

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Департамент научно-технологической политики и образования  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Донской государственный аграрный университет»

**А.Ф. Поломошнов**

## **ФИЛОСОФСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ**

Учебное пособие

**Персиановский**

**2018**

УДК: 50; 113.

ББК: 20.

П – 52

**Рецензенты:** доктор философских наук, профессор Николаева Л.С.  
доктор философских наук, профессор Яхъяев М.Я.

П-52

Поломошнов, А.Ф. Философские проблемы современной науки: учебное пособие /А.Ф. Поломошнов ; Донской ГАУ.– Персиановский: Донской ГАУ, 2018. - 194 с.

В учебном пособии изложены основные проблемы современных физических, биологических и сельскохозяйственных наук. Пособие предназначено для подготовки магистрантов и аспирантов к семинарским занятиям и экзаменам по истории и философии науки.

УДК: 50; 113.

ББК: 20.

Утверждено на заседании методической комиссии агрономического факультета, протокол № 2 от 9 октября 2018 г.

Рекомендовано в печать методическим Советом ДонГАУ в качестве учебно-методического издания, протокол № 6 от 31 октября 2018 г.

©Поломошнов А.Ф., 2018  
© ФГБОУ ВО Донской ГАУ, 2018

# СОДЕРЖАНИЕ

**Введение:** Философские проблемы науки.....с.5

## **Тема 1. Философские основы современной физики**

1. Базовые принципы и категории постнеклассической физики.....с.7
2. Фундаментальные физические взаимодействия.....с.14
3. Современная классификация микрочастиц.....с.16
4. Современная теория происхождения и эволюции вселенной.....с.19

## **Тема 2. Философские проблемы современной физики**

1. Проблема объективности в квантовой физике.....с.23
2. Проблемы теории микрочастиц.....с.25
3. Проблемы теории происхождения и эволюции Вселенной.....с.29
4. Проблемы теории гравитации.....с.36
5. Проблемы «теории всего» .....с.40

## **Тема 3. Философские основы биологических наук**

1. Система биологических наук.....с.47
2. Основные принципы и категории современной биологии.....с.48
3. Общая теория жизни.....с.51
4. Биосистематика .....с.55
5. Биоиерархия.....с.59

## **Тема 4. Фундаментальные концепции современной биологии**

1. Молекулярная биология.....с.72
2. Генетика.....с.75
3. Теория биологической эволюции.....с.80
4. Экология.....с.89

## **Тема 5. Философские проблемы биологических наук**

1. Философские вопросы биологии.....с.100
2. Проблема происхождения жизни.....с.103
3. Проблемы современной теории эволюции.....с.110
4. Проблемы палеобиологии.....с.112
5. Криптобиология.....с.122

## **Тема 6. Человек и биосфера**

1. Проблема антропогенеза.....с.124
2. Биосфера и ноосфера: проблема коэволюции.....с.132
3. Философские проблемы биотехнологии и генной инженерии.....с.142
4. Проблема жизни во Вселенной .....с.145
5. Проблемы биоэтики.....с.151

## **Тема 7. Философские проблемы сельскохозяйственных наук**

1. Специфика и структура сельскохозяйственного знания.....с.167
2. Методологические проблемы сельскохозяйственных наук.....с.169
3. Мировоззренческие проблемы сельскохозяйственных наук.....с.170

4. Социальные проблемы сельскохозяйственных наук.....	с.173
<b>Заключение</b> .....	с.178
<b>Литература</b> .....	с.179

### **Таблицы**

Таблица 1. «Фундаментальные физические взаимодействия».....	с.180
Таблица 2. «Стадии Большого взрыва».....	с.181
Таблица 3. «Геохронологическая шкала и эволюция жизни».....	с.182

### **Рисунки**

Рисунок 1 «Экологическая пирамида».....	с.185
Рисунок 2 «Основные виды экологических пирамид».....	с.185
Рисунок 3. «Геохронологическая шкала».....	с.186
Рисунок 4 «Версия современной биосистематики».....	с.186
Рисунок 5. «Дерево жизни».....	с.187
Рисунок 6 «Эволюционная кладистика».....	с.188
Рисунок 7. «Дерево эволюции растений».....	с.189
Рисунок 8. «Дерево эволюции животных».....	с.190
Рисунок 9. «Дерево эволюции клеток».....	с.191
Рисунок 10 «Геологические часы эволюции».....	с.192
Рисунок 11. «Дерево эволюции человека».....	с.193
Рисунок 12. «Проблематическое дерево антропогенеза».....	с.193

## ВВЕДЕНИЕ

В своем развитии наука постоянно сталкивается с проблемами, выходящими за ее границы, и в то же время, требующими определенного решения. Эти проблемы относят к философским проблемам науки. Чтобы понять сущность философских проблем науки, необходимо уточнить понятие «проблема», а затем разобрать связь философии и науки. Проблема – нестандартная исследовательская задача, для решения которой в данной теории отсутствует необходимая методология. Проблема возникает тогда, когда существующие теоретические знания не могут дать удовлетворительного объяснения каких-то явлений или фактов. Такая ситуация называется проблемной. Т.о. проблемная ситуация – фиксированное в логическом противоречии состояние концепции или теории, требующее перехода от старого знания к новому. Проблема – специфический запрос на новое знание на основании имеющегося недостаточного знания.

Связь философии и науки определяется тем, что философия, как общая теория познания, разрабатывает общеметодологические основы конкретно-научного познания. Но делает она это путем освоения, осмысления и обобщения достижений конкретных наук. Функции философии в научном познании можно разделить на две группы: 1.методологические и 2.мировоззренческие. К методологическим функциям относятся: 1.разработка базовых категорий конкретных наук, 2.разработка общих принципов познания, 3.разработка методов научного познания, 4.методологическая рефлексия ученых над своей собственной деятельностью, 5.интеграция достижений отдельных наук в единую, цельную научную картину мира, 6.компенсация недостаточности научных знаний (натурфилософия). К мировоззренческим функциям относятся: 1.социальный статус научного знания, 2.этические аспекты научной деятельности, 3.социальное использование научных знаний, 4.мировоззренческий смысл научной картины мира.

Философия в каждый конкретный момент развития науки дает вполне определенные решения всех этих проблем. Поскольку эти решения в определенный момент оказываются адекватными данному уровню научных знаний, постольку эти решения не являются тем, что называют философскими проблемами науки. Их лучше назвать философскими аспектами науки. Философские аспекты науки превращаются в проблемы тогда, когда в результате революционных научных открытий имеющиеся философские решения вышеописанных вопросов оказываются неудовлетворительными. Путем взаимного превращения в ходе истории науки и философии философских аспектов в проблемы и наоборот и идет прогрессивное развитие науки и философии. Конечно, оно идет не гладко и линейно, а противоречиво. Оно нередко осложняется личными отношениями неприязни или непонимания между философами и конкретными учеными.

Однако, как наука для своего прогресса нуждается в помощи философии, так и философия не может прогрессировать без науки.

Философские проблемы (аспекты) науки можно классифицировать на две большие группы: 1. общие проблемы, касающиеся всего комплекса наук, 2. частные (касающиеся отдельных научных направлений и дисциплин).

В свою очередь общие философские проблемы науки делятся на две подгруппы: 1. интегративные (комплексные) и 2. систематические (собираательные). Первая подгруппа связана с обобщением универсальных закономерностей науки. Вторая подгруппа связана с систематизацией и классификацией научного знания. Частные философские проблемы науки делятся на две подгруппы: 1. парадигматические, связанные с формулировкой базовых методологических и категориальных основ данной научной дисциплины, 2. специальные (связанные с философскими поисками решения конкретных научных проблем, формулировкой научных гипотез). Внутри всех выделенных нами разновидностей философских проблем науки существует деление на методологические и мировоззренческие аспекты.

# **Тема 1. ФИЛОСОФСКИЕ ОСНОВЫ СОВРЕМЕННОЙ ФИЗИКИ**

- 1. Базовые принципы и категории постнеклассической физики**
- 2. Фундаментальные физические взаимодействия**
- 3. Современная классификация микрочастиц**
- 4. Современная теория происхождения и эволюции вселенной**

## **1. Базовые принципы и категории постнеклассической физики**

### **Материя и ее свойства**

Если говорить об основных физических принципах современного понимания организации и строения материи, то нужно указать два принципа: 1. принцип корпускулярно-волнового дуализма и 2. принцип симметрии. Корпускулярно-волновой дуализм, заключается в том, что любые микрочастицы материи (фотоны, электроны, протоны, атомы и другие) обладают свойствами и частиц (корпускул) и волн. Количественное выражение корпускулярно-волнового дуализма введено в 1924 Л. де Бройлем. Корпускулярно-волновой дуализм получил объяснение в квантовой механике.

Принцип симметрии (соразмерности) – свойство физических величин оставаться неизменными при определенных преобразованиях. Симметрия проявляется в неизменности (инвариантности) тела или системы по отношению к определенной операции. Выделяют внешние симметрии, свойственные макромиру, и внутренние симметрии, свойственные микромиру. К внешним относят три вида симметрий: геометрические, временные и динамические. Простые, или геометрические симметрии, связаны с операциями в пространстве, или изменением положения тела или системы в пространстве. Вейль дал им такое определение: «объект является симметричным, если после определенной операции над ним (поворот, сдвиг, зеркальное отражение он будет выглядеть точно таким же, как и до операции). Второй вид симметрии – временная симметрия – т. е. одинаковость свойств времени в прошлом, настоящем, будущем, независимо от сдвига во времени (т. е. выбора момента начала отсчета времени). Третий вид симметрии – динамическая симметрия – связанная не с пространством и временем, а с определенным типом взаимодействий (им соответствуют законы сохранения).

Выражением симметрии на уровне микромира является принцип тождественности. Микроскопическим системам свойственна индивидуальность, однако можно говорить о тождественности элементарных частиц. Все электроны Вселенной признаются тождественными. Подобные частицы лишены индивидуальности и подчиняются фундаментальному принципу тождественности, в соответствии с которым состояния системы

частиц, получающиеся путем перестановки тождественных частиц местами, нельзя различить ни в каком эксперименте. Такие состояния должны рассматриваться как одно физическое состояние.

Если говорить об универсальных свойствах материи с точки зрения современной науки, то это: - несотворимость и неуничтожимость, - вечность существования во времени и бесконечность в пространстве, - движение, изменение, саморазвитие, превращение одних состояний в другие, - детерминированность всех явлений, причинность, т.е. зависимость явлений и предметов от структурных связей в материальных системах и внешних воздействий, от порождающих их причин и условий, - сложная структурная организация. Особым свойством материи является отражение, которое проявляется во всех процессах, но зависит от структуры взаимодействующих систем и характера внешних воздействий. Историческое развитие свойства отражения приводит к появлению высшей его формы — абстрактного мышления.

### **Взаимодействие**

В основе современной физической концепции взаимодействия лежит принцип близкодействия. Близкодействие - представление, согласно которому взаимодействие между удаленными друг от друга телами осуществляется с помощью промежуточных звеньев (или среды), передающих взаимодействие от точки к точке с конечной скоростью. Полевая физика, опирающаяся на концепцию взаимодействия всех тел посредством полевой среды, считает, что взаимодействие удаленных тел происходит не напрямую, минуя все остальное, что находится между ними, а «по цепочке», роль которой играет полевая среда. Так возмущение, созданное одним объектом, распространяется в полевой среде, постепенно достигает другого объекта и изменяет характер его движения. Современная квантовая физика выделяет четыре фундаментальных физических взаимодействия, к которым сводятся все остальные формы взаимодействий. Эти четыре фундаментальных физических взаимодействия мы рассмотрим отдельно ниже.

### **Движение**

Современная наука исходит из признания многообразия форм движения материи, различающихся по уровням ее организации. При этом формы движения материи связываются с определенными формами взаимодействия материальных объектов. Соответственно трем основным сферам материального мира выделяют формы движения в неорганической природе, в органической природе и в обществе. В неорганической природе выделяют следующие основные формы движения: - пространственное перемещение, - движение элементарных частиц и полей, - электромагнитные, гравитационные, сильные и слабые взаимодействия, процессы превращения элементарных частиц и др., - движение и превращение атомов и молекул, включающее в себя химические реакции, - изменения в структуре макроскопических тел - тепловые процессы, изменение агрегатных

состояний тел, звуковые колебания и др., - геологические процессы, - изменение космических систем различных размеров: планет, звезд, галактик и их скоплений.

В живой природе выделяют следующие формы движения: - белковые химические реакции, - внутриорганизменные биологические процессы, направленные на обеспечение сохранения организмов, поддержание стабильности внутренней среды в меняющихся условиях существования, - обмен веществ между организмами и окружающей средой, - саморегуляция, управление и воспроизводство в биоценозах и других экологических системах, взаимодействие всей биосферы с природными системами Земли.

К общественной форме движения материи относятся все многообразные проявления сознательной деятельности людей, т.е. все высшие формы отражения и целенаправленного преобразования действительности.

Более высокие формы движения материи исторически возникают на основе относительно низших и включают их в себя в преобразованном виде. Между ними существует единство и взаимное влияние. Но высшие формы движения качественно отличны от низших и не сводимы к ним.

Если говорить о современном понимании физических форм движения, то нужно выделить комплекс законов сохранения энергии и движения, который тесно связан с принципом симметрии материи. Нетер в 1918 г. сформулировала теорему, согласно которой каждому виду симметрии должен соответствовать определенный закон сохранения. С однородностью пространства связан закон сохранения импульса, с изотропностью пространства связан закон сохранения момента импульса.

Особую роль играет закон сохранения энергии. Энергия есть общая мера различных форм движения и взаимодействия всех видов материи. Закон сохранения энергии, установленный экспериментально, утверждает: суммарная энергия изолированной системы не изменяется, при эволюции системы могут изменяться доли энергий различного вида, что объясняется переходом энергии из одного вида в другой. Обмен энергии между множеством природных систем обуславливает объединяющую роль энергии в природе и естествознании.

В современной науке закон сохранения энергии является универсальным. Он встречается в различных разделах физики и проявляется в сохранении различных видов энергии. Для каждой конкретной замкнутой системы, вне зависимости от её природы можно определить некую величину, называемую энергией, которая будет сохраняться во времени. При этом выполнение этого закона сохранения в каждой конкретно взятой системе обосновывается подчинением этой системы своим специфическим законам динамики, различающимся для разных систем.

В постнеклассической физике установлено, что энергией обладают все виды полей. По этому признаку различают: электрическую (электромагнитную), гравитационную и ядерную энергии. Термодинамика

рассматривает внутреннюю энергию и иные термодинамические потенциалы. В химии рассматриваются такие величины как энергия связи и энтальпия, имеющие размерность энергии, отнесённой к количеству вещества. Специальная теория относительности рассматривает энергию как компоненту 4-импульса (вектора энергии-импульса). Тепловая энергия (или энергия хаотического движения молекул) является самым «деградированным» видом энергии — она не может превращаться в другие виды энергии без потерь. В квантовой механике величина энергии эквивалента частоте и двойственна времени.

Преобразование энергии происходит в любых природных процессах, и выполняющийся при этом закон сохранения и превращения энергии связывает все явления природы воедино. Законы сохранения не описывают, как должен идти тот или иной процесс, а говорят лишь о том, какие процессы в природе запрещены и не происходят. Такую же роль играет принцип симметрии, он ограничивает число возможных вариантов структур или вариантов поведения систем, и указывает на то, какие варианты в принципе невозможны.

### **Пространство-время**

В основе современного физического представления о природе пространства и времени лежит реляционная концепция пространства и времени, разработанная в теории относительности Эйнштейна, о которой мы говорили в Первой лекции.

Если говорить о чисто физических свойствах пространства и времени, то в современной физике принято представление о единстве пространства и времени, которые составляют четырехмерное пространство – время, что доказано в теории относительности Эйнштейна. Пространство и время органически связаны с материей и самостоятельного обособленного существования иметь не могут. Пространство и время обладают тремя фундаментальными свойствами: – тремя видами симметрии, а именно время однородно, а пространство однородно и изотропно. Это означает, что в любых направлениях его свойства абсолютно одинаковы (т.е. пространство обладает симметрией относительно операции поворота). Однородность пространства (симметрия относительно операции перемещения, сдвига) означает одинаковость пространства в различных его точках. Об однородности времени мы уже говорили, давая понятие временной симметрии.

Важным фундаментальным свойством пространства – времени является его континуальность, а не дискретность. Пространство описывается непрерывными значениями координат, а время непрерывной переменной. Это свойство распространяется на всю Вселенную от микромира до макромира и на все время ее эволюции от  $10^{-43}$  сек до  $10^9 \cdot 15$  лет. Дискретность пространства – времени допускается в связи с объяснением самых ранних этапов эволюции Вселенной ранее  $10^{-43}$ .

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

Важным фундаментальным свойством времени является его необратимость или направленность, которая проявляется в невозможности возврата в прошлое. Время течет от прошлого через настоящее к будущему, и обратное течение его невозможно. Необратимость времени связана с необратимостью протекания фундаментальных материальных процессов. Некоторые философы усматривают связь необратимости времени с необратимостью термодинамических процессов и с действием закона возрастания энтропии. В микрофизике необратимость времени связывается с характером законов квантовой механики. Существуют также космологические подходы к обоснованию необратимости времени. Наиболее широкое распространение получила причинная концепция времени. Ее сторонники считают, что при обратном течении времени причинная связь оказывалась бы невозможной. Поэтому, современная физика связывает необратимость времени с современным пониманием причинности. Направленность времени связывается с такой интегральной характеристикой материальных процессов, как развитие, которое является принципиально необратимым.

Если говорить о философском обобщении основных свойств пространства и времени, то общие свойства, характеризующие пространство и время, вытекают из их характеристик как основных, коренных форм существования материи. К свойствам пространства относятся протяженность, однородность и изотропность, трехмерность. Время обычно характеризуется такими свойствами, как длительность, одномерность, необратимость, однородность.

Что касается таких свойств, как длительность времени и протяженность пространства, то их трудно называть свойствами, поскольку они совпадают с самой сущностью пространства и времени. Ведь протяженность и проявляется в способности тел существовать одно подле

другого, а длительность в способности существовать одно после другого, что и выражает сущность пространства и времени как форм существования материи.

### Детерминизм

В основе современной физики лежит принцип вероятностного детерминизма. Согласно этому принципу основным видом закономерностей в природе является статистическая (вероятностная) закономерность. В связи с этим необходимо остановиться на различии динамических и статистических закономерностей. Динамическая закономерность — форма причинной связи, а также связи состояний, при которой данное состояние системы однозначно определяет все ее последующие состояния, в силу чего знание начальных условий дает возможность точно предсказать дальнейшее развитие системы. Динамическая закономерность действует во всех автономных, мало зависящих от внешних воздействий системах с относительно небольшим числом элементов. Она определяет, например, характер движения планет в Солнечной системе.

Статистическая закономерность — форма причинной связи, при которой данное состояние системы определяет все ее последующие состояния не однозначно, а лишь с определенной вероятностью, являющейся объективной мерой возможности реализации заложенных в прошлом тенденций изменения. Статистическая закономерность действует во всех неавтономных, зависящих от постоянно меняющихся внешних условий системах с очень большим количеством элементов.

Статистическая и динамическая закономерности — формы проявления закономерной связи между предшествующими и последующими состояниями систем. Различие между ними относительно, т. к., строго говоря, всякая динамическая закономерность представляет собой статистическую закономерность с вероятностью осуществления событий, близкой к единице, или — в предельных случаях для совершенно неизбежных событий — равной единице.

С другой стороны, если динамическая закономерность может рассматриваться как предельный случай статистической закономерности, то статистическая закономерность принципиально несводима к динамической закономерности. Это обусловлено: 1) неисчерпаемостью материи и незамкнутостью материальных систем; 2) невозможностью реализации многих тенденций развития, заложенных в прошлых состояниях систем; 3) возникновением в процессе развития возможностей и тенденций качественно новых состояний. Отсюда следует, что всякий достаточно сложный процесс развития подчиняется статистическим закономерностям, тогда как динамическая закономерность является лишь приближенным выражением отдельных этапов этого процесса.

Итак, законы динамического типа рассматриваются в современной физике как предельные случаи статистической закономерности. Поэтому фундаментальностью обладают лишь вероятностные законы, которые

позволяют предсказать поведение системы лишь с определенной вероятностью. Поскольку законы, более или менее приближающиеся к динамическому типу в природе сочетаются с законами статистического типа, мир и события в нем оказываются ни фатально предопределенными, ни чисто случайными.

### **Познавательные принципы**

Для современной физики большое значение имеют такие познавательные принципы, как принцип дополнительности и антропный принцип.

**Принцип дополнительности**, введенный в 1927 году Н. Бором, состоит в том, что для полного описания квантовомеханических явлений необходимо применять два взаимоисключающих («дополнительных») набора классических понятий, совокупность которых даёт исчерпывающую информацию об этих явлениях как о целостных. Например, дополнительными в квантовой механике являются пространственно-временная и энергетически-импульсная картины. Применение альтернативных методов описания объекта обеспечивает полноту описания природы, т. к. способ наблюдения и описания в квантовой физике влияет на полученные знания, и разные способы наблюдения и описания дают разные картины, которые должны друг друга дополнять.

**Антропный принцип** впервые в 1958 г. был предположен Г. Иддисом и затем Б. Картером в 1974 г., но в неявном виде он уже функционировал и раньше в виде антропоморфизма. Этот принцип применяется в слабом и сильном вариантах. Слабый антропный принцип гласит: на свойства Вселенной накладываются ограничения наличием нашей разумной жизни. То, что наблюдают астрономы, зависит от присутствия наблюдателя. Сильный антропный принцип гласит: свойства Вселенной должны быть такими, чтобы в ней обязательно была жизнь.

Согласно этим принципам между фундаментальными свойствами Вселенной и возможностью существования в ней жизни установлены строго определенные отношения. Как мы уже отмечали, фундаментальные свойства мира количественно выражаются через фундаментальные постоянные и при их незначительном изменении может сильно измениться сценарий развития Вселенной, а теперь мы можем сказать, что и самой жизни во Вселенной, естественно, в нашем понимании. Таким образом, антропный принцип по сути превращает факт появления человека во Вселенной из случайного, незначительного, в центральный, приоритетный.

Заметим также, что антропный принцип не отвергает возможности существования других Вселенных. Однако эволюция может происходить без наблюдателей, и, следовательно, жизнь в нашем понимании в них невозможна. При использовании антропного принципа появляется возможность моделировать другие допустимые Вселенные, что, с точки зрения современной физики, доказывает существование множества миров.

Кроме того, АП приводит к мировоззренческим уточнениям не только по множественности обитаемых Вселенных, но и по множественности существования жизни в нашей Вселенной. Вопрос о существовании жизни в нашей Вселенной в свете антропного принципа приобретает новую окраску. Он означает, что наша Вселенная чрезвычайно тонко приспособлена для возникновения и существования жизни. Можно было бы подумать, что это относится к отдельной достаточно крупной, но все же локальной области Вселенной, где в силу случайной флуктуации создались условия, необходимые для существования жизни. Но как мы уже говорили, предполагается, что Вселенная однородна и изотропна, т.е. ее свойства в больших масштабах одинаковы. Следовательно, когда мы говорим о чрезвычайно тонкой приспособленности Вселенной для жизни, речь идет не о локальных областях, а обо всей Вселенной в целом. Таким образом, применение АП приводит к выводу о закономерном возникновении и широкой распространенности жизни и Разума во Вселенной. Антропный принцип, с точки зрения физики и философии, «отвергает» возможность уникальности земной жизни.

## **2. Фундаментальные физические взаимодействия**

В настоящее время известны четыре фундаментальных взаимодействия: гравитационное, электромагнитное, слабое и сильное. Гравитационное и электромагнитное взаимодействия по сути своих названий относятся к силам, возникающим в гравитационных и электромагнитных полях. Заметим, что, несмотря на «приоритет» гравитационного взаимодействия, количественно установленного еще Ньютоном, природа его до сих пор не является полностью определенной и на самом деле не ясно, как передается это действие через пространство. Ядерные силы, относящиеся к сильным взаимодействиям, действуют на малых расстояниях в ядрах атомов и обеспечивают их устойчивость, несмотря на отталкивающие действия кулоновских сил электромагнитных полей. Поэтому ядерные силы являются в основном силами притяжения и действуют между протонами (p-p), нейтронами (n-n). Существует также протон-нейтронное взаимодействие (p-n). Поскольку эти частицы объединены в одну группу нуклонов, то это взаимодействие нуклон-нуклонное. Слабые взаимодействия проявляются в процессе ядерного распада или более широко - в процессах взаимодействия электрона и нейтрино (оно может существовать также и между любыми парами элементарных частиц).

Гравитационное и электромагнитное взаимодействия меняются с расстоянием как  $1/r^2$  и являются дальнедействующими. Сильное ядерное и слабое взаимодействия являются короткодействующими. По своей величине основные взаимодействия располагаются в следующем порядке: сильное (ядерное), электрическое, слабое, гравитационное.

Этим основным взаимодействиям соответствуют четыре мировых константы. Электромагнитное взаимодействие связано с такой константой, как заряд и масса электрона. Заряд электрона  $e = 1,6 \times 10^{-19}$  Кл, его масса покоя  $m_0 = 9,1 \times 10^{-31}$  кг. Сильное и слабое взаимодействия связаны с постоянной Планка  $\hbar = 1,055 \cdot 10^{-34}$  Дж·с. Гравитационное взаимодействие связано с гравитационной постоянной  $G = 6,6 \cdot 10^{-11}$  Н·м<sup>2</sup>/кг<sup>2</sup>. К числу важнейших физических констант относятся также скорость света в вакууме  $c = 2,9979 \cdot 10^8$  м/с некоторые другие.

Фундаментальные константы не выводятся из физических теорий, а определяются экспериментально. В этом смысле теоретическую физику нельзя считать самодостаточной и законченной для объяснения свойств природы, пока проблема, связанная с мировыми константами, не будет понята и объяснена.

Анализ размерностей физических констант приводит к пониманию того, что они играют очень важную роль в построении отдельных физических теорий. Однако, если попытаться создать единое теоретическое описание всех физических процессов, т.е., другими словами, сформулировать унифицированную научную картину мира от микро- до макроуровня, то главную, определяющую роль должны играть безразмерные, т.е. «истинно» мировые константы основных взаимодействий.

Сравнительные свойства четырех фундаментальных взаимодействий представлены в **таблице 1. «Фундаментальные физические взаимодействия».**

Взаимодействия элементарных частиц обуславливают все многообразие свойств природы. Роль фундаментальных взаимодействий в эволюции материи неодинакова. Гравитационные взаимодействия в живом веществе принципиально не отличаются от сил тяготения в неорганических объектах. Сильное и слабое взаимодействия могут усложняться по мере увеличения числа нуклонов в ядрах и возрастания энергии частиц. Но это усложнение непосредственно не связано с биологической эволюцией вещества. Кроме того, ядерные силы способны к насыщению и усложнению лишь до того предела, пока атомные ядра сохраняют относительную устойчивость. Как только число протонов в ядре превышает 92-95, силы отталкивания между ними становятся больше сил притяжения, и ядро распадается. И только электромагнитные связи и взаимодействия частиц способны к практически неограниченному усложнению при возникновении все более сложных молекул в процессе биологической эволюции. Электромагнитные силы связи в атомах и молекулах порождаются противоположными электрическими зарядами, число которых может постоянно возрастать. Жизнь возникает именно на основе этих взаимодействий и связанных с ними химических реакций. Однако, для появления жизни необходимы и другие физико-химические условия, важнейшими из которых являются следующие: 1.определенная масса планеты, 2.наличие атмосферы и гидросферы, 3.разнообразие химических

элементов, 4. приток достаточного количества энергии от центральной звезды.

### 3. Современная классификация микрочастиц

Элементарные частицы, в узком смысле - частицы, которые нельзя считать состоящими из других частиц. В современной физике термин «элементарные частицы» используют в более широком смысле: так называют мельчайшие частицы материи, подчиненные условию, что они не являются атомными ядрами и атомами (исключение составляет протон); иногда по этой причине элементарные частицы называют субъядерными частицами. Большая часть таких частиц (а их известно более 350) являются составными системами.

Мир микрочастиц весьма богат и разнообразен. Для его упорядочения используют разные классификационные признаки. Все микрочастицы, во-первых, делятся на частицы и античастицы. Античастица отличается от частицы тем, что знаки ее зарядов противоположны знакам, присущим частице. Каждой частице соответствует анти-частица. При столкновении частицы и античастицы они взаимно уничтожаются (аннигилируют), превращаясь в гамма-излучение или другие частицы. Возможен и обратный процесс рождения пар частица-античастица, например, из гамма-излучения рождается пара электрон-позитрон.

Второй критерий классификации: по типу взаимодействия, в которых участвуют микрочастицы. Здесь они делятся на 1. лептоны (легкие частицы), которые участвуют в гравитационном и слабом взаимодействиях, а если заряжены, то и в электромагнитном, но не участвуют в сильном (ядерном) взаимодействии, 2. адроны (тяжелые частицы), которые участвуют во всех четырех взаимодействиях, и главное в ядерном и 3. калибровочные бозоны (частицы, обеспечивающие четыре фундаментальных взаимодействия).

Известно 6 лептонов: электрон, электронное нейтрино, мюон, мюонное нейтрино, тяжелый  $\tau$ -лептон и соответствующее нейтрино. Электрон (символ  $e$ ) считается материальным носителем наименьшей массы в природе  $m_e$ , равной  $9,1 \times 10^{-28}$  г (в энергетических единицах  $\approx 0,511$  МэВ) и наименьшего отрицательного электрического заряда  $e = 1,6 \times 10^{-19}$  Кл. Мюоны (символ  $\mu$ -) - частицы с массой около 207 масс электрона (105,7 МэВ) и электрическим зарядом, равным заряду электрона; тяжелый  $\tau$ -лептон имеет массу около 1,8 ГэВ. Соответствующие этим частицам три типа нейтрино - электронное (символ  $\nu_e$ ), мюонное (символ  $\nu_\mu$ ) и  $\tau$ -нейтрино (символ  $\nu_\tau$ ) - легкие (возможно, безмассовые) электрически нейтральные частицы. Все лептоны имеют спин  $\frac{1}{2}\hbar$  ( $\hbar$  - постоянная Планка), т.е. по статистическим свойствам являются фермионами.

Адроны представляют собой тяжелые частицы с массой, значительно превышающей массу электрона. Это наиболее многочисленная группа элементарных частиц. Адроны делятся на барионы - частицы со спином  $\frac{1}{2}\hbar$ ,

мезоны - частицы с целочисленным спином (0 или 1); а также так называемые резонансы - короткоживущие возбужденные состояния адронов. Барионы - адроны, состоящие из трёх кварков (qqq) и имеющие барионное число  $B = 1$ . Мезоны - адроны, состоящие из кварка и антикварка (q) и имеющие барионное число  $B = 0$ .

Кварк — фундаментальная частица в Стандартной модели, обладающая электрическим зарядом, кратным  $e/3$ , и не наблюдающаяся в свободном состоянии. Из кварков состоят адроны. Из соединения кварков по три образуются барионы, а по два - мезоны. В настоящее время известно 6 разных «сортов» (чаще говорят — «ароматов») кварков. Кроме того, для калибровочного описания сильного взаимодействия постулируется, что кварки обладают и дополнительной внутренней характеристикой, называемой «цвет». Каждому кварку соответствует антикварк с противоположными квантовыми числами. Гипотеза о том, что адроны построены из специфических субъединиц, была впервые выдвинута М. Гелл-Манном и, независимо от него, Дж. Цвейгом в 1964 году.

В силу неизвестных пока причин, кварки естественным образом группируются в три так называемые поколения (они так и представлены в таблице). В каждом поколении один кварк обладает зарядом  $+2/3$ , а другой —  $-1/3$ . Кварки участвуют в сильных, слабых и электромагнитных взаимодействиях. Необычные свойства сильного взаимодействия приводят к тому, что одиночный кварк не может удалиться на какое-либо заметное расстояние от других кварков, а значит, кварки не могут наблюдаться в свободном виде (явление, получившее название конфайнмент). Разлететься могут лишь «бесцветные» комбинации кварков — адроны.

Особой разновидностью барионов являются нуклоны – протон и нейтрон (а также их соответствующие анти-частицы), из которых состоят ядра атомов. Протон (символ p) - ядро атома водорода с массой, в  $\sim 1836$  раз превышающей  $m_e$  и равной  $1,672648 \times 10^{-24}$  г ( $\approx 938,3$  МэВ), и положительным электрическим зарядом, равным заряду электрона. Нейтрон (символ n) - электрически нейтральная частица, масса которой немного превышает массу протона. Из протонов и нейтронов построены все атомные ядра, именно сильное взаимодействие обуславливает связь этих частиц между собой. В сильном взаимодействии протон и нейтрон имеют одинаковые свойства и рассматриваются как два квантовых состояния одной частицы - нуклона с изотопическим спином  $1/2\hbar$ .

Барионы включают и гипероны - элементарные частицы с массой больше нуклонной:  $\Lambda$ -гиперон имеет массу 1116 МэВ,  $\Sigma$ -гиперон - 1190 МэВ,  $\Theta$ -гиперон - 1320 МэВ,  $\Omega$ -гиперон - 1670 МэВ.

Мезоны имеют массы, промежуточные между массами протона и электрона ( $\pi$ -мезон, K-мезон). Существуют мезоны нейтральные и заряженные (с положительным и отрицательным элементарным электрическим зарядом). Все мезоны по своим статистическим свойствам относятся к бозонам.

Калибровочных бозонов всего 13 видов: гравитон - обеспечивает гравитационное взаимодействие, фотон - обеспечивает электромагнитное взаимодействие,  $W^+$ ,  $W^-$ ,  $Z$  частицы - обеспечивают слабое взаимодействие, и 8 глюонов, обеспечивающих сильное, внутриядерное взаимодействие. У этой третьей группы нет античастиц.

Третья классификация связана со временем жизни микрочастиц. Все микрочастицы делятся на: 1. стабильные, время жизни которых больше  $10^{-20}$  с. и составляет тысячи лет, 2. квазистабильные, время жизни которых больше  $10^{-20}$  с. но, но не превышает десятки секунд, и 3. резонансы, время жизни которых меньше  $10^{-20}$  с. Стабильными (в пределах точности современных измерений) являются: электрон (время жизни более  $5 \times 10^{21}$  лет), протон (более  $10^{31}$  лет), фотон и нейтрино. К стабильным частицам также относятся также протоны и нейтроны, если они находятся в ядре атома. Квазистабильные частицы распадаются вследствие электромагнитного и слабого взаимодействий. Резонансы распадаются за счет сильного взаимодействия.

Четвертая классификация связана со спином – собственным механическим моментом количества движения микрочастицы, ее внутренней степенью свободы. Здесь частицы делятся на две группы: бозоны (частицы с целым спином: 0, 1, 2), и фермионы (частицы с полуцелым спином  $1/2$ ;  $3/2$ ).

Пятая классификация делит микрочастицы на составные и элементарные. Элементарные частицы – первичные, неразложимые на составные части. К ним сегодня относятся: 1. кварки, 2. лептоны и 3. калибровочные бозоны. К составным частицам относятся адроны.

### **Основные свойства элементарных частиц**

Каждая элементарная частица описывается набором дискретных значений физических величин (квантовых чисел). Общие характеристики всех элементарных частиц - масса, время жизни, спин, электрический заряд, внутренняя четность.

Масса частицы,  $m$  меняется в широких пределах от 0 (фотон) до 90 ГэВ ( $Z$ -бозон).  $Z$ -бозон - наиболее тяжелая из известных частиц. Однако могут существовать и более тяжелые частицы. Массы адронов зависят от типов входящих в их состав кварков, а также от их спиновых состояний.

Электрический заряд  $Q$ . Электрический заряд является целой кратной величиной от  $e = 1.6 \cdot 10^{-19}$  Кулон (или  $48 \cdot 10^{-10}$  ед. СГСЕ), называемой элементарным электрическим зарядом. Частицы могут иметь заряды 0,  $\pm 1$ ,  $\pm 2$ .

Внутренняя четность  $P$ . Квантовое число  $P$  характеризует свойство симметрии волновой функции относительно пространственных отражений. Квантовое число  $P$  имеет значение  $+1, -1$ .

О спине и времени жизни микрочастиц мы говорили уже выше.

Наряду с общими для всех частиц характеристиками, используют также квантовые числа, которые приписывают только отдельным группам частиц.

Наиболее важными внутренними характеристиками (квантовыми числами) элементарных частиц являются лептонный (символ  $L$ ) и барионный (символ  $B$ ) заряды; эти числа считаются строго сохраняющимися величинами для всех типов фундаментальных взаимодействий. Лептонные числа  $L_e, L_\mu, L_\tau$  приписывают частицам, образующим группу лептонов. Лептонные числа имеют значения  $L_e, L_\mu, L_\tau = 0, +1, -1$ . Барионное число  $B$  присуще адронам. Барионное число имеет значение  $B = 0, +1, -1$ .

Адронам присущи такие свойства как странность  $s$ , очарование ( $charm$ )  $c$ , красота ( $bottomness$  или  $beauty$ )  $b$  и некоторые другие. Странность  $s$  может принимать значения  $-3, -2, -1, 0, +1, +2, +3$  и определяется кварковым составом адронов. Очарование  $c$  может принимать значения  $-3, -2, -1, 0, +1, +2, +3$ . Красота  $b$  может принимать значения  $-3, -2, -1, 0, +1, +2, +3$ .

Важное свойство элементарных частиц – их способность к взаимопревращениям в результате электромагнитных или других взаимодействий. Один из видов взаимопревращений – так называемое рождение пары, или образование одновременно частицы и античастицы (в общем случае – образование пары элементарных частиц с противоположными лептонными или барионными зарядами). Возможны процессы рождения электрон-позитронных пар  $e^- e^+$ , мюонных пар  $\mu^+ \mu^-$  новых тяжелых частиц при столкновениях лептонов, образование из кварков  $cc$ - и  $bb$ -состояний. Другой вид взаимопревращений элементарных частиц – аннигиляция пары при столкновениях частиц с образованием конечного числа фотонов ( $\gamma$ -квантов). Обычно образуются 2 фотона при нулевом суммарном спине сталкивающихся частиц и 3 фотона – при суммарном спине, равном 1 (проявление закона сохранения зарядовой четности).

#### **4. Современная теория происхождения и эволюции вселенной**

В основе современных физических представлений о происхождении Вселенной лежит «теория Большого взрыва» (теория расширяющейся Вселенной).

##### **История открытия Большого взрыва**

В 1916 г. вышла в свет работа физика Альберта Эйнштейна «Основы общей теории относительности», которой он завершил создание релятивистской теории гравитации. В 1917 г. Эйнштейн на основе своих уравнений поля развил представление о пространстве с постоянной во времени и пространстве кривизной (модель Вселенной Эйнштейна, знаменующая зарождение космологии), ввёл космологическую постоянную  $\Lambda$ . (Впоследствии Эйнштейн назвал введение космологической постоянной одной из самых больших своих ошибок; но уже в наше время выяснилось, что  $\Lambda$ -член играет важнейшую роль в эволюции Вселенной). В модели Эйнштейна Вселенная рассматривалась как стационарная, поскольку действию сил гравитации противопоставлялось равное противодействие свойства постоянного расширения, приписанное им пространству и времени.

В. де Ситтер выдвинул космологическую модель Вселенной (модель де Ситтера) в работе «Об эйнштейновской теории гравитации и её астрономических следствиях».

В 1922 советский математик и геофизик Ал. Ал. Фридман нашёл нестационарные решения гравитационного уравнения Эйнштейна и предсказал расширение Вселенной (нестационарная космологическая модель, известная как решение Фридмана). Если экстраполировать эту ситуацию в прошлое, то придётся заключить, что в самом начале вся материя Вселенной была сосредоточена в компактной области, из которой и начала свой разлёт. Поскольку во Вселенной очень часто происходят процессы взрывного характера, то у Фридмана возникло предположение, что и в самом начале её развития также лежит взрывной процесс — Большой взрыв.

В 1927 году бельгийский ученый Ж. Леметр выдвинул идею о том, что в прошлом Вселенная имела минимальные размеры, а ее плотность достигала  $10^{93}$  г/см<sup>3</sup>. Вещество в таком сверхплотном состоянии было названо Леметром «протоатомом», а его состояние сингулярным. Затем, по мысли Леметра по каким-то причинам протоатом оказался в неустойчивом состоянии и взорвался, что привело к расширению Вселенной.

В 1929 г. Э. Хаббл обнаружил зависимость между красным смещением галактик и расстоянием до них. Тем самым был экспериментально подтвержден факт расширения Вселенной. Красное смещение или эффект Доплера — это изменение частоты и длины волн, регистрируемых приёмником, вызванное движением их источника и/или движением приёмника. Эффект был впервые описан Кристианом Доплером в 1842 году. С помощью эффекта Доплера по спектру небесных тел определяется их лучевая скорость. Изменение длин волн световых колебаний приводит к тому, что все спектральные линии в спектре источника смещаются в сторону длинных волн, если лучевая скорость его направлена от наблюдателя (красное смещение), и в сторону коротких, если направление лучевой скорости — к наблюдателю (фиолетовое смещение). Поскольку более далекие галактики в спектре наблюдения являются более «красными», это означает, что они с большой скоростью удаляются друг от друга. Причем, разбегаются не звезды и даже не отдельные галактики, а скопления галактик. Ближайшие от нас звезды и галактики связаны друг с другом гравитационными силами и образуют устойчивые структуры. В любом направлении скопления галактик разбегаются от Земли с одинаковой скоростью, и может показаться, что наша Галактика является центром Вселенной, однако это не так. Где бы ни находился наблюдатель, он будет везде видеть все ту же картину - все галактики разбегаются от него с одинаковой скоростью.

В 1948 г. выходит работа Г. А. Гамова о «горячей вселенной», построенная на теории расширяющейся вселенной Фридмана. По Фридману, вначале был взрыв. Он произошёл одновременно и повсюду во Вселенной, заполнив пространство очень плотным веществом, из которого через

миллиарды лет образовались наблюдаемые тела Вселенной — Солнце, звёзды, галактики и планеты, в том числе Земля и всё что на ней. Гамов добавил к этому, что первичное вещество мира было не только очень плотным, но и очень горячим. Идея Гамова состояла в том, что в горячем и плотном веществе ранней Вселенной происходили ядерные реакции, и в этом ядерном котле за несколько минут были синтезированы лёгкие химические элементы. Самым эффективным результатом этой теории стало предсказание космического фона излучения. Электромагнитное излучение должно было, по законам термодинамики, существовать вместе с горячим веществом в «горячую» эпоху ранней Вселенной. Оно не исчезает при общем расширении мира и сохраняется — только сильно охлаждённым — и до сих пор. Гамов и его сотрудники смогли ориентировочно оценить, какова должна быть сегодняшняя температура этого остаточного излучения. У них получалось, что это очень низкая температура, близкая к абсолютному нулю. С учётом возможных неопределённостей, неизбежных при весьма ненадёжных астрономических данных об общих параметрах Вселенной как целого и скудных сведениях о ядерных константах, предсказанная температура должна лежать в пределах от 1 до 10 К. В 1950 году Гамов объявил, что скорее всего температура космического излучения составляет примерно 3 К.

В 1955 г. Советский радиоастроном Тигран Шмаонов экспериментально обнаружил шумовое СВЧ излучение с температурой около 3К. В 1964 г. американские радиоастрономы А. Пензиас и Р. Вилсон открыли космический фон излучения и измерили его температуру: и она оказалась равной именно 3 К. Это было самое крупное открытие в космологии со времён открытия Хабблом в 1929 году общего расширения Вселенной. Именно это открытие, неожиданное для ученых, убедило их в том, что Большой взрыв действительно имел место и поначалу Вселенная была очень горячей. Теория Гамова была полностью подтверждена. В настоящее время это излучение носит название реликтового; термин ввёл советский астрофизик И. С. Шкловский.

В 2003 г. спутник WMAP с высокой степенью точности измеряет анизотропию реликтового излучения. Вместе с данными предшествующих измерений (COBE, Космический телескоп Хаббла и др.), полученная информация подтвердила космологическую модель «большого взрыва» и инфляционную теорию. С высокой точностью был установлен возраст Вселенной и распределение по массам различных видов материи (барионная материя — 4 %, тёмная материя — 23 %, тёмная энергия — 73 %).

В 2009 г. запущен спутник Планк, который в настоящее время измеряет анизотропию реликтового излучения с ещё более высокой точностью.

Первоначально теория Большого взрыва называлась «динамической эволюционирующей моделью». Впервые термин «Большой взрыв» применил Фред Хойл в своей лекции в 1949. Сам Хойл придерживался гипотезы «непрерывного рождения» материи при расширении Вселенной и отрицательно относился к теории Большого взрыва. На русский язык Big

Bang можно было бы перевести как «Большой хлопок», что, вероятно, точнее соответствует уничижительному смыслу, который хотел вложить в него Хойл. После того, как его лекции были опубликованы, термин стал широко употребляться.

Теория горячей расширяющейся Вселенной Г. Гамова, получившая опытные подтверждения, стала доминирующей космологической моделью современной физики. Модель горячей Вселенной начинает работать со времени  $10^{-36}$  с. от начала Большого взрыва, т.е. от момента рождения Вселенной. Однако, она не описывает процессы, происходившие в более ранний период Большого взрыва, а именно, в момент с  $10^{-43}$  с. до  $10^{-36}$  с. Попытки описания этих процессов были даны в теории инфляции или инфляционной модели Вселенной, предполагающей период ускоренного по сравнению со стандартной моделью горячей Вселенной расширения. Первый вариант теории был предложен в 1981 году А. Гутом, но он встретился с серьёзными трудностями. Другую, более эффективную версию теории инфляции, предложил А. Линде в 1982, назвав ее моделью хаотической инфляции. Эта теория инфляции не опровергает теорию горячей Вселенной Г. Гамова, а дополняет ее, описывая более ранние процессы, чем теория Г. Гамова.

### **Теория Большого взрыва**

Согласно теории горячей Вселенной, дополненной теорией инфляции, в процессе происхождения и эволюции Вселенной, рассматриваемого как «Большой взрыв» и последующего расширения Вселенной, продолжающегося до нашего времени, выделяются следующие стадии: 1. стадия инфляции, 2.эра адронов, 3.эра лептонов, 4.эра фотонов, 5.эра вещества. Характеристика этих стадий и происходивших на этих стадиях процессов дана в **Таблице 2. «Стадии Большого взрыва».**

Пояснения к Таблице: 1. Температура выражена по шкале Кельвина, в которой начало отсчёта ведётся от абсолютного нуля -  $273,15$  °С. Градусы Цельсия переводятся в кельвины по формуле  $K = °C + 273,15$ . 2. Великое объединение – единое взаимодействие, объединяющее электромагнитное, сильное и слабое взаимодействия.

Если попытаться узнать, что предшествовало Большому взрыву, что происходило до начала космической инфляции, то здесь современная теория инфляции дает различные версии, которые мы подробнее рассмотрим в следующей лекции. Общим для этих теорий является выведение Большого взрыва из природы вакуума. Состояние материи до Большого взрыва определяется с помощью понятия «истинный вакуум». Истинный физический вакуум - низшее энергетическое состояние квантового поля. Оно характеризуется: 1.практическим отсутствием вещества, 2.ненулевым значением энергии. В вакууме четыре фундаментальных физических взаимодействия объединены в одно, определяемое как «суперсила».

В вакууме происходят процессы рождения и аннигиляции виртуальных пар частиц-античастиц, а также флуктуации, незначительные колебания

плотности энергии в отдельных его областях. В результате этих флуктуаций в истинном вакууме могут образовываться области ложного вакуума, т.е. возбужденного состояния вакуума. В этих областях ложного вакуума возникают гигантские антигравитационные силы отталкивания, под действием которых происходит 1.раздувание пузыря Вселенной, образование пространства и времени, 2.происходит разогрев этого пузыря до температуры  $10^{32}$  К.

Природа вакуума и его флуктуаций, а также механизм раздувания Вселенной – все это является дискуссионными проблемами современной физики, в которой имеются различные альтернативные концепции инфляции и природы вакуума. Мы обсудим их в следующей лекции.

## **Тема 2. ФИЛОСОФСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ ФИЗИКИ**

- 1.Проблема объективности в квантовой физике**
- 2.Проблемы теории микрочастиц**
- 3.Проблемы теории происхождения и эволюции Вселенной**
- 4.Проблемы теории гравитации**
- 5.Проблемы «теории всего»**

### **1.Проблема объективности в квантовой физике**

Фундаментальным принципом классической физики был принцип объективности физического познания, согласно которому признавалось объективное, независимое от сознания ученого существование физического мира и его закономерностей. Согласно принципу объективности также признавалась принципиальная способность физики давать в своих понятиях и теориях верное, объективное отражение объективного мира физических объектов и явлений. Этот принцип опирался на опытно-экспериментальную доступность для непосредственного наблюдения объектов познания классической физики, на связанную с этой доступностью принципиальной проверяемостью научных теорий на опыте.

Развитие квантовой физики поставило ученых перед такими объектами познания, как недоступные непосредственному опытному наблюдению и подлежащие преимущественно мысленному теоретическому моделированию квантовые объекты и процессы. В связи с этим возникла проблема объективности квантовой физики.

В этой проблеме можно выделить два аспекта. Первый аспект - проблема объективности квантовой физики: способна ли современная физика описывать реальность такой, какой она существует независимо от нашего сознания, или от ученого-наблюдателя? Второй аспект - проблема адекватности современного физического знания: дает ли современная физика

адекватное отражение объективной реальности, соответствуют ли ее теоретические модели физической реальности?

Если мы не будем разделять эти два аспекта, то возможен вывод о принципиальной необъективности, субъективности квантовой физики. Рассмотрим эти два аспекта проблемы объективности квантовой физики и их связь более подробно. Если говорить о первом аспекте, то фактом является принципиальная не-объектность квантовой физики. Этот факт имеет две интерпретации. Первая интерпретация ставит вопрос: что описывает квантовая физика: микромир сам по себе или микромир в сознании наблюдателя? Дело в том, что вне интерпретации в сознании ученого-наблюдателя квантовые явления не могут быть познаны. Вторая интерпретация ставит вопрос: существуют ли квантовые явления до акта их экспериментального измерения, или они создаются в процессе акта этого измерения? Дело в том, что квантовые явления не могут быть познаны вне актов их измерения.

