разумная деятельность невозможна. Но само осознание чего-либо может быть интуитивным.

Исследование интуиции является основной задачей науки, которая получила название парапсихологии. Ее предметом являются опыты по обнаружению сверхчувственных эффектов, проводимые со всеми людьми; изучение обладающих повышенными экстрасенсорными возможностями; изучение так называемых биополей человека, животных и растений (в частности, проблемы чувствительности растений к людям) и т.п.

Началась парапсихология с контролируемых и воспроизводимых опытов по отгадыванию так называемых парапсихологических карт, которые показали, что многие люди в той или иной степени обладают способностью предчувствия.

Изучают парапсихологи и таких людей, как У. Геллер, который может останавливать эскалатор, компьютер, находить спрятанные предметы и месторождения полезных ископаемых, сгибать металлические предметы, даже если они заключены в капсулы, чинить часы на расстоянии, распознавать изображения в магнитной памяти ЭВМ, приводить в движение стрелку компаса и электроизмерительного прибора, впечатывать свое изображение на пленку полностью закрытого фотоаппарата, изменять вес груза на весах, показания счетчика радиоактивного излучения, устраивать исчезновение предметов и вновь восстанавливать их на прежнем месте (материализация и

дематериализация), отключать свет в огромном районе города, останавливать корабль, внушать другим людям мысли на расстоянии и т.п. У. Геллер нуждается в присутствии других людей, как бы подпитываясь от них. Обычные люди получают возможность выполнять такие же действия, «заряжаясь» от него. Способности У. Геллера распространяются после сеансов по радио и телевидению на других людей на огромные расстояния. Часто отмечается эффект последствия (задержанная реакция).

Интересны мысли самого У. Геллера, приведенные в книге «Моя история». «У меня есть ощущение, что эти энергии и силы идут не от меня - я как бы лишь тоннель, труба, через которую они проходят». «Из-за того, что мои возможности идут от энергии, которая находится вне меня, у меня никогда нет стопроцентной уверенности, что все будет в порядке». «По моему глубокому убеждению, каждый человек имеет внутри себя некую абстрактную силу, которую можно высвободить тремя способами. Способ первый — психологическое внушение. Второй - визуальный, связанный с возможностью видеть эту силу в действии или слышать ее подробное описание по радио. И третий способ - самовнушение и развитие внутренней уверенности в ее существовании... Главное условие успеха - это вера».

«Но когда я начинаю думать о каких-то более глубоких вещах, то убеждаюсь, что на самом деле не существует ни прошлого, ни настоящего, ни будущего для вечности. Все происходит одновременно. Я чувствую, что у каждого из нас есть два канала восприятия: космический и обыкновенный, и мы можем на них настраиваться в разные времена».

Вопросы для повторения.

- *Как изучают мозг с помощью электродов?*
- *Каково соотношение инстинкта и интеллекта?*
- *Какие функции выполняет правое и левое полушарие мозга человека?*
- *От чего зависит поведение человека?*
- *Каковы сравнительные характеристики сознания и бессознательного?*
- *Каково естественнонаучное значение психоанализа?*
- *Что изучает парапсихология?*
- *Что понимается под расширяющимся сознанием?*
- *В чем проявляется функциональная асимметричность полушарий головного мозга у человека?*
- *Что такое условный рефлекс?*
- *Что такое холотропная модель сознания?*
- *Ваше мнение об основных мотивах человеческой деятельности; кто прав; Фрейд или Лоренц?*

ЛИТЕРАТУРА

1. А.А.Горелов. Концепция современного естествознания. М., Изд. «Владис»1999 г.
2. Е.Ф.Солопов «Концепция современного естествознания» М., Изд. «Владис»1998 г.
3. Т.И.Трофимова «Курс физики» М., Изд. «Высшая школа» 1990 г.
4. И.В.Савельев «Курс физики» Т., Изд. «Укитувчи» 1991 г.
5. Н.А.Султанов «Курс физики» Т., Изд. «Техника и технологии» 2007 г.
6. А.А.Детлаф «Курс физики» М., «Высшая школа» 1990 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Лекция 1.	Концепция современного естествознания. методы научного познания. история развития естествознания. естествознание от античного мира до начала XX века. механическое мировоззрение.	3
Лекция 2.	Создание классической механики и экспериментального естествознания. Понятие пространства и времени в классической механике. Законы Кеплера для движения планет в солнечной системе. Фундаментальное значение законов инерции Галилея. Механическое изображение мира (законы Ньютона.) законы Фарадея при развитии понятия поля. Уравнения Максвелла для электромагнитного поля.	7
Лекция 3.	Возникновение космоса. Модель расширяющейся вселенной. Эволюция и строение галактик. Астрономия и космонавтика. Строение звезд. Строение и эволюция земли.	14
Лекция 4.	Представление о микро, макро и мегомирах в настоящее время. Широкое и глубокое научное представление о мире. Теория относительности. Квантовая механика. Физические взаимодействия. Строение материи.	20
Лекция 5.	Кибернетика. ЭВМ и персональные компьютеры. Сложные системы в химии. Эволюция и ее особенности. От термодинамики закрытых систем к синергетики. Гипотеза рождения материи.	30
Лекция 6.	Концепции возникновения жизни. Начало жизни на земле. Генетика.	34
Лекция 7.	Экология. Закономерности развития экосистем. Синтетическая теория эволюции.	42
Лекция 8.	Этология. Инстинкт и рефлекс. Предмет социальной биологии и его обязанности.	50
Лекция 9.	Изучение мозга человека. Психология и парапсихология.	57