Объединяя эти две интерпретации не-объектности квантовой физики, мы можем констатировать, что квантовая физика не может исследовать свои объекты, элиминируя сознание исследователя и исключая акты экспериментального, приборного измерения этих явлений. Такое понимание не-объектности квантовой физики не должно приводить к отрицанию объективного существования квантовых явлений. То, что эти явления не могут быть доступны научному познанию вне сознания исследователя и вне актов измерения, не означает, что они не существуют как объективная реальность. Тем самым, не-объектность квантовой физики не означает автоматического отрицательного решения второго аспекта проблемы объективности – адекватности физического знания физической реальности. (Не-объектность означала бы не адекватность квантовой физики реальности, если бы мы отождествляли понятия объектность и адекватность и тем самым не разделяли бы два аспекта проблемы объективности).

Итак, адекватна ли квантовая теория объективной реальности, которая в данном случае не может быть дана нам в опыте как непосредственный, независимый от нас объект? Очевидно, что нет никаких оснований отвечать на этот вопрос отрицательно. Скорее есть основания положительного ответа. Во-первых, не существует ни одного экспериментального факта, который противоречил бы квантовой механике. Во-вторых, напротив, эта теория находится в полном соответствии с имеющимися экспериментальными данными.

Однако, следует помнить, что принципиальная адекватность физического знания объективной физической реальности не должна отождествляться с абсолютной полнотой и исчерпанностью физического знания, которая в принципе недостижима. Поэтому, актуальная ограниченность физического знания не должна приводить нас к пессимистическому выводу о непознаваемости объективной физической реальности.

Нужно помнить также о такой особенности квантовой физики, как опосредованное наблюдение своих объектов по следам, оставляемым ими в физических приборах. Эти следы или данные допускают различные варианты теоретических интерпретаций в рамках альтернативных физических теорий. Эта реальная трудность современного физического познания не является, однако, основанием отрицания возможности адекватного квантовой реальности физического знания. Она лишь показывает трудность путей его достижения и проверки.

## 2. Проблемы теории микрочастиц

Современная теория элементарных частиц сталкивается с четырьмя основными проблемами: 1. проблема реальности микрочастиц, 2. проблема объяснения свойств элементарных частиц, 3. проблема нахождения истинно элементарных частиц, 4. проблема создания единой классификации микрочастиц.

**Проблема реальности микрочастиц** возникает в связи тем, что многие вводимые квантовой механикой частицы, недоступны прямому экспериментальному наблюдению. Поэтому, нередко, вначале они открываются чисто теоретически, как гипотетические в рамках различных физических теорий. И только впоследствии их реальность устанавливается с помощью экспериментов. Правда, часто эти эксперименты не дают прямого наблюдения микрочастиц, а лишь позволяют говорить об их существовании по некоторым экспериментально наблюдаемым последствиям или следам этих частиц. Среди гипотетических или теоретически введенных микрочастиц, недоступных прямому наблюдению даже с помощью специальных технических средств, есть частицы, существование которых пока не удалось доказать даже с помощью косвенных, экспериментальных наблюдений их следов.

Проблему реальности микрочастиц можно проиллюстрировать на примере кварков. Из-за непривычного свойства сильного взаимодействия — конфайнмента — часто неспециалистами задаётся вопрос: а откуда мы уверены, что кварки существуют, если их никто никогда не увидит в свободном виде? Может, они — лишь математическая абстракция, и протон вовсе не состоит из них?

Причины того, что кварки считаются реально существующими объектами, таковы. Во-первых, еще в 1960-х годах физикам стало ясно, что все адроны обладают небольшим числом степеней свободы: все барионы с одинаковым спином обладают тремя степенями свободы, а все мезоны — двумя. Первоначально гипотеза кварков как раз и заключалась в этом наблюдении, и слово «кварк», по сути, было краткой формой фразы «суб-адронная степень свободы».

Далее, при учете спина оказалось, что каждой такой степени свободы можно приписать спин  $\frac{1}{2}$  и, кроме того, каждой паре кварков можно

приписать орбитальный момент — словно они и есть частицы, которые могут вращаться друг относительно друга. Из этого предположения возникло стройное объяснение и всему разнообразию спинов адронов, а также их магнитных моментов.

Более того, с открытием новых частиц выяснилось, что никаких модификаций теории не требуется: каждый новый адрон удачно вписывался в кварковую конструкцию без каких-либо её перестроек (если не считать добавления новых кварков).

Как проверить, что заряд у кварков действительно дробный? Кварковая модель предсказывала, что при аннигиляции высокоэнергетических электрона и позитрона будут рождаться не сами адроны, а сначала пары кварк-антикварк, которые потом уже превращаются в адроны. Результат расчёта течения такого процесса напрямую зависел от того, каков заряд рождённых кварков. Эксперимент полностью подтвердил эти предсказания.

С наступлением эры ускорителей высокой энергии стало возможным изучать распределение импульса внутри, например, протона. Выяснилось, что импульс в протоне не распределён равномерно по нему, а частями сосредоточен в отдельных степенях свободы.

С повышением энергии ускорителей стало возможным также попытаться выбить отдельный кварк из адрона в высокоэнергетическом столкновении. Кварковая теория давала чёткие предсказания, как должны выглядеть результаты таких столкновений — в виде струй. Такие струи действительно наблюдались в эксперименте. Заметим, что если бы протон ни из чего не состоял, то струй бы заведомо не было.

При высокоэнергетических столкновениях адронов вероятность того, что адроны рассеются на некоторый угол без разрушения, уменьшается с ростом величины угла. Теория предсказывает, что скорость этого уменьшения зависит от числа кварков, из которых состоит адрон. Эксперименты подтвердили, что, например, для протона скорость получается точно такая, какая ожидается для объекта, состоящего из трёх кварков.

В целом, можно сказать, что гипотеза кварков и всё, что из неё вытекает, является наиболее консервативной гипотезой относительно строения адронов, которая способна объяснить имеющиеся экспериментальные данные. Попытки обойтись без кварков наталкиваются на трудности с описанием всех тех многочисленных экспериментов, которые очень естественно описывались в кварковой модели.

На примере кварков мы видим, что технические возможности современной физики позволили получить некоторые косвенные подтверждения реальности данной микрочастицы. Однако, существуют такие микрочастицы, проверить реальность существования которых даже по косвенным экспериментальным следам современные технические возможности не позволяют. К ним относится, например гравитон.

Проблема реальности микрочастиц на современном уровне углубления физики в микромир состоит т.о. в разработке эффективных методик и

технических средств экспериментального подтверждения реального существования гипотетических, открываемых сначала теоретически микрочастиц. Важной стороной этой проблемы является возможность неоднозначной интерпретации результатов экспериментальных наблюдений микрочастиц.

**Проблема объяснения свойств элементарных частиц.** Современная физика для объяснения и описания поведения микрочастиц использует целый ряд приписываемых им свойств, значения которых устанавливаются экспериментальным путем. Среди этих свойств есть те, которые приписываются всем микрочастицам, а есть специфические для каждого отдельного вида свойства.

Проблема объяснения свойств элементарных частиц состоит в том, чтобы объяснить, почему данная частица обладает именно такими свойствами и именно такими количественными их выражениями, которые экспериментально установлены? Другими словами речь идет об объяснении происхождения конкретных свойств различных микрочастиц, а также качественного многообразия элементарных частиц. Так, например, в отношении кварков существуют вопросы, на которые пока нет ответа: почему ровно три цвета? почему ровно три поколения кварков? случайно ли совпадение числа цветов и числа поколений? случайно ли совпадение этого числа с размерностью пространства в нашем мире? откуда берётся такой разброс в массах кварков? Решение проблемы объяснения свойств элементарных частиц состоит в объяснении их происхождения, и в конечном, итоге выводит нас на проблему нахождения истинно элементарных частиц.

**Проблема истинно элементарных частиц.** История с адронами и кварками, а также симметрия между кварками и лептонами, наводит на подозрение, что кварки могут сами состоять из чего-то более простого. Современная физика задает вопросы: являются ли кварки истинно элементарными частицами, или же они состоят сами из других, более элементарных частиц? Если верно второе предположение, то из чего же состоят кварки? Аналогичные вопросы можно задать и в отношении лептонов и калибровочных бозонов.

С точки зрения данных экспериментов, до сих пор никаких подозрений на неточечную структуру кварков не возникало. Однако попытки построить такие теории делаются независимо от экспериментов.

Кульминацией поисков современной физикой истинно элементарных частиц является стратегический замысел найти действительно первичную, истинно элементарную микрочастицу, из которой можно было бы вывести все многообразие и все свойства известных сегодня микрочастиц. Здесь на сегодня конкурируют две основные теории: теория преонов и теория суперструн.

Д. Пати и А. Салам в 1974 году выдвинули гипотезу «преонов». Преоны — гипотетические элементарные частицы, из которых могут состоять кварки и лептоны. Несмотря на то, что на сегодняшний момент нет

пока никаких экспериментальных указаний на неточечность кварков и лептонов, ряд соображений (наличие трёх поколений фермионов, наличие трёх цветов кварков, симметрия между кварками и лептонами) указывает на то, что они могут быть составными частицами.

Пик интереса к преонным моделям приходился на 80-е годы XX века, после чего этот интерес заметно спал, так как многие из этих моделей противоречили экспериментальным данным, полученным на ускорителях. Кроме того, после первой суперструнной революции многие физики-теоретики склонялись к тому, что теория струн является более логичной и многообещающей. Соответственно, основные их усилия сосредоточились в этом направлении. В последние годы оптимизм в отношении теории струн начал несколько иссякать, что и возродило интерес к преонным моделям, хотя разработки преонных моделей пока в основном ограничиваются феноменологическими построениями без рассмотрения динамики преонов. В некоторых работах исследуются также возможные наблюдаемые последствия существования преонного уровня строения материи.

Альтернативная преонной модели теория «суперструн» предлагает в качестве фундаментальной, истинно элементарной частицы, а лучше сказать объекта некие «космические струны» или «суперструны». Космические струны — гипотетические образования, существование которых выводится из некоторых моделей инфляции, чтобы объяснить строение Вселенной. По мнению космофизиков, космические струны — тонкие трубки из симметричного высокоэнергетического вакуума, пересекающие наш мир как паутина из конца в конец. Первая работа о них была написана в 1976 году Т. Кибблом из Имперского колледжа науки и техники в Лондоне. Толщина космических струн ничтожна (примерно  $10^{-33}$  см.), а масса одного такого сантиметра огромна (около 1016 тонн). Если такая струна пересечет человека в поясе, его голова и ноги (по закону Всемирного тяготения) схлопнутся со скоростью 6 километров в секунду. Примерно то же произойдет и с нашей планетой — струна из вакуума мгновенно рассеет ее на части как проволочная яйцезерка. К счастью, ближайшие струны (если они вообще существуют) находятся, как утверждают специалисты, на расстоянии 300 миллионов световых лет от Земли. По мнению сторонников этой теории, все элементарные частицы и их фундаментальные взаимодействия возникают в результате колебаний и взаимодействий ультрамикроскопических квантовых струн на масштабах порядка планковской длины  $10^{-35}$  м. Идея суперструн на сегодня является лишь гипотетическим, не проверенным экспериментально предположением.

Поскольку теория суперструн претендует не только на открытие истинно элементарных частиц, но и на роль теории всего или современной фундаментальной физической теории, то подробнее мы ее рассмотрим отдельно позднее.

В связи с настойчивыми и бесконечными поисками физикой истинно элементарных частиц, нам кажется верным следующее общее философское

соображение. Бесконечность материи, как в направлении микромира, так и в направлении макромира, а также актуальная ограниченность технических средств физического познания, делают невозможным абсолютное решение этой задачи. Однако, можно говорить о переходе физики на все более фундаментальные и элементарные уровни строения материи.

**Проблема создания единой классификации микрочастиц**, в которой все микрочастицы были бы распределены на группы по степени их «сложности» или «элементарности», в которой были бы прослежены генетические связи между всеми группами микрочастиц, в которой были бы выделены универсальные классификационные критерии, пока не решена современной физикой. Причин этому много. Во-первых, это постоянное расширение мира микрочастиц: к уже известным частицам добавляются все новые и новые гипотетически и экспериментально открываемые частицы. Во-вторых, это не решенная проблема истинно элементарных частиц. В-третьих, это трудности в создании физической теории, способной дать единое описание лептонов и адронов. Несмотря на активные усилия, построить такую теорию также пока не удалось.

Проблема создания единой классификации микрочастиц, т.о. не может быть решена без решения проблемы истинно элементарных частиц. А последняя проблема является главной исходной проблемой теории всего, которую мы рассмотрим позже.

### **3. Проблемы теории происхождения и эволюции Вселенной**

Для того, чтобы понять современные проблемы теории происхождения и эволюции Вселенной, продуктивным является метод аналогии. Суть его состоит в сравнении отношения между теорией горячей Вселенной и теорией космической инфляции, с одной стороны, и теорией космической инфляции и теориями, описывающими природу реальности, предшествовавшей инфляции.

Стандартная теория Большого взрыва Г. Гамова или горячей раздувающейся Вселенной позволила объяснить множество проблем, стоявших перед космологией. Она объяснила: 1.сам факт расширения Вселенной, 2.происхождение реликтового гамма-излучения, 3.сложившуюся в нашей Вселенной пропорцию химических элементов, 4.соотношение протонов, фотонов, электронов и нейтронов во Вселенной.

Но она же поставила и ряд новых вопросов. Что было до Большого взрыва? Почему наше пространство имеет нулевую кривизну и верна геометрия Евклида, которую изучают в школе? Другими, словами, почему наша Вселенная является плоской и трехмерной? Если теория Большого взрыва справедлива, то отчего нынешние размеры нашей Вселенной гораздо больше предсказываемого теорией 1 сантиметра? Почему Вселенная на удивление однородна, в то время как при любом взрыве вещество разлетается в разные стороны крайне неравномерно? Что привело к

начальному нагреву Вселенной до невообразимой температуры более  $10^{13}$  К? Все это указывало на то, что теория Большого взрыва неполна.

Ответы на эти вопросы дала теория космической инфляции, разработанная А.Гутом и А. Линде. Модель инфляции Вселенной в первые мгновения после Большого Взрыва позволила решить некоторые проблемы модели горячей Вселенной: благодаря крайне высоким темпам расширения на инфляционной стадии разрешается проблема крупномасштабной однородности и изотропности Вселенной: весь наблюдаемый объем Вселенной оказывается результатом расширения единственной причинно связанной области доинфляционной эпохи, на инфляционной стадии радиус пространственной кривизны увеличивается настолько, что современное значение плотности автоматически оказывается весьма близким к критическому, то есть разрешается проблема плоской Вселенной, в ходе инфляционного расширения должны возникать флуктуации плотности с такой амплитудой и формой спектра (т. н. плоский спектр возмущений), что в результате возможно последующее развитие флуктуаций в наблюдаемую структуру Вселенной при сохранении крупномасштабной однородности и изотропности, то есть разрешается проблема крупномасштабной структуры Вселенной.

Модель горячей Вселенной и все модели инфляции отличаются только деталями начальной стадии эволюции Вселенной (стадия инфляции). В остальном они подобны. Ранняя Вселенная представляла собой однородную и изотропную среду из фундаментальных элементарных частиц с необычайно высокой плотностью энергии, температурой и давлением и очень быстрым расширением (раздуванием, инфляцией).

Однако, теория космической инфляции не разрешила все проблемы теории эволюции и происхождения вселенной. С одной стороны, остался еще ряд проблем, в рамках Стандартной теории, которые пока не получили окончательного решения. Они связаны с современным и будущим состоянием Вселенной. Это проблема перспектив расширения Вселенной и парадокс черной материи.

Еще в теории нестационарной Вселенной Фридмана допускались два сценария будущего Вселенной: 1. модель бесконечно расширяющейся Вселенной (открытая модель), 2. модель пульсирующей Вселенной (закрытая модель). Для того, чтобы определить, какая из них соответствует реальности, необходимо было рассчитать массу Вселенной. Если она оказалась бы ниже определенного критического значения, то это означало бы верность модели пульсирующей Вселенной. Если же масса оказалась бы выше определенного критического значения, то это означало бы верность модели бесконечно расширяющейся Вселенной. Измерение массы Вселенной оказалось не простой задачей. Большая часть физиков склонялась, опираясь на достигнутые результаты, к модели бесконечно расширяющейся Вселенной (открытой модели). Однако, обнаружение темной материи и пересмотр параметров массы материи и ее строения, на сегодня вновь оставляет

открытым выбором между открытой и закрытой моделью. Рассмотрим кратко будущее Вселенной в рамках этих альтернативных моделей.

Закрытая модель предполагает, что в будущем расширение Вселенной сменится ее сжатием до исходного сингулярного состояния. Циклы расширения и сжатия Вселенной, исходя из ее рассчитанной массы  $10^{52}$  тонн, составляют по 50 млрд. лет каждый. Т.о. общий цикл пульсирования Вселенной составляет 100 млрд. лет.

Открытая модель представляет собой, по сути, сценарий тепловой смерти Вселенной. В соответствии с этим сценарием уже через  $10^{14}$  лет многие звезды остынут, начнется разрушение звездных систем и галактик. Через  $10^{19}$  лет большая часть звезд покинет свои галактики и превратится в черные карлики. Центральные области галактик коллапсируют, образуя черные дыры.

Что будет дальше не вполне ясно. Т.к. точно не известно насколько стабилен протон. Если протон нестабилен и распадается через  $10^{31}$  лет на гамма-квант и нейтрино, то Вселенная будет состоять из нейтрино, квантов света и испаряющихся черных дыр. Через  $10^{100}$  лет все черные дыры испарятся и останется лишь электронно-позитронная плазма ничтожной плотности.

Если же протон стабилен, то через  $10^{65}$  лет твердое вещество превратится при абсолютном нуле в жидкость. Все оставшиеся черные карлики станут жидкими каплями. Через  $10^{1500}$  лет любое вещество станет радиоактивным и все жидкие капли станут железными. Вселенная превратится в железные холодные капли.

Через  $10^{2600}$  лет железные капли превратятся в черные дыры, которые испарятся за  $10^{67}$  лет. Вселенная возвратится к ее исходному состоянию – физического вакуума.

Если исходить из современных представлений о происхождении Вселенной из вакуума, то открытая модель оказывается по сути закрытой, но только с гораздо более длинным временным циклом и другим сценарием цикла.

Какой же из этих сценариев реализуется на самом деле, современной физике окончательно пока еще не ясно.

**Парадокс черной материи.** Впервые гипотезу о темной материи высказал в 1933 г. астроном Ф. Цвики, который, измеряя скорость движения галактики и соотношение ее массы и гравитации со скоростью движения, пришел к парадоксальному выводу: масса вещества галактики и связанные с ней силы гравитации недостаточны, чтобы обеспечить ее стабильное существование. Должна существовать в галактике другая невидимая, скрытая масса, которая и обеспечивает стабильность строения галактики, т.е. тот факт, что составляющие ее элементы не разлетаются в разные стороны. Позднее гипотеза темной материи получила многочисленные опытные подтверждения.

Вторым фактом, побудившим выдвинуть гипотезу темной материи, стало обнаруженное несоответствие наблюдаемых космологических параметров Вселенной полученной по астрофизическим данным средней плотности Вселенной. Вселенная оказалась более массивной, чем масса видимого вещества.

Скрытой массой в космологии и астрофизике (также тёмной материей, тёмным веществом) стали называть совокупность астрономических объектов, недоступных прямым наблюдениям современными средствами астрономии (то есть не испускающих электромагнитного или нейтринного излучения достаточной для наблюдений интенсивности), но наблюдаемых косвенно по гравитационным эффектам, оказываемым на видимые объекты. Небарионная тёмная материя не участвует в сильном и электромагнитном взаимодействии.

Современная физика установила, что галактики погружены в т.н. гало ТМ (темной материи), которое и обеспечивает их гравитационную стабильность.

Итак, факт существования темной материи установлен, но он порождает массу проблем, пока еще не решенных современной физикой. Во-первых, это проблема количественного соотношения темной и светлой материи. Мнения астрономов расходятся в пределах от 90% до 99% темной материи относительно светлого, обычного вещества. Преобладает мнение, что на долю светлого вещества приходится примерно 5% всей массы материи.

Во-вторых, это проблема природы темной материи. Окончательно эта природа пока не прояснена. Однако, уже существуют некоторые гипотетические предположения. В зависимости от скорости частиц различают горячую и холодную тёмную материю. Горячая тёмная материя состоит из частиц, движущихся с околосветовыми скоростями, по-видимому, из нейтрино. Горячей тёмной материи недостаточно, по современным представлениям, для формирования галактик. Исследование структуры реликтового излучения показало, что существовали очень мелкие флуктуации плотности вещества. Быстро движущаяся горячая тёмная материя не могла бы сформировать такую тонкую структуру. Холодная тёмная материя должна состоять из массивных медленно движущихся (и в этом смысле «холодных») частиц или сгустков вещества. Экспериментально такие частицы не обнаружены. В качестве кандидатов на роль холодной тёмной материи выступают слабо взаимодействующие массивные частицы (Weakly Interactive Massive Particles, WIMP), такие как аксионы и суперсимметричные партнёры-фермионы лёгких бозонов — фотино, гравитино и др.

В-третьих, это проблема взаимодействия темной и светлой материи. Ограничивается ли оно лишь гравитационными эффектами, или существуют другие связи и переходы светлой и темной материи друг в друга? Здесь физика лишь в самом начале поисков ответов.

Каким образом вписывается темная материя в стандартную теорию Большого взрыва и теорию космической инфляции? Вот еще одна пока не решенная до конца задача современной физики.

Есть и еще один аспект Стандартной теории эволюции Вселенной, который также не разрешен до конца. Это проблема способа вступления элементарных частиц, возникших после Большого взрыва, во взаимодействия друг с другом.

По этой проблеме есть два вида теорий: 1. дисперсные и 2. эруптивные. Дисперсные теории (теории рассеяния) исходят из того, что фундаментальные элементарные частицы могут появляться из сингулярной точки последовательно или одновременно. Независимо от этого возникают вопросы: Каким образом происходят взаимодействия между элементарными частицами? Каким образом в период с  $10^{-35}$  до  $10^{-32}$  секунды после Большого Взрыва Вселенная расширяется (раздувается) до размеров, практически равным сегодняшним, что требует скоростей разбегания намного превышающих скорость света?

Согласно дисперсным теориям в момент Большого Взрыва все фундаментальные элементарные частицы происходят из одной сингулярной точки и разлетаются в разные стороны с высокой степенью симметрии и однородности, реагируя между собой.

Но такой сценарий невозможен, потому что реакции между элементарными частицами не могут происходить вследствие их взаимного удаления. Эволюция Вселенной проявлялась бы только в ее расширении, т.е., разбегании ее частиц и никаких других эволюций не было бы, потому что Большой Взрыв по такому сценарию – это разбегание элементарных частиц из единого центра (сингулярной точки) в разные стороны с равноудалением их друг от друга и никакого взаимодействия между ними не должно было быть, потому что они все время удалялись бы друг от друга. Чтобы между ними происходило какое-либо взаимодействие они должны были сближаться.

При последовательном появлении элементарных частиц из сингулярной точки должны быть волны их генераций. Непонятно, что заставляет частицы покидать сингулярную точку, потому что, судя по теории черных дыр, ничто не может покинуть ее. Но даже если есть какой-либо такой механизм, сколько бы ни было таких волн, если нет анизотропии распределения вещества во Вселенной, то элементарные частицы никогда не должны взаимодействовать друг с другом, потому что они все взаимно удаляются друг от друга и между ними всегда будет все увеличивающееся расстояние. В таком случае была бы расширяющаяся Вселенная, заполненная только движущимися фундаментальными элементарными частицами.

Мало что меняется и при одновременном появлении фундаментальных элементарных частиц из сингулярной точки, разве что появляются дополнительные вопросы: Не понятно, что заставляет сингулярную точку разделиться на множество фундаментальных элементарных частиц? Почему

возникшие фундаментальные частицы начинают двигаться друг от друга (разлетаться)?

И хотя одномоментное появление сразу всех элементарных частиц из сингулярной точки порождает инфляцию Вселенной, все равно не решается проблема взаимодействия элементарных частиц, потому что даже если они в момент их одновременного появления начнут реагировать, то затем начнут разлетаться в разные стороны и последующие их взаимодействия прекратятся.

Эруптивные теории (теории распада) исходят из того, что первичная сингулярная точка «развалилась на куски» (квазары), которые стали генерировать фундаментальные элементарные частицы (начало дисперсии) и далее читай выше – по сценарию горячей или инфляционной Вселенной. Эти теории хорошо согласуются с данными наблюдений за ядрами галактик и квазарами, но нет теоретического аппарата их описания. Естественно, если эта концепция верна, то все дисперсные теории требуют коренного пересмотра.

Вопрос о форме Вселенной является также важным открытым вопросом космологии. Говоря математическим языком, перед нами стоит проблема поиска трёхмерной топологии пространственного сечения Вселенной, то есть такой фигуры, которая наилучшим образом представляет пространственный аспект Вселенной. Общая теория относительности как локальная теория не может дать полного ответа на этот вопрос, хотя некоторые ограничения вводит и она.

Во-первых, неизвестно, является ли Вселенная глобально пространственно плоской, то есть применимы ли законы Евклидовой геометрии на самых больших масштабах. В настоящее время большинство космологов полагают, что наблюдаемая Вселенная очень близка к пространственно плоской с локальными складками, где массивные объекты искажают пространство-время. Это мнение было подтверждено последними данными WMAP, рассматривающими «акустические осцилляции» в температурных отклонениях реликтового излучения.

Во-вторых, неизвестно, является ли Вселенная односвязной или многосвязной. Согласно стандартной модели расширения, Вселенная не имеет пространственных границ, но может быть пространственно конечна. Это может быть понято на примере двумерной аналогии: поверхность сферы не имеет границ, но имеет ограниченную площадь, причём кривизна сферы постоянна. Если Вселенная действительно пространственно ограничена, то в некоторых её моделях, двигаясь по прямой линии в любом направлении, можно попасть в отправную точку путешествия (в некоторых случаях это невозможно из-за эволюции пространства-времени).

С другой стороны, теория космической инфляции, выводя происхождение Вселенной из Вакуума, поставила перед физикой задачу исследования его природы, чтобы объяснить причины космической

инфляции. Что было до инфляции, какова природа вакуума – и процессы, в нем происходящие?

Теория космической инфляции, вводя понятие Мультивселенной, в которой в различных областях ее происходят инфляционные процессы, образующие множество пузырей Вселенных, ставит также проблему: является ли инфляция вечной или она имеет временные границы? Арвинд Борд и Алан Гут доказали теорему, которая утверждает, что хотя инфляция вечна в будущем, она не может быть вечной в прошлом, а это значит, что у нее должно быть какое-то начало.

Устанавливаемая теорией инфляции множественность Вселенных, ставит и еще один вопрос: каковы отношения между этими Вселенными?

Наконец, модель космической инфляции вполне успешна, но не необходима для рассмотрения космологии. У неё имеются противники, в числе которых можно назвать Роджера Пенроуза. Аргументы противников сводятся к тому, что решения, предлагаемые инфляционной моделью, являются лишь «заметанием сора под ковёр». Например, никаких фундаментальных обоснований того, что возмущения плотности на доинфляционной стадии должны быть именно такими малыми, чтобы после инфляции возникала наблюдаемая степень однородности, эта теория не предлагает. Аналогичная ситуация и с пространственной кривизной: она очень сильно уменьшается при инфляции, но ничто не мешало ей до инфляции иметь настолько большое значение, чтобы всё-таки проявляться на современном этапе развития Вселенной. Все эти сложности носят название «проблемы начальных значений».

Однако, даже если будет создана дополнительная космологическая теория, разрешающая обозначенные нами проблемы, то все равно, мы можем бесконечно задавать вопрос: а что было до этого? Это проблема бесконечной регрессии. Она может иметь два принципиальных варианта решения. Первый вариант, признавая неисчерпаемость материи и времени, позволяет нам говорить лишь о границах, до которых физика продвинулась на определенном этапе познания. Познание происхождения и эволюции Вселенной оказывается т.о. столь же бесконечным во времени, как и сама Вселенная.

Другой вариант, в какой-то степени сближающий физику с теологией, состоит в принятии постулата о создании или образовании Вселенной из ничего. Часто говорят: ничто не может появиться из ничего. Действительно, материя обладает положительной энергией, и закон ее сохранения требует, чтобы в любом начальном состоянии энергия была такой же. Однако математический факт состоит в том, что замкнутая вселенная обладает нулевой энергией. В общей теории относительности Эйнштейна пространство может быть искривленным и замыкаться на себя подобно поверхности сферы. Если в такой замкнутой вселенной двигаться все время в одну сторону, то, в конце концов, вернешься туда, откуда стартовал, — точно так же, как возвращаешься в исходную точку, обойдя вокруг Земли. Энергия материи положительна, но энергия гравитации — отрицательна, и можно

строго доказать, что в замкнутой вселенной их вклады в точности компенсируют друг друга, так что полная энергия замкнутой вселенной равна нулю. Другая сохраняющаяся величина — электрический заряд. И тут тоже оказывается, что полный заряд замкнутой вселенной должен быть нулевым. Если все сохраняющиеся величины в замкнутой вселенной равны нулю, то ничто не препятствует ее спонтанному появлению из ничего. В квантовой механике любой процесс, который не запрещен строгими законами сохранения, с некоторой вероятностью будет происходить. А значит, замкнутые Вселенные должны появляться из ничего подобно пузырькам в бокале шампанского. Эти новорожденные Вселенные могут быть разного размера и заполнены разными типами вакуума. Анализ показывает, что наиболее вероятные вселенные имеют минимальные начальные размеры и наивысшую энергию вакуума. Стоит появиться такой вселенной, как немедленно под влиянием высокой энергии вакуума она начинает расширяться. Именно так и начинается история вечной инфляции.

Философские гипотезы, основанные на фундаментальных уже познанных свойствах и строении Вселенной, на актуальных границах ее познания становятся пилотными прорывами вглубь происхождения Вселенной. При этом неизбежна конкуренция альтернативных гипотез. Решающим аргументом их проверки может быть только экспериментальное или фактическое подтверждение, которое требует определенных технических возможностей. Хотя наше знание истории Вселенной всегда имеет актуальные границы, процесс постоянного развития и углубления этого знания, как нам кажется, столь же очевиден, как и бесконечен.

#### **4. Проблемы теории гравитации**

Гравитация (всемирное тяготение) (от лат. *gravitas* — «тяжесть») — универсальное фундаментальное взаимодействие между всеми материальными телами. В приближении малых скоростей и слабого взаимодействия описывается теорией тяготения Ньютона, в общем случае описывается общей теорией относительности Эйнштейна. Гравитация является самым слабым из четырех типов фундаментальных взаимодействий. В квантовом пределе переходит в квантовую теорию гравитации, которая ещё полностью не разработана.

В основе современной физики лежит классическая теория гравитации, разработанная в рамках общей теории относительности Эйнштейна. В стандартном подходе общей теории относительности (ОТО) гравитация рассматривается изначально не как силовое взаимодействие, а как проявление искривления пространства-времени. Таким образом, в ОТО гравитация интерпретируется как геометрический эффект, причём пространство-время рассматривается в рамках неевклидовой римановой (точнее псевдо-римановой) геометрии. Гравитационное поле (обобщение ньютоновского гравитационного потенциала), иногда называемое также

полем тяготения, в ОТО отождествляется с тензорным метрическим полем — метрикой четырёхмерного пространства-времени, а напряжённость гравитационного поля — с аффинной связностью пространства-времени, определяемой метрикой.

Классическая теория гравитации имеет ряд слабых мест. Во-первых, это затруднения в связи с неинвариантностью энергии гравитационного поля. В рамках общей теории относительности невозможно строго обосновать один из фундаментальных законов природы — закон сохранения энергии, поскольку для его обоснования необходима однородность времени, а в ОТО время неоднородно. Поэтому закон сохранения энергии в ОТО может быть выражен только локально.

Во-вторых, в рамках ОТО гравитационная энергия не может быть удовлетворительно определена как тензор. Тензор (от лат. *tendere*, «тянуться, простираться») — объект линейной алгебры. Частными случаями тензоров являются скаляры, векторы, матрицы и билинейные формы. Т.е. энергия гравитационного поля не может быть введена на математическом языке. А, ведь, физические законы требуют включать в полную энергию, кроме энергии материи, также и энергию самого гравитационного поля. Различными авторами вводятся так называемые псевдотензоры энергии-импульса гравитационного поля, которые обладают некими «правильными» свойствами, но одно их многообразие показывает, что удовлетворительного решения задача не имеет. В общем случае проблема энергии и импульса может считаться решённой только для островных систем, то есть таких распределений массы, которые ограничены в пространстве.

Главной проблемой ОТО с современной точки зрения является невозможность построения для неё квантово-полевой модели каноническим образом. Сложности в реализации такой программы для ОТО тройкие. Во-первых, переход от классического гамильтониана к квантовому неоднозначен, так как операторы динамических переменных не коммутируют между собой. Гамильтониан — (функция Гамильтона) — функция, зависящая от обобщённых координат, импульсов и, возможно, времени, описывающая динамику механической системы в гамильтоновой формулировке классической механики, а также соответствующий классической функции Гамильтона оператор в квантовой механике и квантовой теории поля, определяющий временную эволюцию. Гамильтониан (если не зависит от времени) выражает полную энергию системы. Во-вторых, гравитационное поле относится к типу полей со связями, для которых структура уже классического фазового пространства достаточно сложна, а квантование их наиболее прямым методом невозможно. В-третьих, в ОТО нет выраженного направления времени, что составляет трудность при его необходимом выделении и порождает проблему интерпретации полученного решения.

Несмотря на указанные трудности, ОТО экспериментально подтверждается до самого последнего времени (2009 год). Кроме того,

многие альтернативные эйнштейновскому, но стандартные для современной физики, подходы к формулировке теории гравитации приводят к результату, совпадающему с ОТО в низкоэнергетическом приближении, которое только и доступно сейчас экспериментальной проверке. Однако, сама ОТО указывает границы своей применимости, так как предсказывает появление неустранимых физических расходимостей при рассмотрении чёрных дыр и вообще сингулярностей пространства-времени. Т.е. в описании квантовых явлений она не работает.

Отсюда и возникает дискомфорт, связанный, с тем, что ОТО не удаётся переформулировать как классический предел квантовой теории, а также многочисленные попытки преодолеть этот дискомфорт путем создания новой «идеальной» теории гравитации, которая бы объединяла квантовую теорию гравитации и ОТО, или, выводила бы ОТО из квантовой теории гравитации, для которой теория ОТО была бы предельным случаем.

Существуют сотни попыток создания идеальной теории гравитации. Их можно разделить на три группы: 1.Прямые альтернативы общей теории относительности (ОТО), такие как теория Эйнштейна — Картана, скалярно-тензорная теория гравитации (теория Бранса — Дикке), биметрическая теория Розена или релятивистская теория гравитации Логунова и многие другие; 2.Попытки создания квантовой теории гравитации; 3.Классические единые теории поля, объединяющие гравитацию с электромагнетизмом и, возможно, другими (обычно гипотетическими) силами, например, теория Калуцы-Клейна, теория Шмутцера.

Из этих трех направлений на сегодня наиболее перспективны попытки разработать квантовую теорию гравитации. Сложилось три перспективных подхода к решению задачи квантования гравитации: 1.теория струн, 2.петлевая квантовая гравитация и 3.причинная динамическая триангуляция.

В теории струн вместо частиц и фонового пространства-времени выступают струны и их многомерные аналоги — браны. Браны (от мембрана) — фундаментальный физический объект (протяжённая  $p$ -мерная мембрана, где  $p$  — количество пространственных измерений) в теории струн ( $M$ -теории). Материальная точка — 0-брана, струна — 1-брана, мембрана — 2-брана, локализованный в (евклидовом) пространстве-времени инстантон — (-1)-брана, и т. п. Стабильные  $p$ -браны сохраняют барионный заряд и удовлетворяют обобщённым условиям квантования Дирака. Основными видами стабильных  $p$ -бран являются D-браны, M-браны и NS5-браны. Для многомерных задач браны являются многомерными частицами, но с точки зрения частиц, движущихся внутри этих бран, они являются пространственно-временными структурами.

В петлевой квантовой гравитации делается попытка сформулировать квантовую теорию поля без привязки к пространственно-временному фону. Пространство и время по этой теории состоят из дискретных частей. Эти маленькие квантовые ячейки пространства определённым способом соединены друг с другом, так что на малых масштабах времени и длины они

создают пёструю, дискретную структуру пространства, а на больших масштабах плавно переходят в непрерывное гладкое пространство-время. Хотя многие космологические модели могут описать поведение вселенной только от Планковского времени после Большого Взрыва, петлевая квантовая гравитация может описать сам процесс взрыва, и даже заглянуть раньше. Петлевая квантовая гравитация позволяет описать все частицы стандартной модели, не требуя для объяснения их масс введения бозона Хиггса. Бозон Хиггса, или Хиггсовский бозон (иногда говорят просто хиггс) — теоретически предсказанная элементарная частица, квант поля Хиггса, с необходимостью возникающая в Стандартной Модели вследствие хиггсовского механизма спонтанного нарушения электрослабой симметрии. По построению, хиггсовский бозон является скалярной частицей, то есть обладает нулевым спином. Постулирован Питером Хиггсом в 1960 году (по другим данным, в 1964 году), в рамках Стандартной Модели отвечает за массу элементарных частиц. В теории, при минимальной реализации хиггсовского механизма должен возникать один нейтральный хиггсовский бозон; в расширенных моделях спонтанного нарушения симметрии может возникнуть несколько хиггсовских бозонов различной массы, в том числе и заряженные.

В причинной динамической триангуляции пространственно-временное многообразие строится из элементарных евклидовых симплексов (треугольник, тетраэдр, пентахор) размеров порядка планковских с учётом принципа причинности. Четырёхмерность и псевдоевклидовость пространства-времени в макроскопических масштабах в ней не постулируются, а являются следствием теории.

На сегодняшний день построено много теорий, альтернативных ОТО, которые позволяют квантовать гравитацию, но все они либо не закончены, либо имеют внутри себя неразрешённые парадоксы. Также подавляющее большинство из них обладает огромным недостатком, который вообще не даёт возможности говорить о них как о «физических теориях», — они не могут быть проверены экспериментально. Поэтому эти теории могут быть отклонены на основании принципа «бритвы Оккама» до тех пор, пока не будут надёжно обнаружены и подтверждены экспериментально отклонения от предсказаний ОТО.

К 1980-м гг. всё возрастающая точность экспериментов привела к полному отклонению всех теорий гравитации, за исключением того их класса, который включает ОТО как предельный случай.

Новые попытки разработать альтернативные теории гравитации почти исключительно вдохновляются космологическими причинами, ассоциированными с такими концепциями, как «инфляция», «тёмная материя» и «тёмная энергия», или заменяющими их. Основной идеей при этом является согласие современной гравитации с гравитационным взаимодействием в ОТО, но при предполагаемом сильном отклонении от него в ранней Вселенной.

Говоря простым языком, несмотря на более чем полувековую историю попыток, гравитация — единственное из фундаментальных взаимодействий, для которого пока ещё не построена общепризнанная непротиворечивая квантовая теория. Тем самым пока не создана единая теория гравитации для макро и микромира, не обнаружены экспериментально гравитоны — частицы гравитационного взаимодействия, тем самым не понята до конца природа гравитации.

Основная трудность в построении идеальной теории гравитации заключается в том, что две физические теории, которые она пытается связать воедино, — квантовая механика и общая теория относительности (ОТО) — опираются на разные наборы принципов. Так, квантовая механика формулируется как теория, описывающая временную эволюцию физических систем, например атомов или элементарных частиц, на фоне внешнего пространства-времени. В общей теории относительности внешнего пространства-времени нет: оно само является динамической переменной теории, зависящей от характеристик находящихся в нём материальных систем. При переходе к квантовой гравитации как минимум нужно заменить системы на квантовые, то есть правая часть уравнений Эйнштейна — тензор энергии-импульса материи — становится квантовым оператором. Возникающая связь требует какого-то квантования геометрии самого пространства-времени, причём физический смысл такого квантования абсолютно неясен и сколь-нибудь успешная непротиворечивая попытка его проведения отсутствует.

## **5. Проблемы «теории всего»**

Фундаментальная физическая теория является обобщающей концепцией, состоящей из следующих содержательных блоков. Первый блок - структура Вселенной, которая делится на микро-, макро- и мегамир, с установлением связей и переходов между этими мирами. Один из важнейших переходов состоит в том, что теория микромира (элементарных частиц) дает ключ к теории мегамира т. к. процесс эволюции Вселенной шел через последовательные метаморфозы микрочастиц, взаимодействия которых и определили структуру макро- и мегамира.

Вторая содержательная часть фундаментальной концепции физической парадигмы: теория основных видов взаимодействия в неживой природе. И третья часть: теория эволюции и происхождения Вселенной. Для ее характеристики фундаментальными понятиями являются: галактика и ее строение, звезда, ее виды и стадии эволюции, Метагалактика и ее структура.

Становление современной физической парадигмы еще не закончено: нет еще достаточной четкости в теории микромира (нет строгой систематизации элементарных микрочастиц и не найдена пока истинно элементарная частица и не объяснено происхождение из нее всех остальных микрочастиц). Вторая проблема: сведение всех четырех типов

взаимодействий, фундаментальных в современной физике к единому, исходному взаимодействию. Третья проблема: познание глобальных закономерностей эволюции Вселенной. По всем этим направлениям, как мы видели, существуют пока гипотетические теории, и главное, что все они являются абсолютно умозрительными интерпретациями определенного набора фактических данных, и допускают плюрализм версий, каждая из которых пока что непонятно как может быть верифицирована.

Задача построения единой физической теории, в которой были бы на единой основе последовательно решены все три выделенных нами проблемы, в которой были бы эффективно объединены все основные физические теории, а именно общая теория относительности и квантовая физика, выступает как проблема создания «теории всего».

Прежде всего, теория всего (англ. Theory of everything, TOE) — гипотетическая объединённая физико-математическая теория, описывающая все известные фундаментальные взаимодействия. В научной литературе вместо термина «теория всего» используется термин «единая теория поля», тем не менее, следует иметь в виду, что теория всего может быть построена и без использования полей, несмотря на то, что научный статус таких теорий может быть спорным. Теория всего должна объяснять не только природу фундаментальных взаимодействий, но и происхождение и существование всех элементарных частиц. На базе этих фундаментальных концепций, она, далее должна объяснять глобальное строение и глобальную эволюцию Вселенной.

Проблема теории всего может быть проиллюстрирована в **таблице 6 «Объединение»** и **таблице 7. «Главные достижения теории всего»**. В течение двадцатого века было предложено множество «теорий всего», но ни одна из них не смогла пройти экспериментальную проверку, или существуют значительные затруднения в организации экспериментальной проверки для некоторых из кандидатов. Основная проблема построения научной «теории всего» состоит в том, что квантовая механика и общая теория относительности (ОТО) имеют разные области применения. Квантовая механика в основном используется для описания микромира, а общая теория относительности применима к макромиру. СТО (Специальная теория относительности) описывает явления при больших скоростях, а ОТО является обобщением ньютоновской теории гравитации, объединяющей ее с СТО и распространяющей на случаи больших расстояний и больших масс. Непосредственное совмещение квантовой механики и специальной теории относительности в едином формализме (квантовой релятивистской теории поля) приводит к проблеме расходимости — отсутствия конечных результатов для экспериментально проверяемых величин. Для решения этой проблемы используется идея перенормировки величин. Для некоторых моделей механизм перенормировок позволяет построить очень хорошо работающие теории, но добавление гравитации (то есть включение в теорию ОТО как предельного случая для малых полей и больших расстояний)

приводит к расхождением, которые убрать пока не удаётся. Хотя из этого вовсе не следует, что такая теория не может быть построена.

Рассмотрим промежуточные успехи и проблемы в создании современной теории всего. Первым шагом на пути к теории всего стало объединение электромагнитного и слабого взаимодействий в теории электрослабого взаимодействия, созданной в 1967 году Стивеном Вайнбергом, Шелдоном Глэшоу и Абдусом Саламом. В 1973 году была предложена теория сильного взаимодействия. После чего появилось несколько вариантов теорий Великого объединения (наиболее известная из них — теория Пати — Салама, 1974 год), в рамках которых удалось объединить все типы взаимодействий, кроме гравитационного. Правда, ни одна из теорий Великого объединения пока не нашла подтверждения, а некоторые уже опровергнуты экспериментально на основе данных по отсутствию распада протона. Недостающим звеном в «теории всего» остается подтверждение какой-либо из теорий Великого объединения и построение квантовой теории гравитации на основе квантовой механики и общей теории относительности. В настоящее время основными кандидатами в качестве «теории всего» являются теория струн, преонная теория, теория Калуцы — Клейна.

**Теория струн.** Квантовая теория струн возникла в начале 1970-х годов в результате осмысления формул Г. Венециано, связанных со струнными моделями строения адронов. Середина 1980-х и середина 1990-х ознаменовались бурным развитием теории струн, ожидалось, что в ближайшее время на основе теории струн будет сформулирована так называемая «единая теория», или «теория всего», поискам которой Эйнштейн безуспешно посвятил десятилетия.

Теория струн пытается представить все фундаментальные частицы и их взаимодействия в виде ограничений на спектры возбуждений нелокальных, одномерных объектов. Характерные размеры компактифицированных струн чрезвычайно малы, порядка  $10^{-33}$  см (порядка планковской длины), поэтому они недоступны наблюдению в эксперименте. Аналогично колебаниям струн музыкальных инструментов спектральные составляющие струн возможны только для определённых частот (квантовых амплитуд). Чем больше частота, тем больше энергия, накопленная в таком колебании, и, в соответствии с формулой  $E=mc^2$ , тем больше масса частицы, в роли которой проявляет себя колеблющаяся струна в наблюдаемом мире.

Непротиворечивые и самосогласованные квантовые теории струн возможны лишь в пространствах высшей размерности (больше четырёх, учитывая размерность, связанную со временем). В связи с этим в струнной физике открыт вопрос о размерности пространства-времени. То, что в макроскопическом (непосредственно наблюдаемом) мире дополнительные пространственные измерения не наблюдаются, объясняется в струнных теориях одним из двух возможных механизмов: компактификация этих измерений — скручивание до размеров порядка планковской длины, или

локализация всех частиц многомерной вселенной (мультивселенной) на четырёхмерном мировом листе, который и является наблюдаемой частью мультивселенной. Предполагается, что высшие размерности могут проявляться во взаимодействиях элементарных частиц при высоких энергиях, однако до сих пор экспериментальные указания на такие проявления отсутствуют.

Наиболее реалистичные теории струн в качестве обязательного элемента включают суперсимметрию, поэтому такие теории называются суперструнными. Набор частиц и взаимодействий между ними, наблюдающийся при относительно низких энергиях, практически воспроизводит структуру стандартной модели в физике элементарных частиц, причём многие свойства стандартной модели получают изящное объяснение в рамках суперструнных теорий. Тем не менее, до сих пор нет принципов, с помощью которых можно было бы объяснить те или иные ограничения струнных теорий, чтобы получить некое подобие стандартной модели. Среди многих свойств теории струн особенно важны три нижеследующих.

Во-первых, гравитация и квантовая механика являются неотъемлемыми принципами устройства Вселенной, и поэтому любой проект единой теории обязан включать и то, и другое. В теории струн это реализуется. Во-вторых, исследования на протяжении XX века показали, что существуют и другие ключевые концепции, — многие из которых были проверены экспериментально, — являющиеся центральными для нашего понимания Вселенной. В их числе — спин, существование поколений частиц материи и частиц-переносчиков взаимодействия, калибровочная симметрия, принцип эквивалентности, нарушение симметрии и суперсимметрия. Всё это естественным образом вытекает из теории струн. В-третьих, в отличие от более общепринятых теорий, таких, как стандартная модель с её 19 свободными параметрами, которые могут подгоняться для обеспечения согласия с экспериментом, в теории струн свободных параметров нет.

Однако, в развитии теории струн обнаружилась масса проблем. Рассмотрим некоторые, наиболее важные из них. Первое. Несмотря на математическую строгость и целостность теории, пока не найдены варианты экспериментального подтверждения теории струн. Дело в том, что ни один из вариантов теории не даёт однозначных предсказаний, которые можно было бы проверить в критическом эксперименте. Возникшая для описания адронной физики, но не вполне подошедшая для этого, теория оказалась в своего рода экспериментальном вакууме описания всех взаимодействий.

Второе. Одна из основных проблем при попытке описать процедуру редукции струнных теорий из размерности 26 или 10 в низкоэнергетическую физику размерности 4 заключается в большом количестве вариантов компактификаций дополнительных измерений. Большое число возможных решений с конца 1970-х и начала 1980-х годов создало проблему, известную

под названием «проблема ландшафта». В связи с этим некоторые учёные сомневаются, заслуживает ли теория струн статуса научной.

Несмотря на эти трудности, разработка теории струн стимулировала развитие математических формализмов, в основном, алгебраической и дифференциальной геометрии, топологии, а также позволила глубже понять структуру предшествующих ей теорий и сущность материи и квантовой гравитации. Развитие теории струн продолжается, и есть надежда, что недостающие элементы струнных теорий и соответствующие феномены будут найдены в ближайшем будущем, в том числе в результате экспериментов на Большом адронном коллайдере.

**Преонная теория.** Название преон происходит от предкварков (pre-quarks) — гипотетических сущностей, относящихся к структурному уровню материи, непосредственно предшествующему кваркам. В качестве альтернативных названий для предполагаемых простейших частиц (или вообще частиц, соответствующих нижележащим по отношению к кваркам структурным уровням), использовались субкварки, маоны, альфоны, кинки, ришоны, твидли, гелоны, гаплоны и Y-частицы. Преон является наиболее часто употребляемым названием. Первоначально этот термин использовался для обозначения частиц, формирующих структуры двух семейств фундаментальных фермионов (лептонов и кварков со спином  $1/2$ ). Сейчас преонные модели используются также и для воспроизведения бозонов с целочисленным спином. Во всех преонных моделях предлагается использовать меньшее, чем в стандартной модели, число фундаментальных частиц. Кроме того, каждая преонная модель устанавливает набор определенных правил, в соответствии с которыми эти частицы взаимодействуют между собой. На основе этих правил показывается, как предлагаемые фундаментальные частицы могли бы сформировать структуру стандартной модели.

Преонные модели также имеют слабые места. Первое. Во многих преонных моделях предполагается, что очевидный дисбаланс между материей и антиматерией, наблюдаемый в природе, на самом деле является иллюзорным, так как антиматерия входит в состав сложных структур частиц и на преонном уровне дисбаланс исчезает. Бозон Хиггса во многих преонных моделях либо не принимается во внимание либо отвергается сама возможность его существования.

Второе. Во многих случаях оказывалось, что предсказания преонных моделей расходились со стандартной моделью, в них появлялись экспериментально ненаблюдаемые частицы и явления, что и приводило к отказу от этих моделей.

Третье. Во многих преонных моделях предполагается использование новых (ненаблюдаемых) сил и взаимодействий, что иногда делает эти модели более сложными, чем стандартная модель, или приводит к предсказаниям, противоречащим наблюдениям.

Четвертое. Парадокс масс, который заключается в том, что композитные кварки и электроны, имеющие относительно небольшие массы, должны состоять из более мелких частиц, имеющих в то же время на много порядков большие энергии-массы из-за их огромных импульсов.

Из многообразия преонных моделей особо следует выделить теорию **петлевой квантовой гравитации** в соединении с моделью Бильсона-Томпсона. В 2005 г. С. Бильсон-Томпсон предложил модель, в которой в качестве преонных, субэлементарных структур предложил некие риббоны - протяженные лентообразные объекты, которые он сам назвал гелонами. Ленточные структуры в модели Бильсона-Томпсона представлены в виде сущностей, состоящих из той же материи, что и само пространство-время. Данная модель приводит к интерпретации электрического заряда как топологической сущности, возникающей при перекручивании риббонов. В 2006 г. С. Бильсон-Томпсон совместно с Ф.Маркополу и Л. Смолиным предположили, что для любой теории квантовой гравитации, относящейся к классу петлевых, в которых пространство-время квантовано, возбужденные состояния самого пространства-времени могут играть роль преонов, приводящих к возникновению стандартной модели как эмергентному свойству теории квантовой гравитации.

Таким образом, Бильсон-Томпсон с соавторами предположили, что теория петлевой квантовой гравитации может воспроизвести стандартную модель, автоматически объединяя все четыре фундаментальных взаимодействия. При этом с помощью преонов, представленных в виде брэдов (переплетений волокнистого пространства-времени) удалось построить успешную модель первого семейства фундаментальных фермионов (кварков и лептонов) с более-менее правильным воспроизведением их зарядов и четностей. Теоретические ограничения, накладываемые на преонные модели, неприменимы к модели Бильсона-Томпсона, поскольку в ней свойства элементарных частиц возникают не из свойств субчастиц, а из связей этих субчастиц друг с другом (брэдов).

Однако, сам Бильсон-Томпсон признает, что нерешенными проблемами в его модели остаются спектр масс частиц, спины, а также необходимость привязки его модели к более фундаментальным теориям. Одной из возможностей является, например, «встраивание» преонов в М-теорию или в теорию петлевой квантовой гравитации.

Важное значение для проверки преонных моделей имеют эксперименты по обнаружению бозона Хиггса. Если с помощью БАК удастся обнаружить бозон Хиггса, то это должно отменить многие преонные модели, в которых либо не удастся найти комбинацию преонов, соответствующую бозону Хиггса, либо предсказывающих, что данный бозон не существует. И наоборот, если при все более суживающихся ограничениях на область параметров для обнаружения бозона Хиггса, этот бозон так и не будет найден, преонные модели получат значительную экспериментальную поддержку, а конкурирующие теории будут отброшены.

**Теория Калуцы — Клейна** позволяет увидеть, что введение в общую теорию относительности дополнительного измерения приводит к получению уравнений Максвелла. Благодаря идеям Калуцы и Клейна стало возможным создание теорий, оперирующих большими размерностями. Использование дополнительных измерений подсказало ответ на вопрос о том, почему действие гравитации проявляется значительно слабее, чем другие виды взаимодействий. Общепринятый ответ состоит в том, что гравитация существует в дополнительных измерениях, поэтому её влияние на наблюдаемые измерения ослабевает.

В конце 1990-х стало ясно, что общей проблемой предлагаемых вариантов «теории всего» является то, что они не строго определяют характеристики наблюдаемой Вселенной. Так, многие теории квантовой гравитации допускают существование вселенных с произвольным числом измерений или произвольным значением космологической постоянной. Некоторые физики придерживаются мнения, что на самом деле существует множество вселенных, но лишь небольшое их количество обитаемы, а значит, фундаментальные константы вселенной определяются антропным принципом.

В конце 2007 года Гаррет Лиси предложил «Исключительно простую теорию всего», основанную на свойствах алгебр Ли. Она вызвала фурор в научном мире. Данная теория объясняет взаимосвязь четырёх фундаментальных сил во Вселенной — сильного взаимодействия, слабого взаимодействия, электромагнитной силы и силы притяжения. Она также объединяет две глобальные теории — квантовую механику и общую теорию относительности. Самое важное — теория предсказывает существование еще 20-ти элементарных частиц, пока не известных науке. Решение, найденное Лиси, одни ученые называют «исключительно простым» и «красивым», а другие уверены, что теоретик ошибся. Несмотря на обнаруженные недостатки теории Лиси она может открыть новое направление работ в области единых теорий поля.

Нам остается констатировать, что на сегодня проблема создания теории всего не решена, несмотря на значительные приближения к ней и многообразии путей и способов ее решения.

## **Тема 3. ФИЛОСОФСКИЕ ОСНОВЫ БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК**

- 1. Система биологических наук**
- 2. Основные принципы и категории современной биологии**
- 3. Общая теория жизни**
- 4. Биосистематика**
- 5. Биоиерархия**

### **1. Система биологических наук**

Биология (греч. βιολογία — βίος, биос, «жизнь»; др.-греч. λόγος — мысль, причина) — наука о жизни (живой природе), одна из естественных наук, предметом которой являются живые существа и их взаимодействие с окружающей средой. Биология изучает все аспекты жизни, в частности, структуру, функционирование, рост, происхождение, эволюцию и распределение живых организмов на Земле. Она классифицирует и описывает живые существа, происхождение их видов, взаимодействие между собой и с окружающей средой. Как особая наука биология выделилась из естественных наук в XIX веке, когда учёные обнаружили, что живые организмы обладают некоторыми общими характеристиками. Термин «биология» был введен в 1802 году Жаном Батистом Ламарком.

Внутридисциплинарная структура биологии может быть разделена по двум основным критериям. Первый критерий – уровни организации жизни. Соответственно этому критерию выделяют следующие разделы биологии: 1. молекулярная биология (молекулярный уровень), 2. цитология (клеточный уровень), 3. гистология (тканевый уровень), 4. система биологических дисциплин, дифференцированная по второму критерию – формам живых организмов – организменный уровень (мы рассмотрим эту систему отдельно), 5. этология – популяционно-видовой уровень, 6. экология – уровень биосферы. На молекулярном и клеточном уровне выделяются такие дисциплины как генетика и биохимия.

Соответственно формам живых организмов или царствам живой природы на уровне организмов выделяют следующие основные биологические дисциплины: 1. микробиология (изучает простейшие микроорганизмы), 2. ботаника (исследует царство растений), 3. зоологические дисциплины (исследуют царство животных), 4. микология (исследует царство грибов). На уровне микробиологии идет разделение на два основных раздела: бактериологию и вирусологию. Внутри зоологии соответственно подцарствам животных выделяются следующие основные научные дисциплины: ихтиология, энтомология, орнитология, собственно зоология, анатомия и физиология человека.

На уровне органов, тканей и организмов выделяются также таксономия и морфология. Таксономия занимается классификацией живых организмов.

Морфология - учение о форме и строении живых организмов в их индивидуальном (онтогенез) и историческом, или эволюционном (филогенез) развитии. Морфология делится на частные морфологии: морфология растений, грибов и животных. К морфология животных относятся: анатомия, сравнительная анатомия животных, гистология, цитология, эмбриология.

Специфическими отраслями биологии является система дисциплин, возникающих в связи с практическими потребностями человека: космическая биология, социобиология, физиология труда, бионика, биотехнологии, биоэнергетика, биомеханика, биоинженерия и т.п.

На стыках биологии и физики рождаются биофизика, биохимия, биомедицина, а также социобиология. Отдельные биологические дисциплины образуют такие отрасли как эволюционная биология и палеобиология.

Кроме того, по методам и концептуальным подходам в современной биологии выделяют три основные концептуальные части: 1.традиционная (описательно - натуралистическая) биология. Ее главным предметом является систематическая классификация и описание форм живой природы на уровне организмов, и их сообществ; 2.физико-химическая (экспериментальная) биология, которая исследует молекулярный уровень живого, а также структуру и функции живых систем и организмов; 3.эволюционная биология, которая изучает закономерности происхождения, развития и взаимодействия различных форм жизни, многообразие ее форм.

Между выделенными нами отраслями биологии нет жестких перегородок. Напротив, между ними существуют многообразные междисциплинарные вертикальные и горизонтальные связи, благодаря которым и удастся всесторонне воспроизвести закономерности существования и развития всего многообразного мира живых организмов и их взаимодействия друг с другом и с геологической средой, в которой они существуют.

Наконец, биологическое знание – динамично развивающаяся научная система, в которой формируются новые дисциплинарные направления по трем основным линиям: 1.внутри биологическая междисциплинарная интеграция, 2.внешняя междисциплинарная интеграция биологии с другими естественными и гуманитарными науками, 3.внутрибиологическая дифференциация по новым, открываемым относительно самостоятельным областям исследования.

## **2.Основные принципы современной биологии**

К основным познавательным или методологическим принципам современной биологической науки можно отнести следующие: а) естественная закономерность происхождения жизни; б) принцип эволюции; в) принцип иерархической структуры живой материи: иерархическая соподчиненность структурных уровней. Вследствие иерархической

соподчиненности каждый из уровней организации материи должен изучаться с учетом характера ниже и вышестоящего уровней в их функциональном взаимодействии, причем каждый из структурных уровней отличается своими специфическими закономерностями функционирования; г) системность и органическая целостность живых организмов; д) принцип биохимического единства жизни, согласно которому в основе всех форм жизни лежат единые биохимические процессы. Эта идея была выдвинута в 20-е годы XX века. А.Клюйвером и Г. Донкером: основные свойства всего живого одинаковы: единый химический состав, свойство хиральности (дисимметрия, отсутствие зеркальной симметрии у молекул живой материи, приводящее к отклонению ими поляризованного луча света), универсальная роль аденозинтрифосфата (АТФ) в качестве аккумулятора и переносчика биологически запасенной энергии, универсальность генетического кода; е) принцип статистической закономерности развития живых систем, поскольку все живые организмы являются открытыми, неравновесными, самоорганизующимися, термодинамическими системами.

В основе современной биологии лежат также пять фундаментальных концептуальных принципов: клеточная теория, эволюция, генетика, гомеостаз и биоэнергия. Клетка — базовая единица жизни, материальный носитель наследственности, структурная и функциональная единица, а также единица размножения и развития всех живых организмов. Согласно клеточной теории, всё живое вещество состоит из одной или более клеток, либо из продуктов секреции этих клеток. Все живые организмы состоят, как минимум, из одной клетки, основной функциональной единицы каждого организма. Базовые механизмы и химия всех клеток во всех земных организмах сходны; клетки происходят только от ранее существовавших клеток, которые размножаются путём клеточного деления. Клеточная теория описывает строение клеток, их деление, взаимодействие с внешней средой, состав внутренней среды и клеточной оболочки, механизм действия отдельных частей клетки и их взаимодействия между собой.

Центральная организующая концепция в биологии состоит в том, что жизнь со временем изменяется и развивается посредством эволюции, и что все известные формы жизни на Земле имеют общее происхождение. Это обусловило сходство основных единиц и процессов жизнедеятельности. Эволюция — необратимый процесс образования новых видов живых организмов. Выделяют два вида эволюции: микроэволюция — процесс изменения генофонда популяций, результатом которого является видообразование. Макроэволюция — процесс формирования крупных систематических групп: типов, классов, отрядов. Естественный отбор — дифференциальное размножение, способствующее сохранению благоприятных индивидуальных различий, обеспечивающих выживание организмов и их приспособление к окружающей среде. Через естественный отбор и генетический дрейф наследственные признаки популяции изменяются из поколения в поколение.

Понятие эволюции было введено в научный лексикон Жаном-Батистом Ламарком в 1809 г. Чарльз Дарвин через пятьдесят лет установил, что её движущей силой является естественный отбор, в то время как искусственный отбор сознательно применяется человеком для создания новых пород животных и сортов растений. Позже в синтетической теории эволюции дополнительным механизмом эволюционных изменений был постулирован генетический дрейф.

Эволюционная история видов, описывающая их изменения и генеалогические отношения между собой, называется филогенез. До XIX века считалось, что в определённых условиях жизнь может самозародиться. Этой концепции противостояли последователи принципа, сформулированного Уильямом Гарвеем: «все из яйца» («Omne vivum ex ovo», лат), основополагающего в современной биологии. В частности, это означает, что существует непрерывная линия жизни, соединяющая момент первоначального её возникновения с настоящим временем. Любая группа организмов имеет общее происхождение, если у неё имеется общий предок. Все живые существа на Земле, как ныне живущие, так и вымершие, происходят от общего предка или общей совокупности генов. Общий предок всех живых существ появился на Земле около 3,5 млрд. лет назад. Главным доказательством теории общего предка считается универсальность генетического кода.

Теория гена утверждает, что форма и функции биологических объектов воспроизводятся из поколения в поколение генами, которые являются элементарными единицами наследственности. Физиологическая адаптация к окружающей среде не может быть закодирована в генах и быть унаследованной в потомстве. Все существующие формы земной жизни, в том числе, бактерии, растения, животные и грибы, имеют одни и те же основные механизмы, предназначенные для копирования ДНК и синтеза белка. Например, бактерии, в которые вводят ДНК человека, способны синтезировать человеческие белки.

Гомеостаз — способность открытых систем регулировать свою внутреннюю среду так, чтобы поддерживать её постоянство посредством множества корректирующих воздействий, направляемых регуляторными механизмами. Гомеостаз включает в себя физиологические процессы, позволяющие организму поддерживать постоянство своей внутренней среды независимо от изменений во внешней среде.

Все живые существа, как многоклеточные, так и одноклеточные, способны поддерживать гомеостаз. На клеточном уровне, например, поддерживается постоянная кислотность внутренней среды (рН). На уровне организма у теплокровных животных поддерживается постоянная температура тела. В ассоциации с термином экосистема под гомеостазом понимают, в частности, поддержание растениями постоянной концентрации атмосферной двуокиси углерода на Земле.

Биоэнергия. Энергия - атрибут любого живого организма, существенный для его состояния. Выживание любого организма зависит от постоянного притока энергии. Энергия черпается из веществ, которые служат пищей, и посредством специальных химических реакций используется для построения и поддержания структуры и функций клеток. В этом процессе молекулы пищи используются как для извлечения энергии, так и для синтеза биологических молекул собственного организма. Первичным источником энергии для всех земных существ является Солнце. Световая энергия превращается растениями в химическую (органические молекулы) в присутствии воды и некоторых минералов. Часть полученной энергии затрачивается на наращивание биомассы и поддержание жизни, другая часть — теряется в виде тепла и отходов жизнедеятельности. Общие механизмы превращения химической энергии в полезную для поддержания жизни называются дыханием и метаболизмом.

### **3.Общая теория жизни**

Общая теория жизни является фундаментальной биологической концепцией и включает в себя следующие основные разделы: 1.общую концепцию жизни (определение сущности жизни и основных жизненных процессов), 2.биосистематику (систематическую классификацию живых организмов), 3.биоиерархию (уровни организации жизни).

#### **КАТЕГОРИЯ «ЖИЗНЬ»**

Базовой категорией биологии является категория «жизнь». Чтобы дать общее определение этой категории необходимо решить две задачи: 1.выявить наиболее общие свойства, присущие всем формам жизни, 2.установить принципиальное отличие жизни и смерти. Одно из наиболее удачных общепhilosophических определений этой категории дал Ф. Энгельс: «Жизнь есть способ существования белковых тел». В XX веке это определение было уточнено: жизнь — это способ существования белковых тел и нуклеиновых кислот.

Развивая общепhilosophическое определение жизни, биология пошла по пути выделения системы общих или универсальных признаков жизни. Современная биология выделяет следующие важнейшие признаки жизни: 1.сложное упорядоченное строение; 2.единство химического состава не только на уровне элементов, но и на уровне соединений; 3.существование в виде генотипа, т.е. наследственной программы, и фенотипа, т.е. части генотипа, реализованной во внешних признаках; 4.открытость, т.е. получение энергии из окружающей среды; 5.хорошая приспособленность к окружающей среде и реагирование на изменения в ней, т.е. раздражимость; 6.обмен с окружающей средой веществом, энергией, информацией; 7.молекулярная хиральность, т.е. отсутствие зеркальной симметрии в молекулах живой материи; 8.способность к созданию порядка из беспорядочного, хаотического движения молекул, т.е. противостояние

энтропийным процессам; 9. способность к поддержанию постоянства внутренней среды (гомеостаз), т.е. самообновление и саморегуляция; 10. самовоспроизведение с изменениями (конвариантная редупликация); 11. рост, принципиально отличающийся от роста неживых систем; 12. способность к избыточному воспроизводству; 13. в самоорганизации неживых систем молекулы просты, а механизмы реакций сложны, а в самоорганизации живых систем, напротив, молекулы сложны, а схемы реакций просты; 14. краткость и емкость записи наследственной информации.

В контексте системного подхода академик М.В. Волькенштейн дал следующее определение: «Жизнь есть форма существования макроскопических гетерогенных открытых сильнонеравновесных систем, способных к самоорганизации и самовоспроизведению.» Суть его подхода в том, чтобы рассматривать живые организмы, как открытые сильнонеравновесные самоорганизующиеся системы, а жизнь - как способ их существования во взаимодействии с внешней средой. Таким образом, мы должны рассматривать системные качества живых организмов и основные процессы жизни как системные процессы. Основные системные свойства живых организмов: макроскопичность, гетерогенность, неравновесность. Макроскопичность выражается в том, что любой живой организм состоит из большого числа атомов, иначе упорядоченность, необходимая для жизни разрушилась бы флуктуациями. Гетерогенность состоит в том, что организм образован из множества различных веществ (белки, нуклеиновые кислоты, ферменты, АТФ). Основные элементы или 97 % состава живых организмов составляют кислород, углерод, водород, азот, сера, фосфор. Любой живой организм – это сильнонеравновесная система. Его элементы постоянно разрушаются и строятся вновь. Организм сохраняется за счет непрерывающегося потока веществ и энергии извне, а также вывода во внешнюю среду биохимических продуктов, включая тепло. Если эти потоки постоянны, то система находится в состоянии динамического равновесия, то есть ее неравновесное состояние является стационарным. Почему же не происходит разрушение организма в результате действия термодинамического закона энтропии? Потому что общая энтропия организма складывается из энтропии от необратимых внутренних процессов плюс изменение энтропии, вызванное потоком вещества и энергии из внешней среды. Сумма эта дает нулевое изменение энтропии организма в целом. Другими словами, пока организм способен поддерживать динамическое равновесие между процессами необратимого разрушения и процессами самообновления за счет поступающих из внешней среды вещества и энергии, он сохраняет жизнь.

#### ОСНОВНЫЕ ЖИЗНЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ

Основные процессы жизни, обеспечивающие механизм ее динамического равновесия: - метаболизм; - самоорганизация; - воспроизводство жизни. Метаболизм – обмен веществ живой системы с внешней средой с целью поддержания определенного уровня своей

организации. Эта цель достигается за счет отбора извне веществ и энергии, которые обеспечивают организму химический синтез необходимых соединений, а также вывод из организма всего того, что не может быть ей использовано. Ключевую роль в метаболизме играет процесс получения и переработки энергии, затрачиваемой организмом на самосохранение. Первоисточником энергии, является энергия солнечного электромагнитного излучения (свет), попадающая на поверхность Земли. Затем она перерабатывается в процессе фотосинтеза в сложные богатые энергией питательные вещества – углеводороды. Кроме фотосинтезирующих организмов есть организмы, которые производят органические вещества из неорганических за счет окисления неорганических соединений, являющегося источником энергии для такого синтеза. Окисляя одни неорганические вещества, они получают энергию для синтеза органических соединений и других неорганических веществ. Автотрофы – организмы, способные синтезировать органические вещества из неорганических (путем фотосинтеза или хемиосинтеза) образуют органические запасы – носители энергии – углеводороды, служащие источником энергетического питания для гетеротрофов – организмов, не способных синтезировать из неорганических веществ органические, и нуждающихся в питании автотрофами. Поглощенные гетеротрофами органические вещества при их расщеплении выделяют энергию, которая расходуется на синтез необходимых организму органических веществ.

Процесс расщепления органики на простые вещества с выделением энергии – катаболизм, а процесс синтеза организмом необходимых ему веществ за счет высвобождающейся при катаболизме энергии называется анаболизмом. Автотрофы и гетеротрофы образуют пищевые, трофические цепи, через которые происходит круговорот органических веществ в природе и движение энергии и вещества. Существование всего этого энергетического механизма обеспечивается тем, что энергия, поступающая на Землю от Солнца, превышает энергию, излучаемую Землей в пространство, то есть вся биосфера существует за счет отрицательного энтропийного баланса между поступающим на Землю коротковолновым излучением Солнца и излучаемым землей длинноволновым инфракрасным излучением. Финалом энергетических преобразований в биосфере является высвобождение энергии в виде тепла, при переработке микробами органических остатков.

В настоящее время, по подсчетам ученых, в процессе фотосинтеза ежегодно потребляется 480 млрд. тонн веществ, в атмосферу поступает 248 млрд. тонн кислорода и создается 232 млрд. тонн органического вещества. Одновременно в круговорот вовлекаются 1 млрд. тонн азота, 260 млн. тонн фосфора и 200 млн. тонн серы.

Трофические цепи, через которые происходит движение энергетического потока, и его преобразования в масштабе планеты образуют годовые биохимические циклы, и не только годовые, а и более глобальные.

В течение 10 лет фотосинтез перерабатывает массу воды, равную всей гидросфере. В течение 3-4 тысяч лет обновляется весь атмосферный кислород. Поскольку биосфера, по последним научным данным, существует не менее 4 млрд. лет воды Мирового океана многократно прошли через цикл, связанный с фотосинтезом, весь кислород атмосферы обновлялся не менее миллиона раз. За все время существования биосферы энергия Солнца постоянно превращается в биогеохимическую энергию живого вещества.

Трофическая цепь образует три уровня: низший – продуценты (растения и бактерии), гелиотрофы и хемотрофы, первичные консументы (фитофаги), вторичные консументы (зоофаги). Есть еще деритофаги (пожиратели навоза) и редуценты (пожиратели трупов), которые относятся к первому или второму виду консументов (потребителей органики). Продуценты называются автотрофами, а консументы всех видов – гетеротрофами.

Суммарная масса живого вещества на земле: - Континенты: растения 2 400 млрд. тонн, животные и микроорганизмы – 20 млрд. тонн; - Океан: растения – 0,2 млрд. тонн, животные плюс микроорганизмы – 3 млрд. тонн. Суммарная масса всего живущего человечества 100 млрд. тонн.

Второй процесс жизни – самоорганизация, информационные процессы внутри организма. Самоорганизация – процесс создания, поддержания и совершенствования сложной системы без управляющего вмешательства извне. Живые организмы представляют собой многоуровневые иерархические системы, преследующие в процессе самоуправления, самоорганизации цели трех порядков: - обеспечение существования системы; - поддержание постоянства параметров внутренней среды (гомеостаз); - достижение оптимальных в данных условиях внешней среды показателей существования живой системы, в частности максимальной энергетической эффективности и надежности ее функционирования. Для самоуправления живых систем важен принцип обратных связей: положительные обратные связи уводят организм от первоначального состояния и ведут к его неограниченному росту при благоприятной среде. Отрицательные обратные связи, напротив, служат поддержанию стабильной ситуации в живой системе. Информационные связи в организме осуществляются по трем каналам: гормональная связь; нервная связь, генетическая связь. Гормоны – биологически активные вещества, лишенные видовой специфичности, стимулирующие определенные процессы в организме, они с кровью поступают во все органы, но действуют избирательно.

Третий процесс - воспроизводство жизни. Этот процесс обеспечивается передачей наследственной информации и синтезом белковых соединений, из которых строятся организмы и их органы посредством многомолекулярных органических соединений: ДНК и РНК. ДНК состоит из различных сочетаний четырех нуклеотидов. В молекуле ДНК их может быть десятки тысяч и более. Молекула белка имеет четыре структуры. Первичная – линейная структура определяется чередованием аминокислот в цепи.

Вторичная – спиральная структура. Третичная – глобулярная структура – скручивание спирали в шарик. Четвертичная структура – соединение нескольких шариков. Ген – это участок ДНК, обеспечивающий синтез того или иного белка. Процесс воспроизводства организма обеспечивается в три этапа: сначала происходит репликация – удвоение молекулы ДНК, затем транскрипция – образование вокруг одной из нитей ДНК неидентичной, но комплементарной копии в одну нить – молекулы РНК, затем идет трансляция – синтез белка на основе генетического кода информационной РНК. Регулируется синтез белков ферментами и гормонами, которые выступают катализаторами данных процессов. Генотип – совокупность всех генов одного организма. В клетке молекулы ДНК (одна или несколько связанных вместе) образуют хромосомы.

#### **4.Биосистематика**

Биологическая систематика — научная дисциплина, в задачи которой входит разработка принципов классификации живых организмов и практическое приложение этих принципов к построению системы живых видов. Под классификацией здесь понимается описание и размещение в системе всех существующих и вымерших организмов.

##### **ПРОБЛЕМА КЛАССИФИКАЦИИ ЖИВЫХ ОРГАНИЗМОВ**

Первые известные нам попытки классифицировать формы жизни предприняли в античном мире Гептадор, а затем Аристотель и его ученик Теофраст. Они дали довольно подробную систему живых организмов. Растения были разделены ими на деревья и травы, а животные — на группы с «горячей» и «холодной» кровью. Последний признак имел большое значение для выявления собственной, внутренней упорядоченности живой природы. Так родилась естественная система, отражающая упорядоченность, имеющуюся в природе. В 1172 году арабский философ Аверроэс сделал сокращённый перевод трудов Аристотеля на арабский язык. Его собственные комментарии были утеряны, но сам перевод дошёл до наших дней на латыни. Большой вклад в дело классификации жизни сделал швейцарский профессор Конрад Геснер (1516—1565).

Эпоха великих открытий позволила учёным существенно расширить знания о живой природе. В конце XVI — начале XVII веков начинается кропотливое изучение живого мира, вначале направленное на хорошо знакомые типы, постепенно расширившиеся, пока, наконец, не сформировался достаточный объём знаний, составивший основу научной классификации. Использование этих знаний для классификации форм жизни стало долгом для многих известных медиков, таких как Иероним Фабриций (1537—1619), ученик Парацельса Северинус (1580—1656), естествоиспытатель Уильям Гарвей (1578—1657), английский анатом Эдвард Тайсон (1649—1708). Свой вклад сделали энтомологи и первые микроскописты Марчелло Мальпиги (1628—1694), Ян Сваммердам (1637—

1680) и Роберт Гук (1635—1702). Английский натуралист Джон Рей (1627—1705) опубликовал важные работы по растениям, животным и натуральной теологии. Подход, использованный им при классификации растений в его «*Historia Plantarum*», стал важным шагом по направлению к современной таксономии. Рей отверг дихотомическое деление, которое использовалось для классификации видов и типов, предложив систематизировать их по схожести и отличиям, выявленным в процессе изучения.

Через два года после смерти Джона Рея родился Карл Линней (1707—1778), чья работа «*Systema Naturae*» (1735) была переиздана по меньшей мере тринадцать раз ещё при его жизни. Он разделил природный мир на три царства: минеральное, растительное и животное. Линней использовал четыре уровня (ранга): классы, отряды, роды и виды. Линней определил основные положения научной систематики. Главным в систематике, по мнению Линнея, является построение естественной системы, которая, в отличие от каталожного списка, «сама по себе указывает даже на пропущенные растения». Он же был автором одной из популярных искусственных систем растений, в которой цветковые растения распределялись по классам в зависимости от числа тычинок в цветке. Введённый Линнеем метод формирования научного названия для каждого из видов используется до сих пор (применявшиеся ранее длинные названия, состоящие из большого количества слов, давали описание видов, но не были строго формализованы). Использование латинского названия из двух слов — название рода, затем видовой эпитет — позволило отделить номенклатуру от таксономии. Данное соглашение о названиях видов получило имя «биномиальная номенклатура».

В конце XVIII века Антуан Жюссье ввёл категорию семейства, а в начале XIX века Жорж Кювье сформулировал понятие о типе животных. Вслед за этим категория, аналогичная типу, — отдел — была введена для растений. Чарлз Дарвин предложил понимать естественную систему как результат исторического развития живой природы. Он писал в книге «Происхождение видов»: «...общность происхождения... и есть та связь между организмами, которая раскрывается перед нами при помощи наших классификаций.» Это высказывание положило начало новой эпохе в истории систематики, эпохе филогенетической (то есть основанной на родстве организмов) систематики. Дарвин предположил, что наблюдаемая таксономическая структура, в частности, иерархия таксонов, связана с их происхождением друг от друга. Так возникла эволюционная систематика, ставящая во главу угла выяснение происхождения организмов, для чего используются как морфологические, так и эмбриологические и палеонтологические методы.

Новый шаг в этом направлении был сделан последователем Дарвина, немецким биологом Эрнстом Геккелем. Из генеалогии Геккель заимствовал понятие «генеалогическое (родословное) древо». Родословное древо Геккеля включало все известные к тому времени крупные группы живых организмов,

а также некоторые неизвестные (гипотетические) группы, которые играли роль «неизвестного предка» и помешались в развилках ветвей или в основании этого древа. Такое чрезвычайно наглядное изображение очень помогло эволюционистам, и с тех пор — с конца XIX века — филогенетическая систематика Дарвина—Геккеля господствует в биологической науке.

Геккель очень хотел, чтобы на каждой развилке дерева можно было разместить какой-нибудь организм. Такой организм и был бы родительской (предковой) формой для всей ветки. Но если такие организмы и находили, впоследствии признавали их не предками, а «боковыми ветвями» эволюции. Так произошло, например, с тупайями, археоптериксом, ланцетником, трихоплаксом и многими другими организмами. Геккель мечтал найти организм, который можно было бы поместить в самое основание дерева, и даже однажды сообщил, что он найден. Организм представлял собой комок слизи и получил название батидий, но вскоре оказалось, что это — продукт деградации морских животных. Такое существо (по-английски оно называется *last common ancestor*, сокращённо LCA) не найдено до сих пор.

К началу XX века в систематике оформилось семь основных таксономических категорий: царство — *regnum*, тип — *phylum* (у растений отдел — *divisio*), класс — *classis*, отряд (у растений порядок) — *ordo*, семейство — *familia*, род — *genus*, вид — *species*. Эти таксонометрические единицы лежат в основе классической биосистематики.

К этим категориям были постепенно добавлены уточняющие под или над категории. Соответственно сегодня сложилась следующая система таксонометрических категорий: Надцарство, Царство, Подцарство, Надтип/Надотдел, Тип/Отдел, Подтип/Подотдел, Надкласс, Класс, Подкласс, Инфракласс, Надотряд/Надпорядок, Отряд/порядок, Подотряд/Подпорядок, Инфраотряд, Надсемейство, Семейство, Подсемейство, Надтриба, Триба, Подтриба, Род, Подрод, Надсекция, Секция, Подсекция, Ряд, Подряд, Вид, Подвид, Вариетет/Разновидность, Подразновидность, Форма, Подформа.

#### СОВРЕМЕННАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ЖИВЫХ ОРГАНИЗМОВ

С середины XX века доминирующей в биологии становится биосистематика, которая разделяет все виды живых организмов на две группы: 1. неклеточные (вирусы) и 2. клеточные. Клеточные организмы делятся на два основных надцарства по отсутствию или наличию в клетках организма истинного ядра: прокариоты (безъядерные) и эукариоты (ядерные).

Надцарство прокариоты включает одно ЦАРСТВО — ДРОБЯНКИ, которое делится на два подцарства: бактерии и цианеи, или сине-зелёные водоросли.

Надцарство эукариоты делится на три царства: растения, грибы и животные. Царство растений (свыше 350 тыс. видов) включает в себя два подцарства: низшие растения и высшие растения. Царство грибов включает в себя также два подцарства низшие грибы и высшие грибы. Царство

животных включает в себя два подцарства: простейшие (одноклеточные) и многоклеточные животные.

**ЦАРСТВО ГРИБЫ** включает в себя всего свыше 100 тыс. видов. Царство грибов состоит из трех основных отделов: настоящие грибы, оомицеты и слизевики. Большинство съедобных грибов относится к отделу настоящие грибы, классу базидиомицетов.

**ЦАРСТВО РАСТЕНИЯ** насчитывает свыше 350 тыс. видов. Подцарство низшие растения включает в себя следующие отделы: сине-зеленые водоросли, золотистые водоросли, диатомовые водоросли, желто-зеленые водоросли, эвгленовые водоросли, зеленые водоросли, харовые водоросли, пиррофитовые водоросли, бурые водоросли и красные водоросли.

Подцарство высшие растения включает в себя следующие отделы: моховидные, папоротниковидные, голосеменные, покрытосеменные.

Лишайники – симбиоз водорослей и грибов (26 тыс. видов).

**ЦАРСТВО ЖИВОТНЫЕ** насчитывает до 2 млн. видов. Подцарство простейшие животные (одноклеточные) включает в себя следующие основные типы: саркожгутиконосцы, споровики, инфузории.

Подцарство многоклеточные включает в себя следующие основные типы: мезозои, губки, кишечнополостные, плоские черви, немуртины, первичнополостные черви (нематгельминты), кольчатые черви, моллюски, членистоногие (сюда относятся все насекомые, насчитывающие свыше 1 млн. видов), иглокожие, щупальцевые, погонофоры, щетинкочелюстные, хордовые.

Тип хордовых (всего 45 тыс. видов): делится на три подтипа: бесчерепные, оболочники, позвоночные (черепные). Подтип позвоночные делится на следующие основные классы: круглоротые, рыбы, земноводные, пресмыкающиеся, птицы, млекопитающие. Класс млекопитающих включает в себя три подкласса: первозвери, низшие звери, высшие звери.

Подкласс высшие звери включает в себя следующие отряды: - насекомоядные; - шерстокрылы; - рукокрылы; - неполнозубые; - панголины (ящеры); - зайцеобразные; - грызуны; - хищные; - ластоногие; - киты; - трубкозубы; - хоботные; - даманы (жиряки); - морские коровы; - непарнокопытные; - парнокопытные; - приматы.

Отряд приматов делится на два подотряда: обезьяны и полуобезьяны. Подотряд обезьян делится на семейства: а) игрунковые обезьяны, б) цепкохвостые обезьяны, в) мартышкообразные, г) гиббоны, д) понгиды (крупные человекообразные обезьяны: три рода: орангутаны, шимпанзе, горилла), е) гоминиды, в число которых входит и человек разумный.

Основная, базовая категория биосистематики - вид – совокупность популяций особей, обладающих сходными морфологическими и функциональными признаками, имеющих общее происхождение и в естественных условиях скрещивающихся только между собой. Внутривидовые категории: подви́д, разновидность, форма.

## 5.Биоиерархия

Основные структурные уровни организации живых систем образуют иерархическую систему, где каждый уровень характеризуется своими особенными закономерностями, а также взаимодействием с низшими и высшими уровнями организации. В биологии выделяют следующие уровни организации жизни: 1. молекулярно-генетический, 2. клеточный, 3.органотканевый, 4.организменный, 5.популяционно-видовой, 6.биоценотический, 7.биосферный.

Каждый уровень организации жизни характеризуется соответствующей элементарной единицей жизни и основными элементарными процессами жизни. Первичный уровень составляет основу более высокого уровня организации, на котором происходит усложнение и некая глобализация строения живых систем и процессов их функционирования и развития.

Молекулярно-генетический уровень имеет два подуровня: генетический и собственно молекулярный. Элементарной единицей генетического подуровня является ген – участок молекулы ДНК, несущий какую-либо целостную информацию о строении одной молекулы белка или одной молекулы РНК. Эти и другие функциональные молекулы определяют рост и функционирование организма. Элементарным процессом на этом подуровне является конвариантная редупликация или самовоспроизведение соответствующих белков или РНК. Определенная комбинация генов образует макромолекулу нуклеиновых кислот РНК или ДНК.

Молекулярный подуровень образуют нуклеиновые кислоты, белки, а также различные органические вещества, которые обеспечивают биохимические реакции с участием белков и участвуют в построении биологических структур или систем. Нуклеиновые кислоты – высокомолекулярные органические соединения, биополимеры (полинуклеотиды), образованные остатками нуклеотидов. Нуклеиновые кислоты ДНК и РНК присутствуют в клетках всех живых организмов и выполняют важнейшие функции по хранению, передаче и реализации наследственной информации.

Белки - биополимерные макромолекулы или высокомолекулярные органические вещества, состоящие из соединённых в цепочку пептидной связью аминокислот. В живых организмах аминокислотный состав белков определяется генетическим кодом, при синтезе в большинстве случаев используется 20 стандартных аминокислот. Множество их комбинаций дают большое разнообразие свойств молекул белков. Функции белков в клетках живых организмов более разнообразны, чем функции других биополимеров — полисахаридов и ДНК. Так, белки-ферменты катализируют протекание биохимических реакций и играют важную роль в обмене веществ. Некоторые белки выполняют структурную или механическую функцию, образуя цитоскелет, поддерживающий форму клеток. Структурные белки цитоскелета, как своего рода арматура, придают форму клеткам и многим

органоидам и участвуют в изменении формы клеток. Существуют несколько видов защитных функций белков: физическая защита, химическая защита, иммунная защита.

Регуляторная функция белков состоит в том, что многие процессы внутри клеток регулируются белковыми молекулами, которые не служат ни источником энергии, ни строительным материалом для клетки. Эти белки регулируют транскрипцию, трансляцию, сплайсинг, а также активность других белков и др. Регуляторную функцию белки осуществляют либо за счет ферментативной активности, либо за счет специфического связывания с другими молекулами, как правило, влияющего на взаимодействие с этими молекулами ферментов.

Сигнальная функция белков — способность белков служить сигнальными веществами, передавая сигналы между тканями, клетками или организмами. Часто сигнальную функцию объединяют с регуляторной, так как многие внутриклеточные регуляторные белки тоже осуществляют передачу сигналов. Сигнальную функцию выполняют белки-гормоны, цитокины, факторы роста и др.

Транспортная функция белков состоит в транспорте малых молекул. Примером транспортных белков можно назвать гемоглобин, который переносит кислород из лёгких к остальным тканям и углекислый газ от тканей к лёгким, а также гомологичные ему белки, найденные во всех царствах живых организмов.

Запасная (резервная) функция белков присуща резервным белкам, которые запасаются в качестве источника энергии и вещества в семенах растений и яйцеклетках животных; белки третичных оболочек яйца (овальбумины) и основной белок молока (казеин) также выполняют, главным образом, питательную функцию. Ряд других белков используется в организме в качестве источника аминокислот, которые в свою очередь являются предшественниками биологически активных веществ, регулирующих процессы метаболизма.

Белки могут выполнять также рецепторную функцию. Белковые рецепторы могут как находиться в цитоплазме, так и встраиваться в клеточную мембрану. Одна часть молекулы рецептора воспринимает сигнал, которым чаще всего служит химическое вещество, а в некоторых случаях — свет, механическое воздействие (например, растяжение) и другие стимулы.

Целый класс моторных белков обеспечивает движение организма или моторную функцию (например, сокращение мышц, в том числе локомоцию (миозин), перемещение клеток внутри организма (например, амебоидное движение лейкоцитов), движение ресничек и жгутиков, а также активный и направленный внутриклеточный транспорт (кинезин, динеин).

К основным органическим веществам, участвующим в построении живых систем и биохимических реакциях, обеспечивающих их жизнедеятельность относятся: липиды и углеводы,

Элементарными процессами молекулярного уровня являются основные виды биохимических реакций, обеспечивающих существование и функционирование живых систем. На молекулярно-генетическом уровне в форме биохимических реакций осуществляются важнейшие процессы, составляющие основу жизнедеятельности организма – передача наследственной информации, обмен веществ и превращение энергии, а также структурное образование более высокого уровня биологической организации – клетки.

Клеточный уровень образуют клетки. Клетка — элементарная единица строения и жизнедеятельности всех живых организмов (кроме вирусов, о которых нередко говорят как о неклеточных формах жизни), обладающая собственным обменом веществ, способная к самостоятельному существованию, самовоспроизведению и развитию. Все живые организмы либо, как многоклеточные животные, растения и грибы, состоят из множества клеток, либо, как многие простейшие и бактерии, являются одноклеточными организмами.

Все клеточные формы жизни на земле можно разделить на два надцарства на основании строения составляющих их клеток — прокариоты (доядерные) и эукариоты (ядерные). Прокариотические клетки — более простые по строению, по-видимому, они возникли в процессе эволюции раньше. Эукариотические клетки — более сложные, возникли позже. Клетки, составляющие тело человека, являются эукариотическими. Несмотря на многообразие форм, организация клеток всех живых организмов подчинена единым структурным принципам.

Живое содержимое клетки — протопласт — отделено от окружающей среды плазматической мембраной, или плазмалеммой. Внутри клетка заполнена цитоплазмой, в которой расположены различные органоиды и клеточные включения, а также генетический материал в виде молекулы ДНК. Каждый из органоидов клетки выполняет свою особую функцию, а в совокупности все они определяют жизнедеятельность клетки в целом.

Элементарными биологическими процессами на клеточном уровне является метаболизм и деление клеток. Метаболизм, или обмен веществ - химические превращения, протекающие от момента поступления питательных веществ в живой организм до момента, когда конечные продукты этих превращений выделяются во внешнюю среду. К метаболизму относятся все реакции, в результате которых строятся структурные элементы клеток и тканей, и процессы, в которых из содержащихся в клетках веществ извлекается энергия. Иногда для удобства рассматривают по отдельности две стороны метаболизма – анаболизм и катаболизм, т.е. процессы созидания органических веществ и процессы их разрушения. Анаболические процессы обычно связаны с затратой энергии и приводят к образованию сложных молекул из более простых, катаболические же сопровождаются высвобождением энергии и заканчиваются образованием таких конечных продуктов (отходов) метаболизма, как мочевины, диоксид углерода, аммиак и

вода. Поскольку практически для любого проявления жизнедеятельности клеток необходима АТФ, неудивительно, что метаболическая активность живых клеток направлена в первую очередь на синтез АТФ. Этой цели служат различные сложные последовательности реакций, в которых используется потенциальная химическая энергия, заключенная в молекулах углеводов и жиров.

Деление клетки — характерный именно для живых организмов процесс появления из родительской клетки двух и более новых клеток. Существует два способа деления ядра эукариотических клеток: митоз и мейоз. Митоз — деление ядра эукариотической клетки с сохранением числа хромосом. Мейоз — деление ядра эукариотической клетки с уменьшением числа хромосом в два раза.

Клеточный уровень образует основу жизни на других более высоких уровнях ее организации, и прежде всего, на органо-тканевом уровне. Органо-тканевый уровень имеет два подуровня: тканевый и органнй. Элементарной биологической единицей тканевого подуровня является биологическая ткань. Биологические ткани - системы клеток, сходных по происхождению, строению и функциям. В состав ткани входят также межклеточные вещества и структуры — продукты клеточной жизнедеятельности. Различают ткани животных и растений.

Выделяют четыре типа животных тканей, соответствующие основным соматическим функциям организма. Первый вид - пограничные ткани, или эпителий, который образует покровы тела и оболочки внутренних органов. Производные ее выполняют секреторную функцию, составляя, например, основную массу печени, поджелудочной железы. Второй вид - соединительная ткань, в том числе и ткани внутренней среды, которые осуществляют трофическую и защитную функции организма. Производные соединительной ткани — хрящ и кость — несут у позвоночных животных опорную функцию, образуя скелет. Третий вид - мышечная ткань, которая выполняет двигательные функции, перемещая организм и вызывая сократительные движения его органов. Четвертый вид - нервная ткань, которая регулирует и координирует жизнедеятельность всех тканей, воспринимает сигналы из внешней среды и определяет ответные реакции организма.

Ткани — результат определённого гистогенеза, протекающего в эмбриональном периоде. Во многих тканях гистогенезы продолжаются и у взрослых животных, обеспечивая регенерацию, а иногда и рост ткани. Специфические для каждого органа функции осуществляются обычно одной тканью или даже некоторыми специализированными ее клетками. Но в любом органе взаимодействуют различные ткани, способствуя трофике и координации основных функциональных элементов. Активность тканевых клеток зависит как от непосредственных их контактов, так и от отдаленных гормональных и нервных влияний. У низших многоклеточных ткани не столь строго детерминированы, как у высших. Эволюция организмов привела к

специализации клеток, взаимообусловленности их функционирования и самого существования в многотканевой системе.

Говоря о тканях растений, различают образовательные и постоянные ткани. Рост растения и развитие его внутренней структуры обусловлены деятельностью образовательной ткани, или меристемы, производные которой претерпевают сложную структурную и функциональную дифференцировку, превращаясь в элементы постоянных тканей. Классификации постоянных тканей основываются на морфологических, функциональных, генетических и др. признаках.

Постоянные ткани относят к трём системам: покровной, проводящей и основной, появление которых в онтогенезе растений отражает главные этапы внутренней дифференцировки растительного организма в процессе эволюции. По наиболее распространённой физиологической классификации тканей, предложенной Г. Габерландтом, постоянные ткани составляют системы: покровную, представленную эпидермисом, пробкой и коркой; механическую, включающую колленхиму, состоящую из живых паренхимных клеток с неравномерно утолщёнными стенками, и склеренхиму, представленную одревесневшими волокнами и более или менее изодиаметрическими склереидами; абсорбционную, осуществляющую поглощение веществ с помощью ризоидов, корневых волосков, образованных эпиблемой, многослойного покрова (веламена) воздушных корней орхидных; ассимиляционную, состоящую из паренхимных клеток с обилием хлоропластов; проводящую, представленную ксилемой, осуществляющей проведение воды, и флоэмой, участвующей в перемещении органических веществ; запасную, состоящую из паренхимных клеток; секреторную, включающую гидатоды, млечники, вместилища выделений различного происхождения; систему проветривания, представленную межклетниками, устьицами, чечевичками. Все ткани, кроме покровной, проводящей и системы проветривания, можно считать разновидностями основной ткани. Элементарными биологическими процессами тканевого подуровня являются физиологические функции, исполняемые различными тканями.

Элементарной единицей органного подуровня является биологический орган. Орган (греч. *organon* — «инструмент») — обособленная совокупность различных типов клеток и тканей, выполняющая определённую функцию живого организма. Орган представляет собой функциональную единицу в пределах организма, обособленную от других функциональных единиц данного организма. Органы одного организма связаны в своих функциях между собой таким образом, что организм является совокупностью органов, которые часто объединяются в различные системы органов. Органом называется лишь та совокупность тканей и клеток, которая имеет устойчивое положение в пределах организма и чьё развитие прослеживается в пределах эмбриогенеза (органогенез). Органная организация клеток и тканей

характерна как для животных, так и для растений и грибов. В то же время эти три основные царства живой природы имеют различные виды органов.

Основные виды органов растений делятся на две группы: 1. вегетативные и 2. воспроизводительные. К вегетативным органам относятся: а) слоевище, б) стебель, в) лист, г) корень. К воспроизводительным органам относятся: а) спорангий, б) антеридий, в) архегоний (оогоний).

Ввиду огромного многообразия видов животных их морфология весьма различна, как в плане количества и комбинации органов и систем, так и в плане их строения. Обыкновенно делят органы животных на органы растительной и животной жизни: первые заведуют функцией питания (в широком смысле слова) и размножения, вторые — ощущением и движением. Если для известной цели служит целая группа органов, то она называется системой органов (например, система органов пищеварения и т. п.). Число органов и расположение их определяет план строения животного.

Если органы образуют известное число (2, 4, 5, 6 и более) сходных групп, симметрично расположенных вокруг общей оси, то такое расположение называется лучевой симметрией (2-4-лучевой и т. д.), а сходные группы - антиметрами. Если парные органы располагаются по сторонам продольной вертикальной плоскости, проходящей через тело животного, то получается двубоковая симметрия. Могут встречаться переходы между той и другой. Наконец, тело может иметь совершенно неправильную форму и расположение органов. Иногда сходные группы органов располагаются последовательно в ряд, тело животного состоит тогда из сегментов, сегментировано.

Не углубляясь в детали строения отдельных видов животных, отметим, что отдельные органы и ткани организма любого многоклеточного животного образуют следующие основные системы организма, специализированные на выполнении определенных функций: опорно-двигательная система, кровеносная система, нервная система, пищеварительная система, дыхательная система, выделительная система, половая система (система размножения), эндокринная система, иммунная система.

Морфология грибов также разнообразна в соответствии с разнообразием их видов. Низшие грибы наиболее примитивны. Одни из них представляют собой только комочек протоплазмы, другие — одноядерную клетку с выростами (ризомицелием), в которых нет ядер, или клетку без ризомицелия. Более совершенные низшие грибы состоят из мицелия (грибницы) в виде тонких ветвящихся нитей (гиф), не разделенных поперечными перегородками на клетки, и содержат много ядер.

Высшие грибы состоят из мицелия, в котором нитевидные гифы разделены поперечными перегородками на клетки с ядрами. Толщина гиф от 1 до 10, реже до 20 мкм (тысячная доля миллиметра), и рассмотреть их можно только под микроскопом. Скопление гиф хорошо видно как паутинистая масса.

На мицелии образуются плодовые тела (т. е. органы спороношения), возвышающиеся над субстратом. Особенности строения плодовых тел имеют большое значение и систематике грибов, и по их внешним признакам можно определять почти все виды съедобных и ядовитых грибов.

Плодовое тело — это та часть гриба, на которой образуются споры, иными словами, видимая часть гриба. Остальная его часть, находящаяся в земле (или в дереве), называется мицелием. Плодовое тело состоит из шляпки, ножки, влагалища или вольвы.

Шляпка является той частью плодового тела гриба, на внутренней стороне которой расположены пластинки, трубочки или шипики. Обычно середина шляпки прикреплена к ножке, но у отдельных видов, например вешенок, ножка выступает за края шляпки, то есть, расположена сбоку. Ножка — это часть гриба, к которой крепится шляпка. Она может быть длинной или короткой, толстой или тонкой, иногда она отсутствует, например у древесных грибов. Влагалище (вольва) - своеобразный чехол у основания ножки, который образуется из остатков кожистого общего покрывала.

Элементарными биологическими процессами на органном подуровне являются процессы физиологического функционирования различных органов и систем.

Целостная система различных органов и тканей образует следующий уровень организации жизни – уровень организмов. Дифференциация видов организмов описана в биосистематике. Основной процесс - онтогенез или жизнедеятельность организма. Онтогенез (от греч. *οντογένεσις*: *ον* — существо и *γένεσις* — происхождение, рождение) — индивидуальное развитие организма от оплодотворения (при половом размножении) или от момента отделения от материнской особи (при бесполом размножении) до смерти.

У многоклеточных животных в составе онтогенеза принято различать фазы эмбрионального (под покровом яйцевых оболочек) и постэмбрионального (за пределами яйца) развития, а у живородящих животных пренатальный (до рождения) и постнатальный (после рождения) онтогенез. У семенных растений к эмбриональному развитию относят процессы развития зародыша, происходящие в семени.

Термин «онтогенез» впервые был введен Э. Геккелем в 1866 году. В ходе онтогенеза происходит процесс реализации генетической информации, полученной от родителей.

Онтогенез делится на два периода: эмбриональный — от образования зиготы до рождения или выхода из яйцевых оболочек и постэмбриональный — от выхода из яйцевых оболочек или рождения до смерти организма.

В эмбриональном периоде выделяют три основных этапа: дробление, гастрюляцию и первичный органогенез. Эмбриональный, или зародышевый, период онтогенеза начинается с момента оплодотворения и продолжается до

выхода зародыша из яйцевых оболочек. У большинства позвоночных он включает стадии (фазы) дробления, гастрюляции, гисто- и органогенеза.

Дробление — ряд последовательных митотических делений оплодотворенного или инициированного к развитию яйца. Дробление представляет собой первый период эмбрионального развития, который присутствует в онтогенезе всех многоклеточных животных и приводит к образованию зародыша, называемого бластулой (зародыш однослойный).

Гастрюляция — сложный процесс химических и морфогенетических изменений сопровождающийся размножением, ростом, направленным перемещением и дифференцировкой клеток, в результате чего образуются зародышевые листки (эктодерма, мезодерма, и энтодерма) — источники зачатков тканей и органов. Первичный органогенез — процесс образования комплекса осевых органов. В разных группах животных этот процесс характеризуется своими особенностями. Например, у хордовых на этом этапе происходит закладка нервной трубки, хорды и кишечной трубки. В ходе дальнейшего развития формирование зародыша осуществляется за счет процессов роста, дифференцировки и морфогенеза. Рост обеспечивает накопление клеточной массы зародыша. В ходе процесса дифференцировки возникают различно специализированные клетки, формирующие различные ткани и органы. Процесс морфогенеза обеспечивает приобретение зародышем специфической формы.

Постэмбриональное развитие бывает прямым и непрямым. Прямое развитие — развитие, при котором появившийся организм идентичен по строению взрослому организму, но имеет меньшие размеры и не обладает половой зрелостью. Дальнейшее развитие связано с увеличением размеров и приобретением половой зрелости. Например: развитие рептилий, птиц, млекопитающих. Непрямое развитие (личиночное развитие, развитие с метаморфозом) — появившийся организм отличается по строению от взрослого организма, обычно устроен проще, может иметь специфические органы, такой зародыш называется личинкой. Личинка питается, растет и со временем личиночные органы заменяются органами, свойственными взрослому организму. Например: развитие лягушки, некоторых насекомых, различных червей.

Совокупность отдельных особей одного биологического вида образует популяционно-видовой уровень организации жизни. Популяция — группа особей одного биологического вида, способная к более-менее устойчивому самовоспроизводству (как половому, так и бесполому), относительно обособленная (обычно географически) от других групп, с представителями которых (при половой репродукции) потенциально возможен генетический обмен. С точки зрения популяционной генетики, популяция — это группа особей, свободно скрещивающихся между собой. В современных эволюционных теориях популяция считается элементарной единицей эволюционного процесса.

Вид (лат. species) — таксономическая, систематическая единица, группа особей с общими морфофизиологическими, биохимическими и поведенческими признаками, способная к взаимному скрещиванию, дающему в ряду поколений плодовитое потомство, закономерно распространённая в пределах определённого ареала и сходно изменяющаяся под влиянием факторов внешней среды. Важным признаком вида является единство кариотипа. Кариотип — число, размеры, форма полного набора хромосом, присущих клеткам данного биологического вида (видовой кариотип), или данного организма (индивидуальный кариотип). Кариотипом иногда также называют и визуальное представление полного хромосомного набора (кариограммы). Вид — реально существующая генетически неделимая единица живого мира, основная структурная единица в системе организмов, качественный этап эволюции жизни. Каждый биологический вид образует обычно несколько географически относительно изолированных популяций.

Основной процесс на популяционно-видовом уровне - филогенез (от греческого *phylos* — племя, раса и *geneticos* — имеющий отношение к рождению) — историческое развитие биологических видов. Содержание филогенеза сводится, в конечном счете, к биологической эволюции вида. Филогенез рассматривает эволюцию в качестве процесса, в котором генетическая линия — организмы от предка к потомкам — разветвляется во времени, и её отдельные ветви могут специализироваться относительно общего предка, сливаться в результате гибридизации или исчезать в результате вымирания.

Биоценотический уровень образуют устойчивые сообщества популяций различных биологических видов, связанных между собой и окружающей средой обменом веществ и общим ареалом проживания. Элементарной единицей этого уровня является экосистема. Экосистема или экологическая система (от греч. *oikos* — жилище, местопребывание и система), природный комплекс (биокосная система), образованный живыми организмами (биоценоз) и средой их обитания (косной, например атмосфера, или биокосной — почва, водоём и т. п.), связанными между собой обменом веществ и энергии. Основным компонентом экосистемы является биоценоз. Биоценоз - исторически сложившаяся совокупность растений, животных, микроорганизмов, населяющих участок суши или водоёма (биотоп) и характеризующихся определёнными отношениями как между собой, так и с абиотическими факторами окружающей среды. Впервые предложил термин «биоценоз» немецкий гидробиолог К. Мёбиус в 1877 г.

Биоценоз, как сообщество живых организмов, в свою очередь, взятый в единстве с абиотическими факторами окружающей среды, образует биогеоценоз. Биогеоценоз (от греч. *βίος* — «жизнь» + *γη* — «земля» + *κοινός* — «общий») — система, включающая сообщество живых организмов и совокупность абиотических факторов среды в пределах определенной территории, связанные между собой круговоротом веществ и потоком

энергии. Учение о биогеоценозе разработано Владимиром Сукачёвым в 1940 году. Для характеристики биогеоценоза используются два близких понятия: биотоп и экотоп (факторы неживой природы: климат, почва). Биотоп — это совокупность биотических факторов в пределах территории, которую занимает биогеоценоз.

Следует заметить, что экосистема — более широкое понятие, чем биогеоценоз. Биогеоценоз — один из классов экосистем, экосистема, занимающая определенный участок суши и включающая основные компоненты среды — почву, подпочву, растительный покров, приземный слой атмосферы. Не являются биогеоценозами водные экосистемы, большинство искусственных экосистем. Таким образом, каждый биогеоценоз — это экосистема, но не каждая экосистема — биогеоценоз.

Основные показатели биогеоценоза: видовой состав — количество видов, обитающих в биогеоценозе; видовое разнообразие - количество видов, обитающих в биогеоценозе на единицу площади или объема; биомасса — количество организмов биогеоценоза, выраженное в единицах массы; продуктивность, устойчивость, способность к саморегуляции. Биомассу подразделяют на: биомассу продуцентов, биомассу консументов, биомассу редуцентов

Биогеоценоз представляет собой естественную, исторически сложившуюся систему, способную к саморегуляции и поддержанию своего состава на определенном постоянном уровне, в которой осуществляется круговорот веществ, опосредованный биотическими связями составляющих его организмов. Это - открытая система для поступления и выхода энергии, основной источник которой — Солнце.

Биосферный уровень образует устойчивое сообщество растений, животных и микроорганизмов всей планеты, находящихся в постоянном взаимодействии с компонентами атмосферы, гидросферы, литосферы, в котором происходит аккумуляция и перераспределение энергии и круговорот веществ. Биосфера (от греч. βίος — жизнь и σφαῖρα — сфера, шар) — оболочка Земли, заселённая живыми организмами, находящаяся под их воздействием и занятая продуктами их жизнедеятельности; «пленка жизни»; глобальная экосистема Земли.

Биосфера – глобальная экосистема всех экосистем и биогеоценозов Земли, которые образуют внутри биосферы ее элементарные структурные единицы. Соответственно система биогеоценозов, осуществляемых в локальных экосистемах, образует глобальный круговорот живого вещества на Земле, а взаимодействие этого круговорота с другими компонентами биосферы и с другими сферами земли (литосферой, гидро и атмосферой) образует периодические циклы существования и воспроизводства биосферы. В рамках этих процессов существуют многообразные и сложные связи и взаимодействия между элементами биосферы друг с другом, между биосферой и другими неживыми геологическими сферами Земли, а также между локальными экосистемами. Общая направленность всех этих

процессов определяется глобальной тенденцией биосферы к простому воспроизводству самой себя и к поддержанию глобального равновесия биосферы внутри себя и своего равновесия с геосферой. Однако, поскольку геосфера Земли является нестабильной и поскольку сама биосфера также является сильно неравновесной системой, постольку в развитии биосферы реально проявляются противоречивые тенденции, ведущие к отклонению от равновесия, или простого воспроизводства жизни.

Жизни вообще во всех ее формах присуща тенденция к неограниченному расширенному самовоспроизводству и глобальной экспансии. В биосфере и геосфере действуют определенные механизмы, ограничивающие эту тенденцию и устанавливающие относительное динамическое равновесие внутри биосферы между ее экосистемами и уровнями биоиерархии.

Существенным отклонением от равновесия, вызванным, как раз стремлением к восстановлению равновесия биосферы с изменяющейся геосферой, является приспособление биосферы к изменениям геосферы, которое выражается в процессах глобальной эволюции жизни или макроэволюции. Другим процессом, связанным с деятельностью человека является критическое нарушение глобального биологического равновесия в результате неограниченной экспансии производственной деятельности человечества.

Поскольку биосфера является неотъемлемым компонентом геосферы в целом, постольку огромную роль в ее существовании играют биологические ритмы, обусловленные глобальными космическими геологическими факторами и процессами, из которых наиболее важную роль играют гравитационные ритмические процессы. Эти ритмы задают всем формам жизни и всей биосфере в целом определенные циклы жизнедеятельности.

В рамках Земли биоритмы задаются космическими ритмами – периодическими изменениями в природе, вызываемыми различными физическими силами и процессами. Все космические ритмы делят на две основные группы: 1. ритмы, действующие в антропоной шкале времени – суточный, сезонный (времена года) и годичный ритмы, лунные (27 суточные) ритмы; 2. ритмы, действующие в геологической шкале времени.

Геологические ритмы связаны с особенностями орбитальных движений Земли и Солнца, обусловленных воздействием других планет и галактик. Выделяют следующие основные климатические циклы, связанные с особенностями орбитального движения Земли: 1.26-тысячелетний цикл, обусловленный прецессией вращения Земли, так называемый Большой платонический год; 2.41-тысячелетний цикл, связанный с периодом изменения угла наклона оси вращения Земли к эклиптике, 3.100-тысячелетний цикл, равный периоду изменения значения эксцентриситета земной орбиты.

Кроме того, выделяют циклы, обусловленные совместным действием целого ряда космических сил, которые приводят к долгопериодическим

изменениям климата Земли: 1.400-тысячелетний цикл, 2.цикл, равный 1,2 млн. лет, 3.цикл, равный 2,5 млн. лет, 4.цикл, равный 3,7 млн. лет. Из них наибольшее влияние на эволюции жизни оказывает именно 400-тысячелетний цикл.

С геологическими ритмами и циклами связаны соответствующие биоритмы. Биологические ритмы — периодически повторяющиеся изменения в ходе биологических процессов в организме или явлений природы. Область науки, которая исследует периодические (циклические) феномены, протекающие у живых организмов во времени, и их адаптацию к солнечным и лунным ритмам, называется хронобиологией.

Впервые биоритм был обнаружен в XVIII веке в движении листьев растения французским ученым Жаном-Жаком Маре. В 1751 г. шведский ботаник и натуралист Карл Линней сконструировал даже настоящие биологические часы, используя некоторые суточные виды цветущих растений. Упорядочивая растения в круговом паттерне, он сконструировал биологические часы, которые самым натуральным образом показывали время дня, в зависимости от того, чьи цветки были открыты и чьи закрыты.

В 1860-е годы президент Русского энтомологического общества Карл Эрнст фон Бэр написал о биологическом времени и его различии у различных видов животных. Его подход был далее развит и экспериментально изучен Якобом фон Икскуль.

В 1924 году Александр Чижевский опубликовал междисциплинарные работы: «Физические факторы исторического процесса» и «Эпидемиологические катастрофы и периодическая активность Солнца», в которых он описал циклы у живых организмов в связи с солнечным циклом и циклом лунных фаз. Чижевский развил новую дисциплину, гелиобиологию, как подраздел астробиологии. В 1960 года было положено начало хронобиологии как современной науке. Также в 1960 г. П. Де Курси (Patricia DeCoursey) изобрела кривую фазной реакции, главный инструмент, используемый в этой области. Франц Холберг в 1959 году ввел термин «циркадианный» ритм. Слово «циркадианный» приходит из латыни, — «цирка» означает «около», «примерно», и «диас» — «день», «сутки», то есть «циркадианный» — это «околосуточный».

Биоритмы делят на две группы: 1.адаптивные ритмы или собственно биоритмы – колебания с периодами близкими к геофизическим циклам. Они обеспечивают приспособление организмов к периодическим колебаниям окружающей среды; 2.рабочие ритмы, связанные с текущей физиологической деятельности организма (они специфичны для каждого биологического вида). Адаптивные биоритмы называют также экологическими. Экологические ритмы по длительности совпадают с каким-либо естественным ритмом окружающей среды. Например, суточные, сезонные, приливные и лунные ритмы. Благодаря экологическим ритмам, организм ориентируется во времени и заранее готовится к ожидаемым условиям

существования. Экологические ритмы служат организму как биологические часы.

Рабочие ритмы относят к физиологическим ритмам. Физиологические ритмы не совпадают с каким-либо естественным ритмом (ритмы давления, биения сердца и артериального давления). Имеются данные о влиянии, например, магнитного поля Земли на период и амплитуду энцефалограммы человека.

По причине возникновения биоритмы делятся на эндогенные (внутренние причины) и экзогенные (внешние).

По длительности биоритмы делятся на циркадианные (около суток), инфрадианные (более суток) и ультрадианные (менее суток).

Центральное место среди ритмических процессов занимает циркадианный ритм, имеющий наибольшее значение для организма. Он является видоизменением суточного ритма с периодом 24 часа, протекает в константных условиях и принадлежит к свободно текущим ритмам. Это ритмы с не навязанным с внешними условиями периодом. Они врожденные, эндогенные, то есть, обусловлены свойствами самого организма. Период циркадианных ритмов длится у растений 23-28 часов, у животных 23-25 часов.

Циркадианные ритмы обнаружены у всех представителей животного царства и на всех уровнях организации. В опытах на животных установлено наличие ЦР двигательной активности, температуры тела и кожи, частоты пульса и дыхания, кровяного давления и диуреза. Суточным колебаниям оказались подвержены содержание различных веществ в тканях и органах, например, глюкозы, натрия и калия в крови, плазмы и сыворотки в крови, гормонов роста и др. По существу, в околосуточном ритме колеблются все показатели нервной, мышечной, сердечно-сосудистой, дыхательной и пищеварительной систем. В этом ритме функционируют содержание и активность десятков веществ в различных тканях и органах тела, в крови, моче, поте, слюне, интенсивность обменных процессов, энергетическое и пластическое обеспечение клеток, тканей и органов. Этому же циркадианному ритму подчинены чувствительность организма к разнообразным факторам внешней среды и переносимость функциональных нагрузок. У человека выявлено около 500 функций и процессов, имеющих циркадианную ритмику.

К инфрадианным ритмам относятся, например, такие как ежегодные циклы миграции или воспроизводства, выявленные у некоторых животных, или человеческий менструальный цикл.

К ультрадианным ритмам относятся, например, такие краткие циклы, такие как 90-минутный цикл REM-сна у людей, 4-часовой назальный цикл или 3-часовой цикл продуцирования гормона роста.

Все рассмотренные нами уровни биоиерархии образуют единую систему биосферы, связанную многочисленными горизонтальными и вертикальными связями между ее элементами, уровнями и подсистемами.

## **Тема 4. ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ КОНЦЕПЦИИ СОВРЕМЕННОЙ БИОЛОГИИ**

- 1.Молекулярная биология**
- 2.Генетика**
- 3.Теория биологической эволюции**
- 4.Экология**

### **1.Молекулярная биология**

Развитие биохимии, биофизики, генетики, цитологии, многих разделов микробиологии и вирусологии к началу 40-х годов XX века вплотную подвело биологию к изучению жизненных явлений на молекулярном уровне. Успехи, достигнутые этими науками одновременно и с разных сторон привели к осознанию того факта, что именно на молекулярном уровне функционируют основные управляющие системы организма и что дальнейший прогресс этих наук будет зависеть от раскрытия биологических функций молекул, составляющих тела организмов, их участия в синтезе и распаде, взаимных превращениях и репродукции соединений в клетке, а также происходящего при этом обмена энергией и информацией. Так, на стыке ряда биологических дисциплин с химией и физикой возникла совершенно новая отрасль – молекулярная биология.

Молекулярная биология исторически появилась как раздел биохимии. Датой рождения молекулярной биологии принято считать апрель 1953 году, когда в английском журнале «Nature» появилась статья Джеймса Д. Уотсона и Фрэнсиса Крика с предложением пространственной модели молекулы ДНК. Дальнейшее развитие молекулярной биологии сопровождалось как развитием ее методологии, в частности, изобретением метода определения нуклеотидной последовательности ДНК (У. Гилберт и Ф. Сенгер, Нобелевская премия по химии 1980 г.), так и новыми открытиями в области строения и функционирования генов. К началу XXI века были получены данные о первичной структуре всей ДНК человека и целого ряда других организмов, наиболее важных для медицины, сельского хозяйства и научных исследований, что привело к возникновению нескольких новых направлений в биологии: геномики, биоинформатики и др.

Возникнув как биохимия нуклеиновых кислот, молекулярная биология пережила период бурного развития собственных методов исследования, которыми теперь отличается от биохимии. К ним, в частности, относятся методы генной инженерии, клонирования, искусственной экспрессии и другие. Поскольку ДНК является материальным носителем генетической информации, молекулярная биология значительно сблизилась с генетикой, и на стыке образовалась молекулярная генетика, являющаяся одновременно разделом генетики и молекулярной биологии.

В процессе развития молекулярной биологии сложились отличия в подходах молекулярной биологии и биохимии к одному и тому же объекту – биополимерам. Биохимия методами химии изучает превращения в организме каждого отдельного соединения и разрабатывает представления обо всех деталях обменных процессов в их совокупности. В отличие от биохимии, внимание современной молекулярной биологии сосредоточено преимущественно на изучении структуры и функций важнейших классов биополимеров – белков и нуклеиновых кислот, первые из которых определяют саму возможность протекания обменных реакций, а вторые – биосинтез специфических белков. Поэтому понятно, что провести четкое разграничение молекулярной биологии и биохимии, а также соответствующих разделов генетики, микробиологии и вирусологии невозможно.

Перед молекулярной биологией стояли и стоят, собственно, те же задачи, что и перед всей биологией в целом, - познание сущности жизни и ее основных проявлений. До недавнего времени усилия науки были в основном сосредоточены на раздельном изучении белков и нуклеиновых кислот. В клетке же эти биополимеры неразрывно связаны друг с другом и функционируют главным образом в форме нуклеотидов. Поэтому в настоящее время интенсивно изучается взаимодействие белков и нуклеиновых кислот.

Каковы же особенности биомолекул, выявленные молекулярной биологией? В случае живых систем вполне правомерен вопрос о функции данной конкретной молекулы. В то же время подобный вопрос по отношению к молекулам, образующим скопления неживого вещества, неуместен и просто бессмыслен. Однако, если живые организмы состоят из молекул, изначально неживых, то как же получается, что живое столь резко отличается от неживого?

Каким же образом неживые молекулы, составляющие живые организмы, взаимодействуют друг с другом, поддерживая живое состояние и обеспечивая его воспроизведение? Молекулы, входящие в состав живых организмов, подчиняются всем известным физическим и химическим законам, но, кроме того, взаимодействуют друг с другом в соответствии с особой системой принципов, обобщенно именуемых молекулярной логикой живого. Становление этих принципов имеет длительную историю.

Отметим характерные особенности молекул и собственно химических реакций в живых системах: 1)огромное разнообразие макромолекул сводится к небольшому числу исходного материала - мономеров; 2)мономеры выполняют в клетках не одну, а несколько функций, что можно объяснить лишь как следствие отбора; 3)мономеры идентичны у всех видов живого, что свидетельствует о происхождении от общего предка; 4)клетки всех видов содержат минимальное число типов простейших молекул, достаточное для обеспечения видовой специфичности (принцип молекулярной экономии); 5)биокатализаторы-ферменты всегда специфичны и высокоэффективны в

относительно мягких (температура, давление) условиях; 6) реакции, катализируемые ферментами, протекают со 100%-ным выходом и не сопровождаются образованием побочных продуктов; 7) химические реакции в клетках не автономны, но связаны в сложные последовательности; 8) энергия, получаемая из среды, накапливается и используется в клетках в виде химической энергии в очень выгодной молекулярной форме; 9) в ходе химических реакций в клетках из минимума простых исходных продуктов одновременно образуется максимум различных сложных молекул, причем в очень точных количественных соотношениях; 10) скорость специфической реакции, протекающей в одной части сложной системы, может регулироваться и изменяться в зависимости от скоростей реакций, протекающих в других частях системы; 11) самовоспроизведение живых организмов - следствие способности к самокопированию (автосинтезу) некоторых макромолекул в специфической трехмерной пространственной конфигурации.

С точки зрения физики клетки можно рассматривать как совокупности органических молекул, способные к самоорганизации и самовоспроизведению, а также к обмену энергией и веществом с окружающей средой при помощи последовательно протекающих ферментативных реакций, которые организованы по принципу максимальной простоты процессов и компонентов и наибольшей экономии веществ.

В тесной взаимосвязи с проблемами молекулярной биологии идет развитие биофизики. Интерес к последней стимулируется с одной стороны, необходимостью всестороннего изучения действия на организм различного рода физических излучений, а с другой стороны, - потребностью исследования физических и физико-химических основ жизненных явлений, протекающих на молекулярном уровне. Знаменательным событием в истории биофизики явилось формирование в середине XX века четких представлений о термодинамике биологических процессов, в результате чего окончательно отпали предположения о возможности самостоятельного образования энергии в живых клетках вопреки второму закону термодинамики. Согласно основному принципу биотермодинамики необходимым условием существования жизни оказывается стационарность в развитии ее биохимических процессов, для осуществления которой необходима координация скоростей многочисленных реакций обмена веществ

Сегодня молекулярная биология — комплекс биологических наук, изучающих механизмы хранения, передачи и реализации генетической информации, строение и функции нерегулярных биополимеров (белков и нуклеиновых кислот).

Несмотря на молодость молекулярной биологии, успехи, достигнутые ею, поистине ошеломляющи. Достижения этой науки уже сегодня широко используются на практике в медицине, сельском хозяйстве, строительстве. Главным является то, что молекулярная биология открывает

неограниченные возможности на путях открытия самых сокровенных тайн жизни.

## 2. Генетика

Генетика (от греч. γενητός — происходящий от кого-то) — наука о законах и механизмах наследственности и изменчивости. В зависимости от объекта исследования классифицируют генетику растений, животных, микроорганизмов, человека и другие; в зависимости от используемых методов других дисциплин — молекулярную генетику, экологическую генетику и другие. Генетика является одной из фундаментальных теоретических концепций современной биологии.

Первоначально генетика изучала общие законы наследственности и изменчивости на основании фенотипических данных. Понимание механизмов наследственности, то есть роли генов как элементарных носителей наследственной информации, хромосомная теория наследственности и т. п. сделали возможным применение к проблеме наследственности методов цитологии, молекулярной биологии и других смежных дисциплин.

Соответственно в развитии генетики выделяют два основных этапа: 1. классическая генетика и 2. молекулярная генетика. Классическая генетика берет свое начало от опытов Грегора Менделя, который в 1865 году обнародовал результаты исследований о передаче по наследству признаков при скрещивании гороха (работа «Опыты над растительными гибридами» была опубликована в 1866 г.). Мендель показал, что наследственные задатки не смешиваются, а передаются от родителей к потомкам в виде дискретных (обособленных) единиц. Сформулированные им закономерности наследования позже получили название законов Менделя: 1. закон единообразия гибридов первого поколения, 2. закон расщепления признаков, 3. закон независимого наследования признаков.

При жизни его работы были малоизвестны и воспринимались критически. Однако, в начале XX века работы Менделя вновь привлекли внимание в связи с исследованиями Карла Корренса, Эриха фон Чермака и Гуго Де Фриза по гибридизации растений, в которых были подтверждены основные выводы о независимом наследовании признаков и о численных соотношениях при «расщеплении» признаков в потомстве. Вскоре английский натуралист Уильям Бэтсон ввёл в употребление название новой научной дисциплины: генетика (в 1905 г. в частном письме и в 1906 г. публично). В 1909 году датским ботаником Вильгельмом Йоханнсенем введён в употребление термин «ген».

Важным вкладом в развитие генетики стала хромосомная теория наследственности, разработанная, прежде всего, благодаря усилиям американского генетика Томаса Ханта Моргана и его учеников и сотрудников, избравших объектом своих исследований плодовую мушку *Drosophila melanogaster*. Изучение закономерностей сцепленного

наследования позволило путем анализа результатов скрещиваний составить карты расположения генов в «группах сцепления» и сопоставить группы сцепления с хромосомами (1910—1913 гг.).

Эпоха молекулярной генетики начинается с появившихся в 1940—1950-х гг. работ, доказавших ведущую роль ДНК в передаче наследственной информации. Важнейшими шагами стали расшифровка структуры ДНК, триплетного кода, описание механизмов биосинтеза белка, обнаружение рестриктаз и секвенирование ДНК. Сегодня известно, что гены реально существуют и являются участками ДНК или РНК. У эукариотических организмов ДНК свёрнута в хромосомы и находится в ядре клетки. Кроме того, собственная ДНК имеется внутри митохондрий и хлоропластов (у растений). У прокариотических организмов ДНК, как правило, замкнута в кольцо (бактериальная хромосома, или генофор) и находится в цитоплазме. Часто в клетках прокариот присутствует одна или несколько молекул ДНК меньшего размера — плазмид.

Современная генетика – достаточно разветвленный комплекс частных дисциплин. К ее основным разделам относятся: классическая генетика, популяционная генетика, молекулярная генетика, геномика, медицинская генетика, генная инженерия, спортивная генетика, судебно-медицинская генетика, криминалистическая генетика, биохимическая генетика, генетика человека, генетика микроорганизмов, генетика растений, эволюционная генетика, биометрическая генетика, экологическая генетика, генетика количественных признаков, физиологическая генетика, психиатрическая генетика, генетика соматических клеток, генетика вирусов, генетика пола, радиационная генетика, генетика развития, функциональная генетика.

Основные категории молекулярной генетики определяют главные объекты ее исследования - ген, генетический код, геном, генотип, кодон, хромосомы. Ген - структурная и функциональная единица наследственности, контролирующая развитие определенного признака или свойства. В настоящее время, в молекулярной биологии установлено, что гены — это участки молекулы ДНК, несущие какую-либо целостную информацию — о строении одной молекулы белка или одной молекулы РНК. Эти и другие функциональные молекулы определяют рост и функционирование организма. Эти участки молекулы ДНК представляют собой последовательность нуклеотидов в ДНК, которая кодирует определённую РНК. Нуклеотид – мономер нуклеиновой кислоты, представляющий собой соединение из трех компонентов - фосфорной кислоты, пятиуглеродного сахара и азотистого основания. Нуклеотиды различаются между собой лишь по последнему компоненту.

Свободные нуклеотиды, в частности АТФ, цАМФ, АДФ, играют важную роль в энергетических и информационных внутриклеточных процессах, а также являются составляющими частями нуклеиновых кислот и многих коферментов.

**Генотип** — совокупность генов данного организма, который, в отличие от понятий генома и генофонда, характеризует особь, а не вид (ещё отличием генотипа от генома является включение в понятие «геном» некодирующих последовательностей, не входящих в понятие «генотип»). Вместе с факторами внешней среды генотип определяет фенотип организма. **Фенотип** — совокупность внешних и внутренних признаков организма, приобретённых в результате онтогенеза (индивидуальное развитие).

**Геном** - совокупность всех генов организма; его полный хромосомный набор. Термин «геном» был предложен Гансом Винклером в 1920 г. для описания совокупности генов, заключённых в гаплоидном наборе хромосом организмов одного биологического вида. Первоначальный смысл этого термина указывал на то, что понятие генома в отличие от генотипа является генетической характеристикой вида в целом, а не отдельной особи. С развитием молекулярной генетики значение данного термина изменилось. Известно, что ДНК, которая является носителем генетической информации у большинства организмов и, следовательно, составляет основу генома, включает в себя не только гены в современном смысле этого слова. Большая часть ДНК эукариотических клеток представлена некодирующими («избыточными») последовательностями нуклеотидов, которые не заключают в себе информации о белках и РНК.

Генетическая информация в клетках содержится не только в хромосомах ядра, но и во внехромосомных молекулах ДНК. У бактерий к таким ДНК относятся плазмиды и некоторые умеренные вирусы, в клетках эукариот — это ДНК митохондрий, хлоропластов и других органоидов клеток. Объёмы генетической информации, заключённой в клетках зародышевой линии (предшественники половых клеток и сами гаметы) и соматических клетках, в ряде случаев существенно различаются. В онтогенезе соматические клетки могут утрачивать часть генетической информации клеток зародышевой линии, амплифицировать группы последовательностей и (или) значительно перестраивать исходные гены.

Следовательно, под геномом организма понимают суммарную ДНК гаплоидного набора хромосом и каждого из внехромосомных генетических элементов, содержащуюся в отдельной клетке зародышевой линии многоклеточного организма. В определении генома отдельного биологического вида необходимо учитывать, во-первых, генетические различия, связанные с полом организма, поскольку мужские и женские половые хромосомы различаются. Во-вторых, из-за громадного числа аллельных вариантов генов и сопутствующих последовательностей, которые присутствуют в генофонде больших популяций, можно говорить лишь о некоем усреднённом геноме, который сам по себе может обладать существенными отличиями от геномов отдельных особей. Размеры геномов организмов разных видов значительно отличаются друг от друга, и при этом часто не наблюдается корреляции между уровнем эволюционной сложности биологического вида и размером его генома. Например, хромосомные

наборы некоторых живых организмов: человек – 46, козел – 60., собака – 78, карп – 104, комар – 6, муха – 12, пчела – 32, индюк – 80, слива – 48, морковь – 18, огурец – 14, дуб – 24, пшеница – 42. Количество нуклеотидов (составных частей ДНК и РНК) на 1 клетку у млекопитающих –  $5,5 \times 10^9$ .

**Генетический код** — свойственный всем живым организмам способ кодирования аминокислотной последовательности белков при помощи последовательности нуклеотидов. В ДНК используется четыре нуклеотида — аденин (А), гуанин (G), цитозин (С), тимин (Т), которые в русскоязычной литературе обозначаются буквами А, Г, Ц и Т. Эти буквы составляют алфавит генетического кода. В РНК используются те же нуклеотиды, за исключением тимина, который заменён похожим нуклеотидом — урацилом, который обозначается буквой U (У в русскоязычной литературе). В молекулах ДНК и РНК нуклеотиды выстраиваются в цепочки и, таким образом, получают последовательности генетических букв.

Для построения белков в природе используется 20 различных аминокислот. Каждый белок представляет собой цепочку или несколько цепочек аминокислот в строго определённой последовательности. Эта последовательность определяет строение белка, а, следовательно, все его биологические свойства. Набор аминокислот также универсален для почти всех живых организмов.

Реализация генетической информации в живых клетках (то есть синтез белка, кодируемого геном) осуществляется при помощи двух матричных процессов: транскрипции (то есть синтеза иРНК на матрице ДНК) и трансляции генетического кода в аминокислотную последовательность (синтез полипептидной цепи на матрице иРНК). Для кодирования 20 аминокислот, а также сигнала «стоп», означающего конец белковой последовательности, достаточно трёх последовательных нуклеотидов. Набор из трёх нуклеотидов называется триплетом.

**Кодон** (кодирующий тринуклеотид) — единица генетического кода, тройка нуклеотидных остатков (триплет) в ДНК или РНК, обычно кодирующих включение одной аминокислоты. Последовательность кодонов в гене определяет последовательность аминокислот в полипептидной цепи белка, кодируемого этим геном.

**Хромосома** - (др.-греч. χρῶμα — цвет и σῶμα — тело) — нуклеопротеидные структуры в ядре эукариотической клетки, в которых закодированы основные признаки организма. Другими словами, именно в хромосомах сосредоточена основная генетическая информация, т.е. генотип организма. С биохимической точки зрения, основным веществом хромосом является хроматин — комплекс ДНК, РНК и белков. Именно в составе хроматина происходит реализация генетической информации, а также репликация и репарация ДНК.

**Репликация ДНК** — это процесс синтеза дочерней молекулы дезоксирибонуклеиновой кислоты, который происходит в процессе деления клетки на матрице родительской молекулы ДНК. При этом генетический

материал, зашифрованный в ДНК, удваивается и делится между дочерними клетками. Репликацию ДНК осуществляет фермент ДНК-полимераза. Репарация — особая функция клеток, заключающаяся в способности исправлять нарушения и разрывы в молекулах ДНК, повреждённых при нормальном биосинтезе ДНК в клетке или в результате воздействия физическими или химическими агентами.

Количество хромосом в клетках живых организмов всегда является парным. Для характеристики полного набора хромосом определенного организма используется понятие кариотип. **Кариотип** — совокупность признаков (число, размеры, форма и т. д.) полного набора хромосом, присущий клеткам данного биологического вида (видовой кариотип), данного организма (индивидуальный кариотип) или линии (клона) клеток.

Специфика живых организмов передается из поколения в поколение вместе с генами. Информация о строении живых существ или генотип используется клетками для создания фенотипа, наблюдаемых физических или биохимических характеристик организма. Хотя фенотип, проявляющийся за счёт экспрессии генов, может подготовить организм к жизни в окружающей его среде, информация о среде не передаётся назад в гены.

Однако, гены могут подвергаться мутациям — случайным или целенаправленным изменениям последовательности нуклеотидов в цепи ДНК. **Мутация** (лат. mutatio — изменение) — стойкое (то есть такое, которое может быть унаследовано потомками данной клетки или организма) изменение генотипа, происходящие под влиянием внешней или внутренней среды. Процесс возникновения мутаций получил название мутагенеза. Мутации могут приводить к изменению последовательности нуклеотидов, а, следовательно, изменению биологических характеристик белка или РНК.

Мутации делятся на спонтанные и индуцированные. Спонтанные мутации возникают самопроизвольно на протяжении всей жизни организма в нормальных для него условиях окружающей среды с частотой около  $10^{-9}$  —  $10^{-12}$  на нуклеотид за клеточную генерацию. Индуцированными мутациями называют наследуемые изменения генома, возникающие в результате тех или иных мутагенных воздействий в искусственных (экспериментальных) условиях или при неблагоприятных воздействиях окружающей среды. Мутации появляются постоянно в ходе процессов, происходящих в живой клетке. Основные процессы, приводящие к возникновению мутаций — репликация ДНК, нарушения репарации ДНК и генетическая рекомбинация. Согласно современным представлениям генетические мутации являются одним из основных факторов и механизмов биологической эволюции.

Идеи и методы генетики играют важную роль в медицине, сельском хозяйстве, микробиологической промышленности, а также в генетической инженерии.

### 3. Теория биологической эволюции

#### ИСТОРИЯ ЭВОЛЮЦИОННОЙ ИДЕИ

Эволюционное учение (также эволюционизм и эволюционистика) — система идей и концепций в биологии, утверждающих историческое прогрессивное развитие биосферы Земли, составляющих её биогеоценозов, а также отдельных таксонов и видов, которое может быть вписано в глобальный процесс эволюции Вселенной.

Впервые идею естественной эволюции живых существ высказал еще античный мыслитель Эмпедокл в трактате «О природе». Там же Эмпедокл выдвигает идею, которая напоминает принцип естественного отбора. Аристотель разработал подробную теорию постепенного развития живых форм от несовершенных к совершенным, назвав это развитие «лестницей природы». Причиной этого развития, по мнению Аристотеля, является стремление природы к изменению от простого и несовершенного к сложному и совершенному. Лукреций Кар в трактате «О природе вещей» дал эволюционное объяснение происхождения животных и растений.

С подъемом уровня научного знания после «веков мрака» раннего Средневековья эволюционные идеи вновь начинают проскальзывать в трудах ученых, теологов и философов. Так, Альберт Великий впервые отметил самопроизвольную изменчивость растений, приводящую к появлению новых видов. В 1575 году Бернар Палисси устроил в Париже выставку ископаемых, где впервые провел их сравнение с ныне живущими. В 1580 году он опубликовал в печати мысль, что поскольку всё в природе находится «в вечной трансмутации», то многие ископаемые остатки рыб и моллюсков относятся к вымершим видам.

Как ни странно, но первой книгой об эволюции можно считать трактат Мэтью Хэйла «The Primitive Origination of Mankind Considered and Examined According to the Light of Nature». Станным это может показаться уже потому, что сам Хэйл не был натуралистом и даже философом. Это был юрист, богослов и финансист, а свой трактат написал во время вынужденного отпуска в своём поместье. В нём он писал, что не стоит считать, будто бы все виды сотворены в их современной форме, напротив, сотворены были лишь архетипы, а всё разнообразие жизни развилось из них под влиянием многочисленных обстоятельств. В этом же трактате впервые упоминается термин «эволюция» в биологическом смысле.

Но все это были лишь отдельные, отрывочные общие идеи об эволюционном развитии живых организмов. Господствующей вплоть до XIX века оставалась теория креационизма, согласно которой все виды живых существ были сотворены Богом в единственном и одновременном акте творения, и эти виды остаются неизменными.

Первую версию достаточно подробно разработанной и обоснованной с помощью системы доказательств теории эволюции создал Ж.Б. Ламарк. Свое эволюционное учение он изложил в работе «Философия зоологии» в

1809 г. Как сторонник изменения видов и деист, он признавал Творца и считал, что Верховный Творец создал лишь материю и природу; все остальные неживые и живые объекты возникли из материи под воздействием природы. Ламарк подчеркивал, что «все живые тела происходят одни от других, при этом не путем последовательного развития из предшествующих зародышей». Основными движущими силами эволюции (изменения видов) Ламарк считал внутренне присущее организмам стремление к совершенствованию, а также прямое влияние внешней среды на развитие организмов (изменение гидрогеологического режима на поверхности Земли). Механизмами видоизменения по Ламарку являются – адаптационное упражнение тех или иных органов и наследование приобретенных полезных изменений, возникших в результате этих упражнений. Однако, позже биология открыла, что эти ламарковские механизмы эволюции не работают, так как приобретенные изменения не передаются по наследству.

В качестве альтернативы эволюционной теории Ламарка Ж. Кювье разработал «теорию катастроф». Основываясь на фактах смены видового состава живых организмов в геологической истории Земли, Кювье пришёл к выводу, что в результате крупных катастроф планетного масштаба происходило вымирание живого на значительной части земной поверхности. Восстановление флоры и фауны происходило за счёт видов, пришедших из других небольших локальностей. Сами виды по Кювье — неизменны.

Идеи Кювье развивали французский палеонтолог А. д'Орбиньи, швейцарский геолог Л. Агассис, английский геолог А. Седжвик и др., насчитывавшие в геологической истории Земли 27 катастроф, во время которых якобы погибал весь органический мир. После каждой катастрофы, по представлениям этих учёных, в результате очередного божественного «акта творения» создавались совершенно новые растения и животные, не связанные с ранее существовавшими; каждый раз они были более сложно и совершенно организованы, чем предшествующие. В периоды между катастрофами никакого развития и изменений вновь созданные живые существа якобы не претерпевали. Концепция катастрофизма и неоднократных творческих актов согласовывалась с библейской версией творения мира. Принимая эту концепцию, можно было объяснить современное состояние поверхности Земли как результат последнего во времени творческого акта. По оценке Ф. Энгельса теория катастроф на место одного акта творения ставит целый ряд повторных актов творения и тем самым смыкается с креационизмом.

Классическая фундаментальная теория эволюции была создана Ч. Дарвином и А. Уоллесом в середине XIX века. Главная идея теории эволюции – идея естественного отбора зародилась у Дарвина еще в 1836 году. Двадцать лет он потратил на ее разработку и обоснование, основываясь в основном на зоологическом и палеонтологическом материале. В 1858 году, готовя к публикации свой труд по теории эволюции, Дарвин получил рукопись А. Уоллеса, который независимо от Дарвина и параллельно с ним

пришел к сходной теории естественного отбора, основываясь в основном на материале ботаники и зоологии. В 1858 году на заседании Линнеевского общества в Лондоне Дарвин и Уоллес представили совместный доклад с изложением теории естественного отбора. В 1859 году Ч. Дарвин опубликовал свой классический фундаментальный труд «Происхождение видов путём естественного отбора или сохранение благоприятных рас в борьбе за жизнь».

Сущность эволюционного процесса по Дарвину состоит в изменении биологических видов, ведущем к образованию новых видов как результату длительного (во многих поколениях) постепенного естественного отбора, обеспечивающего приспособление вида к условиям изменяющейся окружающей среды. Отбор, действуя на особей, позволяет выживать и оставлять потомство тем организмам, которые лучше приспособлены для жизни в данном окружении. Действие отбора приводит к распадению видов на части — дочерние виды, которые, в свою очередь, со временем расходятся до родов, семейств и всех более крупных таксонов. Элементарной единицей эволюции в теории Дарвина является биологический вид.

Первотолчком биологической эволюции, по мнению Дарвина, является противоречие между стремлением и способностью всех живых организмов к неограниченному размножению и ограниченностью средств к их существованию в окружающей среде. Это противоречие запускает два основных механизма эволюции как видообразования: 1. наследственную изменчивость и 2. борьбу за существование или конкуренцию видов.

**Наследственная изменчивость** – способность живых организмов меняться под воздействием окружающей среды, приспособляясь к ней, и способность передавать приобретенные в онтогенезе изменения по наследству. Однако, механизм наследственности не был известен Дарвину. Он выделял два основных вида изменчивости: 1. определенную (групповую) изменчивость - сходное изменение всех особей популяции в одном направлении вследствие влияния определенных условий окружающей среды и 2. неопределенную индивидуальную изменчивость - появление разнообразных незначительных отличий у особей одного и того же вида, живущих в одинаковых условиях внешней среды. Именно с неопределенной изменчивостью связывал Дарвин механизм видоизменения и видообразования. Определенная изменчивость, по его мнению, не имеет значения для эволюции.

**Борьба за существование** – второй механизм эволюции. Она является необходимым следствием выше описанного нами противоречия между стремлением видов к неограниченному размножению и ограниченностью природных ресурсов. Термин «борьба за существование» Дарвин понимал в широком смысле, как любую зависимость организмов от всего комплекса условий окружающей его живой неживой природы. Т.е. борьба за существование – это вся совокупность многообразных и сложных отношений, существующих между организмами и условиями внешней среды.

Дарвин выделял три основные формы борьбы за существование: 1. межвидовую борьбу, 2. внутривидовую борьбу, 3. борьбу с неблагоприятными условиями среды.

В результате всех форм борьбы за существование выживают лишь наиболее приспособленные организмы, а остальные истребляются. Выжившие оставляют конкурентоспособное потомство. Т.о. происходит естественный отбор более приспособленных видов и особей и избирательное уничтожение менее приспособленных видов и особей.

Естественный отбор т.о. есть движущая сила эволюции. Содержание эволюции Дарвин сводит к длительному постепенному накоплению расхождений признаков между исходным видом и новым, формирующимся из него. Этот процесс Дарвин называл дивергенцией видов.

Теория эволюции Дарвина быстро завоевала научное сообщество и стала доминирующей до начала XX века. Однако, развитие генетики, установившей гены как элементарные единицы наследственности, изучившей механизм наследственности, привело к кризису теории эволюции Дарвина. Ведь генный механизм наследственности не позволяет работать всему механизму естественного отбора, поскольку индивидуально приобретенные в онтогенезе полезные изменения, организма на уровне фенотипа, в процессе приспособления к внешней среде, не передаются и не сохраняются на генетическом уровне. Генетический механизм наследственности оказался т.о. равнодушен к изменчивости и естественному отбору.

Кроме того, с самого начала теория Дарвина подвергалась ожесточенной критике теологии с позиций альтернативной теории креационизма.

Следующим этапом в развитии эволюционизма стало объединение теории эволюции и генетики. В 30-х и 40-х годах прошлого века ученые разработали синтетическую теорию эволюции (СТЭ), которая объединила идею дарвиновского естественного отбора с законами Менделя в популяционной генетике. СТЭ явилась плодом коллективных усилий целого ряда ученых, из которых стоит отметить особо Дж. Холдейна-младшего, С. Райта, Р. Фишера, Н. В. Тимофеева-Ресовского и Ф. Г. Добржанского. По сути, ядром синтетической теории эволюции и основой для дальнейшего синтеза дарвинизма и генетики стала статья С. С. Четверикова «О некоторых моментах эволюционного процесса с точки зрения современной генетики» (1926). Главная эволюционная публикация С. С. Четверикова была переведена на английский язык в лаборатории Дж. Холдейна, но никогда не была опубликована за рубежом. Сегодня современная теория эволюции разделяется большинством биологов, хотя и существуют альтернативные теории, которые мы рассмотрим позднее.

## СИНТЕТИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ ЭВОЛЮЦИИ

В самом широком смысле слова биологическая эволюция — необратимое и в известной мере направленное историческое развитие живой природы от древнейших до современных и будущих форм жизни, сопровождающееся изменением генетического состава популяций, формированием адаптаций, образованием и вымиранием видов, преобразованием экосистем и биосферы в целом. В данном определении в понятие эволюции включаются все формы трансформации биологических видов, как прогрессивные, так и регрессивные.

В более узком значении, термин «биологическая эволюция» включает в себя в основном прогрессивные трансформации биологических организмов: биологическая эволюция — это «...векторизированный, направленный процесс изменения дискретных форм живых организмов на Земле. Он характеризуется адаптациями к абиотической и биотической среде, связанными с ними усложнением и дифференцировкой в онтогенезе живых организмов и как результат последних эволюционным прогрессом.»<sup>1</sup>

Согласно современной синтетической теории эволюции (СТЭ) элементарной единицей эволюции является не биологический вид, а популяция. Современная теория эволюции пересмотрела и углубила представления классической теории эволюции Дарвина о природе и механизме изменчивости.

Сегодня различают **модификационную изменчивость** — способность организмов изменять фенотип под влиянием окружающей среды. Она не связана с изменениями генотипа и не передается по наследству. Второй вид — **генотипическая изменчивость**. Она имеет несколько разновидностей, в том числе комбинативную и мутационную.

**Комбинативная изменчивость** возникает в результате одновременного и независимого действия трёх разных процессов: кроссинговера, независимого расхождения хромосом в мейозе, случайного сочетания гамет при оплодотворении. При ней новые сочетания генов легко возникают и легко разрушаются. Мутационная изменчивость проявляется в относительно редких и случайных, но стойких изменениях генотипа, затрагивающих весь геном, целые хромосомы, их части или отдельные гены. Она может быть полезной, вредной или нейтральной для организма.

На основе пересмотра природы изменчивости СТЭ уточнила механизм биологической эволюции. Механизм биологической эволюции включает в себя два основных компонента: 1.генетический дрейф, вызываемый различными мутациями (мутационная изменчивость), 2.естественный отбор. Первый компонент составляет генетическую основу эволюции, но сам является ненаправленным, случайным процессом. Второй компонент придает генетическому дрейфу момент направленного отбора, обеспечивая

---

<sup>1</sup> Тимофеев-Ресовский Н.В., Воронцов Н.Н., Яблоков А.В. Краткий очерк теории эволюции. — М.,1977, с.58.

сохранение лишь определенных генетических мутаций. Другими словами, мутационный процесс обуславливает многообразие особей в популяции, а естественный отбор способствует закреплению определенных мутаций. Этот процесс носит вероятностный характер длительного постепенного замещения генов.

**Генетический дрейф** - независимый процесс случайного изменения в частоте признаков, происходящий в определенной локальной популяции. Генетический дрейф происходит в результате вероятностных процессов, которые обуславливают случайные изменения в частоте признаков в популяции. Хотя изменения в результате дрейфа и селекции в течение одного поколения довольно малы, различие в частотах накапливаются в каждом последующем поколении и со временем приводят к значительным изменениям в живых организмах. В основе генетического дрейфа лежат случайные генетические мутации.

**Мутация** - случайно возникшие, стойкие изменения генотипа, затрагивающие целые хромосомы, их части или отдельные гены. Мутации могут быть крупными, хорошо заметными, например отсутствие пигмента (альбинизм), отсутствие оперения у кур, короткопалость и др. Однако, чаще всего мутационные изменения - это мелкие, едва заметные отклонения от нормы. Мутации событие достаточно редкое. Частота возникновения отдельных спонтанных мутаций выражается числом гамет одного поколения, несущих определенную мутацию, по отношению к общему числу гамет.

Мутации возникают, в основном, в результате действия двух причин: спонтанных ошибок репликации последовательности нуклеотидов и действия различных мутагенных факторов, вызывающих ошибки репликации. Мутационные факторы среды: физические (ионизирующее и ультрафиолетовое излучение, температура), химические (кислоты, щелочи, соли тяжелых металлов), вызывают в основном генные мутации. Биологические мутагены – некоторые вирусы. Мутации, происходящие в природных условиях, называют спонтанными. Различают в зависимости от того, в каких клетках происходят мутации: а) генеративные мутации – в половых клетках и б) соматические мутации (во всех клетках тела, кроме половых).

По характеру перестройки кариотипа различают следующие виды мутаций: геномные - связаны с изменением числа хромосом. Например, у растений довольно часто обнаруживается полиплоидия - кратное изменение числа хромосом; хромосомные - перестройки хромосом. Участки хромосом (локусы) могут изменить свое положение, т.е. переворачиваться на 180° (инверсии), переноситься на другое плечо хромосомы или вообще на другую хромосому (транслокация), а также утрачивать крупные локусы (делеция), и удвоиться (дупликация); точечные (или генные) мутации - связаны с изменением состава и последовательности нуклеотидов в пределах участка ДНК-гена. Существуют также мутации, связанные с изменениями внеядерных ДНК.

СТЭ выделяет два основных фактора, увеличивающих количество и значение мутаций и, следовательно, генетическое разнообразие внутри популяции, дающее исходный материал для направленного действия естественного отбора: 1. популяционные волны и 2. изоляцию.

**Популяционные волны** - колебания численности особей в популяции, вызванные множеством изменяющихся условий: климатические изменения, природные катастрофы, сокращение питательной базы и др.

**Изоляция** – резкое ограничение скрещивания между собой особей разных популяций, принадлежащих к одному виду. Эволюционное значение изоляции состоит в том, что она ведет к разрыву единого генофонда на несколько изолированных и усиливает генетические различия изолированных популяций.

Сами по себе генетические мутации не ведут к видообразованию, хотя и поставляют элементарный эволюционный материал. Направленное видоизменение и видообразование на основе этого материала обеспечивает другой компонент механизма эволюции – естественный отбор. Естественный отбор - это процесс, в результате которого наследственные признаки, благоприятные для выживания и размножения, распространяются в популяции, а неблагоприятные становятся более редкими. Это происходит потому, что особи с благоприятными признаками размножаются с большей вероятностью, поэтому больше особей следующего поколения имеют те же признаки. Адаптации к окружающей среде возникают в результате накопления последовательных, мелких, случайных изменений.

Различают три формы естественного отбора: а) **движущий отбор**, который проявляется при изменении условий существования. Давление отбора направлено в пользу особей, имеющих отклонения от средней нормы и ведёт к изменению средней нормы определённого признака. В результате его действия происходит смещение средней нормы, возникает новая норма вместо старой, которая перестает отвечать изменившимся условиям; б) **стабилизирующий отбор**, который действует в постоянных условиях существования и его давление направлено против особей, имеющих отклонения от средней нормы. Его воздействие охраняет среднюю норму от воздействия мутаций; в) **дизруптивный (разрывающий) отбор** действует в изменяющихся условиях и направлен против особей, имеющих среднюю выраженность признака в пользу особей, обладающих крайними отклонениями признака. В результате этого возникает разрыв средней нормы и образование двух новых средних норм, вместо одной старой, которая перестала соответствовать окружающей среде.

Итак, согласно СТЭ популяции являются подвижными, динамическими системами, испытывающими непрерывное и неравновесное воздействие эволюционных факторов (мутационного процесса, популяционных волн, полной или частичной изоляции, естественного отбора). Каждая популяция обладает определенным мобилизационным резервом внутривидовой

изменчивости, который включается эволюционными факторами. Итогом этой постепенной изменчивости является видообразование.

По характеру отношения между новыми и старыми видами выделяют несколько способов видообразования. Первый - монофилетический способ, при котором вид А преобразуется в вид Б, а число видов не меняется. Второй - гибридогенный способ: слияние двух существующих видов А и В и образование третьего вида С. При этом могут исчезнуть родительские виды и число видов уменьшится. Третий способ – дивергентный. Дивергентный путь – истинное видообразование, т. к. из одного родительского вида появляются несколько новых видов.

Выделяют разные способы видообразования также и по пространственно-временному характеру этого процесса: 1.аллопатрическое видообразование связано с пространственной изоляцией и носит постепенный длительный характер, 2.симпатрическое видообразование - быстрое изменение без пространственного разделения. При последнем новые виды чаще всего близки морфологически к исходным видам, однако, отличаются по хромосомным наборам.

В современной теории эволюции различают две основные формы эволюции: 1.микроэволюция и 2.макроэволюция. **Микроэволюция** – процесс видообразования в результате изменения генофонда популяции. Она протекает на ограниченных территориях за относительно недолгое время. Это эволюция на популяционно-видовом уровне.

**Макроэволюция** – процесс изменения и формирования крупных систематических групп: типов, классов, отрядов. При характеристике макроэволюции используются категории биологический прогресс и биологический регресс. Критерии биологического прогресса: 1.рост численности таксона, 2.возрастание его приспособленности к окружающей среде, 3.расширение ареала распространения таксона, 4.рост многообразия дочерних групп, составляющих таксон. Критерии биологического регресса: 1.уменьшение численности таксона, 2.ухудшение приспособленности к окружающей среде, 3.сокращение ареала, 4.сокращение многообразия дочерних групп, образующих таксон. В предельном случае биологический регресс ведет к исчезновению таксона.

По направленности эволюционного процесса в макроэволюции выделяют три главных направления: арогенез, аллогенез и катагенез. Первые два направления можно отнести к линиям биологического прогресса, хотя аллогенез является относительным прогрессом. Третье направление относится к биологическому регрессу.

**Арогенез** – эволюционное направление, ведущее к ароморфозу. Ароморфоз - эволюционное изменение строения, приводящее к общему повышению уровня организации организмов. Ароморфоз — это расширение жизненных условий, связанное с усложнением организации и повышением жизнеспособности организма. Арогенез связан с приобретением крупных

морфологических изменений и ведет к усилению дифференциации таксона, способствует появлению новых крупных групп: типов, классов, отрядов.

**Аллогенез** – эволюционное направление, сопровождающееся появлением алломорфозов или идиоадаптаций. Идиоадаптация – морфофизиологическое приспособление к специальным условиям среды, полезное в борьбе за существование, но не изменяющее уровня организации.

Связь между арогенезом и аллогенезом обусловлена тем, что арогенез в качестве макроэволюционного процесса не может быть непрерывным, поскольку в этом случае утрачивается преемственность, и адаптации для организмов (таксонов) оказываются невозможными. Поэтому в качестве постоянного эволюционного процесса арогенез может мыслиться только как некая идеальная линия, составленная из развития разных таксонов. После возникновения ароморфозов и особенно при выходе группы организмов в новую среду обитания происходит приспособление отдельных популяций к условиям существования.

**Катагенез** – эволюционное направление, ведущее к упрощению организации, или дегенерации. Эволюционная дегенерация обычно связана с исчезновением органов активной жизнедеятельности, с переходом к паразитическому или сидячему образу жизни.

По соотношению таксонометрических единиц выделяют следующие формы макроэволюции: конвергенция, дивергенция, параллелизм.

На уровне микроэволюции **дивергенция** (от средневекового лат. *divergo* — отклоняюсь) — расхождение признаков и свойств у первоначально близких групп организмов в ходе эволюции, результат обитания в разных условиях и неодинаково направленного естественного или искусственного отбора. Применительно к макроэволюции дивергенция означает разделение крупных таксонов на многочисленные подчиненные подтаксоны. Именно дивергенция объясняет процесс образования крупных (надвидовых) систематических групп и возникновение разрывов между ними.

**Конвергенция** – формирование сходных признаков у разных таксонометрических групп в результате приспособления к сходным или одинаковым условиям окружающей среды. Конвергенция, однако, всегда является ограниченной сходством лишь тех признаков, которые непосредственно связаны с конкретными условиями окружающей среды, но не ведет к полному морфофизиологическому слиянию таксонометрических групп. **Параллелизм** – форма конвергентного развития, свойственного для генетически близких групп организмов.

В современной теории эволюции установлены следующие основные закономерности (правила или принципы) эволюции: 1.необратимость эволюции, 2.неравномерность эволюции, 3.закон лидера эволюции, 4.чередование главных направлений эволюции, 5.прогрессирующая специализация, 6.закон молекулярных часов эволюции, 7.разнонаправленность эволюции.

**Закон неравномерности эволюции** состоит в том, что в разные периоды времени (геологические эпохи) эволюция идет с разной скоростью. Также различна скорость эволюции различных биологических видов. Крайне медленно, например, эволюционируют плеченогие, а крайне быстро – человек.

**Закон необратимости эволюции** состоит в том, что группа организмов не может вернуться к прежнему состоянию, уже осуществившемуся в ряду их предков. Основной причиной необратимости эволюции является невозможность полного повторения прошлого генотипа, хотя отдельные обратные мутации отдельных генов возможны. Вследствие этого закона старые, исчезнувшие виды вновь не возрождаются, а многие ветви эволюции представляют тупиковые направления.

**Закон лидера эволюции** состоит в том, что на каждом этапе макроэволюции определенная систематическая группа составляет ароморфозную вершину эволюционного процесса, она же, как правило, доминирует над всеми остальными систематическими группами живых организмов.

**Закон чередования направлений эволюции** состоит в том, что в процессе эволюции периодически меняются его главные направления – ароморфоз и аллогенез.

**Закон прогрессирующей специализации** состоит в том, что группа, ставшая на путь специализации, как правило, в дальнейшем будет развиваться по пути все более глубокого приспособления к более узким условиям существования.

**Закон разнонаправленности эволюции** состоит в том, что в этом процессе всегда сочетаются противоположные направления биологического прогресса, как перехода от простых форм к сложным, и регресса, как перехода от сложных форм к простым.

**Закон молекулярных часов эволюции** состоит в том, что скорость эволюции любого конкретного белка постоянна и одинакова в разных филогенетических линиях. Она выражается в числе аминокислотных замен в год на данную позицию в белке. Это дает возможность вычислить абсолютное время существования того или иного вида, установить момент дивергенции видов и более крупных систематических групп: так, например, общий предок человека и карпа существовал 400 млн. лет назад, собаки и человека – 70 млн. лет назад, человека и шимпанзе – 5-10 млн. лет назад.

#### 4. Экология

Экология, возникшая как наука в XX веке, является одним из относительно молодых и быстроразвивающихся разделов биологии. В то же время ее можно отнести к фундаментальным концепциям современной биологии. В понимании предмета экологии сложилось три подхода. Первый подход определяет экологию (от греч. οίκος — дом, жилище, хозяйство,

обиталище, местообитание, родина и λόγος — понятие, учение, наука) как науку об отношениях живых организмов и их сообществ между собой и с окружающей средой. Термин впервые предложил немецкий биолог Эрнст Геккель в 1866 году в книге «Общая морфология организмов» («Generelle Morphologie der Organismen»).

Современное значение слова экология имеет более широкое значение, чем в первые десятилетия развития этой науки. Более того, чаще всего под экологическими вопросами понимаются, прежде всего, вопросы охраны окружающей среды. Во многом такое смещение смысла произошло благодаря все более ощутимым последствиям влияния человека на окружающую среду, однако необходимо разделять понятия ecological (англ., относящееся к науке экологии) и environmental (англ., относящееся к окружающей среде).

Третий подход определяет экологию как биологическую науку, которая исследует структуру и функционирование систем надорганизменного уровня (популяции, сообщества, экосистемы) в пространстве и времени, в естественных и измененных человеком условиях. Это определение дано на V Международном экологическом конгрессе (1990) с целью противодействия размыванию понятия экологии, наблюдаемому в настоящее время.

Очевидно, что именно третье определение экологии является наиболее фундаментальным и позволяет выделить специфический предмет экологии. В то же время это определение включает в себя первое и второе, а также позволяет выделить главные внутридисциплинарные направления современной экологии: 1. динамическую экологию, 2. аналитическую экологию, 3. общую экологию (биоэкологию), 4. геоэкологию, 5. прикладную экологию, 6. социальную экологию.

В свою очередь, биоэкология делится на два раздела: 1. раздел, связанный с делением живой природы на основные царства и 2. раздел, связанный с делением на уровни организации жизни. Первый раздел включает в себя: экологию растений, экологию животных, экологию микроорганизмов, экологию водных организмов. Второй раздел включает в себя: популяционную экологию, биогеоценологию, глобальную экологию (учение о биосфере).

Геоэкология делится по территориям и климатическим зонам Земли. Прикладная экология включает в себя промышленную и сельскохозяйственную экологию, медицинскую экологию, химическую экологию и т.п.

Фундаментальным базисом экологии в целом является глобальная экология или учение о биосфере, которые мы и рассмотрим здесь. Биосфера (от греч. βίος — жизнь и σφαῖρα — сфера, шар) — оболочка Земли, заселённая живыми организмами, находящаяся под их воздействием и занятая продуктами их жизнедеятельности; «пленка жизни»; глобальная экосистема Земли. Термин «биосфера» был введён в биологии Жаном-Батистом Ламарком в начале XIX в., а в геологии предложен австрийским

геологом Эдуардом Зюссом в 1875 году. Целостное учение о биосфере создал русский биогеохимик и философ В. И. Вернадский. Он впервые отвёл живым организмам роль главной преобразующей силы планеты Земля, учитывая их деятельность не только в настоящее время, но и в прошлом.

Биосфера располагается на пересечении верхней части литосферы и нижней части атмосферы и занимает всю гидросферу. Границы биосферы: верхняя граница в атмосфере: 15—20 км. Она определяется озоновым слоем, задерживающим коротковолновое УФ-излучение, губительное для живых организмов; нижняя граница в литосфере: 3,5—7,5 км. Она определяется температурой перехода воды в пар и температурой денатурации белков, однако в основном распространение живых организмов ограничивается вглубь несколькими метрами; нижняя граница в гидросфере: 10—11 км. Она определяется дном Мирового Океана, включая донные отложения.

Биосферу слагают следующие типы веществ. Во-первых, это живое вещество — вся совокупность тел живых организмов, населяющих Землю, физико-химически единая, вне зависимости от их систематической принадлежности. Масса живого вещества сравнительно мала и оценивается величиной  $2,4-3,6 \cdot 10^{12}$  т (в сухом весе) и составляет менее  $10^{-6}$  массы других оболочек Земли. Но это одна «из самых могущественных геохимических сил нашей планеты», поскольку живое вещество не просто населяет биосферу, а преобразует облик Земли. Живое вещество распределено в пределах биосферы очень неравномерно.

Во-вторых, это **биогенное вещество** — вещество, создаваемое и перерабатываемое живым веществом. На протяжении органической эволюции живые организмы тысячекратно пропустили через свои органы, ткани, клетки, кровь всю атмосферу, весь объём мирового океана, огромную массу минеральных веществ. Эту геологическую роль живого вещества можно представить себе по месторождениям угля, нефти, карбонатных пород и т. д.

В-третьих, это **биокосное вещество** (твёрдое, жидкое и газообразное), которое создается одновременно живыми организмами и естественными природными процессами. Таковы почва, ил и т. п.

В четвертых, это **косное вещество**, в образовании которого живые организмы не участвуют: геологические образования, вещество, находящееся в радиоактивном распаде; рассеянные атомы, непрерывно создающиеся из всякого рода земного вещества под влиянием космических излучений; вещество космического происхождения.

Биосфера является сложной структурированной системой. Основными ее структурными единицами являются биоценозы, биогеоценозы, биомы, экосистемы. **Биоценоз** (от греч. βίος — «жизнь» и κοινός — «общий») - исторически сложившаяся совокупность растений, животных, микроорганизмов, населяющих участок суши или водоёма (биотоп) и характеризующихся определёнными отношениями как между собой, так и с абиотическими факторами окружающей среды. **Биотоп** – пространство,

имеющее однородные абиотические условия и занимаемое определенным биоценозом. **Биогеоценоз** – единство биоценоза и биотопа. По определению В. Н. Сукачева, биогеоценоз (от греч. *bios* — жизнь, *ge* — Земля, *ценоз* — общество) — это совокупность однородных природных элементов (атмосферы, горной породы, растительности, животного мира и мира микроорганизмов, почвы и гидрологических условий) на определённом участке поверхности Земли. Контур биогеоценоза устанавливается по границе растительного сообщества (фитоценоза).

**Биом** — более крупная, чем биоценоз, биосистема, включающая в себя множество тесно связанных биоценозов. Так, в определении Ю. Одум, биом — «термин, определяющий крупную региональную или субконтинентальную биосистему, характеризующуюся каким-либо основным типом растительности или другой характерной особенностью ландшафта». Существует несколько классификаций биомов, включающих от 10 до 32 типов. Распределение биомов происходит по принципу широтной и вертикальной зональностей.

**Экосистема** - (от греч. *oikos* — жилище, местопребывание и система), природный комплекс (биокосная система), образованный живыми организмами (биоценоз) и средой их обитания (косной, например атмосфера, или биокосной — почва, водоём и т. п.), связанными между собой обменом веществ и энергии. Это одно из основных понятий экологии, приложимое к объектам разной сложности и размеров. Любую экосистему прежде всего можно разделить на совокупность организмов и совокупность неживых (абиотических) факторов окружающей природной среды. В свою очередь экотоп состоит из климата во всех многообразных его проявлениях и геологической среды (почв и грунтов), называемой эдафотопом. Эдафотоп — это то, откуда биоценоз черпает средства для существования и куда выделяет продукты жизнедеятельности. Структура живой части биогеоценоза определяется трофоэнергетическими связями и отношениями, в соответствии с которыми выделяют три главных функциональных компонента: комплекс автотрофных организмов-продуцентов, обеспечивающих органическим веществом и, следовательно, энергией остальные организмы (фитоценоз (зеленые растения), а также фото- и хемосинтезирующие бактерии); комплекс гетеротрофных организмов-консументов, живущих за счёт питательных веществ, созданных продуцентами; во-первых, это зооценоз (животные), во-вторых, бесхлорофилльные растения; комплекс организмов-редуцентов, разлагающих органические соединения до минерального состояния (микробиоценоз, а также грибы и прочие организмы, питающиеся мертвым органическим веществом).

Термины «экологическая система» и «биогеоценоз» не являются синонимами. Экосистема — это любая совокупность организмов и среды их обитания, в том числе, например, горшок с цветком, муравейник, аквариум, болото, пилотируемый космический корабль. Биоценозы — это только природные образования. Однако биоценоз в полной мере может

рассматриваться как экосистема. Таким образом, понятие «экосистема» шире и полностью охватывает понятие «биогеоценоз», или «биогеоценоз» — это частный случай «экосистемы».

**Биомы** — наиболее крупные наземные экосистемы, соответствующие основным климатическим зонам Земли (пустынные, травянистые, лесные); водные экосистемы — основные экосистемы, существующие в водной сфере (гидросфере). Иногда в литературе встречается близкая, но менее четкая классификация, прежде всего выделяющая влажные тропические леса, саванны, пустыни, степи, леса умеренного пояса, хвойные леса (тайгу), тундру.

Каждый биом включает в себя ряд меньших по размеру, связанных между собой экосистем. Одни из них могут быть очень крупными, площадью в миллионы квадратных километров, другие — мелкими, например, небольшой лесок. Важно то, что любую экосистему можно определить как более или менее специфическую группировку растений и животных, взаимодействующих друг с другом и со средой. Так, легко выделить множество типов водных экосистем (ручьи, реки, озера, пруды, болота и др.) или подразделить океаны на отдельные экосистемы (коралловые рифы, континентальный шельф, абиссаль). Четкие границы между экосистемами встречаются редко, обычно между ними находится зона со своими особенностями.

Связь основных систематических групп живых организмов в биосфере характеризуют с помощью экологических пирамид. Экологическая пирамида — графические изображения соотношения между продуцентами, консументами и редуцентами в экосистеме. Выражается она в единицах массы (пирамида биомасс), в числе особей (пирамида чисел Элтона), в заключенной в особях энергии (пирамида энергий). Существует основное правило экологической пирамиды: количество растительного вещества, служащего основой цепи питания, примерно в 10 раз больше, чем масса растительоядных животных, и каждый последующий пищевой уровень также имеет массу, в 10 раз меньшую. Общая структура экологической пирамиды представлена в **Рисунке 1 «Экологическая пирамида»**. Экологические пирамиды составляются отдельно для каждой специфической экосистемы. Примеры основных разновидностей экологических пирамид представлены в **Рисунке 2 «Основные виды экологических пирамид»**.

Основные процессы, происходящие на глобальном биосферном уровне: биогеохимический цикл, биогеологическая эволюция, пищевые (трофические) цепи и биотические связи живых организмов.

**Биогеохимический цикл** — круговорот химических веществ из неорганической природы через живые организмы обратно в неорганическую природу. Эта биогенная миграция атомов совершается с использованием солнечной энергии и энергии химических реакций и проявляется в процессе обмена веществ, росте и размножении организмов. Термин «биогеохимический цикл» введен в 10-х гг. 20 в. В. И. Вернадским. Все

биогеохимические циклы в природе взаимосвязаны и составляют динамическую основу существования жизни. Движущими силами биогеохимических циклов служат потоки энергии Солнца (более широко — космоса) и деятельность живого вещества (совокупности всех живых организмов), приводящие к перемещению огромных масс химических элементов, концентрированию и перераспределению аккумулированной в процессе фотосинтеза энергии. Благодаря фотосинтезу и непрерывно действующим циклическим круговоротам биогенных элементов создаётся устойчивая организованность биосферы Земли, осуществляется её нормальное функционирование.

Нормальные (ненарушенные) биогеохимические циклы в биосфере не являются замкнутыми, хотя степень обратимости годовых циклов важнейших биогенных элементов достигает 95—98%. Неполная обратимость (незамкнутость) — одно из важнейших свойств биогеохимических циклов имеющее планетарное значение. За всю историю развития биосферы (3,5—3,8 млрд. лет) доля вещества, выходящая из биосферного цикла (длительностью от десятков и сотен до нескольких тыс. лет) в геологический цикл (длительностью в млн. лет), обусловила биогенное накопление кислорода и азота в атмосфере, различных химических элементов и соединений в земной коре.

Глобальный характер хозяйственной деятельности человека приводит к качественным изменениям в естественной биогеохимической цикличности природных процессов биосферы. По ряду параметров масштабы антропогенных воздействий сопоставимы с количеством веществ, вовлечённых в нормальные биогеохимические циклы. Техногенные продукты, поступающие в биосферу, перегружают нормальное её функционирование и выпадают частично или полностью из системы устойчивых биогеохимических циклов. Возникает новый тип техногенных геохимических аномалий, называемых «неоаномалиями» или «антропоаномалиями». Они формируются на нормальном биогеохимическом фоне в чрезвычайно короткие сроки и охватывают не только живое вещество, но и биокосные тела биосферы (атмосферу, почвы, природные воды), проникают в глубокие горизонты земной коры. Происходит нарушение отлаженных во времени природных биогеохимических циклов биосферы.

Для ряда элементов и соединений биогеохимические циклы становятся природно-антропогенными (циклы тяжёлых металлов, азота, серы, фосфора, калия и др.). Некоторые создаваемые человеком материалы (пластмассы, детергенты и др. продукты химического синтеза) не включаются в природные и природно-антропогенные циклы и не перерабатываются в биосфере.

Биогеохимический цикл включает в себя несколько годовых круговоротов основных химических веществ, обеспечивающих существование жизни на Земле (органогенных химических элементов): цикл воды, цикл кислорода, цикл углерода, цикл азота, цикл серы, цикл фосфора.

Пищевая цепь, трофическая цепь, - взаимоотношения между организмами, через которые в экосистеме происходит трансформация вещества и энергии; группы особей (бактерии, грибы, растения и животные), связанные друг с другом отношением пища - потребитель. В качестве звеньев трофической цепи выступают группы организмов, например, конкретные биологические виды. Связь между двумя звеньями устанавливается, если одна группа организмов выступает в роли пищи для другой группы. Первое звено цепи не имеет предшественника, то есть организмы из этой группы в качестве пищи не используют другие организмы в качестве пищи, являясь продуцентами. Чаще всего на этом месте находятся растения, грибы, водоросли. Организмы последнего звена в цепи не выступают в роли пищи для других организмов.

В трофической цепи при переносе потенциальной энергии от звена к звену большая её часть (до 80-90%) теряется в виде теплоты. Поэтому число звеньев (видов) в трофической цепи обычно не превышает 4-5 и, очевидно, чем длиннее трофическая цепь, тем меньше продукция её последнего звена по отношению к продукции начального.

Соотношение между массами отдельных звеньев пищевой цепи определяется резким уменьшением каждого более высокого звена по отношению к предшествующему. Эта закономерность носит название правила экологической пирамиды. Так, например, на 1 тыс. кг. растений образуется 100 кг. тела травоядных животных. Хищники могут построить из этих 100 кг. массы тела травоядных животных лишь 10 кг. своего тела, а вторичные хищники лишь 1 кг.

В состав пищи каждого вида входит обычно не один, а несколько или много видов, каждый из которых в свою очередь может служить пищей нескольким видам. Поэтому трофические взаимоотношения видов в природе точнее передаются термином трофическая сеть (или паутина). Однако представление о трофической цепи сохраняет своё значение, когда оказывается возможным разнести всех членов сообщества по отдельным звеньям цепи - трофическим уровням.

Существует два основных типа трофических цепей - пастбищные и детритные. В **пастбищной трофической цепи** (цепь выедания) основу составляют автотрофные организмы, затем идут потребляющие их растительноядные животные (например, зоопланктон, питающийся фитопланктоном), потом хищники (консументы) 1-го порядка (например, рыбы, потребляющие зоопланктон), хищники 2-го порядка (например, судак, питающийся другими рыбами). Особенно длинны трофические цепи в океане, где многие виды (например, тунцы) занимают место консументов 4-го порядка.

В **детритных трофических цепях** (цепи разложения), наиболее распространенных в лесах, большая часть продукции растений не потребляется непосредственно растительноядными животными, а отмирает, подвергаясь затем разложению сапротрофными организмами и

минерализации. Таким образом, детритные трофические цепи начинаются от детрита, идут к микроорганизмам, которые им питаются, а затем к детритофагам и к их потребителям - хищникам. В водных экосистемах (особенно в автотрофных водоемах и на больших глубинах океана) значительная часть продукции растений и животных также поступает в детритные трофические цепи. Наземные детритные цепи питания более энергоёмки, поскольку большая часть органической массы, создаваемая автотрофными организмами, остается невостребованной и отмирает, формируя детрит. В масштабах планеты, на долю цепей выедания приходится около 10% энергии и веществ, запасенных автотрофами, 90% же процентов включается в круговорот посредством цепей разложения.

В экосистемах отношения биологических видов не исчерпываются трофическими цепями. Они включают в себя также многочисленные и многообразные биотические связи. Биотические связи могут быть прямыми и косвенными. Прямые связи осуществляются при непосредственном влиянии одного организма на другой. Косвенные связи проявляются через влияние на внешнюю среду или другой вид.

Биотические связи делят на три группы: симбиоз (сотрудничество видов), нейтрализм (сожительство или сосуществование без положительного или отрицательного воздействия видов друг на друга), антибиоз (отрицательное воздействие видов друг на друга).

**Симбиоз** (от греч. *συμ-* — «совместно» и *βίος* — «жизнь») — это взаимовыгодное сосуществование представителей разных биологических видов. Симбиоз имеет три формы: 1) мутуализм, когда партнеры-виды не могут жить друг без друга и оба получают равную пользу; 2) кооперация, когда совместное существование выгодно обоим видам, но не обязательно, 3) комменсализм, когда один из видов приносит другому пользу, а сам от него не получает ни вреда ни пользы. Комменсализм имеет в свою очередь три вида: квартиранство, сотрапезничество, нахлебничество. При квартиранстве один вид использует другой в качестве жилья или убежища. Например, некоторые жгутиконосцы обитают в кишечнике млекопитающих. Сотрапезничество – потребление сотрудничающими видами разных частей или веществ одного и того же пищевого ресурса. Нахлебничество - потребление одним видом остатков пищи другого. Например, в извилах раковины рака-отшельника обитает кольчатый червь из рода *Nereis*, питающийся остатками пищи рака.

В природе встречается широкий спектр примеров взаимовыгодного симбиоза. От желудочных и кишечных бактерий, без которых было бы невозможно пищеварение, до растений (зачастую орхидеи), чью пыльцу может распространять лишь один, определённый вид насекомых. Такие отношения успешны всегда, когда они увеличивают шансы обоих партнёров на выживание.

**Антибиоз** (от греч. *anti* против, *bios* жизнь) — антагонистические отношения видов, когда один организм ограничивает возможности другого,

вплоть до невозможности сосуществования организмов. Термин введён микробиологом Зельманом Ваксмэном в 1942 году. Пример — отношения молочнокислых и гнилостных бактерий.

Антибиоз имеет четыре формы: 1) хищничество, 2) конкуренция, 3) паразитизм, 4) аменсализм. Хищничество – такие отношения между видами, при которых один вид питается представителями другого вида. Конкуренция – биотические связи, при которых организмы или виды соперничают друг с другом (ведут борьбу) за одни и те же ограниченные жизненные ресурсы (и прежде всего, за пищевые ресурсы). Конкуренция делится на два вида: внутривидовую и межвидовую. Паразитизм – тип антибиоза, при котором представители одного вида используют питательные вещества или ткани особей другого вида, а также его самого в качестве временного или постоянного местопребывания. При этом хозяин погибает не сразу, но испытывает угнетение. Различают эктопаразитов, живущих на жертве (блохи, вши, клещи) и эндопаразитов, живущих внутри организма хозяина (вирусы, бактерии, глисты). Аменсализм – тип антибиоза, при котором один из совместно обитающих видов угнетает другой, не получая при этом для себя и вреда, ни пользы.

**Нейтрализм** - биотические связи, при которых совместно обитающие организмы не влияют друг на друга ни положительно, ни отрицательно. В природе нейтрализм встречается крайне редко.

Глобальным процессом, происходящим в биосфере является ее эволюция, сопряженная с геологической эволюцией или геологической историей Земли. Этот процесс изучается экологией на стыке с палеонтологией. Суть биогеоэволюции биосферы состоит в смене биосферных систем – глобальных экосистем Земли, каждой из которых присущ свой специфический видовой состав живых организмов, свои специфические трофические цепи и биогеоценозы, свои биогеохимические циклы. Каждая биосферная система оставляет свой геологический след в истории Земли и дает начало, создает зародыш новой биосферной системы. На переход от одной биосферной системы к другой ключевое влияние оказывают крупные геологические события.

Глобальная биосферная эволюция – новое направление исследований, в котором пока еще больше белых пятен и вопросов, чем установленных фактов и ответов. Однако, соответственно общепринятой современной геохронологии некоторые этапы глобальной эволюции биосферы уже установлены. Соответственно этим этапам можно выделить следующие исторические типы биосферных систем или глобальных экосистем Земли. (см. **Рисунок 3. «Геохронологическая шкала»** и **Таблицу 3. «Геохронологическая шкала и эволюция жизни»**)

Первый этап – 3,8 млрд. лет назад по 542 млн. лет занял весь докембрийский период, разделяющийся на архей (3,8– 2,5 млрд. лет назад) и протерозой (2,5 млрд. лет назад – 542 млн. лет назад). Биосферную систему этого периода можно назвать **«системой простейшей водной жизни»**, т.к.

она характеризуется только морской локализацией жизни. Жизнь представлена вначале только одноклеточными организмами. Первыми одноклеточными были гетеротрофные одноклеточные, питавшиеся органическими веществами, растворенными в мировом океане. Их жизненный цикл был анаэробным без включения в него кислородного окисления. Анаэробы — организмы, получающие энергию при отсутствии доступа кислорода путем ускоренного, но не полного расщепления питательных веществ. Позднее возникли первые фотосинтезирующие одноклеточные организмы — сине-зеленые водоросли (цианеи). Аэробный цикл этих водорослей предполагал поглощение из атмосферы углекислого газа и выделение кислорода. Если в начале первого этапа в атмосфере Земли содержание кислорода составляло лишь 1%, то к концу этого этапа оно достигло 21%. Главными событиями этого самого длительного периода, известными современной науке, были кислородная катастрофа в период Сидерия (2,5 – 2,3 млрд. лет назад), появление многоклеточных растений (водорослей) в период Эктазия (1,4-1,2 млрд. лет назад), одно из самых масштабных оледенений Земли в период Криогения (850-635 млн. лет назад) и появление первых морских многоклеточных животных в период Эдиакария (635-542 млн. лет назад).

Второй этап мы назовем **«Кембрийской биосферной системой»**. Она существовала в течение всей палеозойской эры (542-251 млн. лет назад), начиная от Кембрийского периода (542-488 млн. лет назад), когда произошел т.н. «Кембрийский взрыв» — появление большого количества новых биологических видов и заканчивая Пермским периодом (299-251 млн. лет назад), когда произошло т.н. «Массовое Пермское вымирание», в результате которого погибло 95% всех живых существ на Земле. Для этой системы характерно не только большое разнообразие многоклеточных водных организмов животных и растений, но и выход растений на сушу в конце Силурийского периода (443-416 млн. лет назад), и выход животных на сушу в Девонском периоде (416-360 млн. лет назад), появление большого разнообразия земноводных и рыб, насекомых и первых рептилий. Соответственно в этой биосферной системе сложилась новая, гораздо более сложная система биогеоценозов, трофических цепей и биотических связей.

Третий этап можно назвать **«системой рептилий»**. Он продолжался в течении Мезозойской эры (251-65 млн. лет назад). Доминирующим классом живых организмов в этот период были рептилии, а из рептилий класс динозавров. Динозавры (лат. Dinosauria, от др.-греч. δεινός — страшный, ужасный, опасный и σαῦρος — ящер, ящерица) — наземные позвоночные животные, доминировавшие на нашей планете в мезозойскую эру — в течение более 160 миллионов лет, начиная с позднего Триасового периода (приблизительно 230 млн. лет назад) до конца Мелового периода (около 65 млн. лет назад), когда большинство из динозавров стали вымирать на стыке мелового и третичного периодов — во время крупномасштабного массового исчезновения животных и многих разновидностей растений в геологически

относительно короткий период времени (Великое вымирание видов). На этом этапе в конце Юрского периода появились птицы, а в меловом периоде млекопитающие.

Четвертый этап – **«современная или Кайнозойская биосферная система»** (65 млн. лет назад – по наше время), в которой господствующим биологическим классом являются млекопитающие. Главным событием этого этапа является появление человека и общества (5-1млн. лет назад). В результате деятельности человека, начиная с эпохи формирования цивилизаций – 5-6 тыс. лет назад происходит все ускоряющееся и все усиливающее воздействие человечества на современную биосферную систему, разрушающее ее стабильность, нарушающее ее сложившиеся биогеоценозы. Вследствие этого современная биосферная система становится всё более неустойчивой. Возникает реальная угроза трагичных для человечества преждевременных изменений состояния биосферы. Радикальные изменения современной биосферной системы могут быть вызваны не только деятельностью человека, но и глобальными геологическими изменениями (катастрофами) или космическими факторами (падение астероида и т.п.). Поскольку современная биосферная система составляет жизненную среду человека, постольку человечество должно позаботиться о ее сохранении. С другой стороны, любая биосферная система находится в относительном равновесии, но, поскольку она является открытой неравновесной системой, постольку процесс ее эволюции не может остановиться. Обеспечение коэволюции современной биосферной системы и человечества является основным условием сохранения человека и всей современной биосферной системы.

В развитии биосферной системы можно выделить еще один аспект. Человечество в связи с выходом в космос и началом освоения других космических тел (Луны, Марса и т.д.), в перспективе сталкивается с задачей создания полностью автономной искусственной биосферы. Рассматривается возможность создания (пока в далеком будущем) внеземной биосферы на других планетах при помощи терраформирования.

## Тема 5. ФИЛОСОФСКИЕ ПРОБЛЕМЫ БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК

- 1.Философские вопросы биологии
- 2.Проблема происхождения жизни
- 3.Проблемы современной теории эволюции
- 4.Проблемы палеобиологии
- 5.Криптобиология

### 1.Философские вопросы биологии

Философские вопросы биологии можно разделить на четыре группы: 1.онтологические вопросы, 2.методологические вопросы, 3.аксиологические вопросы и 4.праксиологические вопросы.

К **онтологическим вопросам** биологии относятся: 1.определение сущности жизни и других фундаментальных категорий биологии, 2.проблемы биосистематики и биоиерархии, 3.проблемы теоретического воспроизводства генезиса и истории жизни, 5.построение общей теоретической модели живой природы, т.е. создание современной теоретической биологии или единой теории жизни.

К **методологическим вопросам** относятся: 1.исследование структуры, природы и особенностей биологического знания, 2.анализ средств и методов биологического познания, 3.анализ истории и логики развития биологического знания, 4.классификация и систематизация биологического знания, 5.развитие парадигм биологического знания.

К **вопросам аксиологии** относятся: 1.место биологии в системе науки и культуры, 2.мировоззренческая интерпретация биологического знания, 3.нравственные проблемы развития биологии.

К **праксиологическим вопросам** относятся: 1.взаимодействие биосферы и человечества, 2.экологическая безопасность современных биотехнологий, 3.вопросы общественной организации биологического познания.

Здесь мы остановимся на трех наиболее актуальных сегодня фундаментальных онтологических проблемах современной биологии – проблеме сущности жизни, проблеме единой теории жизни и проблеме биосистематики.

Определение сущности жизни – основной фундаментальной категории биологии является сегодня не до конца решенной проблемой. Каковы основания этого тезиса? Во-первых, не существует единого общепризнанного определения жизни. Все существующие многообразные определения жизни состоят в перечислении определенного набора свойств жизни. Но не определены фундаментальные философские основания формирования этого списка свойств. Поэтому этот список является по сути эмпирическим, а не теоретическим и несет в себе момент произвольности.

Во-вторых, существуют реальные затруднения в проведении конкретной грани живого и неживого. В-третьих, многие свойства, приписываемые живым телам, можно обнаружить и у неживых тел. В-четвертых, есть формы жизни, которые не обладают полным списком свойств, приписываемых живому. В-пятых, существуют реальные трудности подведения всех многообразных форм жизни под единое определение. В-шестых, это проблема отнесения к жизни саморазвивающихся открытых, неравновесных информационных систем. В-седьмых, многие существующие определения жизни неравноценны. Они страдают односторонностью или неразборчивым эклектицизмом, т.к. даются в рамках разнообразных концептуальных и дисциплинарных подходов. В-восьмых, по мере углубления и расширения знаний о формах жизни меняется и общая концепция жизни, понимание ее сущности и свойств.

В связи со всеми этими трудностями существуют попытки при определении сущности жизни использовать принцип дополнительности, сочетающий разные подходы к этой проблеме. Однако, в данном случае этот принцип вряд ли оправдан, поскольку он не устраняет главной проблемы – отсутствия единого фундаментального определения категории жизнь, а, напротив, узаконивает многообразие определений.

Все, что сказано о проблеме определения сущности жизни может быть отнесено и к определению многих других фундаментальных категорий биологии. Многие определения фундаментальных понятий биологии либо страдают внутренней противоречивостью, либо недостаточной теоретичностью. Они носят характер не теоретических категорий, а эмпирических описаний, не определяющих сущность предмета, а лишь описывающих область явлений, составляющих предмет данного понятия.

Несмотря на громадные реальные успехи и достижения, и сегодня теоретическая биология находится в стадии становления. Ее главная проблема и задача – создание единой теории живого. Формальная структура этой единой теории жизни должна состоять, как нам кажется, из таких блоков: а) теория микрочастиц жизни: белки, гены и их биохимическое взаимодействие в клетках, б) теория иерархического строения или уровней организации жизни: от молекулярного уровня до глобальной экологии; в) теория происхождения и эволюции жизни, г) теория происхождения человека и взаимодействия человечества и биосферы.

Единую теорию жизни нельзя создать, не решив два принципиальных вопроса – о происхождении жизни и о происхождении человека, а также, не уточнив сущность биологической эволюции и всей истории жизни на Земле. А эти вопросы пока не имеют однозначного и убедительно обоснованного решения в современной биологии. Кроме того, еще многие блоки единой теории жизни не разработаны до конца, а лишь находятся в стадии становления.

Тем не менее, в течение XX века проблема построения единой теории жизни (создания теоретической биологии) была осознана сообществом

биологов. Были разработаны три основные стратегии решения этой фундаментальной онтологической проблемы современной биологии: 1. физикализм, 2. системность и 3. историзм. Стратегия физикализма предполагала построить теоретическую биологию на базе открытия нового физического закона или принципа движения живой материи.

Стратегия системности предполагала построить теоретическую биологию на основе общей теории систем. Стратегия историзма предполагала положить в основу теоретической биологии теорию эволюции.

Однако, все эти стратегии не привели к желаемому результату и выявили свои ограничения. В конце XX века сформировалась новая стратегия создания единой теории жизни, связанная с информационным подходом, который кладет в основу теоретической биологии теорию информации, в контексте которой интерпретируются биологические явления.

Однако, и эта стратегия не привела к окончательному успеху, хотя и обогатила биологическое познание новыми идеями и методами. В целом сегодня проблема создания единой теории жизни остается пока нерешенной, и в то же время актуальнейшей проблемой биологии. История попыток ее решения показала, что синтез достижений биологии, физики, химии, математики является ведущим направлением создания единой теории жизни.

Казалось бы, никаких нерешенных вопросов не должно быть в сфере биосистематики. Сложившаяся общепринятая система биосистематики четко дифференцирует все существующие виды живых организмов по соответствующим систематическим таксонам. Однако, в связи с расширением картины жизни – открытием все новых биологических видов, как ныне живущих, так и вымерших, иногда создает необходимость уточнения систематики, а также проблемы отнесения вновь открытых видов к тем или иным систематическим таксонам. Все эти проблемы являются скорее техническими, т.к. в принципе не затрагивают доминирующую сегодня модель систематики. Однако, логика развития биологического познания приводит исследователей к вопросам развития самой модели систематики.

В частности сравнительно новым в биосистематике является понятие надцарства, или биологического домена. Оно было предложено в 1990 Карлом Вёзе и ввело разделение всей биомассы Земли на три домена: 1) эукариоты (домен, объединивший все организмы, клетки которых содержат ядро); 2) бактерии; 3) археи. Домены — относительно новый способ классификации. Трёхдоменная система до сих пор не принята окончательно. Большинство биологов принимает эту систему доменов, однако значительная часть продолжает использовать пятицарственное деление. Одной из главных особенностей трёхдоменного метода является разделение археев (Archaea) и бактерий (Bacteria), которые ранее были объединены в царство бактерий. Существует также малая часть учёных, добавляющих археев в виде шестого царства, но не признающих домены.

С 1960-х годов развивается направление систематики, называемое «кладистика» (или филогенетическая систематика), которое занимается упорядочиванием таксонов в эволюционное дерево — кладограмму, то есть схему взаимоотношений таксонов. Если таксон включает всех потомков некой предковой формы, он является монофилетическим. В. Хенниг формализовал процедуру выяснения предкового таксона, и в своей кладистической систематике положил в основу классификации кладограмму, строящуюся при помощи компьютерных методик. Это направление является ныне ведущим в странах Европы и США, особенно в сфере геносистематики (сравнительного анализа ДНК и РНК).

Р. Сокэл и П. Снит в 1963 году основали так называемую численную (нумерическую) систематику, в которой сходство между таксонами определяется не на основании филогении, а на основании математического анализа максимально большого количества признаков, имеющих одинаковое значение.

Сегодня систематика принадлежит к числу бурно развивающихся биологических наук, включая всё новые и новые методы: методы математической статистики, компьютерный анализ, сравнительный анализ ДНК и РНК, анализ ультраструктуры клеток и многие другие.

Все эти модернизации традиционной биосистематики, а также многочисленность таксонов или систематических категорий привели к тому, что сегодня традиционная биосистематика стала дискуссионной и подошла к проблеме ее серьезного теоретического пересмотра. Общепринятая система организмов пока не создана, она является предметом научных дискуссий. См. один из вариантов современной биосистематики на **Рисунке 4 «Версия современной биосистематики»**.

## 2. Проблема происхождения жизни

Проблема происхождения жизни пока не имеет окончательного решения в современной биологии. В истории биологии сложилось пять концепций происхождения жизни, которые пытаются объяснить скачок от неживой материи к живой. Первая - концепция сверхъестественного божественного происхождения жизни, или **концепция креационизма**. Ее придерживались К. Линней и Ж.Кювье. Основанием для этой концепции, по их мнению, являлся неизменный видовой состав биологических систем и отсутствие переходных форм от одного вида к другому. Экспериментально наблюдаемую изменчивость свойств организмов под воздействием внешних и внутренних факторов они относили только к внутривидовым модификациям. Для согласования теории креационизма с фактами палеонтологии, свидетельствующими о смене биологических видов, Кювье разработал «теорию катастроф», согласно которой после каждого катастрофического вымирания видов Творец создавал жизнь заново, но в измененном виде.

Современные сторонники креационизма спекулируют на трудностях естественного объяснения происхождения жизни: в частности на том факте, что вероятность самопроизвольного синтеза белков и особенно ДНК и РНК составляет  $0,1 \cdot 10^{2000}$  процентов, а также на слишком серьезном качественном отличии живого от неживого, на относительной уникальности жизни в космосе.

Вторая концепция – **теория самопроизвольного многократного зарождения жизни из неживого вещества**. Эта теория была распространена в Древнем Китае, Вавилоне и Древнем Египте в качестве альтернативы креационизму, с которым она сосуществовала. В основе теории самопроизвольного зарождения жизни лежит **витализм** (от лат. *vitalis* — жизненный, животворный, живой), идеалистическое течение в биологии, допускающее наличие в организмах особой нематериальной жизненной силы, которая и является основой жизни. Витализм обнаруживается в представлениях величайших мыслителей античности: Платона — о бессмертной душе (психее) и Аристотеля — об особой нематериальной силе «энтелехии», управляющей явлениями живой природы.

В XVII в. появилось дуалистическое учение, проводившее резкую грань между телами неживой природы и живыми существами. Я. Б. ван Гельмонт создал учение об «археях» — духовных началах, регулирующих деятельность органов тела. Более детально эту виталистическую концепцию развил в начале XVIII в. немецкий врач Г. Шталь, полагавший, что жизнью организмов управляет душа, которая и обеспечивает их целесообразное устройство.

В начале XIX в. отмечалось возрождение виталистической идеи как реакция на упрощённые механистические представления французских материалистов XVIII в. (Д. Дидро, Ж. Ламетри и др.). Нематериальное начало жизни немецкий анатом И. Ф. Блуменбах называл формативным стремлением, немецкий естествоиспытатель Г. Р. Тревиранус — жизненной силой (*vis vitalis* — отсюда и название всего направления). Виталистические взгляды характерны и для немецкого физиолога И. Мюллера, приписывавшего живым существам творческую силу, которая обуславливает их единство и гармонию. Виталисты всегда использовали для обоснования своей позиции нерешённость тех или иных проблем биологии (например, предполагавшуюся невозможность синтеза органических веществ вне организма и т.п.). По мере того как те или иные особенности живого получали научное, материалистическое объяснение, витализм апеллировал к другим, ещё не изученным областям. После победы эволюционных представлений в биологии витализм проникает и в эту область в форме различных антидарвинистских концепций эволюции, например психоламаркизм, творческая эволюция (А. Бергсон) и др.

Каково же объяснение происхождения жизни с позиций витализма? Аристотель, придерживался теории спонтанного зарождения жизни. Согласно этой гипотезе, определенные «частицы» вещества содержат некое

«активное начало», которое при подходящих условиях может создать живой организм. Аристотель был прав, считая, что это активное начало содержится в оплодотворенном яйце, но ошибочно полагал, что оно присутствует также в солнечном свете, тине и гниющем мясе. С распространением христианства теория спонтанного зарождения жизни оказалась не в чести, но эта идея все продолжала существовать где-то на заднем плане в течение еще многих веков. Известный ученый Ван Гельмонт описал эксперимент, в котором он за три недели якобы создал мышей. Для этого нужны были грязная рубашка, тёмный шкаф и горсть пшеницы. Активным началом в процессе зарождения мышцы Ван Гельмонт считал человеческий пот.

В 1688 году итальянский биолог и врач Франческо Реди подошел к проблеме возникновения жизни более строго и подверг сомнению теорию спонтанного зарождения. Реди установил, что маленькие белые червячки, появляющиеся на гниющем мясе, — это личинки мух. Проведя ряд экспериментов, он получил данные, подтверждающие мысль о том, что жизнь может возникнуть только из предшествующей жизни (концепция биогенеза). Эти эксперименты, однако, не привели к отказу от идеи самозарождения, и хотя эта идея несколько отошла на задний план, она продолжала оставаться главной версией зарождения жизни.

В то время как эксперименты Реди, казалось бы, опровергли спонтанное зарождение мух, первые микроскопические исследования Антони ван Левенгука усилили эту теорию применительно к микроорганизмам. Сам Левенгук не вступал в споры между сторонниками биогенеза и спонтанного зарождения, однако его наблюдения под микроскопом давали пищу обеим теориям.

В 1860 году проблемой происхождения жизни занялся французский химик Луи Пастер. Своими опытами он доказал, что бактерии вездесущи и что неживые материалы легко могут быть заражены живыми существами, если их не стерилизовать должным образом. Учёный кипятил в воде различные среды, в которых могли бы образоваться микроорганизмы. При дополнительном кипячении микроорганизмы и их споры погибали. Пастер присоединил к S-образной трубке запаянную колбу со свободным концом. Споры микроорганизмов оседали на изогнутой трубке и не могли проникнуть в питательную среду. Хорошо прокипяченная питательная среда оставалась стерильной, в ней не обнаруживалось зарождения жизни, несмотря на то, что доступ воздуха был обеспечен. В результате ряда экспериментов Пастер доказал справедливость теории биогенеза и окончательно опроверг теорию спонтанного зарождения.

Третья - **концепция стационарного состояния**. Согласно теории стационарного состояния, Земля никогда не возникала, а существовала вечно; она всегда была способна поддерживать жизнь, а если и изменялась, то очень незначительно. Согласно этой версии, виды также никогда не возникали, они существовали всегда, и у каждого вида есть лишь две возможности — либо изменение численности, либо вымирание.

Однако гипотеза стационарного состояния в корне противоречит данным современной астрономии, которые указывают на конечное время существования любых звёзд и, соответственно, планетных систем вокруг звёзд. По современным оценкам, основанным на учете скоростей радиоактивного распада, возраст Земли, Солнца и Солнечной системы исчисляется ~4,6 млрд. лет. Поэтому эта гипотеза обычно не рассматривается академической наукой.

Сторонники этой теории не признают, что наличие или отсутствие определенных ископаемых остатков может указывать на время появления или вымирания того или иного вида, и приводит в качестве примера представителя кистеперых рыб — латимерию (целаканта). По палеонтологическим данным кистеперые вымерли в конце мелового периода. Однако это заключение пришлось пересмотреть, когда в районе Мадагаскара были найдены живые представители кистеперых. Сторонники теории стационарного состояния утверждают, что, только изучая ныне живущие виды и сравнивая их с ископаемыми останками, можно сделать вывод о вымирании, да и в этом случае весьма вероятно, что он окажется неверным. Используя палеонтологические данные для подтверждения теории стационарного состояния, ее сторонники интерпретируют появление ископаемых остатков в экологическом аспекте. Так, например, внезапное появление какого-либо ископаемого вида в определенном пласте они объясняют увеличением численности его популяции или его перемещением в места, благоприятные для сохранения остатков.

Четвертая концепция — **панспермия**. Согласно теории панспермии, предложенной в 1865 году немецким ученым Г. Рихтером и окончательно сформулированной шведским ученым Аррениусом в 1895 году, жизнь могла быть занесена на Землю из космоса в форме неких «зародышей жизни» в виде покоящихся стадий (споры, цисты и т.п.). Допускается, что некоторые из них могут сохранять жизнеспособность в космических условиях, а в земных условиях они способны прорасти и эволюционировать.

В пользу ненаправленной панспермии свидетельствуют следующие доводы: удивительная жизнеспособность многих современных форм жизни на уровне покоящихся стадий (пыльца растений, споры бактерий, цисты простейших, яйца низших ракообразных, икра некоторых видов рыб и т.п.). Кроме того, имеются многочисленные и весьма интересные результаты изучения предполагаемого «транспорта жизни», т.е. различных комических объектов. Некоторые аминокислоты - мономеры белков обнаружены в космической пыли в 2008-2009 гг. Весьма богаты сложными органическими веществами метеориты типа углистых хондритов, имеющие зернистое строение на сколах. В их составе обнаружены парафины, асфальты, нафтены и органические кислоты, до аминокислот включительно. В последнее десятилетие XX века в нескольких метеоритах обнаружены следы былой жизни, преимущественно прокариотического уровня.

Уже в XXI веке обнаружены многочисленные экзопланетные системы, в том числе резко отличающиеся от Солнечной по характеру расположения гравитационных подчиненных объектов. Физико-химические условия на экзопланетах весьма разнообразны. В связи с этим можно допустить пригодность некоторых из них для жизни. Совокупность перечисленных фактов дает гипотезе ненаправленной панспермии право на научное рассмотрение.

Наиболее вероятно попадание на Землю живых организмов внеземного происхождения с метеоритами и космической пылью. Это предположение основывается на данных о высокой устойчивости некоторых организмов и их спор к радиации, глубокому вакууму, низким температурам и другим воздействиям. Однако до сих пор нет достоверных фактов, подтверждающих внеземное происхождение микроорганизмов, найденных в метеоритах. Но если бы даже они попали на Землю и дали начало жизни на нашей планете, вопрос об изначальном возникновении жизни оставался бы без ответа.

Фрэнсис Крик и Лесли Оргел предложили в 1973 году другой вариант - управляемую панспермию, т.е. намеренное «заражение» Земли (наряду с другими планетными системами) микроорганизмами, доставленными на непилотируемых космических аппаратах развитой инопланетной цивилизацией, которая, возможно, находилась перед глобальной катастрофой или же просто надеялась произвести терраформирование других планет для будущей колонизации. В пользу своей теории они привели два основных довода - универсальность генетического кода и значительную роль молибдена в некоторых ферментах. Молибден - очень редкий элемент для всей Солнечной Системы. По словам авторов, первоначальная цивилизация, возможно, обитала возле звезды, обогащенной молибденом.

Против возражения о том, что теория панспермии (в том числе управляемой) не решает вопрос о зарождении жизни, они выдвинули следующий аргумент: на планетах другого неизвестного нам типа вероятность зарождения жизни изначальна может быть намного выше, чем на Земле, например, из-за наличия особенных минералов с высокой каталитической активностью.

Главный недостаток всех теорий панспермии в том, что они не дают ответа на вопрос о происхождении жизни, а лишь пространственно перемещают это событие с Земли на какие-то другие объекты космоса. Однако, и на этих гипотетических объектах появление жизни должно быть следствием эволюции неживой материи. Главным достижением теории ненаправленной панспермии является факт признания роли органики космического происхождения в качестве кормовой базы для первых обитателей ранней Земли. Кроме того, ненаправленная панспермия опровергает исключительную роль Земли как единственно возможной колыбели жизни.

Пятая - **концепция биохимической эволюции** (создана Опариним и Холдейном в первой половине XX века). Суть ее в том, что жизнь зародилась на Земле естественным путем в результате химических, а затем биохимических процессов. Причем это явилось не маловероятной случайностью, а достаточно вероятным результатом самоорганизации.

Для возникновения жизни во Вселенной необходимо выполнение ряда условий: наличие нуклеосинтеза, звездообразования, трехмерного пространства, в котором только и могут существовать атомы, планетные системы и др. Современная космология и концепция биохимической эволюции, рассмотренные нами ранее, дают необходимое обоснование этих первичных космологических и химических предпосылок жизни.

Общая схема процесса зарождения жизни на Земле такова. Первый этап - синтез исходных органических соединений из неорганических веществ в условиях первичной атмосферы и состояния поверхности ранней земли. В подробностях дело было так: Земля образовалась около 4,6 млрд. лет назад. Температура ее была несколько тысяч градусов. По мере остывания планеты образовалась земная кора, весьма нестабильная. Атмосферу ранней земли составляли газы: аммиак, углекислый газ, метан, пары воды. Кислорода не было и это облегчило синтез органических соединений. По мере остывания Земли вода образовала мировой океан (3,86 млн. лет назад). Вот в этом океане, или насыщенном бульоне органических веществ произошло образование сложных органических соединений – аминокислот и других. Факторами такого синтеза были мощные коротковолновые солнечные излучения, грозвые разряды. Образовавшийся питательный бульон сложных органических веществ создал предпосылку к переходу ко второму этапу.

Второй этап - синтез биополимеров (белков, ДНК, РНК) из сложных органических веществ под действием того же мощного коротковолнового излучения, т.е. радиации, электрических разрядов.

Третий этап - самоорганизация сложных органических соединений, образование простейших клеточных структур, обладающих способностями метаболизма и самовоспроизводства. Возраст древнейших организмов (бактерий, водорослей), обнаруженных в геологических отложениях: 3,8 и более млрд. лет.

В подробностях третий этап выглядит так. Сначала образовались высокомолекулярные биополимеры, - коацерватные капли, окруженные водной оболочкой. Затем вокруг них из липидов образовалась мембрана, изолировавшая органический белковый комплекс от внешней среды. Так образовались протоклетки и они были гетеротрофными, т.е. питались растворенными в первоокеане органическими соединениями.

Три проблемы остаются не проясненными в рамках этой концепции. *Первая:* факт явного направленного отбора химических элементов для образования жизни. Сначала природой были отобраны шесть базовых элементов: углерод, водород, кислород, азот, фосфор, сера, затем только двадцать из ста известных аминокислот. Наконец, синтез биополимеров

возможен при достаточно низкой температуре и при условии катализаторов (такими считаются молекулы ДНК, РНК и белков, т.е. они сами должны быть катализаторами своего синтеза).

Эту проблему пытается решить теория Руденко (1964) о саморазвитии элементарных открытых каталитических систем, которая объясняет химический отбор и переход от химической эволюции к биологическим процессам саморазвития каталитических систем. По этой теории, химическая эволюция, осуществив отбор органоенов и катализаторов белковых биополимеров, подготавливает биологическую эволюцию.

*Вторая проблема:* что возникло раньше яйцо или курица, организм или зародыш, т.е. ее генотип – молекула ДНК (и что раньше ДНК или РНК). По этому поводу сложились две позиции:

а) голобиоз: сначала был организм, клеточная структура, а затем ДНК. Основание этому – экспериментальный факт образования коллоидных гелей из высокомолекулярных белковых соединений, т.е. факт коацервации (коацерват – гелевая структура).

б) генобиоз: сначала была молекула ДНК, а еще раньше РНК, которые и позволили синтезировать белки, из которых и образовался организм. В конце 80-х годов XX века была установлена возможность обратной транскрипции, т.е. синтеза цепей ДНК на матрице РНК, причем этот процесс может происходить и без катализаторов белковой природы. Эти факты обусловили лидирующее положение концепции генобиоза.

Однако, обе эти концепции являются на сегодня не до конца проверенными и обоснованными гипотезами. В целом же скачок: аминокислоты – клетка остается непознанным.

Этот скачок и есть третья проблема: исчезающе малая вероятность случайного самопроизвольного синтеза из первичного бульона сложнейших молекул ДНК и РНК и ничтожное в космических масштабах время существования Земли, чтобы эта вероятность реализовалась естественным путем. Факту этой ничтожной вероятности сегодня противостоит общая идея о самоорганизации в открытых сложных сильнонеравновесных системах. Но это пока абстрактная идея, а не научно обоснованная и доказанная концепция.

Концепция биохимической эволюции жизни, кроме указанных трудностей должна также быть согласована еще с двумя фактами. Первый факт – системный характер жизни: жизнь возможна и должна была появиться не как постепенное явление одних организмов, затем других, а как скачкообразное, взрывообразное явление сразу комплекса связанных в трофические цепи разных видов организмов (автотрофов и гетеротрофов). Второй факт – генетическая основа всего многообразия живых организмов едина, т.е. они имеют единого генетического предка.

Проблем, как видим, много, а самым реальным подтверждением этой гипотезы на сегодня является экспериментально установленный факт возможности синтеза в условиях, напоминающих условия древней Земли,

органических веществ и даже аминокислот. Однако, экспериментальный синтез ДНК и, тем более, клеточных структур не осуществлен. Т.о., не доказана главная идея – о естественном образовании основы жизни: белков и ДНК, а также клеточных структур.

### **3. Проблемы современной теории эволюции**

Факт эволюции не является предметом спора в современной биологии. Проблема состоит в объяснении движущих сил, механизма и направления эволюции. Каковы же основные проблемы современной теории эволюции? Первая проблема – соотношение микро и макроэволюции. Дело в том, что доминирующая сегодня в биологии СТЭ (синтетическая теория эволюции) в основном объясняет механизмы и закономерности микроэволюции. Суть обозначенной нами проблемы состоит в том, можно ли отнести эти закономерности к макроэволюции, или же макроэволюция имеет другие механизмы и законы?

По этой проблеме сложилось два подхода. Первый подход, разделяемый большинством биологов, считает, что макроэволюция не имеет специфических законов и поэтому законы микроэволюции могут быть применены к макроэволюции. С точки зрения этого подхода некоторые пока не объясненные СТЭ явления макроэволюции в принципе могут быть разрешены на основе СТЭ.

Вторая группа биологов во главе с Р. Гольдшмидтом, исходит из того, что закономерности и механизмы макроэволюции не сводимы к микроэволюции. Тем самым, СТЭ не может рассматриваться как теория макроэволюции, которая еще должна быть разработана.

Вторая проблема состоит в том, что СТЭ описывает эволюционный процесс лишь для высших животных и растений, обладающих половым размножением, а за ее пределами находится громадное количество видов, не имеющих полового размножения. За пределами СТЭ находится пока также значительная часть вымерших видов. Другими словами в палеонтологии СТЭ недостаточно эффективна.

Третья проблема связана с тем, что СТЭ сложилась еще до возникновения молекулярной генетики, открывшей структуру гена. В связи с этим возникает необходимость нового теоретического синтеза СТЭ и молекулярной генетики. В русле этого синтеза идут еще до конца не разрешенные споры о связи генного механизма наследственности и мутаций с естественным отбором.

Четвертая проблема связана с внутренними трудностями СТЭ. Дело в том, что СТЭ не может эффективно объяснить некоторые эволюционные явления: параллелизм, дивергенцию видов. Кроме того, длительность видообразования не позволяет удовлетворительно применить СТЭ к симпатрическому видообразованию – возникновению нового вида без пространственного разделения исходной популяции и за короткое время,

хотя СТЭ хорошо объясняет аллопатрическое видообразование – постепенное преобразование вида А в вид Б.

Перечисленные нами проблемы СТЭ относятся к ее внутренним трудностям. Трудности СТЭ стимулировали появление антитезы – «нейтральной (недарвинской) теории эволюции», согласно которой генные мутации играют второстепенную роль в эволюции. Большинство мутаций нейтральны по отношению к естественному отбору. Эволюция сводится к фиксации нейтральных мутаций в результате дрейфа генов. Т.е. естественный отбор не направляет генные мутации и на молекулярном уровне не работает.

С последней трети XX века интенсивно разрабатываются также типологические воззрения, предполагающие «квантовый» (сальтационный) механизм видообразования. Главные отличия этих теорий от СТЭ: 1.эволюция – не постепенный, а скачкообразный процесс; 2.приоритет не групповой (популяционной), но индивидуальной изменчивости. Типологические модели базируются на признании возможности существования двух категорий генов: 1.жизненно важных - видовых и 2.адаптивно менее значимых – популяционных. Отсюда следует качественное различие между собственно процессом видообразования и адаптивной внутривидовой дивергенцией.

Согласно типологическим представлениям следует различать две системы изменчивости: открытую и закрытую. Первая представлена локусами, не влияющими существенно на жизнеспособность, вторая - внутренне сбалансированными блоками генов (супергенов), настолько сильно влияющими на приспособленность, что любая их реорганизация отменяется естественным отбором. Постулируется, что такие блоки защищены от кроссинговера (перекреста гомологичных хромосом) и варьируют между видами, но не внутри вида. Предполагается, что видообразование осуществляется через реорганизацию закрытой системы генома, вследствие чего новые виды происходят от единичных особей – основателей. С типологических позиций, наиболее распространенными механизмами «перестройки» видов являются крупные мутации (различные формы хромосомных перестроек и полиплодия). Многие тезисы типологического направления подтверждаются цитологическими и биохимическими доказательствами.

В развитии эволюционной биологии на рубеже тысячелетий сформировалась пятая проблема, которая связана с разработкой принципиально нового направления эволюционной теории - теории мегаэволюции. Мегаэволюция – процесс исторического развития всей совокупности живых организмов как целостной системы, или глобальной эволюции как последовательной смены качественно различных биосферных систем.

Процесс мегаэволюции, характеризующийся сменой властелинов биосферы, всего комплекса живых организмов и трофических цепей (эпоха

динозавров, эпоха млекопитающих и т.д.), когда взрывообразно является целая система взаимосвязанных видов животных и растений, а затем также мгновенно исчезает и сменяется новой системой организмов, пока еще не изучен, т.к. после уяснения генной основы наследственной изменчивости, наука встает теперь перед новой проблемой: чем определяется генетический механизм эволюции.

Т.е. современная биология подошла к проблеме установления законов и механизмов, с одной стороны, на более глубоком уровне, чем генный, молекулярно-генетический, с другой стороны, на более глобальном, чем биосфера, или макроэволюция, т.е. теория биологической эволюции должна выйти на связь с теорией глобальной эволюции Вселенной и на макро и на микроуровне. Но этот переход можно сделать, лишь предварительно уяснив нерешенные на данном этапе проблемы связи организменного и молекулярно-генетического уровней и механизмов эволюции. Теория эволюции не может приобрести законченный вид без установления связи с теорией происхождения жизни. Эти две теории должны соединиться единой теорией жизни.

#### 4. Проблемы палеобиологии

Палеобиология - раздел биологии, изучающий происхождение, эволюцию и образ жизни вымерших животных и растений. Базовым разделом палеобиологии является палеонтология. **Палеонтология** (от др.-греч. *παλαιοντολογία*) — наука об ископаемых останках растений и животных, пытающаяся реконструировать по найденным останкам их внешний вид, биологические особенности, способы питания, размножения и т. д., а также восстановить на основе этих сведений ход биологической эволюции. В палеонтологии также используются методы палеоэкологии и палеоклиматологии с целью воспроизведения среды жизнедеятельности организмов, сопоставления современной и древней среды обитания организмов.

Ключевое значение в палеонтологии имеют методы датирования ископаемых останков. Здесь применяются два основных метода радиоизотопного анализа: 1. радиоуглеродный анализ и 2. радиоизотопный анализ, основанный на периодах распада тяжелых элементов. **Радиоуглеродный (РУ) метод** абсолютного датирования органических предметов был изобретён американским химиком Уилардом Либби в 1946 году, в 1960 году Либби стал Нобелевским лауреатом по химии за обоснование этого метода и его применение. РУ–метод заключается в измерении процентного содержания радиоактивного изотопа углерода  $C^{14}$  в органике и расчётах возраста органики на этом основании. Изначально идея Либби опиралась на следующие гипотезы:

1.  $C^{14}$  образуется в верхних слоях атмосферы под действием космических лучей, затем перемешивается в атмосфере, входя в состав

углекислого газа. Предполагалось, что процентное содержание  $C^{14}$  в атмосфере является постоянным и не зависит от времени и места, несмотря на неоднородность самой атмосферы и распад изотопов.

2. Скорость радиоактивного распада является постоянной величиной, измеряемой периодом полураспада в 5568 лет (предполагается, что за это время половина изотопов  $C^{14}$  превращается в  $C^{12}$ ).

3. Животные и растительные организмы строят свои тела из углекислоты, добываемой из атмосферы, и при этом живые клетки содержат тот же процент изотопа  $C^{14}$ , что находится в атмосфере.

4. По смерти организма, его клетки выходят из цикла углеродного обмена, поэтому изотопы углерода  $C^{14}$  по экспоненциальному закону радиоактивного распада превращаются в стабильный изотоп  $C^{12}$ . Что и позволяет рассчитать время, прошедшее со времени смерти организма. Это время называется «радиоуглеродным возрастом». Идея РУ-метода не представляла собою теоретического открытия, поскольку была заимствована Либби из ядерной физики, являясь прямым переносом теории Э. Резерфорда на нестабильный изотоп углерода. Радиоуглеродный метод является не самым надежным и точным. Подробнее критику этого метода мы рассмотрим ниже.

**Радиоизотопный анализ** тяжелых химических элементов также используется для установки возраста археологических находок, растительных и животных ископаемых остатков и минералов. Он основан на постоянной скорости распада слаборадиоактивных изотопов, независимой от температуры, давления и химических реакций. Изотопы - варианты химических элементов с равным зарядом, но различной массой ядра. Количество атомов радиоактивного элемента убывает в данное число раз за строго определенный для данного изотопа промежуток времени. Это происходит из-за того, что вероятность распада каждого атома фиксирована и, следовательно, количество распадающихся атомов, прямо пропорционально количеству имеющегося в наличии изотопа и доля распавшихся атомов за промежуток времени постоянна.

В качестве характеризующего периода обычно приводится период полураспада, т.е. время, за которое распадается ровно половина атомов. Период полураспада для разных изотопов одного и того же элемента может значительно различаться. Радиоактивный распад возможен двух видов:  $\alpha$ -распад с испусканием ядра гелия и смещением элемента на две ячейки "вниз" в периодической системе и  $\beta$ -распад с испусканием электрона и смещением элемента "вверх" на одну ячейку в периодической системе. Радиоактивные изотопы тяжелых элементов образуют радиоактивные ряды - последовательности  $\alpha$ - и  $\beta$ -распадов (каждый со своей скоростью распада), в конечном итоге заканчивающиеся относительно стабильными изотопами. В определении возраста горных пород используются в основном радиоактивные ряды, начинающиеся с изотопов урана  $^{238}\text{U}$  - наиболее стабильного изотопа урана с периодом полураспада  $4,5 \cdot 10^9$  лет,  $^{235}\text{U}$  с

периодом  $7,13 \cdot 10^5$  лет и изотопа тория  $^{232}\text{Th}$  с периодом  $1,41 \cdot 10^{10}$  лет и заканчивающиеся различными изотопами свинца. Чаще всего применяются методы и основанные на реакциях превращения атомных ядер: уран - свинец (U-Pb), калий - аргон (K-Ar), рубидий - стронций (Rb-Sr). В расплаве исходной горной породы до застывания уран и свинец разделены вследствие различия массы. После застывания горной породы продукты распада урана закреплены вместе с остатками урана. По количественному соотношению изотопов урана и свинца становится возможно точно установить время, прошедшее с момента застывания породы.

На основе радиоизотопного анализа тяжелых элементов осуществляется также периодизация осадочных геологических пород, в которых находят ископаемые останки, датируемые по возрасту этих пород. Однако, применение этого метода в палеонтологии и геохронологии также имеет ряд проблематических моментов, которые мы также рассмотрим ниже.

Однако, палеобиология не исчерпывается только палеонтологией. Другим важным ее разделом является **теория и история эволюции**. Палеонтология и теория и история эволюции тесно связаны. Они опираются друг на друга и создают предпосылки для взаимного развития. Теория эволюции является теоретическим фундаментом палеонтологии, а палеонтология является эмпирическим базисом теории эволюции.

Фундаментом палеобиологии является геохронологическая шкала, которая описывает эволюцию Земли. **Геохронологическая шкала** — летопись геологической истории планеты, или геологическая временная шкала истории Земли, применяемая в геологии и палеонтологии, своеобразный календарь для промежутков времени в сотни тысяч и миллионы лет. Согласно современным общепринятым представлениям возраст Земли оценивается в 4,5—5 млрд. лет. В современной геологии наиболее часто встречается оценка возраста в 4,55—4,56 млрд. лет, с оценкой погрешности в несколько процентов. Подобные оценки основаны на данных определения возраста пород методами радиоизотопной датировки. Цифра в 4,567 млрд. лет представляет собой своего рода компромисс между различными датировками возраста горных пород, которые дают цифры от 4,2 до 4,6 млрд. лет. Это время было разделено на различные временные интервалы по важнейшим событиям, которые происходили в геологической истории планеты.

Во второй половине XIX века на II—VIII сессиях Международного геологического конгресса (МГК) в 1881—1900 гг. были приняты иерархия и номенклатура большинства современных геохронологических подразделений. В последующем Международная геохронологическая (стратиграфическая) шкала постоянно уточнялась. Конкретные названия периодам давали по разным признакам. Чаще всего использовали географические названия. Так, название кембрийского периода происходит от лат. Cambria — названия Уэльса, когда он был в составе Римской империи, девонского — от графства Девоншир в Англии, пермского — от г.

Перми, юрского — от г. Юра́ в Европе . В честь древних племён названы вендский (вэнды — нем. название славянского народа лужицких сорбов ), ордовикский и силурийский (племена кельтов ордовики и силуры ) периоды. Реже использовались названия, связанные с составом пород. Каменноугольный период назван так из-за большого количества угольных пластов, а меловой — из-за широкого распространения пещего мела.

Геохронологическая шкала создавалась для определения относительного геологического возраста пород. Абсолютный возраст, измеряемый в годах, имеет для геологов второстепенное значение. Время существования Земли разделено на два главных интервала (**зона**): **Фанерозой** и **Докембрий** (Криптозой) по появлению в осадочных породах ископаемых остатков. Криптозой — время скрытой жизни, в нём существовали только мягкотелые организмы, не оставляющие следов в осадочных породах. Фанерозой начался с появлением на границе Эдиакария (Венд) и Кембрия множества видов моллюсков и других организмов, позволяющих палеонтологии расчленять геологические периоды по находкам ископаемой флоры и фауны.

Другое крупное деление геохронологической шкалы имеет своим истоком самые первые попытки разделить историю Земли на крупнейшие временные интервалы. Тогда вся история была разделена на четыре периода: первичный, который эквивалентен докембрию, вторичный — палеозой и мезозой, третичный — весь кайнозой без последнего четвертичного периода. Четвертичный период занимает особое положение. Это самый короткий период, но в нём произошло множество событий, следы которых сохранились лучше других.

Принципиальное значение для палеонтологии имеет деление эволюции Земли на раннюю историю и геологическую историю. Под ранней историей подразумевается **катархей**. Под геологической же историей понимается все остальное время, от архея до современной эпохи. Временная граница между двумя главными интервалами в истории Земли точно не установлена. Но предположительно она намечается на рубеже от 3,5 до 3,8-3,9 млрд. лет назад. Ранняя история и геологическая история - существенно различные этапы жизни нашей планеты. Если в раннюю историю Земля развивалась так же, как и остальные планеты - Меркурий, Марс и Венера, - т. е. в очень медленном темпе, то путь развития Земли в геологическое время характеризуется необыкновенно быстрой эволюцией ее внешней области и земной коры. Все же другие планеты продолжают пребывать и в настоящую эпоху как бы в догеологическом прошлом.

Геологическое время эволюции Земли это принципиально новый период развития нашей планеты в целом, особенно ее коры и природной среды. Как только температура опустилась ниже 100° С, состояние воды, которая находилась в атмосфере в виде горячего пара, изменилось. Водяные пары атмосферы, а в них была сосредоточена практически вся гидросфера Земли, почти целиком превратились в жидкость, наиболее активное

состояние воды по сравнению с ее газовой и твердой фазами. Сухая до того времени Земля стала необычайно обводненной. Сформировались поверхностный и грунтовый стоки, возникли водоемы, и, наконец, океаны. Начался круговорот воды в природе. На заре геологической истории существовали обширные водоемы - моря и, вероятно, какие-то первоначальные океаны. В 1973 г. геологи Оксфордского университета обнаружили в юго-западной части Гренландии бурый железняк возрастом 3,76 млрд. лет. Бурый железняк - осадочная порода, сформировавшаяся в водном бассейне. Еще раньше в 1971 г. те же геологи обнаружили осадочные породы возрастом 3,98 млрд. лет. Факт обнаружения осадочных пород такого древнего возраста трудно переоценить. Это означает, что временной рубеж между ранней и геологической историей проходит где-то около 4 млрд. лет назад. Следовательно, на всю раннюю историю Земли остается всего 0,6 млрд. лет. Итак, после охлаждения земной поверхности до температуры ниже 100° С на ней образовалась огромная масса жидкой воды, которая представляла собой не простое скопление неподвижных вод, а водные массы находящиеся в активном глобальном круговороте. Несмотря на эволюцию этого круговорота в ходе времени, основные особенности его сохранились неизменными. В структурном отношении круговорот, как и в настоящее время, распадался на звенья: атмосферное (испарение, перенос влаги, осадки), литосферное (поверхностный и подземный стоки) и океаническое. В процессе функционирования круговорота воды в природе происходит поглощение солнечной энергии и распределение ее по земному шару. Вода благодаря своей необычайной подвижности и химической активности вступает во взаимодействие с природными компонентами, способствуя их взаимосвязям, чем и обеспечивает формирование того глобального природного комплекса, который в настоящее время называется географической оболочкой.

Эволюция жизни на Земле в геологический период ее истории соотносится в палеонтологии с геохронологической шкалой. См. **Таблицу 3 «Геохронологическая шкала и эволюция жизни»**. Данное соотношение позволяет установить хронологию глобальной эволюции жизни на Земле (мегаэволюции), как последовательной смены биосферных систем, выделить главные качественные ступени в эволюции жизни. Этот момент прослежен нами в предыдущей лекции.

Логику макро и микроэволюционного процесса в палеонтологии, внутренние эволюционно-генетические связи между сменяющимися друг друга биологическими видами и биосферными системами в целом позволяет установить сравнительный анализ фенотипа и генотипа ископаемых и современных биологических видов. Эта логика в общем виде отражена на **Рисунке 5. «Дерево жизни»**. Другой вариант графического изображения эволюционного дерева представлен на **Рисунке 6 «Эволюционная кладистика»**. Существуют также графические модели, изображающие отдельно эволюцию растений (см. **Рисунок 7. «Дерево эволюции**

растений»), эволюцию животных (см. **Рисунок 8. «Дерево эволюции животных»**), или эволюцию на клеточном или генетическом уровне (см. **Рисунок 9. «Дерево эволюции клеток»**). Временное соотношение этапов биологической эволюции представлено на **Рисунке 10 «Геологические часы эволюции»**.

Несмотря на определенные достижения палеобиологии, существует большой ряд проблем в ее развитии. В этом ряду, прежде всего, следует выделить группу общегеологических и методологических проблем, связанных с критериями достоверности и способами верификации палеобиологических концепций. Поскольку палеобиология имеет дело в основном с очень удаленными во времени периодами времени и давно вымершими биологическими видами, постольку эта группа проблем имеет для нее фундаментальное значение.

Из комплекса этих проблем наиболее важными, по нашему мнению, являются состоятельность и доказательность геохронологической шкалы, ее точность. Дело в том, что выделяемые ей геологические периоды определены с приблизительной точностью от 1 млн. до 20 млн. лет. А это – слишком серьезная неточность, которую следует устранить.

Опираясь на реальные трудности геохронологии и палеохронологии, некоторое несовершенство их методов, существует критика геохронологической и палеобиологической шкалы и методов геохронологии. В этой критике можно выделить следующие направления: 1. критика радиоуглеродного метода датирования, 2. критика метода датирования на основе тяжелых радиоизотопов, 3. критика концепции геологического униформизма, как теоретической основы современных методов геологического датирования, 4. критика самого принципа датировки палеонтологической эволюции по геохронологической шкале.

Рассмотрим вначале критику радиоуглеродного метода датирования. Критики оспаривают надёжность результатов радиоуглеродного метода датирования и добросовестность его использования. Во-первых, по мнению критиков, этот метод дает слишком мелкий масштаб измерения, поскольку период полураспада  $C^{14}$  составляет всего 5700 лет. Возраст предметов старше 50 000 лет с помощью радиоуглеродного метода определить теоретически невозможно. Поэтому радиоуглеродное датирование не может показать возраст в миллионы лет. Если проба содержит  $C^{14}$ , это уже свидетельствует о том, что ее возраст меньше миллионов лет. Это слишком мелкие веса для теории эволюции и палеонтологии.

Во-вторых, этот метод не обладает достаточной точностью, поскольку он основан на некоторых не вполне обоснованных и доказанных допущениях: 1. соотношение радиоактивного и стабильных изотопов углерода в атмосфере и в биосфере примерно одинаково из-за активного перемешивания атмосферы, поскольку все живые организмы постоянно участвуют в углеродном обмене, получая углерод из окружающей среды; 2. изотопы, в силу их химической неразличимости, участвуют в

биохимических процессах практически одинаковым образом; 3. удельная активность углерода живых организмах соответствует атмосферному содержанию радиоуглерода и составляет примерно 0,3 распада в секунду на грамм углерода

В-третьих, есть целый ряд оснований подвергнуть сомнению основные допущения, на которых основан радиоуглеродный метод датирования. Это, непостоянство, неравномерность процентного содержания  $C^{14}$  в атмосфере, его неоднородное распределение. Содержание  $C^{14}$  зависит от космического фактора (интенсивность солнечного излучения) и земного (поступление в атмосферу «старого» углерода из-за горения или гниения древней органики, возникновения новых источников радиоактивности, колебаний магнитного поля Земли). Изменение этого параметра на 20% влечёт ошибку в РУ-возрасте почти в 2 тысячи лет.

Скорость радиоактивного распада изотопов не является постоянной, — действительно, со времён Либби период полураспада  $C^{14}$  по официальным справочникам «изменился» на сотню лет, то есть, — на пару процентов (этому соответствует изменение РУ-возраста на полторы сотни лет). По всей видимости, значение этого периода существенно (в пределах нескольких процентов) зависит от экспериментов, в которых он определяется. А, возможно, зависит от каких-то внешних условий, полей и сил, например — от взаимодействия атомов или ядер изотопа.

Изотопы углерода не являются вполне химически эквивалентными, и поэтому клеточные мембраны могут использовать их избирательно: некоторые абсорбировать  $C^{14}$ , некоторые — наоборот, избегать его. Поскольку процентное содержание  $C^{14}$  ничтожно (один атом  $C^{14}$  к 10 миллиардам атомов  $C^{12}$ ), даже незначительная избирательность клетки в изотопном отношении повлечёт большое изменение РУ-возраста (колебание на 10% приводит к ошибке примерно 600 лет).

В-четвертых, накопились, по мере применения метода радиоуглеродного датирования, многочисленные контрпримеры: недавно умершие организмы внезапно получались очень древними, или напротив содержали столь огромное количество изотопа, что получали отрицательный РУ-возраст. Некоторые заведомо древние предметы имели молодой РУ-возраст (такие артефакты объявлялись поздними подделками). В итоге оказалось, что РУ-возраст далеко не всегда совпадает с истинным возрастом, в том случае, когда истинный возраст можно проверить.

Критики радиоизотопного датирования на основе тяжелых металлов, во-первых, отмечают, что этот метод также основан на некоторых сомнительных радиологических допущениях: 1. Известны начальные условия (например, мы предполагаем, что дочерний изотоп изначально не присутствовал, или знаем, сколько именно его было); 2. Скорость распада всегда была постоянной; 3. Системы были закрытыми или изолированными, и количество материнских и дочерних изотопов не увеличивалось и не

уменьшалось; 4. Скорость распада не зависит от температуры, давления, химических реакций и других внешних воздействий.

Во-вторых, общей чертой перечисленных выше радиоизотопных методов датирования являются близкие значения периодов полураспада используемых изотопов в несколько миллиардов лет, и соответствующий этим периодам возраст геологических пород. Во многом сами методы определяют получаемый с их помощью возраст, так как другой возраст, например порядка тысяч лет, эти методы дать не могут, точно так же, как на весах для взвешивания вагонов и автомобилей, невозможно определить вес обручального кольца или использовать их для нужд фармакологии. Это слишком крупные веса для эволюции и палеонтологии.

В-третьих, метод радиоизотопного датирования основан на некоторых геологических допущениях, несостоятельность многих из которых давно доказана: 1. Происхождение Земли в соответствии с небулярной гипотезой Лапласа. Гипотеза Лапласа не выдержала проверку временем. Однако для геологии модель Лапласа не отменена и сегодня; 2. Пирогенное (застывание жидкости) или метаморфное (кристаллизация осадочной породы) образование кристаллов; 3. Замкнутость кристалла после его формирования; 4. Допущения о неизменности периодов полураспада и постоянстве процентного соотношения между изотопами во все времена. Последнее допущение – непроверенная экстраполяция в гигантском масштабе времени, так как распад ядер наблюдают всего около ста лет, а обобщают выводы о постоянстве его характеристик на миллиарды лет, т.е. на период времени в  $10^7$  раз больший.

В целом критики методов радиоизотопного датирования считают, что методы абсолютного геологического датирования являются непроверенными, так как основаны на ряде предпосылок, которые могут считаться допустимыми только после верификации принятых методик определения возраста на эталонных объектах. Фактически мы не имеем таких объектов, возраст которых был бы нам известен наверняка и сопоставим с теми интервалами времени, на определение которых претендуют методы радиоизотопного датирования.

Эти методы являются также недостаточно надежными, так как есть много соответствующих свидетельств этому. В частности, немногочисленные факты проверки данных такого датирования на объектах, возраст которых заранее известен, свидетельствуют о большом разбросе значений и регулярном существенном отклонении результатов в сторону завышения возраста на несколько порядков.

Критики радиоизотопных методов датирования считают применение этих методов предвзятым, т.е. заранее нацеленным на подтверждение эволюционной теории. С точки зрения эволюционной теории, радиоизотопное датирование призвано подтвердить большой возраст Земли, который непременно необходим эволюции для сколько-нибудь достоверного обоснования возможных преобразований. Поскольку в силу специфических

особенностей метода радиоизотопное датирование хронически завышает возраст геологических объектов и к тому же претендует на относительно точную количественную оценку возраста, то оно было принято в эволюционной науке за единственно достоверную оценку.

Методы радиоизотопного датирования пород и ископаемых останков опираются в значительной степени на концепцию геологического униформизма Лайеля, который в своём труде «Основы геологии» в трёх томах (1830—1833) разработал учение о медленном и непрерывном изменении земной поверхности под влиянием постоянных геологических факторов. Он перенёс нормативные принципы биологии в геологию, построив здесь теоретическую концепцию, которая впоследствии оказала влияние на биологию. Лайель в своей униформистской теории опирался на следующие допущения: 1. Законы природы постоянны; 2. Все геологические черты Земли - результат процессов, происходящих и сегодня, т.е. считается, что процессы, которые мы видим в природе в наши дни, имели место и в прошлом, причем протекали они с такой же скоростью; этот пункт полностью нивелирует влияние катастроф на формирование «лица Земли»; 3. Геологические изменения всегда медленны и идут с постоянной скоростью; 4. Слоистые породы медленно формировались при осаждении из воды, а для этого требовалось, чтобы континенты многократно поднимались и опускались над уровнем моря.

По мере накопления достаточно большого фактического и экспериментального материала, ученые-геологи обнаружили, что униформизм Лайеля имеет крайне ограниченное применение и не может служить основой для реконструкции геологических условий прошлого. Например, модели Лайеля противоречат часто встречающиеся пластичные складки твердых горных пород, которые легко объяснить, полагая, что породы изогнулись на ранних стадиях формирования, до их метаморфизации. Но тогда пришлось бы признать наличие крупной катастрофы, а не постепенного накапливания осадков в течение сотен тысяч и миллионов лет.

К палеонтологическим аномалиям можно отнести и «ожившие окаменелости». Например, во времена Дарвина считалось, что целаканты вымерли 50 миллионов лет назад, но в XX веке их более 10 раз ловили у берегов Мадагаскара (впервые в 1938 г.). Необъяснимы и окаменелые следы человека рядом со следами динозавра, которые тут же были причислены к фальсификациям. Сообщения о таких находках были возможны только до торжества Дарвиновской теории, после же, включая настоящее время, шансов на опубликование результатов противоречащих теории эволюции в серьезных научных изданиях почти нет.

На место униформизма пришел более общий принцип актуализма, который говорит, что сходство современных и древних геологических процессов только качественное, в количественном плане они могли значительно отличаться от процессов сегодняшних. Изучая реальные геологические разрезы, геологи все чаще стали приходить к выводу, что

геологическая летопись - это последовательность редких, но значительных по интенсивности событий, разделенных длительными перерывами. Сравнительно краткие эпизоды геологической активности сменяются значительно более длительными периодами геологического покоя, во время которых протекающие процессы не оставляют заметного следа в геологических разрезах.

Подвергается критике сам принцип соотнесения геологической и биологической эволюции и их временных шкал и датировок. Критики отмечают логическое противоречие между использованием, с одной стороны, геологических пород для датировки окаменелостей, и, с другой стороны, использованием руководящих окаменелостей для датировки пород. Отмечается также, что палеонтологическое датирование, основанное на гипотезе биологической эволюции, является принудительным шаблоном, под который искусственно подгоняется геологическая эволюция.

Рассмотренная нами критика геохронологической шкалы, соотнесенной с палеонтологической шкалой и методов геологического и палеонтологического датирования, как нам кажется, верно констатирует реальные трудности палеонтологического и геохронологического датирования и но она права в том, что точность этой шкалы и методы палеонтологии и геохронологии далеки от совершенства и нуждаются в дальнейшем развитии. Однако, она не может рассматриваться как основание для отказа от современной общепринятой геохронологической и палеонтологической шкалы или радикального их пересмотра.

Вторая группа проблем палеобиологии связана с техническими вопросами палеонтологии. Здесь можно выделить следующие главные проблемы: 1.проблему интерпретации и периодизации ископаемых остатков; 2.проблемы палеонтологической систематики. Эти проблемы приобретают особенно острый характер при обнаружении ископаемых останков, которые не вписываются в существующие палеонтологические представления и палеонтологическую шкалу эволюции, а также при обнаружении живущих в наше время видов, которые считались давно вымершими, и, наконец, при обнаружении таких ископаемых видов, которые не вписываются в существующую палеонтологическую систематику.

Третья группа проблем палеобиологии связана с эволюционной теорией. Здесь можно указать следующие проблемы, над которыми работает современная биология на стыке теории эволюции и палеонтологии: 1.проблема первичного предка жизни, от которого произошли все биологические виды в процессе эволюции, 2.проблема эволюционной дивергенции видов от первичного общего предка, 3.проблема соотношения прерывности и непрерывности биологической эволюции, особенно в контексте вопросов стабильности и нестабильности биосферы и геосферы Земли, 4.проблема соотношения биологической и геологической эволюции на Земле.

Все эти проблемы составляют сегодня передний край развития теории

эволюции и единой теории жизни, которые, как мы видим, невозможны без учета и решения проблем палеобиологии.

## 5.Криптобиология

**Криптобиологию** (от греческого слова «криптос» - скрытый) можно определить как отрасль биологии, занимающуюся поиском существ, считающихся по каким-либо причинам мифическими, легендарными. Наука эта связана с зоологией, ботаникой, мифологией, демонологией, историей, геральдикой, фольклористикой, палеонтологией. Задача ее - расшифровать и выявить рациональные сведения о существах из легенд, после чего отнести предмет изучения либо к биологии, либо к мифологии. К данной дисциплине имеют отношение тератология (наука об уродствах) и такие отрасли, которые можно назвать реликтоведение (наука о реликтах) и феноменология (наука об «аномальных», необычных явлениях, чудоведение; или эниология - изучает экстрасенсорное целительство, биолокацию, неопознанные летающие объекты, полтергейст, телекинез, ясновидение и другое), уфология (наука о неопознанных летающих объектах).

Криптобиологические методы - анализ фольклора, сбор свидетельств и преданий, фото и киносъемки, фиксация следов, сбор вещественных доказательств, наблюдения в природной обстановке, расшифровка старых текстов и гербов. Криптобиологи проверяют сообщения о встречах с таинственными существами и сами участвуют в их поимке.

Разумеется, не всякий поиск обязательно должен увенчаться поимкой или находкой реального существа, так как оно может быть действительно порождением воображения и фольклорного творчества. В таком случае нужно собрать сведения, убедительно доказывающие нереальность существа. Расшифрованный объект становится впоследствии объектом исследования биологии или мифологии. Криптобиологию можно подразделить на криптозоологию, криптоботанику и т.д.

Далеко не все специалисты признают право этой науки на существование вообще или в качестве самостоятельной дисциплины. Тем не менее, она имеет свой специфический объект исследования. В 1982 году создано Международное общество криптозоологии, его штаб-квартира находится в Соединенных Штатах Америки. Оно издает ежегодный журнал «Cryptozoology» (Криптозоология) и ежеквартальный бюллетень «ISC Bulletin» (Бюллетень Международного общества криптозоологии). Основатель и президент общества - французский зоолог бельгийского происхождения Бернар Эйвельманс.

Не без влияния Б.Эйвельманса и других криптозоологов появилось целое направление в искусстве. Вспомним хотя бы весьма шумевшие художественные фильмы (и книги) «Воспоминания о будущем», «Челюсти», «Кинг Конг», «Легенда о динозаврах», «Парк юрского периода». Новелла о последнем мамонте, уцелевшем в холмах Аляски, есть у Джека Лондона. В

сказах Бажова есть Великий Полоз. Писатель И.А.Ефремов создал образы полувымершего африканского страшилища гишу - помеси гиены и льва, и монгольского ядовитого червя олгой хорхой.

Нередко в народных сказках, фольклоре у сказочных персонажей обычно можно найти реальную первооснову криптобиологических объектов. У Жар-птицы, например, это павлин. Выяснилось, что реальные прототипы есть и в других художественных произведениях. Оказывается, аленький цветочек из сказки С.Т.Аксакова – это пион тонколистный *Paeonia tenuifolia* L., ныне редкое растение Волго – Уральского междуречья. А музыкальный «Соловей» А.А.Алябьева – самарский соловей обыкновенный *Luscinia luscinia* L.; композитор написал знаменитый романс после отдыха в Самарской губернии; кстати, орнитологи признают самарского соловья по пению лучшим.

В нашей стране криптозоологи сконцентрировали свои усилия преимущественно на поиске реликтового гоминоида, больше известного под названием «снежный человек». В настоящее время в методике поиска и исследований гоминоида, как и других загадочных существ, необходим качественный скачок. Никого уже не удовлетворяют традиционные поиски типа «увидел - рассказал» или сбор свидетельств. В дополнение к этим методам необходимо применение технических средств - фото-, кино- и других приборов, проектирование специальных заповедников, разработка эффективных методов охраны редких существ. Необходимо издание специального журнала, периодически публикующихся сборников, создание архива - все это нужно для сопоставления и анализа фактов в будущем. Информация должна накапливаться, храниться, изучаться. Требуется осмысление объекта поиска и с иных позиций. Во всяком случае, нужно иметь в виду, что объект может быть не тем, что понималось традиционно, например, полтергейстом, представителем внеземной или параллельной цивилизации, иным существом параллельного мира, либо чем-нибудь вообще иным. В соответствии с этим нужны и новые методы.

Считается принципиальным вопрос о добыче этих существ, что предполагает определенное насилие вплоть до лишения жизни. Тут есть свои сторонники и противники. Следует пояснить, что для научного признания существа нужно его исследовать, а для этого нужно оно само, а не рассказы о нем. В конце концов, загадочное, вероятно редчайшее и исчезающее существо убивать не обязательно, но поймать его и ознакомить с ним научный мир просто необходимо. Для научного признания достаточны и останки существа, по крайней мере, вещественные следы его существования и деятельности, но только те следы, которые специалистами будут признаны неоспоримыми и достаточными. Разумеется, следует подумать об изобретении специальных, щадящих ловушек, это актуально для изучения всех иных редких существ. Нужно подчеркнуть, что поимка существа для изучения в интересах сохранения этого вида, потому что только в случае его

научного и юридического признания можно будет серьезно ставить вопрос о его сохранении в природе.

Несмотря на наличие известных авторитетов (за рубежом это Б.Эйвельманс, А.Т.Сандерсон, у нас - Б.Ф.Поршнев, И.И.Акимушкин, Д.Ю.Баянов, М.Г.Быкова, И.С.Гурвич, А.М.Кондратов, Ж.И.Кофман, Н.Н.Непомнящий, В.Б.Сапунов, И.Ф.Бурцев и др.), криптобиология в нашей стране находится только в начале своего пути. Тем не менее, перед ней открываются широкие перспективы.

## **Тема 6. ЧЕЛОВЕК И БИОСФЕРА**

### **1. Проблема антропогенеза**

### **2. Биосфера и ноосфера: проблема коэволюции**

### **3. Философские проблемы биотехнологии и генной инженерии**

### **4. Проблема жизни во Вселенной**

### **5. Проблемы биоэтики**

#### **1. Проблема антропогенеза**

Вопрос о происхождении человека состоит из следующих основных частей: где, когда, как, почему возник человек? По этому вопросу существуют сегодня четыре основных группы подходов: 1. религиозно-идеалистические, 2. натуралистически-биологизаторские, 3. научно-фантастические и 4. научно-материалистические.

**Религиозные подходы** к происхождению человека, при всем их различии у разных религий, исходят из того, что человек создан Богом из неживой материи и наделен душой. В некоторых религиях, например, в христианстве, человек создан по образу и подобию Бога и наделен свободой воли. В некоторых религиях, например, в исламе или буддизме, отсутствует идея человекоподобного Бога, и, следовательно, богоподобного человека. Религиозный подход основан только на вере и в принципе не требует фактических, научных доказательств. Однако, богословы нередко стараются подкрепить веру и научными, рациональными доказательствами. Однако, в этих доказательствах неизбежно присутствует аргумент веры. Поэтому все научные, рациональные доказательства божественного происхождения человека имеют свое принципиально неустранимое слабое звено – обязательное признание существования Бога на веру.

**Идеалистические теории** происхождения человека являются по существу рационализированным философским вариантом религиозных теорий. Только понятие Бога здесь заменяется абстрактным понятием некоторой духовной субстанции, или начала, которое и порождает человека, понимаемого, прежде всего, как духовное существо. Положительных, фактических, научных аргументов в доказательство своих теорий философы идеалисты найти обычно не могут. Поэтому они спекулируют на

ограниченности научных знаний о человеке, на трудностях научного познания тайны происхождения человека. Но в принципе, все идеалистические версии происхождения человека основаны на философском убеждении в первичности духовного начала и на спекулятивном, произвольном фантазировании на тему: почему, как и для чего, это духовное начало произвело из себя человека.

**Натуралистически-биологизаторские подходы** (социал-дарвинизм и т.п.) опираются на упрощенную и искаженную или вульгаризированную теорию биологической эволюции. С их позиции человек является результатом линейной биологической эволюции. Человек в принципе не отличается от животных и его развитие и жизнедеятельность подчинены тем же биологическим законам, которым подчинено поведение животных. Грубая примитивность этого подхода, сведение человека к животным, проведение биологических различий между расами людей, - все это настолько же теоретически несостоятельно, насколько и социально реакционно и антигуманно по своей сути. Этому подходу присуща лишь мнимая «научообразность», за которой скрываются грубые натяжки и искажения фактов.

**Научно-фантастические теории** происхождения человека считают, что человек – это некий биоробот, созданный инопланетными высшими цивилизациями для каких-то непонятных нам целей. Часть представителей этой версии, предполагают, что высшие цивилизации, создав человека, предоставили ему возможность самостоятельного развития и наблюдают за этим развитием, не вмешиваясь в процесс. Т.е. эти фантасты рассматривают человечество и его историю как естественный эксперимент инопланетных высших цивилизаций. Другие же представители научно-фантастической версии считают, что создавшие человека инопланетные высшие цивилизации проводят на Земле искусственный эксперимент, не только внимательно наблюдая за историей человечества, но и активно вмешиваясь в эту историю, не обнаруживая, при этом, явно своего присутствия.

Некоторые фантасты ведут речь о существовании на Земле за миллионы и миллиарды лет нескольких человеческих почти бесследно погибших цивилизаций, рассматривая современное человечество как очередную из них. Главное основание научно-фантастических версий – богатая фантазия, опирающаяся на некие таинственные феномены, необъяснимые с позиций современной науки, а также на некоторые косвенные доказательства, поскольку прямых и общепризнанных научных доказательств сторонники научно-фантастических теорий пока не могут представить.

Следует признать, что некоторые из этих аргументов звучат довольно убедительно. Рассмотрим главные из них. Во-первых, развитие современной науки подвело сегодня человека к способности самому создавать неких биороботов на основе создания компьютерных программ и микрочипов, изготовления искусственных тканей, клонирования и т.п. Во-вторых, в

мифологии большинства древних народов существуют мифы о пришедших сверху на Землю богах, которые сделали человека человеком, научив людей основам культуры. Нужно учитывать, что мифы древних людей в фантастической форме отражали реальные события и не могли быть пустой и беспочвенной фантазией. В-третьих, все древнейшие цивилизации на Земле возникли примерно в одно время, хотя и в разных местах и независимо друг от друга – пять-шесть тысяч лет назад. Такая синхронность трудно объяснима простой случайностью. В-четвертых, существует достаточно большое количество таинственных древних артефактов, которые явно могли быть произведены только высокоразвитыми цивилизациями, но не примитивными технологиями людей, живших в то время - изображения пустыни Наска, Стоунхендж, железная колонна в Индии, относящаяся к эпохе, когда люди еще не могли ее сделать и т.д. и т.п. В-пятых, многие ученые отмечают, что возможности человеческого мозга гораздо больше, чем это необходимо для его общественной жизнедеятельности, что современный человек использует возможности мозга лишь на десятую долю его потенциала. Все это может быть истолковано как косвенный аргумент в пользу искусственного происхождения человеческого мозга. Целый пласт аргументов в пользу научно-фантастической версии может представить уфология – наука о внеземных цивилизациях и контактах с ними. Однако, все эти аргументы весьма сомнительны, ибо в своей основе строятся на свидетельских показаниях контактеров и наблюдателей, которые принципиально не могут быть проверены на истинность. В целом вопрос об истинности научно-фантастической версии происхождения человека пока остается открытым. Если же он получит положительное решение, это приведет к радикальному пересмотру всех современных концепций природы человека и общества.

**Научно-материалистическая версия** происхождения человека исходит из идеи формирования человека естественным путем в процессе антропосоциогенеза. Общая модель происхождения человека выглядит так. На первом этапе произошло отделение в эволюции приматов от общего с современными обезьянами предка линии предков человека (понгидно-гоминидной линии), которая развивалась параллельно с эволюцией других линий, приведших к формированию современных обезьян. Промежуточные, переходные формы древних гоминид по данным археологии возникли 20 млн. лет назад (проконсулы, ориопитеки, сивапитеки, парапитеки, проприопитеки, египтотипеки).

У предковой гоминиды, от которой пошла эволюция человека верхние конечности были короче нижних, мозг больше, чем у обезьян того периода, они были приспособлены как для хождения по земле, так и для лазания по деревьям. Сравнительный анализ ДНК человека и обезьян позволил установить, что наиболее близким к человеку видом обезьян являются шимпанзе (95 % генов у человека и шимпанзе совпадают). Разделение шимпанзе и предков человека произошло 8-5 млн. лет назад. Современная

наука выдвигает целую группу факторов для объяснения эволюции биологического вида гоминид от далеких предков к современному человеку. Среди этих факторов указываются такие мутагенные факторы, как радиация, сейсмическая активность Земли, периодические похолодания и оледенения, космические излучения и другие. На этапе отделения предков человека от обезьян определяющим фактором эволюции человека были именно биологические факторы, генные мутации, закрепляемые естественным отбором.

Непосредственным, переходным видом от гоминид к человеку являются **австралопитеки** (5 млн.-1 млн. лет назад). Они передвигались на двух конечностях, вели стадный наземный образ жизни, По объему мозга австралопитеки незначительно отличались от высших обезьян. В среднем объем мозга австралопитеков составлял  $552 \text{ см}^3$ , а у гориллы –  $496 \text{ см}^3$ . Однако, строение мозга было более сложным. Австралопитеки жили группами по 25-30 человек, вели охотничий образ жизни. Они уже применяли примитивные орудия труда, хотя еще не занимались их систематическим изготовлением.

Эволюция уже собственно человека заняла длительный период. В этом периоде выделяют три основных стадии: 1. протантропы (питекантропы, синантропы), 2. палеоантропы (неандертальцы), 3. неоантропы (кроманьонцы). Этот период антропосоциогенеза является временем собственно формирования современного человека, т.е. перехода от древнего человека к современному.

Решающим фактором этой биологической эволюции является увеличение и усложнение структуры мозга, на основе которого произошло качественное изменение способа поведения наших предков. В силу до конца неясных причин древний человек, ведущий стадный образ жизни, перешел к производству орудий труда, с помощью которых добывал себе средства к существованию. Существуют различные версии, объясняющие переход древнего человека к коллективному труду и постепенной замене биологической эволюции эволюцией социальной. Поршневу объясняет этот переход характером пищи – трупоедением, способствовавшим развитию мозга. Г.Шмидт говорит о влиянии сильного похолодания, принудившего человека усовершенствовать орудия труда. П. Ефименко отмечает в качестве главного фактора переход от эндогамии к экзогамии, что обогатило генофонд первобытных стад. В каждой из этих версий есть доля истины, но очевидно здесь действовало сочетание разнообразных причин, побудивших древнего человека перейти к коллективному труду, изготовлению и применению, а также совершенствованию орудий труда.

Основными факторами дальнейшего становления современного человека стали: развитие орудий труда и трудовых технологий, а также одновременное с этим развитие человеческого тела, мозга, совершенствование социальных отношений внутри первобытного стада (важную роль в этом играло упорядочение половых отношений и

установление общественных норм поведения в форме табу), развитие членораздельной речи и форм первобытного общественного сознания (магии, фетишизма, тотемизма, анимизма). Все эти факторы взаимно обуславливали и стимулировали друг друга. В процессе формирования современного человека происходило постепенное вытеснение законов биологической эволюции принципиально новыми социальными законами социальной эволюции на основе совершенствования форм общественного, коллективного труда и формирования из первобытного стада человеческого общества.

Проследим основные стадии процесса эволюции от древнего человека к современному человеку. Переходным звеном между австралопитеками и протантропами является **«человек умелый»** или «*homo habilis*» 3-1,5 млн. лет назад. Человек умелый – это двуногое существо с объемом мозга 668 см<sup>3</sup>. и ростом до 140 см. Он занимался коллективной охотой на мелких и крупных животных, изготавливал до 20 видов простейших каменных орудий, строил жилища, вел оседлый образ жизни.

Затем следует человек прямоходящий - «*homo erectus*» – питекантропы и синантропы (2 - 0,5 млн. лет назад). **Питекантропы** имели уже вполне современные размеры тела — их рост составлял около 170 см. Прямохождение и сопутствующие ему признаки сочетались с примитивными обезьяньими чертами в строении черепа, зубов, мозга. У них был длинный и низкий череп с массивным надбровьем, суженным покатым лбом, плоским носом, массивной, без выступающего подбородка нижней челюстью. Объем мозга в среднем составлял 930 см<sup>3</sup>, что примерно в 1,5 раза меньше, чем у современного человека с такими же размерами тела. Питекантропы были ранними охотниками и собирателями, жили небольшими замкнутыми общинами и, возможно, изготавливали грубые рубящие орудия. Более поздние представители яванских древнейших людей, жившие около 100 тыс. лет назад, при большом сходстве с питекантропами обладали более крупным мозгом (в среднем 1150 см<sup>3</sup>) и уже изготавливали хорошо выделанные костяные орудия.

**Синантропы** имели небольшой рост — в среднем 1,62 м. у мужчин и 1,52 м. у женщин. По строению черепа они сходны с индонезийскими питекантропами, но мозг у них был несколько крупнее (в среднем около 1050 см<sup>3</sup>). Примитивная структура мозга сочеталась с наличием очагов усиленного роста в затылочно-теменно-височной и лобной областях, связанных с появлением специфических для человека функций. Синантропы изготавливали грубые рубящие орудия, скребки, наконечники и др., широко использовали огонь. На стоянке пекинских синантропов обнаружены мощные слои золы (до 6-7 м), обугленные кости животных, обожженные зерна.

Затем следует неандерталец (200-35 тыс. лет назад). **Неандертальцы** населяли преимущественно предледниковую зону Европы и представляли собой своеобразный экологический тип древнего человека, сформировавшийся в условиях сурового климата и некоторыми чертами напоминавший современные арктические типы, например, эскимосов. Для

них были характерны плотное мускулистое сложение при небольшом росте (160-163 см. у мужчин), массивный скелет, объемистая грудная клетка, чрезвычайно высокое отношение массы тела к его поверхности, что уменьшало относительную поверхность теплоотдачи. Эти признаки могли быть результатом отбора, действовавшего в направлении энергетически более выгодного теплообмена и увеличения физической силы.

Неандертальцы имели крупный, хотя еще и примитивный мозг (1400-1600 см<sup>3</sup> и выше), длинный массивный череп с развитым надглазным валиком, покатым лбом и вытянутым «шиньонообразным» затылком; очень своеобразно «неандертальское лицо» — со скошенными скулами, сильно выступающим носом и срезанным подбородком. Предполагают, что неандертальцы рождались более зрелыми и развивались быстрее, чем ископаемые люди современного физического типа. Возможно, что неандертальцы были довольно вспыльчивыми и агрессивными, если судить по некоторым особенностям их мозга и гормонального статуса, которые можно реконструировать по скелету.

В интеллектуальном отношении неандертальцы продвинулись достаточно далеко, создав высокоразвитую мустьерскую культуру (по названию пещеры Ле-Мустье во Франции). Только во Франции установлено свыше 60 разных типов каменных орудий; значительно усовершенствовалась их обработка: для изготовления одного мустьерского остроконечника требовалось 111 ударов против 65 при выделке ручного рубила раннего палеолита. Неандертальцы охотились на крупных животных (северный олень, мамонт, шерстистый носорог, пещерный медведь, лошадь, бизон и др.), умели высекать и поддерживать огонь для обогрева жилищ. У них уже существовали некоторые ритуалы (культы, погребения), зачатки искусства, забота о соплеменниках (инвалидах, доживших до пожилого возраста). Ранее считалось, что неандертальцы представляют звено в эволюции современного человека. Но проведенные исследования ДНК, установили, что они являются боковой ветвью в эволюции человека, а не предками современного человека.

**Кроманьонцы** или «*homo sapiens*» являются итогом эволюции другой победившей неандертальцев ветви. Время рождения человека разумного относят к 200 тыс. лет назад. Завершился процесс антропосоциогенеза современного человека примерно 40 тыс. лет назад, когда кроманьонцы практически уничтожили и вытеснили все другие линии эволюции человека. Местом рождения современного человека большинство ученых считает Восточную и Южную Африку, откуда он распространился по всей планете. Часто кроманьонцами называют всех ранних людей современного вида независимо от места находки, что вряд ли справедливо, так как только в Европе существовало несколько их различных вариантов. В Восточной и Южной Африке корни кроманьонцев прослеживаются в более ранние эпохи: возможно, они жили уже 1,6 млн. лет назад (мальчик-архантроп из Кении).

Предполагается, что предки кроманьонцев — «протокроманьонцы» — проникли на Ближний Восток и в Южную Европу в период последнего

оледенения, около 100 тыс. лет назад. Телосложение кроманьонцев было менее грубым и массивным, чем у неандертальцев. Они были высокорослы (рост до 180-190 см.) и имели вытянутые «тропические» (то есть свойственные современным тропическим популяциям человека) пропорции тела. Их череп по сравнению с черепом неандертальцев имел более высокий и округленный свод, прямой и более гладкий лоб, выступающий подбородок. Людей кроманьонского типа отличало низкое, но широкое лицо, угловатые глазницы, узкий, сильно выступающий нос и крупный мозг (в среднем 1800 см.<sup>3</sup>). Кроманьонцы создали богатую и разнообразную культуру позднего палеолита. Описано свыше 100 типов сложных, выполненных с большим мастерством каменных и костяных орудий, изготовлявшихся путем новой, более эффективной обработки камня и кости (например, для изготовления кремневого ножа требовалось уже свыше 250 ударов). Значительно усовершенствовали кроманьонцы и способы охоты (загонная охота), добывая северного и благородного оленей, мамонтов, шерстистых носорогов, пещерных медведей, волков и других животных. Они изготавливали копьеметалки (копье могло пролететь 137 м), а также приспособления для ловли рыбы (гарпуны, крючки), силки для птиц.

Кроманьонцы жили главным образом в пещерах, но, вместе с тем, они строили разнообразные жилища из камня и землянки, шатры из шкур животных и даже целые поселки. Ранние неантропы умели изготавливать шитую одежду, нередко украшенную. Кроманьонцы были творцами замечательного европейского первобытного искусства, о чем свидетельствуют многоцветная живопись на стенах и потолках пещер (Альтамира, Ласко, Монтеспан и др.), гравировки на кусочках камня или кости, орнамент, мелкая каменная и глиняная скульптура. Великолепные изображения лошадей, оленей, бизонов, мамонтов, женские статуэтки, за пышность форм названные археологами «Венерами», различные предметы, вырезанные из кости, рогов и бивней или вылепленные из глины, бесспорно свидетельствуют о высоко развитом у кроманьонцев чувстве прекрасного. Вершины пещерное искусство достигло примерно 19-15 тыс. лет назад. Ученые считают, что у кроманьонцев существовали магические обряды и ритуалы. По-видимому, продолжительность жизни кроманьонцев была большей, чем у неандертальцев: около 10% уже доживали до 40 лет. В эту эпоху сформировался и первобытнообщинный строй.

Важным шагом в развитии человека стала **«неолитическая революция»** (8-3 тыс. лет до н.э.) - переход от присваивающего хозяйства (собирательство, охота) к производящему (земледелие, скотоводство). В эпоху неолита орудия из камня шлифовались, сверлились, появились глиняная посуда, прядение, ткачество. Научная версия исходит из единства формирования человека и общества в процессе освоения и совершенствования форм общественного, коллективного труда. Поэтому она называется также трудовой теорией антропосоциогенеза. Общая модель

эволюционного развития человека представлена на **Рисунке 11. «Дерево эволюции человека»**.

Несмотря на то, что эта теория имеет целый ряд действительно научных доказательств, опирающихся, прежде всего, на данные археологии, на изучение ископаемых остатков древних людей и их поселений, а также, несмотря на то, что эта теория избегает всяких сверхъестественных объяснений, нужно признать, что и она имеет ряд слабых мест.

Во-первых, - это недостаточность доказательств. Данные археологии не дают полной и исчерпывающей картины эволюции современного человека. Ископаемые предки человека не выстраиваются пока что в линейную схему. Обнаруживаются пустоты или пропущенные звенья в линии эволюции человека, ведущей от древних гоминид к человеку современному. В связи с этим в современной науке произошел переход от линейной модели эволюции, которая выстраивает предков человека в последовательную линию к кустовой модели, согласно которой существовало несколько параллельных линий эволюции древних людей, сосуществовавших одновременно и конкурировавших друг с другом. Однако, линия эволюции собственно человека разумного пока не выяснена во всех деталях. Схематически проблемные аспекты дерева эволюции человека даны на **Рисунке 12. «Проблематическое дерево антропогенеза»**.

Во-вторых, существует проблема скачка от обезьяны к человеку. Суть ее в том, что к труду способен уже разумный человек, как таковой, а естественная теория эволюции предполагает, что человек появился только в результате трудовой деятельности. Получается, что труд, с одной стороны, невозможен без человека, с другой стороны, что труд должен существовать раньше человека и создать его. Эта проблема разрешается на основе диалектического мышления, рассматривающего труд и человека как две стороны противоречия, взаимно обуславливающие друг друга и развивающиеся в процессе этого взаимодействия. Логику этого взаимодействия убедительно анализирует Ф. Энгельс в работе «Роль труда в происхождении человека».

В-третьих, кажется труднообъяснимой относительная геологическая моментальность распространения человечества по всей планете, неясны причины внезапного ускорения эволюции и быстрого рассеяния человека разумного по всей планете.

В-четвертых, нет определенности и с датировкой этапов эволюции человека. Есть находки, не вписывающиеся в стандартную модель датировки эволюции человека, требующие пересмотра стандартной общепринятой датировки, сдвигающие время появления человека на миллионы лет назад.

В-пятых, неясен и вопрос со случайностью или закономерностью появления человека. Одни ученые считают появление человека на Земле случайностью, другие закономерностью биологической эволюции. Но пока до конца убедительно не доказано ни то, ни другое.

Нам кажется, что слабости и несовершенство, неполнота деталей научной версии происхождения человека не должны служить основанием ее отрицания. Они должны стимулировать научную мысль на поиск научных решений указанных проблем. В любом случае научная теория антропосоциогенеза является наиболее убедительной и обоснованной из всех существующих теорий происхождения человека.

## 2. Биосфера и ноосфера. Проблема коэволюции

Человек является вершиной эволюции биосферы, глобальным и универсальным преобразователем биосферы. Естественно, речь идет не об отдельно взятом человеке, а о сообществе всех людей, совокупном человечестве, как особой части биосферы, находящейся с ней в сложных, противоречивых отношениях. Для обозначения этого универсального человеческого сообщества как особой части биосферы в науке пока не сложилось единого, общепринятого термина. Чаще всего используются понятия «антропосфера», «социосфера», «биотехносфера», «ноосфера». Из этих категорий наиболее фундаментальной, по мнению большинства исследователей, является понятие «социосфера». **Социосфера** - часть географической оболочки Земли, входящая в неё наряду со сферой природного ландшафта. Она включает в свой состав человечество с присущими ему общественными (в т. ч. производственными) отношениями, выступающее в качестве мощной производительной силы, и освоенную им среду. Внутри социосферы можно выделить два компонента: 1. антропосферу - составную часть социосферы, охватывающую человечество как совокупность индивидов и 2. биотехносферу - преобразованную людьми биосферу и геосферу.

Внутри биотехносферы выделяют «техносферу». Техносфера - это весь арсенал технических произведений человечества, искусственная оболочка Земли, воплощающая человеческий труд, организованный научно-техническим разумом. В целом это система жизнеобеспечения, изолирующая человека от враждебного мира, но прозрачная для полезных потоков вещества, энергии и информации.

Следует отметить, что термин «биотехносфера» используется в разных значениях: 1. как синоним «социосферы», 2. как синоним «техносферы» или 3. как характеристика определенного этапа в развитии социосферы. Так, по А.В. Сидоренко биотехносфера - сфера, представляющая собой переходный этап от биосферы к ноосфере. Характерной особенностью этого периода является сочетание стихийного и сознательного, отрицательного и положительного влияния деятельности человека на окружающую среду.

Термин «ноосфера» введен в 20-е годы XX века Эдуардом Леруа, который трактовал ее как «мыслящую» оболочку, формируемую человеческим сознанием. Э. Леруа подчеркивал, что пришёл к этой идее совместно со своим другом — крупнейшим геологом и палеонтологом-

эволюционистом и католическим философом Пьером Тейяром де Шарденом. При этом Леруа и Шарден основывались на лекциях по геохимии, которые в 1922-1923 годах читал в Сорбонне Владимир Иванович Вернадский. Сам В.И. Вернадский использовал термин ноосфера для характеристики нового состояния биосферы, в котором человечество, взятое в целом, становится мощной геологической силой и перед ним, перед его мыслью и трудом, становится вопрос о перестройке биосферы в интересах свободно мыслящего человечества как единого целого.

В современном понимании сложилось два толкования термина «ноосфера». Первое понимание сводит этот термин к понятию социосферы, как сферы разумной жизни на Земле, возникшей вместе с появлением человека и развивавшейся в процессе истории человечества. Ноосфера рассматривается как новая, высшая стадия эволюции биосферы, становление которой связано с развитием человеческого общества, оказывающего глубокое воздействие на природные процессы.

Второе понимание связывает ноосферу лишь с высшим этапом или стадией развития человечества, на котором разумная человеческая деятельность становится определяющим фактором развития биосферы и на котором устанавливаются гармоничные отношения между человечеством и биосферой. Ко второму пониманию близка позиция Вернадского, который говорил об образовании ноосферы, как перспективе и задаче будущего человечества: «Ноосфера - последнее из многих состояний эволюции биосферы в геологической истории - состояние наших дней. Ход этого процесса только начинает нам выясняться из изучения ее геологического прошлого в некоторых своих аспектах... Сейчас мы переживаем новое геологическое эволюционное изменение биосферы. Мы входим в ноосферу.»

В дальнейшем для характеристики человечества как особой части биосферы вообще, безотносительно к конкретному этапу и форме их взаимодействия мы будем использовать термин «социосфера». Термин ноосфера, по нашему мнению, целесообразен для характеристики той формы отношений биосферы и социосферы, которая еще только формируется в наше время.

Понимание человечества как социосферы сложилось в XX веке в связи с глобальными историческими потрясениями и гигантским скачком научно-технического прогресса и вызванными им глобальными проблемами. Выделение человечества как социосферы позволило выявить научную проблему соотношения социосферы и биосферы и сформулировать глобальные противоречия этих отношений и тенденции их развития.

Проблема отношений биосферы и социосферы состоит в определении необходимых связей между ними. В общей форме эти связи тривиальны. Биосфера – жизненная среда и необходимая предпосылка социосферы. Социосфера – ее активный трансформирующий элемент, поскольку способ существования человека – общественное производство предполагает не приспособление к природной среде, а ее преобразование, приспособление

среды к человеку. Суть проблемы заключается в конкретных формах взаимодействия биосферы и социосферы, определяющих их взаимный баланс и обеспечивающих их сосуществование и соразвитие.

Отношения социосферы и биосферы следует рассматривать исторически, поскольку их формы менялись по мере развития производственной деятельности человека и масштабов и форм воздействия человека на биосферу.

Можно выделить следующие основные этапы отношений биосферы и социосферы. Первый этап - **адаптационный период**, когда преобладал ручной, низкопроизводительный и низкоэнергетичный труд. Здесь человечество в основном приспособлялось к биосфере и оказывало относительно слабое давление на биосферу, легко компенсируемое процессами ее саморегуляции. Второй этап - **техногенный период**, когда человечество перешло к механизированному, высоко энергетичному и высокопроизводительному производству. Здесь, с началом научных и промышленных революций потребительское отношение к биосфере и масштабы ее загрязнения и разрушения в результате производственной деятельности человека стали стремительно нарастать, приближаясь к критическим пределам к началу XXI века. Тем самым, современная история взаимоотношений биосферы и социосферы поставила на повестку дня вопрос о переходе к новому типу их отношений – **коэволюции** и переходе на этой основе человечества к новой стадии своего развития - «ноосфере». История отношений биосферы и социосферы демонстрирует нам развитие, постепенное нарастание и обострение глобальных противоречий между социосферой и биосферой.

Глобальные противоречия в системе отношений биосферы и социосферы можно разделить на четыре группы: 1. между ограниченностью ресурсов биосферы и неограниченным ростом потребностей человечества, 2. между естественным равновесием биосферы и механизмами его поддержания и восстановления и постоянно дестабилизирующим это равновесие давлением производственной деятельности человечества на природную среду, 3. между растущими потенциальными техническими возможностями человечества по преобразованию биосферы и биосферным «разумом» человечества, 4. между процессами самоуправления в биосферной системе и процессами сознательного, управляемого развития в социосфере, а также в отношениях между биосферой и социосферой. Все эти противоречия усугубляются бесчисленными межличностными, социальными, а также межгосударственными и цивилизационными противоречиями и конфликтами внутри человечества.

Сложившиеся сегодня противоречия между биосферой и социосферой приняли форму глобальных проблем, одной из которых является проблема самого сохранения существующей биосферной системы, в рамках которой только и возможно биологическое существование человека. Осознание остроты и критического характера современных отношений социосферы и

биосферы научным сообществом произошло в XX веке. Глобальное осмысление эта проблема в ее современной антагонистической форме получила в концепции ноосферы. Ноосфера – искомое высшее состояние социосферы, в котором возможно обеспечение коэволюции биосферы и социосферы, в котором будут разрешены современные глобальные проблемы человечества.

**Коэволюция** - параллельная, взаимосвязанная эволюция биосферы и человеческого общества, это такая форма динамичных отношений биосферы и социосферы, при которой обеспечивается устойчивое равновесие и сохранение современной биосферы и естественная динамика ее эволюции, и, в то же время, обеспечивается самосохранение и устойчивое развитие (эволюция) человечества. Коэволюция предполагает сознательно ограниченное воздействие человека на природу, построение ноосферы, т.е. радикальную перестройку всей системы современных отношений биосферы и социосферы.

Коэволюция - современный императив выживания человечества. Это состояние – не реальность, а актуальнейшая задача всего современного человечества, если оно хочет избежать разрушения в результате его деятельности современной биосферной системы и гибели человечества. Поскольку человечество — часть биосферы, постольку реализация принципа коэволюции — необходимое условие для обеспечения его будущего. Причем, стратегия развития человечества не просто должна быть согласована с развитием биосферы, но должна быть такой, чтобы развитие биосферы происходило в нужном для человечества эволюционном канале. Вопрос о том, наступит ли эпоха ноосферы, то есть о том, сумеет ли человечество согласовать свои обычаи, свое поведение, то есть стратегию своего развития со «стратегией» развития биосферы, остается пока открытым.

Концепция ноосферы, разрабатываемая усилиями всего международного научного сообщества на стыке естественных и социогуманитарных наук, на стыке теории и практики, призвана решить две главные задачи: 1. теоретически обосновать, как нужно измениться современному человечеству и 2. как возможно добиться этих изменений, если оно хочет избежать самоуничтожения в результате критического разрушения собственной «неразумной» деятельностью современной биосферной системы. Другими словами, теория ноосферы и изучение проблем коэволюции открывает новое и, возможно, важнейшее направление фундаментальных исследований, ибо наука об обеспечении коэволюции и есть та комплексная дисциплина, которая должна дать людям знание о том, что необходимо для продолжения существования человечества на Земле и дальнейшего развития его цивилизации

В основе концепции ноосферы, находящейся сегодня лишь в стадии разработки, лежит три основных теоретических проблемы: 1. познание глобальных свойств и закономерностей эволюции биосферы и социосферы, а также их взаимоотношений; 2. разработка концепции коэволюции биосферы

и социосферы; 3.определение основных параметров ноосферы и принципов коэволюции.

В настоящее время изучение необходимых условий коэволюции продвинулось в целом ряде конкретных направлений. Так, например, изучение физико-химических особенностей атмосферы позволило установить влияние фреонов на структуру озонового слоя и даже принять важнейшее решение о переориентации холодильной промышленности на другой тип хладонов. На ряде частных примеров показана огромная стабилизирующая роль биоты в целом и отдельных экосистем.

Нельзя не отметить большую роль исследований биосферы как единой комплексной системы, проведенных в 70-х – 80-х годах группой исследователей Академии наук СССР под руководством Н. Моисеева. Эта группа посчитала на основе компьютерного моделирования биосферы эффекты «ядерной ночи» и «ядерной зимы». В дальнейшем, в течение 80-х годов были проведены десятки экспериментов с этой компьютерной моделью биосферы, чтобы выяснить те конечные состояния биосферы, те квазиравновесные состояния, которыми завершится тот или иной эпизод крупномасштабного воздействия человека на биосферу.

Результаты, которые получали исследователи, заставляли задумываться и строить разнообразные гипотезы. Во всех тех случаях, когда интенсивность воздействия превосходила некоторый порог (энергия воздействия порядка 2-3 тысяч мегатонн), биосфера никогда не возвращалась в исходное состояние или даже похожее на исходное. Совершенно иной становилась циркуляция атмосферы, менялась структура океанических течений, структура осадков и, конечно, распределение температур, а значит, и распределение биоты (если она сохранится после катаклизма). Другими словами, Земля после столь мощного воздействия переставала быть похожей на ту Землю, которую мы знаем в четвертичном периоде. И эта новая Земля уже не могла служить ойкуменой человечества: биота сохранится очень обедненной и самое главное без людей! Было установлено, что такая качественная перестройка вовсе не требует крупномасштабной ядерной войны: порог устойчивости и переход в новое качественное состояние мог произойти и в результате незначительных, но постоянно действующих возмущений, что и представляется особенно опасным.

Эти результаты приводят к мысли о том, что, по-видимому, биосфера может иметь несколько совершенно различных квазистационарных режимов, другими словами, — целый ряд различных аттракторов. И не исключено, что тот процесс эволюции биоты, который привел к появлению *homo sapiens*, мог быть осуществлен только в окрестности одного из аттракторов. Переход в окрестность другого аттрактора исключит возможность разумной жизни на планете.

Несмотря на некоторые частичные достижения, на вхождение терминов ноосфера и коэволюция в общепринятый научный обиход, на всеобщее внимание к этим проблемам, в целом задача теоретической

разработки концепции ноосферы сегодня не решена. Еще рано говорить о построении динамики биосферы как стройной теории, способной быть инструментом анализа устойчивости биосферы. Пока ученые во многом топчутся на уровне общих абстрактных рассуждений или в лучшем случае абстрактных и не продуманных детально и до конца концепций, по которым не достигнуто общего согласия даже на уровне ученых, не говоря уже об уровне практических политиков, либо ограничиваются исследованием отдельных, частных проблем коэволюции и ноосферы.

Одним из последних, значимых теоретических достижений в этой области можно назвать «концепцию устойчивого развития». Концепция устойчивого развития - модель развития цивилизации, которая исходит из необходимости обеспечить мировой баланс между решением социально-экономических проблем и сохранением окружающей среды. Впервые термин «устойчивое развитие» введен в докладе «Наше общее будущее», представленном в 1987 г. Всемирной комиссией ООН по окружающей среде и развитию под руководством Гру Харлем Брунтланд. Им обозначалась такая модель развития общества, при которой удовлетворение жизненных потребностей нынешнего поколения людей достигается не за счет лишения такой возможности будущих поколений. Фактически речь идет не о немедленном прекращении экономического роста вообще, а о прекращении, на первом этапе, нерационального роста использования ресурсов окружающей среды.

Концепция устойчивого развития появилась в результате объединения трех основных точек зрения: экономической, социальной и экологической. **Экономический подход** к концепции устойчивого развития основан на теории максимального потока совокупного дохода Хикса-Линдаля, который может быть произведен при условии, по крайней мере, сохранения совокупного капитала, с помощью которого и производится этот доход. Эта концепция подразумевает оптимальное использование ограниченных ресурсов и использование экологичных — природо-, энерго-, и материало-сберегающих технологий, включая добычу и переработку сырья, создание экологически приемлемой продукции, минимизацию, переработку и уничтожение отходов.

Эксперты Всемирного банка определили устойчивое развитие как процесс управления совокупностью (портфелем) активов, направленный на сохранение и расширение возможностей, имеющихся у людей. Активы в данном определении включают не только традиционно подсчитываемый физический капитал, но также природный и человеческий капитал. Чтобы быть устойчивым, развитие должно обеспечить рост — или, по крайней мере, неумножение — во времени всех этих активов (и не только экономический рост!).

В соответствии с приведенным определением устойчивого развития главным показателем устойчивости, разработанным Всемирным банком, являются «истинные темпы (нормы) сбережения» или «истинные нормы

инвестиций» в стране. Принятые сейчас подходы к измерению накопления богатства не учитывают истощение и деградацию природных ресурсов, таких как леса и нефтяные месторождения, с одной стороны, а, с другой — инвестиции в людей — один из самых ценных активов любой страны. При переходе на вычисление истинных темпов сбережений (инвестиций) этот недостаток исправляется корректировкой рассчитываемых традиционными методами темпов сбережений: в сторону уменьшения — путем оценки истощения природных ресурсов и ущерба от загрязнения окружающей среды (потеря природного капитала), и в сторону увеличения — путем учета возрастания человеческого капитала (прежде всего из-за инвестиций в образование и базовое медицинское обслуживание).

**Социальная составляющая** устойчивого развития ориентирована на человека и направлена на сохранение стабильности социальных и культурных систем, в том числе, на сокращение числа разрушительных конфликтов между людьми. Важным аспектом этого подхода является справедливое распределение благ. Желательно также сохранение культурного капитала и многообразия в глобальных масштабах, а также более полное использование практики устойчивого развития, имеющейся в недоминирующих культурах. Для достижения устойчивости развития, современному обществу придется создать более эффективную систему принятия решений, учитывающую исторический опыт и поощряющую плюрализм. Важно достижение не только внутри-, но и межпоколенной справедливости. В рамках концепции человеческого развития человек является не объектом, а субъектом развития. Опираясь на расширение вариантов выбора человека, концепция устойчивого развития подразумевает, что человек должен участвовать в процессах, которые формируют сферу его жизнедеятельности, содействовать принятию и реализации решений, контролировать их исполнение.

**С экологической точки зрения**, устойчивое развитие должно обеспечивать целостность биологических и физических природных систем. Особое значение имеет жизнеспособность экосистем, от которых зависит глобальная стабильность всей биосферы. Более того, понятие «природных» систем и ареалов обитания можно понимать широко, включая в них созданную человеком среду, такую как, например, города. Основное внимание уделяется сохранению способностей к самовосстановлению и динамической адаптации таких систем к изменениям, а не сохранение их в некотором «идеальном» статическом состоянии. Деградация природных ресурсов, загрязнение окружающей среды и утрата биологического разнообразия сокращают способность экологических систем к самовосстановлению. При устойчивом развитии хозяйственная система не должна превышать предельно допустимой нагрузки на биосферу. Значительное большинство международных организаций системы ООН включило в свою деятельность экологическую составляющую, ориентированную на переход к устойчивому развитию.

Согласование этих трех сторон устойчивого развития и их перевод на язык конкретных мероприятий, являющихся средствами достижения устойчивого развития — задача огромной сложности, поскольку все три элемента устойчивого развития должны рассматриваться сбалансированно. Важны также и механизмы взаимодействия этих трех концепций. Экономический и социальный элементы, взаимодействуя друг с другом, порождают такие новые задачи, как достижение справедливости внутри одного поколения (например, в отношении распределения доходов) и оказание целенаправленной помощи бедным слоям населения. Механизм взаимодействия экономического и экологического элементов породил новые идеи относительно стоимостной оценки и интернализации (учета в экономической отчетности предприятий) внешних воздействий на окружающую среду. Наконец, связь социального и экологического элементов вызвала интерес к таким вопросам как внутр поколенное и межпоколенное равенство, включая соблюдение прав будущих поколений, и участия населения в процессе принятия решений.

Появление концепции устойчивого развития подорвало фундаментальную основу традиционной экономики — неограниченный экономический рост. Традиционная экономика утверждает, что максимизация прибыли и удовлетворение потребителей в рыночной системе совместимо с максимизацией благополучия людей и что недостатки рынка можно исправить государственной политикой. Концепция устойчивого развития полагает, что краткосрочная максимизация прибыли и удовлетворение индивидуумов-потребителей в конечном итоге приведет к истощению природных и социальных ресурсов, на которых зиждется благосостояние людей и выживание биологических видов.

Однако, концепция устойчивого развития сама еще далека от совершенства, а, кроме того, не может претендовать на роль глобальной теории ноосферы. Абстрактные описания основных признаков ноосферы различными философами и учеными XX века также являются лишь частичными подготовительными материалами для разработки целостной глобальной теории ноосферы.

Теоретическое решение основных проблем теории ноосферы должно стать основой практической реализации стратегии коэволюции, которая может обеспечить сосуществование и новую динамическую гармонизацию отношений биосферы и социосферы, обеспечивающую их параллельную эволюцию и взаимное самосохранение. Здесь теория ноосферы сталкивается уже с набором практических проблем: 1. проблема перехода к сознательному глобальному управляемому развитию человечества, 2. проблема практической реализации экологического императива, 3. проблема практической нравственной революции человечества на уровне личности, 4. проблема межчеловеческих, общечеловеческих, глобальных и локальных институтов согласия (преодоления всех видов социальных противоречий, но при сохранении личностного и цивилизационного многообразия), 5. проблема

радикальных социальных преобразований, качественной смены способа производства и современной социальной системы в масштабах всего человечества, а также смены всего современного международного экономического, политического и идеологического порядка, б.проблема достижения международного консенсуса и практического согласования и объединения человечества в работе по построению ноосферы.

Эти проблемы одним из первых систематически сформулировал и попытался обсудить Н.Моисеев, который подчеркивал, что стремительно нарастающий экологический кризис не оставляет человечеству времени на раздумья, а требует скорейших решительных практических мер, что одним из главных условий перехода к коэволюции является нравственная перестройка всего человечества и каждой личности, а также переход к глобальному направленному, сознательному управлению общественными процессами и эволюцией социосистемы в целом.

Если говорить о практических шагах человечества по построению ноосферы и переходу к коэволюции, то здесь стоит отметить четыре крупных международных события, связанных с заключением международных соглашений по ограничению деструктивного воздействия человечества на биосферу.

В 1987 году был принят **Монреальский протокол**, содержащий запрет на использование хлор- и фторсодержащих хладонов, разрушающих озоновый слой Земли. Этот протокол вступил в силу 1 января 1989 года. Если страны, подписавшие протокол, будут его придерживаться, то можно надеяться, что озоновый слой восстановится к 2050 году. По состоянию на декабрь 2009 года 196 государств-членов ООН ратифицировали первоначальную версию Монреальского протокола.

9 мая 1992 г. в Нью-Йорке (США) была принята **«Рамочная конвенция ООН об изменении климата»**, РКИК (Framework Convention on Climate Change, UN FCCC) — соглашение об общих принципах действия стран по проблеме изменения климата. Она вступила в силу 21 марта 1994 г. Ратифицировали Конвенцию 189 стран.

В июне 1992 года на международной конференции в Рио-де-Жанейро, в которой участвовали 179 стран, была принята **«Рио-де-Жанейрская декларация по окружающей среде и развитию»**. Декларация Рио-де-Жанейро по окружающей среде и развитию (Декларация Рио) — декларация, содержащая основные принципы экологического права. Декларация содержит в себе 27 принципов экологически корректного поведения мирового сообщества. Декларация Рио-де-Жанейро по окружающей среде и развитию является одним из основных источников экологического права (права окружающей среды) большинства стран.

Нужно отметить, что при всей их важности решения, принятые в Рио-де-Жанейро и Нью Йорке в 1992 году, являются лишь рекомендательными. Кроме того, сфера их действия ограничена. В этих решениях не затронуты проблемы демографической политики, проблемы изменения современной

социальной системы и всей структуры международных отношений в едином планетарном сообществе.

В 1997 году был принят **Киотский протокол** в дополнение к Рамочной конвенции ООН об изменении климата (РКИК). Он обязывает развитые страны и страны с переходной экономикой сократить или стабилизировать выбросы парниковых газов в 2008-2012 годах по сравнению с 1990 годом. По состоянию на 26 марта 2009 Протокол был ратифицирован 181 страной мира (на эти страны совокупно приходится более чем 61 % общемировых выбросов). Заметным исключением из этого списка являются США. Киотский протокол стал первым глобальным соглашением об охране окружающей среды, основанным на рыночном механизме регулирования — механизме международной торговли квотами на выбросы парниковых газов. Страны участники Протокола определили для себя количественные обязательства по ограничению либо сокращению выбросов на период с 1 января 2008 года по 31 декабря 2012 года. Цель ограничений — снизить в этот период совокупный средний уровень выбросов шести типов газов (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, гидрофторуглероды, перфторуглероды, N<sub>2</sub>O, SF<sub>6</sub>) на 5,2 % по сравнению с уровнем 1990 года. Основные обязательства взяли на себя индустриальные страны: Евросоюз должен сократить выбросы на 8 %, Япония и Канада — на 6 %, Страны Восточной Европы и Прибалтики — в среднем на 8 %, Россия и Украина — сохранить среднегодовые выбросы в 2008—2012 годах на уровне 1990 года. Развивающиеся страны, включая Китай и Индию, обязательств на себя не брали.

Проблема практической реализации коэволюции социосферы и биосферы на основе перехода человечества в стадию ноосферы – главная научная и практическая проблема современного человечества, это вопрос жизни и смерти человека как вида, это современное глобальное испытание «разумности» человечества.

По оценкам большинства исследователей современному человечеству предоставляются две альтернативы: либо оно будет продолжать жить по-старому, постепенно совершенствуя свои технологии, либо перейдет к совершенно новому типу цивилизации. В первом случае его ожидает общепланетарный экологический кризис, борьба за ресурсы, которых заведомо на всех не хватит, тоталитаристское управление «золотого миллиарда» (первые проявления которого мы наблюдаем уже сейчас) и в конечном счете деградация и исчезновение человека как биологического вида.

Вторая альтернатива основывается на гипотезе о том, что человечество сможет опереться на свой коллективный разум и найти пути создания общества, способного к совместному развитию с биосферой, то есть сможет перейти в эпоху ноосферы. И общество это будет качественно отличаться от современного.

### 3. Философские проблемы биотехнологии и генной инженерии

Биотехнология — дисциплина, изучающая возможности использования живых организмов, их систем или продуктов их жизнедеятельности для решения технологических задач, а также возможности создания живых организмов с необходимыми свойствами методом генной инженерии. Биотехнологией часто называют применение генной инженерии в XX—XXI веках, но, на самом деле, этот термин относится к более широкому комплексу процессов модификации биологических организмов для обеспечения потребностей человека, начиная с модификации растений и одомашненных животных путем искусственного отбора и гибридизации. С помощью современных методов традиционные биотехнологические производства получили возможность улучшить качество пищевых продуктов и увеличить продуктивность живых организмов. До 1971 года термин «биотехнология» использовался, большей частью, в пищевой промышленности и сельском хозяйстве. С 1970 ученые используют термин в применении к лабораторным методам, таким, как использование рекомбинантной ДНК и культур клеток, выращиваемых *in vitro*. Биотехнология основана на генетике, молекулярной биологии, биохимии, эмбриологии и клеточной биологии, а также прикладных дисциплинах — химической и информационной технологиях и робототехнике.

Основой микробиологической, биосинтетической промышленности является бактериальная клетка. Необходимые для промышленного производства клетки подбираются по определённым признакам, самый главный из которых — способность производить, синтезировать, при этом в максимально возможных количествах, определённое соединение — аминокислоту или антибиотик, стероидный гормон или органическую кислоту. Иногда надо иметь микроорганизм, способный, например, использовать в качестве «пищи» нефть или сточные воды и перерабатывать их в биомассу или даже вполне пригодный для кормовых добавок белок. Иногда нужны организмы, способные развиваться при повышенных температурах или в присутствии веществ, безусловно смертельных для других видов микроорганизмов.

Задача получения таких промышленных штаммов очень важна, для их видоизменения и отбора разработаны многочисленные приёмы активного воздействия на клетку — от обработки сильнодействующими ядами до радиоактивного облучения. Цель этих приёмов одна — добиться изменения наследственного, генетического аппарата клетки. Их результат — получение многочисленных микробов-мутантов, из сотен и тысяч которых учёные потом стараются отобрать наиболее подходящие для той или иной цели. Создание приёмов химического или радиационного мутагенеза было выдающимся достижением биологии и широко применяется в современной биотехнологии.

Генетическая инженерия (генная инженерия) — совокупность приёмов, методов и технологий получения рекомбинантных РНК и ДНК, выделения генов из организма (клеток), осуществления манипуляций с генами и введения их в другие организмы. Генетическая инженерия не является наукой в широком смысле, но является инструментом биотехнологии, используя методы таких биологических наук, как молекулярная и клеточная биология, цитология, генетика, микробиология, вирусология. Генетическая инженерия служит для получения желаемых качеств изменяемого или генетически модифицированного организма. В отличие от традиционной селекции, в ходе которой генотип подвергается изменениям лишь косвенно, генная инженерия позволяет непосредственно вмешиваться в генетический аппарат, применяя технику молекулярного клонирования.

Примерами применения генной инженерии являются получение новых генетически модифицированных сортов зерновых культур, производство человеческого инсулина путём использования генномодифицированных бактерий, производство эритропоэтина в культуре клеток и др.

Наиболее существенных успехов достигло такое направление генной инженерии, как производство трансгенных растений. Трансгенные растения — это те растения, которым «пересажены» гены других организмов. Так, например, картофель устойчивый к колорадскому жуку, был создан путём введения гена выделенного из генома почвенной тюрингской бациллы *Bacillus thuringiensis*, вырабатывающий белок Cry, представляющий собой протоксин. В кишечнике насекомых этот белок растворяется и активируется до истинного токсина, губительно действующего на личинок и имаго насекомых, у человека и других теплокровных животных подобная трансформация протоксина невозможна и соответственно этот белок для человека не токсичен и безопасен.

Опрыскивание спорами *Bacillus thuringiensis* использовалось для защиты растений и до получения первого трансгенного растения, но с низкой эффективностью, продукция эндотоксина внутри тканей растения существенно повысило эффективность защиты, а также повысило экономическую эффективность ввиду того что растение само начало продуцировать защитный белок. Путём трансформации растения картофеля при помощи *Agrobacterium tumefaciens* были получены растения, синтезирующие этот белок в мезофилле листа и других тканях растения и соответственно не поражаемые колорадским жуком. Данный подход используется и для создания других сельскохозяйственных растений, резистентных к различным видам насекомых.

Другим развивающимся направлением биотехнологии и генной инженерии является искусственное клонирование растений и животных - воспроизведение старых и создание новых биологических организмов, предполагающее вмешательство в структуру генома.

Клонирование растений осуществляется путем регенерации целого растения из каллуса (недифференцированной клеточной массы) на основе

изменения пропорционального соотношения цитокининов и ауксинов в питательной среде. Для получения первичного каллуса можно использовать любые клетки и ткани растения (кроме находящихся в премортальном состоянии) ввиду того, что клетки растений способны к дедифференциации при определенных концентрациях фитогормонов в питательной среде. Но чаще используют для этой цели клетки меристемы ввиду их малой степени дифференциации.

Клонирование животных возможно с помощью экспериментальных манипуляций с яйцеклетками (ооцитами) и ядрами соматических клеток животных *in vitro* и *in vivo*. Клонирование животных достигается в результате переноса ядра из дифференцированной клетки в неоплодотворенную яйцеклетку, у которой удалено собственное ядро (энуклеированная яйцеклетка) с последующей пересадкой реконструированной яйцеклетки в яйцевод приёмной матери. Однако долгое время все попытки применить описанный выше метод для клонирования млекопитающих были безуспешными.

Значительный вклад в решение этой проблемы был сделан шотландской группой исследователей из Рослинского института и компании «PPL Therapeuticus» (Шотландия) под руководством Яна Вильмута (Wilmut). В 1996 году появились их публикации по успешному рождению ягнят в результате трансплантации ядер, полученных из фибробластов плода овцы, в энуклеированные ооциты. В окончательном виде проблема клонирования животных была решена группой Вильмута в 1997, когда родилась овца по кличке Долли — первое млекопитающее, полученное из ядра взрослой соматической клетки: собственное ядро ооцита было заменено на ядро клетки из культуры эпителиальных клеток молочной железы взрослой лактирующей овцы.

В дальнейшем были проведены успешные эксперименты по клонированию различных млекопитающих с использованием ядер, взятых из взрослых соматических клеток животных (мышь, коза, свинья, корова), а также взятых у мёртвых, замороженных на несколько лет, животных. Появление технологии клонирования животных вызвало не только большой научный интерес, но и привлекло внимание крупного бизнеса во многих странах. Подобные работы ведутся и в России, но целенаправленной программы исследований не существует. В целом технология клонирования животных ещё находится в стадии развития. У большого числа полученных таким образом организмов наблюдаются различные патологии, приводящие к внутриутробной гибели или гибели сразу после рождения.

Генная инженерия как основной метод современной биотехнологии в целом ставит общеприкладную проблему: допустимо ли вмешательство человека в геномы живых организмов? Не приведет ли такое вмешательство к катастрофическим изменениям земной биосферы?

Если исходить из тенденций роста населения Земли, то рост потребностей в пищевых продуктах делает практически безальтернативным

развитие биотехнологий и генной инженерии. Либо нужно вести речь о стабилизации или замораживании роста населения планеты, что сделает возможным ограничение биотехнологий и генной инженерии.

Поскольку пока об этой второй альтернативе речь никто всерьез не ведет, постольку главной проблемой в развитии биотехнологий и генной инженерии является проблема биобезопасности биотехнологий как для человечества, так и для биосферы в целом. Биобезопасность состоит в предварительном просчете возможных отрицательных воздействий продуктов генной инженерии на человека и на биосферу, а также в предотвращении этих возможных отрицательных последствий биотехнологий на человека и на биосферу планеты. Решение проблемы биобезопасности состоит в том, чтобы биотехнологии не разрушили существующего биоравновесия современной биосферной системы путем критического нарушения ее генетического фонда и биотических связей.

Обеспокоенность по поводу биобезопасности возникла после появления генной инженерии еще в 1970-х и 1980-х годах. Различные учреждения ООН и другие организации-партнеры участвуют в деятельности по обеспечению биобезопасности. Заключено международное соглашение — **Картахенский протокол к Конвенции о биологическом разнообразии**, который регулирует трансграничное перемещение генетически модифицированных организмов. Биологическая защищенность в большей степени связана с доступом к потенциально опасным организмам, таким как вирусы, или технологиям, которые могут использоваться для производства или умышленного применения биологического оружия. С 1975 года существует международное соглашение, запрещающее изготовление, накопление запасов или использование биологического оружия. Однако новые и формирующиеся научные знания и технологии, разработанные в области естественных наук в последние годы, наряду с уменьшением затрат и расширением доступа к этим знаниям и технологиям заставляют больше беспокоиться о биозащищенности.

Окончательного решения проблема биобезопасности в контексте развития биотехнологий и генной инженерии пока не получила. Она остается предметом острых дискуссий сторонников и противников генных технологий, как на уровне ученых, так и на уровне политиков и общественности. Чем активнее развиваются биотехнологии и генная инженерия, тем интенсивнее масштабы воздействия их продуктов на человечество и биосферу, тем острее становится проблема биобезопасности, требующая не только научных, но и политических и юридических решений.

#### **4. Проблема жизни во Вселенной**

Проблема уникальности жизни во Вселенной формулируется в форме альтернативного вопроса: существует ли жизнь на других планетах Вселенной, кроме Земли, или жизнь на Земле является уникальным явлением

во Вселенной? Эта проблема может быть разделена на две: 1. существует ли во Вселенной жизнь, подобная земной (органическая жизнь на углеродной основе)? и 2. существуют ли во Вселенной иные формы жизни, качественно отличные от земной (на иных химических основах)?

Рассмотрим вначале первую проблему. Для существования во Вселенной форм жизни, подобных земной (органической жизни), необходим целый ряд физических и химических условий. Во-первых, это значительные интервалы времени (несколько миллиардов лет), т.к. жизнь может возникнуть только в планетных системах звезд второго поколения, рядом с которыми может быть достаточное количество тяжелых химических элементов.

Во-вторых, это адекватные температурные условия довольно узкого диапазона (примерно от  $+80^{\circ}\text{C}$  до  $-10^{\circ}\text{C}$ ), поскольку при слишком высоких температурах происходит денатурация белков, а при слишком низких температурах происходит их кристаллизация. Иначе говоря, границами существования жизни являются температурные условия, при которых, не происходит денатурации белков, необратимого изменения коллоидных свойств цитоплазмы, нарушения активности ферментов, дыхания. Для большинства организмов этот диапазон температур составляет от 0 до  $+50^{\circ}\text{C}$ . Однако ряд организмов обладает специализированными ферментными системами и приспособлен к активному существованию при температурах, выходящих за указанные пределы.

Виды, оптимальные условия жизнедеятельности которых приурочены к области высоких значений температур, относят к экологической группе термофилов. Термофильность характерна для многих бактерий, вызывающих самонагревание влажного зерна, сена, цианобактерий осцилатории, населяющей термальные источники Камчатки с температурой воды  $85\text{—}93^{\circ}\text{C}$ . Успешно переносят высокие температуры ( $65\text{—}80^{\circ}\text{C}$ ) несколько видов зеленых водорослей, накипные лишайники, семена пустынных растений, находящиеся в верхнем раскаленном слое почвы. Температурный предел представителей животного мира обычно не превышает  $+55\text{—}58^{\circ}\text{C}$  (раковинные амёбы, нематоды, клещи, некоторые ракообразные, личинки многих двукрылых).

Что касается нижнего температурного предела, то у многих видов растений и животных клетки сохраняют активность при температуре от 0 до  $-8^{\circ}\text{C}$ . Такие организмы относятся к экологической группе криофилов. Криофилия характерна для многих бактерий, грибов, лишайников, членистоногих и других существ, обитающих в тундрах, арктических и антарктических пустынях, в высокогорьях, холодных полярных водах и т. п.

В-третьих, это наличие кислородной атмосферы. В связи с этим масса планеты не должна быть слишком большой, чтобы не удерживать свою первичную атмосферу из водорода и гелия и не препятствовать изменению атмосферы и появлению вторичной атмосферы. Но масса планеты не должна быть и слишком маленькой, иначе она не удержит свою атмосферу.

В-четвертых, на планете должна быть гидросфера, т.к. первичные формы жизни появляются в воде.

В-пятых, на планете должны быть условия для синтеза высокомолекулярных органических соединений.

По подсчетам ученых в нашей Галактике около 200 млрд. звезд. В том числе звезд типа нашего Солнца – около 2 млрд. Из них по меньшей мере вокруг каждой десятой звезды обращаются планеты, а общее количество планет, находящихся в «зоне обитаемости», составляет примерно 200 млн. Количество планет, на которых сложились условия, благоприятные для возникновения жизни, можно оценить в 2 млн. Но на большинстве планет жизнь по каким-то причинам зашла в тупик, и только на 20 тыс. планет получила дальнейшее развитие. Однако совершенно необязательно, чтобы однажды развившаяся на какой-то планете жизнь стала разумной. Вероятность такого исхода не более одной тысячной. При таком условии планет с разумными обитателями будет всего лишь... 20! Словом, в нашей Галактике лишь на 20 планетах могли бы однажды появиться разумные существа. Но только на 10 из них цивилизации смогли бы сохраниться - выжить.

Определить наличие органической жизни во Вселенной пока в силу трудности задачи и несовершенства имеющихся средств науке пока не удалось. Однако, на метеоритах и в составе комет, а также на поверхности некоторых планет (Марса) и спутников планет Солнечной системы уже обнаружены, если не сама органическая жизнь, то, по крайней мере, органические вещества, вплоть до аминокислот. Эти факты могут интерпретироваться, либо как следы внеземной органической жизни, либо как химические предпосылки органической жизни. Эти факты используются сторонниками теории панспермии.

В наиболее популярной формулировке проблема органической жизни во Вселенной приняла форму вопроса: есть ли жизнь на ближайших к Земле космических объектах – Луне и Марсе? Относительно Луны, изначально существовали большие сомнения по поводу существования на ней жизни, поскольку на ней отсутствовал целый ряд необходимых условий: атмосфера, гидросфера, нужный температурный режим и т.д. Научные исследования, выполненные во второй половине XX века на образцах лунного грунта, свидетельствуют об отсутствии жизни на Луне в прошлом и настоящем. Однако, речь идет лишь о жизни на поверхности Луны. Однако, гипотезы о возможной жизни на Луне в полостях под ее поверхностью остается пока до конца не проверенной.

Что касается жизни на Марсе, здесь надежды на положительный ответ были гораздо выше. Дело в том, что Марс – похожая на Землю планета, на которой имеются некоторые из условий для возникновения органической жизни, к тому же она находится относительно близко к Земле и доступна для космических исследовательских аппаратов. Возможен в будущем даже полет человека на Марс. Итак, есть ли жизнь на Марсе, по мнению современной

науки? Однозначного ответа на этот вопрос пока нет. В 1976 г. на Марсе была совершена посадка межпланетной станции «Викинг» (США) с автоматической биологической лабораторией на борту. Однако первый экзобиологический эксперимент на Марсе не дал доказательства существования жизни на этой планете.

Обескураживающие результаты, полученные «Викингами», и невозможность их сколь-нибудь вразумительной интерпретации, очевидно, сыграли свою роль в том, что исследования Марса с помощью автоматических станций прекратились на долгие два десятилетия.

Только аппараты «новой волны», приступившие к детальному исследованию соседней планеты, принесли вал неожиданных открытий. На Марсе была найдена вода – более того, были обнаружены гигантские ледяные озера, размеры которых позволяют считать их замерзшими океанами. Были обнаружены неопровержимые свидетельства эрозии поверхности планеты под воздействием жидких сред. На снимках, сделанных в разные периоды, выявлены совсем свежие «потоки», появившиеся в промежутках между съемкой. Это, скорее всего, свидетельствует о том, что «водопады» жидкой воды или водных растворов существуют на Марсе и в наши дни.

Марсианские самоходные зонды Spirit и Opportunity также принесли немало удивительных открытий. Открытие минералов, образование которых происходит лишь в водных растворах, подтвердило наличие океанов на Красной планете в прошлом. На поверхности Марса были обнаружены целые «поляны» округлых образований голубовато-синего цвета непонятной природы. В почве обнаружены нитевидные, спиралевидные образования и даже нечто, напоминающее мох.

В атмосфере Марса был выявлен метан – очевидно, биогенного происхождения, поскольку вулканической активности на Марсе не наблюдается. Оценки его количества позволили ученым дать приблизительную оценку общей биомассы метаногенных бактерий на Марсе. Все эти открытия позволили ведущим экспертам НАСА заявить – жизнь на Марсе, по всей видимости, есть и в наши дни. Эта точка зрения, не ставшая пока что официальной, разделяется все большим количеством ученых. Новые факты позволили по-новому взглянуть на странные результаты, полученные «Викингами».

Дирк Шульце-Макуч (Dirk Schulze-Makuch) из университета штата Вашингтон и Юп Хуткупер (Joop Houtkooper) из университета Юстуса Либига (г. Гессен, Германия) пересмотрели результаты, полученные 30 лет назад марсианскими автоматическими зондами «Викинг-1» и «Викинг-2», и подтвердили уже неофициально высказывавшееся экспертами НАСА мнение о наличии жизни на Марсе в наши дни.

Ученые выдвинули гипотезу о том, что на Марсе существует жизнь в виде простейших микроорганизмов, обитающих в смеси воды и перекиси водорода ( $H_2O_2$ ). Температура замерзания подобной жидкости может

составлять около минус 56,5 С°, причем даже при ее достижении кристаллизация жидкости, разрушающая клетки, не наблюдается. Кроме того, перекись водорода гигроскопична, что позволяет гипотетическим марсианским организмам «получать» водяные пары из разреженной атмосферы Красной планеты. По мнению ученых, перекись водорода, обычно используемая для дезинфекции, вполне совместима с биологическими процессами. Более того – некоторые обитающие в почве микробы способны существовать в среде с высокой концентрацией перекиси водорода, она вырабатывается в организмах насекомых в качестве защитного средства.

В целом, говоря о жизни на Марсе, можно сегодня сказать, что все больше прямых и косвенных свидетельств говорят о том, что все-таки жизнь на Марсе есть, по крайней мере, в простейших формах, но она существенно отличается от земных форм жизни. Установлено, что сочетание условий для возникновения жизни на Марсе, по крайней мере, возможно. Также обнаружены такие феномены на поверхности Марса, которые могут быть проинтерпретированы как следы жизни. Тем не менее, окончательного, общепризнанного и абсолютно достоверного подтверждения существования жизни на Марсе пока еще не получено. Такой ответ, возможно, даст полет человека на Марс.

Теперь рассмотрим вторую сторону проблемы уникальности жизни во Вселенной – существуют ли формы жизни альтернативные земной, органической жизни? Чисто теоретически установлено, что возможны формы жизни, связанные с высокомолекулярными соединениями, основанными не на углероде, а на фторе, кремнии или некоторых других, способных заменить углерод в структуре ДНК и органических веществ химических элементах. Изучение этих форм жизни является предметом находящейся еще в пеленках ксенобиологии. **Ксенобиология** (от др.-греч. ξενος — чужой и -λογία — наука) — наука о формах жизни внеземного происхождения. В отличие от астробиологии, которая занимается поисками жизни на основе классических органических соединений, ксенобиология ищет более необычные формы жизни. Она включает в себя жизнь на неземлеподобных планетах, и на других небесных телах. Ксенобиология сегодня пока не решила даже первичных задач - описания биохимических процессов неорганической жизни, не говоря уже об описании особенностей неорганических живых форм.

Практический аспект проблемы уникальности жизни во Вселенной связан с поиском жизни во Вселенной. Этому посвящен такой раздел биологии, как экзобиология. **Экзобиология** (от экзо... и биология) - экспериментальная научная дисциплина, посвященная поиску и исследованию внеземных форм жизни. Основные проблемы экзобиологии: определение пределов и изучение механизмов выживаемости земных организмов в экстремальных условиях окружающей среды; выяснение путей абиогенного синтеза важнейших биоорганических соединений и этапов

предбиологической эволюции; установление критериев существования и разработка автоматических методов обнаружения жизни на др. планетах с помощью автоматических биологических лабораторий (АБЛ).

Установлено, что многие земные микроорганизмы или их споры могут сохранять жизнеспособность в условиях низких температур (ниже  $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), вакуума (до  $10^3/47$ — $10^3/410$  мм рт ст) и пониженной влажности воздуха (1—2%). Действием ультрафиолетовых лучей на простые соединения типа воды, аммиака, окиси углерода, метана осуществлен абиогенный синтез аминокислот, липидов, нуклеотидов, сахаров и др. биологически важных веществ. Это позволило выдвинуть в экзобиология концепцию возможности жизни на других планетах, прежде всего на Марсе, построенной на углеродорганической водной основе.

Для обнаружения жизни в экзобиологии используются методы определения сложных органических соединений — газовая хроматография, масс-спектрометрия, оптические приборы, регистрирующие спектры поглощения и люминесценции вещества инопланетного грунта. Функциональные методы предназначены для определения активного метаболизма путём регистрации параметров роста, размножения, газообмена микроорганизмов во время инкубации образцов грунта на комбинированных питательных средах сложного состава. Успешным может быть только комплексное применение различных методов.

Мировоззренческий аспект проблемы жизни во Вселенной связан с определением статуса человечества в космосе. Если наша земная жизнь и разумная жизнь, в особенности, уникальны, то статус этот становится исключительным. Человек оказывается вершиной космической эволюции. Это дает основания задуматься об особой миссии человечества в эволюции Вселенной. Академик И.С. Шкловский считает, что вывод о нашем одиночестве во Вселенной (если не абсолютном, то практическом) имеет большое морально-этическое значение для человечества. Неизмеримо вырастает ценность наших технологических и особенно гуманистических достижений. Знание того, что мы есть как бы «авангард» материи если не во всей, то в огромной части Вселенной, должно быть могучим стимулом для творческой деятельности каждого индивидуума и всего человечества.

В огромной степени вырастает ответственность человечества перед исключительностью стоящих перед ним задач. Предельно ясной становится недопустимость атакистических социальных институтов, бессмысленных и варварских войн, самоубийственного разрушения окружающей среды. Твердое сознание того, что никто нам не будет давать «ценных указаний» как овладеть Космосом и какой стратегии должна придерживаться наша уникальная цивилизация, должно воспитывать чувство ответственности за поступки отдельных личностей и всего человечества. Выбор должны делать только мы сами. Не подлежит сомнению, что диалектический возврат к весьма своеобразному варианту геоцентрической (вернее,

антропоцентрической) концепции по-новому ставит старую проблему о месте человека во Вселенной.

Если наша жизнь и разум не уникальны, то этот статус слегка понижается, поскольку земная жизнь и разум оказываются одним из направлений эволюции Вселенной. В этом случае актуальной становится проблема определения места земной жизни и разума в системе внеземной жизни и разума, а также отношений человечества с внеземной жизнью и разумом.

В целом вопрос о статусе человека в космосе далек от своего решения, до тех пор, пока поиски жизни во Вселенной не дали однозначного ответа на вопрос о ее уникальности. Что касается проблемы существования и поиска разумной жизни во Вселенной, то мы ее рассмотрели в лекции, посвященной философским проблемам астрономии.

## 5. Проблемы биоэтики

**Биоэтика** — учение о нравственной стороне деятельности человека в медицине и биологии. Термин был введен в 1969 году американским онкологом и биохимиком В. Р. Поттером для обозначения этических проблем, связанных с потенциальной опасностью для выживания человечества в современном мире. Первое упоминание термина в медицинском журнале относят к 1971 году. Позже биомедицинская этика формируется как учебная дисциплина в медицинских вузах.

В узком смысле понятие биоэтика обозначает весь круг этических проблем во взаимодействии врача и пациента. Неоднозначные ситуации, постоянно возникающие в практической медицине как порождение прогресса биологической науки и медицинского знания, требуют постоянного обсуждения как в медицинском сообществе, так и в кругу широкой общественности. Т.е. речь идет о биоэтике человека.

В широком смысле термин биоэтика относится к исследованию социальных, экологических, медицинских и социально-правовых проблем, касающихся не только человека, но и любых живых организмов, включенных в экосистемы, окружающие человека. В этом смысле биоэтика имеет философскую направленность, оценивает результаты развития новых технологий и идей в медицине и биологии в целом. Речь здесь идет т.о. об общей биоэтике.

Мы рассмотрим основные проблемы биоэтики человека. Ключевые вопросы биоэтики человека: 1.эвтаназия, 2.пересадка органов (гомотрансплантация, аллотрансплантация, ксенотрансплантация), 3.аборт, 4.клонирование, 5.стволовые клетки, 6.проведение клинических испытаний, 7.суррогатное материнство, 8.евгеника.

Все проблемы биоэтики человека являются остро дискуссионными и содержат в себе несколько аспектов: 1.технический или физиологический, 2.нравственный, 3.правовой или юридический, 4.социально-политический.

Все эти аспекты являются предметом не только общественной дискуссии или индивидуального выбора личности, но и государственного правового регулирования. Особую значимость имеет по этим вопросам позиция Церкви. Так, например, Русская Православная Церковь представила свою официальную позицию по вопросам биоэтики в Основах социальной концепции, документе, принятом на юбилейном Архиерейском соборе в 2000 году (глава XII).

Все проблемы биоэтики человека возникают и разрешаются в системе отношений между врачом и пациентом. Поскольку они связаны с вмешательством медицины в жизнь человека, главными принципами их разрешения должны быть: принцип «не навреди», принцип «делай благо», уважение к личности пациента и его автономии, принцип справедливости.

Стремительное развитие современных медицинских биотехнологий и коммерциализация медицины, с одной стороны, предельно заостряет, а, с другой стороны, чрезвычайно актуализирует именно нравственные аспекты этих новых медицинских технологий, поскольку создает определенные предпосылки для недобросовестного их использования во вред человеку, или в целях коммерческой прибыли за счет грубого нарушения прав и свобод пациента.

**Эвтаназия** (греч. εὖ- «хороший» + θάνατος «смерть») — практика прекращения (или сокращения) жизни человека, страдающего неизлечимым заболеванием, испытывающего невыносимые страдания, удовлетворение просьбы без медицинских показаний в безболезненной или минимально болезненной форме с целью прекращения страданий. Вопрос о приемлемости добровольного ухода из жизни становится всё более актуальным — по мере того, как растут технические возможности сохранения «жизни тела» — при вполне возможной «смерти мозга». В теории выделяются два вида эвтаназии: пассивная эвтаназия (намеренное прекращение медиками поддерживающей терапии больного) и активная эвтаназия (введение лекарственных средств, либо другие действия, которые влекут за собой быструю и безболезненную смерть). К активной эвтаназии часто относят и самоубийство с врачебной помощью (предоставление больному по его просьбе препаратов, сокращающих жизнь).

Помимо этого, необходимо различать добровольную и недобровольную эвтаназию. Добровольная эвтаназия осуществляется по просьбе больного или с предварительно высказанного его согласия (например, в США распространена практика заранее и в юридически достоверной форме выражать свою волю на случай необратимой комы). Недобровольная эвтаназия осуществляется без согласия больного, как правило, находящегося в бессознательном состоянии.

Пионером в области легализации добровольной смерти стали Нидерланды. В 1984 году Верховный суд страны признал добровольную эвтаназию приемлемой. Эвтаназия была легализована в Бельгии в 2002 году. В 2003 году эвтаназия помогла расстаться с жизнью 200 смертельно больным

пациентам, а в 2004 году — 360 пациентам. С апреля 2005 года в бельгийских аптеках появились специальные наборы для эвтаназии, позволяющие упростить процедуру добровольного ухода из жизни. В набор стоимостью примерно 60 евро входит одноразовый шприц с ядом и другие необходимые для инъекции средства. Набор для эвтаназии может заказать только практикующий врач, который должен указать точную дозировку отравляющего вещества. Оформить заказ можно после обращения в одну из 250 бельгийских аптек, имеющих соответствующую лицензию. По закону в Бельгии подвергнуться эвтаназии может человек старше 18 лет, страдающий неизлечимым заболеванием. После нескольких письменных запросов, подтверждающих твердую решимость больного, врач может провести эвтаназию. Согласно официальной статистике в 40 процентах случаев эвтаназию проводят на дому у пациента.

В США закон, разрешающий оказание медицинской помощи в осуществлении самоубийства больным в терминальной стадии, был принят (с рядом ограничений) в ноябре 1994 года в штате Орегон, а в ноябре 2008 года в штате Вашингтон. В Украине и в Казахстане эвтаназия людей запрещена законодательно. В России как активная, так и пассивная эвтаназия является преступлением и будет квалифицироваться как умышленное убийство в соответствии с частью 1-й статьи 105-й Уголовного Кодекса РФ. При назначении меры наказания лицу, виновному в эвтаназии (естественно, если не будут доказаны иные причины лишения жизни) будет учитываться смягчающее обстоятельство в соответствии с пунктом «д» части 1-й статьи 61-й Уголовного Кодекса РФ, а именно: совершение преступления по мотиву сострадания.

Общественно-политическая деятельность, направленная на убеждение общественного мнения в допустимости эвтаназии, то есть удовлетворения просьбы смертельно больного об ускорении его смерти какими-либо действиями или средствами проводится во многих странах. Сторонники эвтаназии аргументируют свою позицию соображениями гуманности, противники же считают её легализацией содействия в самоубийстве.

**Проблема пересадки органов или трансплантации** имеет две стороны: 1.техническую и 2.нравственную. Технические проблемы трансплантации органов и тканей современной медициной успешно решены. Первую в мире операцию по трансплантации провел хирург Ю. Ю. Вороной. Тогда 26-летней женщине 3 апреля 1933 года была пересажена почка скончавшегося 60-летнего мужчины. Больная прожила с чужой почкой более двух суток. Однако ещё раньше, в 1902 году, австрийский исследователь Э.Ульман выполнил пересадку почки у животных. Ученые США и Европы продолжали экспериментировать на животных, но серьезные попытки пересадить почку человеку начались лишь с 1950 года. Примечательно, что на заре развития мировой трансплантологии особое внимание уделялось именно пересадкам почки. Первая операция по трансплантации почки в США была проведена 44-летней женщине 17 июня 1950 года. После этой

операции больная прожила ещё пять лет. С тех пор мировая трансплантология шагнула далеко вперед, а с возникновением антиметаболитов, препаратов подавляющих отторжение чужеродного органа, вышла на принципиально новый виток своего развития. Рекорд мировой практики: 37 лет. Именно столько прожил человек с пересаженным органом после операции.

В СССР также шло освоение трансплантации жизненно важных органов. Так, в частности, советский ученый Владимир Петрович Демихов в 1951 году впервые в мире пересадил донорское сердце собаке. А в декабре 1967 года хирург из ЮАР Кристиан Барнард, пройдя предварительно стажировку у Демихова, впервые в мире осуществил успешную трансплантацию сердца человеку. Однако непосредственно в СССР первая успешная трансплантация человеческого органа была проведена академиком Борисом Петровским, который 15 апреля 1965 года пересадил 19-летнему юноше почку его матери. А спустя 22 года ныне академик Валерий Шумаков осуществил первую в стране трансплантацию сердца.

В итоге к концу прошлого века и мировая трансплантология, и отечественная развивались в одинаковом темпе. Однако в 2003 году ход этого развития был внезапно нарушен в результате разразившегося в Москве скандала, когда в апреле 2003 года сотрудники Московского уголовного розыска предъявили обвинение хирургам Московского координационного центра органного донорства в попытке незаконного изъятия у пациента почек для трансплантации. В свою очередь, Хорошевская межрайонная прокуратура Москвы возбудила уголовное дело по статье «Приготовление к убийству». На фоне этого громкого судебного процесса, который тут же получил название «дело трансплантологов», средства массовой информации пестрели журналистскими расследованиями на тему незаконного изъятия органов и их черного рынка. От этих репортажей в жилах стыла кровь. Между тем у специалистов-медиков вся эта шумиха вызвала, мягко говоря, недоумение, так как ни о какой подготовке к убийству не могло быть и речи. Убивать, попросту говоря, там было некого - пациент перенес уже несколько остановок сердца и имел не совместимую с жизнью травму головного мозга. После долгой судебной волокиты в конце 2006 года врачам был вынесен оправдательный приговор. Однако тех лет, в течение которых шел этот судебный процесс, оказалось достаточно для того, чтобы отбросить развитие трансплантологии в России далеко назад, сформировав в сознании граждан стойкую антипатию, а порой даже и ужас, при одном только упоминании словосочетания «трансплантация органов».

С технической точки зрения различают несколько видов трансплантации. Гомотрансплантация, или гомологичная трансплантация — такая пересадка органа, когда донором трансплантата является 100 % генетически и иммунологически идентичный реципиенту однояйцевый близнец реципиента. При гомотрансплантации не возникает проблемы совместимости, и реципиенту поэтому не требуется иммуносупрессия.

Вероятно, в будущем, когда научатся клонировать отдельные ткани и выращивать в лабораторных условиях целые органы человеческого тела с заданными иммунологическими характеристиками, все 100 % трансплантаций органов будут гомологичными.

Аллотрансплантация, или гетерологичная трансплантация — трансплантация, при которой донором трансплантата является генетически и иммунологически другой человеческий организм. Выделяют: близкородственную аллотрансплантацию (донором трансплантата является близкий генетический родственник, первой линии родства); дальнеродственную аллотрансплантацию (донор является дальним генетическим родственником, второй или третьей линии родства); неродственную аллотрансплантацию (донором является чужой человек, вообще не находящийся в генетическом родстве с реципиентом).

На сегодняшний день аллотрансплантация — преобладающий вид выполняемых трансплантаций почек, печени, сердца, лёгких и костного мозга. Современное состояние технологий аллотрансплантации органов не позволяет осуществлять пересадку органов от произвольного донора произвольному реципиенту. И маловероятно, что это станет возможным когда-либо в будущем, в связи с тем, что так устроена иммунная система человека. Надежды трансплантологов мира сегодня связаны не с усовершенствованием технологий аллотрансплантации, а с развитием техники терапевтического клонирования органов, что в перспективе должно позволить производить 100 % гомологичные трансплантации всем пациентам.

Для успешной аллотрансплантации органа, для того, чтобы орган прижился и был функционален в организме реципиента, необходимо совпадение реципиента и донора по так называемым антигенам главного комплекса тканевой совместимости, или, по крайней мере, совпадение хотя бы по пяти из шести основных антигенов МНС. Несовпадение по двум антигенам МНС не исключает возможность трансплантации в принципе, но сильно повышает вероятность отторжения трансплантата. Несовпадение по трём и более антигенам МНС исключает саму возможность трансплантации от данного донора данному реципиенту. Для аллотрансплантации, даже при наличии идеально совместимого (совпали шесть из шести антигенов МНС) и близкородственного донора, также требуется высокая степень иммуносупрессии (угнетения иммунной системы) организма реципиента, с тем, чтобы подавить возможное отторжение трансплантата и обеспечить его приживаемость. При неполном совпадении по МНС или при неродственной трансплантации требования к уровню обеспечиваемой иммуносупрессии ещё выше.

Различают также прижизненное изъятие органов и использование органов умерших людей. В России прижизненное изъятие органов (в основном почки) допускается только от ближайших родственников, с обоюдного согласия участников. Что касается использования органов

умерших людей, то в России принята практика, при которой, если человек или его родственники не высказывались прямо против возможности использования органов после смерти, то он считается потенциальным донором. Наиболее сложным вопросом остаётся доверие к службам, обеспечивающим изъятие органов. Необходим жесткий контроль за отсутствием злоупотреблений в этом деле. В этом плане потенциально опасными считаются прецеденты доведения больных доноров до смерти, неоказание должной помощи потенциальному донору, и даже изъятие органов у здоровых людей, под предлогом тех или иных искусственно навязанных врачом операций.

**Ксенотрансплантация** – пересадка человеку органов от животных. Пересадка органов от животных может подвергаться негативной оценке со стороны отдельных религиозных конфессий или их представителей. В частности, по тем или иным соображениям, для мусульман или иудеев неприемлемыми могут быть ткани и органы свиньи, а для индуистов — коровы.

Современная медицина достигла такого уровня, что пересаживают сегодня не только почку или печень, но сразу несколько органов - сердце, легкие, печень, поджелудочную железу. На животных уже отрабатывается пересадка донорского головного мозга, на очереди - человек. С одной стороны пересадка того или иного внутреннего органа, позволяет спасти жизнь обреченному пациенту. С другой стороны, практически каждому приходилось слышать жуткие рассказы о насильственном удалении органов, о похищениях людей с этой целью, и о чудовищном черном рынке, где якобы эти самые органы купить не сложнее, чем суповой набор в супермаркете за углом.

Подобно любой этической проблеме, проблема донорства человеческих органов всегда будет делить общество на тех кто «за», и тех, кто «против». Принимая во внимание мнение и тех, и других, нельзя не согласиться с тем, что пересадка органов для многих больных - единственный способ остаться в живых. Успехи трансплантологии уже сегодня позволяют снизить уровень смертности среди тех, кто ещё вчера был совершенно безнадежен. Более того, ни один человек не застрахован от того, что в будущем эта проблема может стать неотвратимо актуальной и для него.

**Проблема искусственного аборта** является старой нравственной проблемой медицины, в которой серьезное участие принимает церковь и правовые институты общества. Искусственный аборт - искусственное прерывание беременности сопровождающееся (или вызванное) гибелью плода (нерождённого ребёнка) не способного к самостоятельному существованию (в отличие от преждевременных родов). Вопрос о возможности проведения медицинского аборта решается законодательно, в разных странах по-разному, в зависимости от традиций или религиозных воззрений. Православие и католицизм отрицают возможность аборта, за

исключением случаев явной угрозы смерти для матери. Ислам также исключает возможность проведения аборта.

В современном мире допустимость абортов и её пределы является одной из наиболее дискуссионных проблем, включающих религиозные, этические, медицинские, социальные и правовые аспекты. Основным, разделяющим общество, является вопрос - прерывается ли при аборте уже существующая человеческая жизнь? Те, кто считают, что внутри утробы находится лишь плод, не являющийся человеком (ребёнком), относятся к аборту, как к медицинской процедуре и используют исключительно медицинскую терминологию - "плодное яйцо", "плод", "зародыш", "эмбрион". Противники абортов говорят о "зачатом ребёнке", "нерожденном младенце", "ребёнке в лоне матери".

У аборта, кроме нравственной стороны, есть и физиологическая сторона. Ежегодно в мире из 500 тыс. женщин детородного возраста, погибающих от причин, связанных с беременностью, 15% случаев составляет смертность в результате осложнений небезопасного аборта. 98 % смертей приходится на развивающиеся страны. Показатель летальности после искусственного аборта составляет 0,9-3,5 на 1000, а в развитых странах — менее 1 на 100000 при условии, что аборт выполняется на сроках беременности до 8 недель. Влияние искусственного аборта на здоровье женщины и её репродуктивную функцию зависит от срока проведения, методики (в свою очередь, зависящей от срока прерываемой беременности) и техники проведения. Относительно безопасны медикаментозный аборт и вакуумная аспирация. При хирургическом аборте серьёзность операции и, соответственно, вероятность возможных осложнений увеличиваются с увеличением срока беременности. Нередко искусственный аборт является причиной бесплодия. Особую опасность представляют криминальные и неквалифицированно производимые аборты, которые нередко приводят к необратимым последствиям для здоровья, именно такие аборты ответственны за большую часть случаев бесплодия и летальных исходов.

Правовой статус аборта в разных странах мира весьма различен: 1. разрешен, до определённого срока, по требованию, 2. разрешен, при изнасиловании, по социальноэкономическим факторам, медицинским показаниям, при выраженности патологии матери и плода, 3. разрешен при случаях: изнасилования, выраженности патологии матери и плода, по медицинским показаниям, и/или наличии психических расстройств, 4. запрещен, без исключений, 5. изменяется в зависимости от региона.

Все государства в отношении случаев допустимости аборта можно разделить на четыре группы. В Афганистане, Анголе, Бангладеш, Венесуэле, Гватемале, Гондурасе, Египте, Индонезии, Ираке, Иране, Ирландии, Йемене, Колумбии, Ливане, Ливии, Мавритании, Мали, Непале, Никарагуа, ОАЭ, Омане, Парагвае, Папуа-Новой Гвинее, Сальвадоре, Сирии, Чили, на Филиппинах аборты полностью запрещены (как правило, кроме случаев спасения жизни женщины).

Аборт по медицинским показаниям и в других исключительных случаях разрешен в Алжире, Аргентине, Боливии, Бразилии, Гане, Израиле, Кении, Коста-Рике, Марокко, Мексике, Нигерии, Пакистане, Перу, Польше, Уругвае.

Аборт по медицинским и социально-экономическим показаниям разрешен в Англии, Индии, Исландии, Испании, Люксембурге, Финляндии, Японии.

Аборты «по желанию» на ранних стадиях беременности разрешены на территории СНГ и Балтии, в бывших югославских республиках, Австралии, Австрии, Албании, Бельгии, Болгарии, Венгрии, Вьетнаме, Германии, Греции, Дании, Италии, Камбодже, Канаде, КНР, на Кубе, в Монголии, Нидерландах, Норвегии, Румынии, Сингапуре, Словакии, США, Тунисе, Турции, Франции, Чехии, Швеции, ЮАР.

В соответствии с Основами законодательства Российской Федерации об охране здоровья граждан от 22 июля 1993 г. каждая женщина имеет право самостоятельно решать вопрос о материнстве. Аборт проводится по желанию женщины при сроке беременности до 12 недель, по социальным показаниям — при сроке беременности до 22 недель, а при наличии медицинских показаний и согласия женщины — независимо от срока беременности. Аборт должен проводиться только в учреждениях, получивших лицензию на указанный вид деятельности, врачами, имеющими специальную подготовку.

Согласно Уголовному кодексу РФ (ст. 123) производство аборта лицом, не имеющим высшего медицинского образования соответствующего профиля, наказывается штрафом в размере до 80 тыс. рублей или в размере заработной платы или иного дохода осужденного за период до шести месяцев, либо обязательными работами на срок от 100 до 240 часов, либо исправительными работами на срок от одного года до двух лет. Однако, если указанное деяние повлекло по неосторожности смерть потерпевшей либо причинение тяжкого вреда её здоровью, виновному грозит наказание в виде лишения свободы на срок до пяти лет.

Значимое место в полемике вокруг проблемы аборта занимает вопрос, влияет ли аборт на психическое здоровье. В большинстве научных публикаций, в рекомендациях ВОЗ для акушеров-гинекологов распространено мнение, что подавляющее большинство женщин переносят аборт без последствий для психики. Ряд исследований указывает, что процент психических заболеваний среди женщин, сделавших аборт, выше по сравнению с родившими или не забеременевшими женщинами того же возраста. Необходимо учитывать, что эти результаты не означают наличия причинно-следственной связи между абортом и психическими расстройствами, а могут отражать последствия уже имевшихся для заболевания предпосылок. Ряд исследователей и учреждений считают вопрос о наличии такой связи не до конца изученным.

**Клонирование человека** – искусственное формирование и выращивание принципиально новых человеческих существ, точно

воспроизводящих не только внешне, но и на генетическом уровне того или иного индивида, ныне существующего или ранее существовавшего. Пока технология клонирования человека не отработана. И здесь встаёт ряд как теоретических, так и технических вопросов. Однако, уже сегодня есть методы, позволяющие с большой долей уверенности говорить, что в главном вопрос технологии решён. Наиболее успешным из методов клонирования высших животных оказался метод «переноса ядра». По мнению учёных, эта техника является лучшей из того, что мы имеем сегодня, чтобы приступить к непосредственной разработке методики клонирования человека.

Более ограниченным и проблематичным выглядит метод партеногенеза, в котором индуцируется деление и рост неоплодотворённой яйцеклетки. Даже если он будет реализован, это позволит говорить только об успехах в клонировании индивидов женского пола. Так называемая технология «расщепления» эмбриона, хотя и должна давать генетически идентичных между собой индивидов, не может обеспечить их идентичности с «родительским» организмом, и поэтому технологией клонирования в точном смысле слова не является.

Репродуктивное клонирование человека предполагает что индивид, родившийся в результате клонирования, получает имя, гражданские права, образование, воспитание, словом — ведёт такую же жизнь, как и все «обычные» люди. Репродуктивное клонирование встречается со множеством этических, религиозных, юридических проблем, которые сегодня ещё не имеют очевидного решения

Самым принципиальным ограничением является невозможность повторения сознания, а это значит, что речь не может идти о полной идентичности личностей, как это показывается в некоторых кинофильмах, но только об условной идентичности, мера и граница которой ещё подлежит исследованию. Невозможность достичь стопроцентной чистоты опыта обуславливает некоторую неидентичность клонов, по этой причине снижается практическая ценность клонирования.

Социально-этический аспект клонирования связан с такими моментами, как большой процент неудач при клонировании и связанные с этим возможности появления людей-уродов, а также вопросы отцовства, материнства, наследования, брака и многие другие.

Этико-религиозный аспект проблемы клонирования состоит в том, что с точки зрения основных мировых религий (христианство, ислам) клонирование человека является или проблематичным актом или актом, выходящим за рамки вероучения и требующим у богословов чёткого обоснования той или иной позиции церковных иерархов. Ключевым моментом, который вызывает наибольшее неприятие, является здесь тот факт, что для получения клона одного человека необходимо убить находящийся на самой ранней стадии развития, но уже начавший формироваться эмбрион другого человеческого зародыша.

Отношение общества к клонированию противоречиво. Большинство аналитиков сходится в том, что клонирование в той или иной форме уже стало частью нашей жизни. Но прогнозы касательно клонирования человека высказываются достаточно осторожно. Ряд общественных организаций (Российское трансгуманистическое движение, WTA) выступает за снятие ограничений на терапевтическое клонирование. Обсуждаются вопросы биологической безопасности клонирования человека. Такие как: долгосрочная непредсказуемость генетических изменений, опасность утечки технологий клонирования в криминальные и международные террористические структуры.

Что касается юридических аспектов клонирования человека, то в большинстве государств все работы по репродуктивному клонированию запрещены на законодательном уровне. Эти запреты, однако, не означают намерения законодателей воздерживаться от применения клонирования человека в будущем, после детального изучения молекулярных механизмов взаимодействия цитоплазмы ооцита-реципиента и ядра соматической клетки-донора, а также совершенствования самой техники клонирования.

Единственный международный акт, устанавливающий запрет клонирования человека, — **Дополнительный Протокол к Конвенции о защите прав человека и человеческого достоинства в связи с применением биологии и медицины**, касающийся запрещения клонирования человеческих существ, подписали 12 января 1998 г. 24 страны из 43 стран-членов Совета Европы. Декларация ООН о клонировании человека, принятая резолюцией 59/280 Генеральной Ассамблеи от 8 марта 2005 г., содержит призыв к государствам-членам ООН запретить все формы клонирования людей в такой мере, в какой они несовместимы с человеческим достоинством и защитой человеческой жизни.

В настоящее время в мире активно развернулся процесс законодательного запрета клонирования человека. В частности, такие запреты включены в новые уголовные кодексы Испании 1995 г., Сальвадора 1997 г., Колумбии 2000 г., Эстонии 2001 г., Мексики 2002 г., Молдовы 2002 г., Румынии 2004. В Словении соответствующая поправка в УК внесена в 2002 г., в Словакии — в 2003 г. Во Франции дополнения в Уголовный кодекс, предусматривающие ответственность за клонирование, были внесены в соответствии с Законом о биоэтике от 6 августа 2004 г. В некоторых странах (Бразилия, Германия, Великобритания, Япония) уголовная ответственность за клонирование установлена специальными законами. В Великобритании соответствующие уголовные нормы содержит Закон о репродуктивном клонировании человека 2001 г. (Human Reproductive Cloning Act 2001), который предусматривает санкцию в виде 10 лет лишения свободы. При этом терапевтическое клонирование человека разрешено. В США запрет на клонирование впервые был введен ещё в 1980 г. В 2003 г. Палата представителей Конгресса США приняла закон (Human Cloning Prohibition Act of 2003), по которому клонирование, нацеленное как на

размножение, так и на медицинские исследования и лечение, рассматривается как преступление с возможным 10-летним тюремным заключением и штрафом в 1 млн. долларов. В январе 2009 года запрет на терапевтическое клонирование был снят.

Хотя Россия и не участвует в вышеуказанных Конвенции и Протоколе, она не осталась в стороне от мировых тенденций, ответив на вызов времени принятием Федерального закона «О временном запрете на клонирование человека» от 20 мая 2002 г. № 54-ФЗ. Как было указано в его преамбуле, закон вводил временный (сроком на пять лет) запрет на клонирование человека, исходя из принципов уважения человека, признания ценности личности, необходимости защиты прав и свобод человека и учитывая недостаточно изученные биологические и социальные последствия клонирования человека. С учетом перспективы использования имеющихся и разрабатываемых технологий клонирования организмов, предусматривается возможность продления запрета на клонирование человека или его отмены по мере накопления научных знаний в данной области, определения моральных, социальных и этических норм при использовании технологий клонирования человека.

Под клонированием человека в этом законе понимается «создание человека, генетически идентичного другому живому или умершему человеку, путем переноса в лишенную ядра женскую половую клетку ядра соматической клетки человека», то есть речь идет только о репродуктивном, а не терапевтическом клонировании. Срок действия закона истёк в июне 2007 года, и в последующие два года вопрос клонирования человека никак не регулировался российскими законами. Однако в конце марта 2010 г. запрет на клонирование человека в России был продлён. Новый законопроект вносит в федеральный закон «О временном запрете на клонирование человека» поправки, продлевающие мораторий на клонирование на неопределенный срок — до вступления в силу закона, устанавливающего порядок применения биотехнологий в этой области.

**Проблема стволовых клеток** – это проблема терапевтического клонирования человека, так как основным источником стволовых клеток являются эмбриональные ткани. В связи с этим, в некоторых странах запрещено использование абортивного материала для этой цели. В других странах допускается только использование тканей, выращенных *in vitro*. Терапевтическое клонирование человека предполагает, что развитие эмбриона останавливается в течение 14 дней, а сам эмбрион используется как продукт для получения стволовых клеток. Законодатели многих стран опасаются, что легализация терапевтического клонирования приведёт к его переходу в репродуктивное. Однако в некоторых странах (США, Великобритания) терапевтическое клонирование разрешено.

**Проведение клинических испытаний новых лекарственных средств** и вакцин необходимо для совершенствования методов терапии, поиска наиболее эффективных препаратов. Раньше проведение таких

испытаний не было столь масштабным, как теперь, а у врачей было меньше сомнений в отношении возможности проявления тех или иных побочных эффектов или осложнений. Современная фармакология приобрела значительный опыт в проведении доказательных и этических клинических испытаний. На формирование этого опыта оказали влияние и судебные иски пациентов, волонтеров, других категорий испытуемых, которые были зафиксированы за последние 50 лет. В настоящее время основным требованием для участия в испытаниях является получение т. н. «информированного согласия» пациента или волонтера.

**Суррогатное материнство** - технология репродукции человека, при которой женщина добровольно соглашается забеременеть, с целью выносить и родить биологически чужого ей ребёнка, который будет затем отдан на воспитание другим лицам — генетическим родителям. Они и будут юридически считаться родителями данного ребёнка, несмотря на то, что его выносила и родила суррогатная мать. Родители должны иметь право анонимно выбрать гаметы в банках спермы и яйцеклеток не свои, а по рекомендации генетика, если хотят, чтобы ребёнок был здоровее и лучше.

Законы, регулирующие суррогатное материнство, права и обязанности суррогатной матери и тех, для кого она вынашивает ребёнка, различны в разных странах. Важным моментом при заключении договора о суррогатном материнстве является вопрос о том, насколько все вовлечённые в процесс стороны отдают себе отчёт в возможных рисках. Америка стала первопроходцем в области применения суррогатного материнства, с точки зрения законодательства. Самая многодетная в мире суррогатная мама 39 летняя англичанка, родившая 9 детей.

Суррогатное материнство запрещено законом в Австрии, Норвегии, Швеции, Франции, некоторых штатах Америки, Италии, Швейцарии и Германии, а также некоторых странах Скандинавии. В Бельгии, Ирландии, Финляндии суррогатное материнство никак не регламентируется законом, хотя и имеет место. В Австралии, Великобритании, Дании, Италии, Израиле, Испании, Канаде, Нидерландах, некоторых штатах США разрешено только некоммерческое материнство. В Израиле соглашение о суррогатном материнстве должно получить одобрение специального комитета, состоящего из социальных работников, врачей и религиозных деятелей. Суррогатное материнство крайне редко встречается в Японии. Мусульмане, предполагающие мужскую полигамию, одобряют суррогатное материнство. На коммерческой основе разрешено в большинстве штатов США, ЮАР, Российской Федерации, Грузии, Украине, Белоруссии, Казахстане. Российское законодательство является одним из наиболее либеральных в Европе в части законодательной поддержки суррогатного материнства.

Суррогатное материнство подвергается критике за возможность коммерциализации, то есть как средство эксплуатации женщин в роли платных инкубаторов. По мнению ряда юристов, с момента рождения ребёнка между ним и родившей его женщиной возникает семейно-правовая

связь. Противоположной точки зрения придерживаются юристы, считающие, что родителями ребёнка являются супруги- заказчики.

**Евгеника** - термин, введенный Фрэнсисом Гальтоном в 1883 (от греч. Eugenés – «породистый») для обозначения научной и практической деятельности по выведению улучшенных сортов культурных растений и пород домашних животных, а также по охране и улучшению наследственности человека. Со временем слово «евгеника» стало применяться именно в последнем смысле. Келликотт определил евгенику как «социальное управление эволюцией человека». Различают позитивную и негативную евгенику. Цель позитивной евгеники – увеличение воспроизводства индивидов с признаками, которые могут рассматриваться как ценные для общества, – такими, как высокий интеллект и хорошее физическое развитие или биологическая приспособленность. Негативная евгеника стремится уменьшить воспроизводство тех, кого можно считать недоразвитыми умственно или физически, или развитыми ниже среднего. Грань между негативной и позитивной евгеникой условна, и основные мировые религии в настоящее время отвергают оба вида евгеники.

В последние десятилетия многие из основных предпосылок евгеники были научно дискредитированы, и евгеническое движение потеряло свое влияние как общественная сила (хотя у него и остались отдельные приверженцы). В то же время благодаря современным достижениям медико-биологических наук и технологий некоторые цели евгеники были частично достигнуты. Например, генетическое консультирование оказывает помощь будущим родителям, если есть причины опасаться, что их ребенок унаследует тяжелое заболевание типа гемофилии и т.п. Оценив степень риска, супруги могут взять приемного ребенка либо решиться на рождение собственного. Более того, диагностическое исследование плода позволяет выявлять целый ряд генетических дефектов еще до рождения ребенка. При обнаружении серьезных аномалий родители имеют возможность своевременно прервать беременность.

Несмотря на то что евгеника основывается на генетике, сама она не является наукой, так как руководствуется, прежде всего, социальными ценностями. Наверно, можно было бы достигнуть общего согласия в том, что отсутствие значительных физических и умственных дефектов и наличие крепкого здоровья, высоких умственных способностей, хорошей адаптации и душевного благородства – достойные цели, которые должна ставить перед собой евгеника (хотя вероятно все же, что разнообразие природы лучше, чем единообразие типа).

Но насколько допустимо ограничение человеческой свободы, связанное с контролем за репродукцией? С точки зрения генетики, да и не только ее, «есть столько плохого в лучшем из нас и столько хорошего в худшем из нас», что очень трудно оценить проявившиеся наследственные характеристики человека. Многочисленные скрытые рецессивные гены или гены с низкой пенетрантностью делают общую оценку наследственности

практически невозможной. Невозможно определить, в какой мере характеристики индивида – результат воздействия среды или следствие генетических отклонений, особенно если речь идет о качествах, представляющих основной интерес для евгеники: хорошее здоровье, высокий интеллект и т.п. Преступный мир порой дает ужасные примеры вырождения человека, но кем бы стали люди с извращенной психикой в благоприятной среде? Являются ли их пороки неизбежным следствием генов? Это весьма сомнительно. Ответ может дать только эксперимент, в котором бы с детства исключалось негативное влияние среды. Легче создавать для людей оптимальные условия существования, чем изменять генные частоты хитроумным отбором.

В некоторых странах на государственном уровне проводились в разное время евгенические программы. В частности, сторонники евгеники хотели улучшить человеческий вид через обязательную стерилизацию преступников и лиц с асоциальным поведением: бродяг, алкоголиков, насильников, «половых извращенцев». Подобные программы осуществлялись в 1920—1950 гг. в ряде штатов США. С 1934 по 1976 программа насильственной стерилизации «неполноценных» проводилась в Швеции. Схожие законы действовали также в Финляндии, Эстонии, Швейцарии, Норвегии. До настоящего времени в некоторых штатах США предусмотрена возможность замены пожизненного заключения лиц, совершивших преступления на сексуальной почве, на добровольную кастрацию. В этом случае кастрация выполняет одновременно превентивно-карательную роль.

В нацистской Германии (1933—1945) использовалась стерилизация по отношению к «неполноценным лицам»: психическим больным, гомосексуалистам, цыганам. Затем стерилизацию сменило физическое уничтожение. Нацистские евгенические программы проводились в рамках предотвращения вырождения немецкого народа, как представителя «арийской расы»: 1. Программа эвтаназии — уничтожение психических больных, и вообще больных более 5 лет, как нетрудоспособных, 2. Уничтожение гомосексуалистов, 3. Лебенсборн — зачатие и воспитание в детских домах детей от служащих СС, прошедших расовый отбор, то есть не содержащих «примесей» еврейской и вообще не арийской крови у их предков, 4. «Окончательное решение еврейского вопроса» (полное уничтожение), 5. План «Ост» — захват восточных территорий и «сокращение» местного населения, как относящегося к низшей расе.

Очевидно, что все евгенические программы, от самых мягких, до самых жестких с нравственной точки зрения «дурно пахнут» и абсолютно неприемлимы. Научная репутация евгеники была окончательно поколеблена в 1930-х, когда евгеническая риторика стала использоваться для обоснования расовой политики Третьего рейха. В послевоенный период научное сообщество и широкие массы ассоциировали евгенику с преступлениями нацистской Германии. Конрад Лоренц, как сторонник «практической»

евгеники в нацистской Германии, после Второй мировой войны стал «персоной нон грата» во многих странах.

Однако, и сегодня идет дискуссия вокруг евгеники. Некоторые сторонники евгеники находят новые аргументы в ее пользу. Современные апологеты евгеники доказывают, что в развитых странах на практике растет т. н. генетический груз, как результат сохранения маложизнеспособных особей за счет сокращения числа спонтанных аборт (отсеивающих при естественном процессе беременности часть возникших мутационных нарушений), в том числе путем перевода беременных в режим «на сохранение» (обычно подразумевается сохранение каждой имеющейся беременности). Второй причиной роста генетического груза является развитие медицины, которое позволяет дойти до репродуктивного возраста лицам, имеющим значительные врожденные генетические аномалии или заболевания. Эти заболевания ранее были препятствием к передаче дефектного генетического материала следующим поколениям.

Евгенические принципы сегодня частично реализуются в рекомендациях по желательной / нежелательной беременности. Пока что такие оценки проводятся на основании опроса и/или биотестирования лишь небольшой категории лиц, входящих в т. н. «группу риска». Социальной компенсацией для лиц, не имеющих шансов на рождение собственного здорового потомства, являются методы искусственного оплодотворения, а также институт усыновления.

В плане евгеники работает пренатальная диагностика, которая позволяет установить наличие у развивающегося плода широкого спектра наследственных заболеваний или хромосомных aberrаций и может способствовать отрицательной евгенике, если родители по результатам диагностики решат прервать беременность.

В настоящее время бурно развивается новое направление в медицине — генотерапия, в рамках которого, как предполагают, будут найдены методы лечения большинства наследственных болезней. Однако в настоящее время во всех странах действует запрет на внесение генетических изменений в клетки зародышевой линии (половые клетки и их предшественники). Если в будущем этот запрет будет снят, актуальность отсева «дефективных» членов общества (то есть актуальность негативной евгеники) существенно снизится или полностью исчезнет. Кроме этого, разрабатываются эффективные методы не только исправления, но и научно обоснованного улучшения генома различных организмов. Когда у человечества появится возможность целенаправленного изменения любого отдельно взятого генома, полностью потеряет смысл позитивная евгеника как практика, способствующая воспроизводству людей с определенным генотипом.

Страны — члены Совета Европы и другие страны (а это большинство развитых стран и не только развитых) подписали Конвенцию о биомедицине и правах человека 2005 года. Статья 11 конвенции гласит: Запрещается любая форма дискриминации по признаку генетического наследия того или

иного лица. Статья 13 гласит: Вмешательство в геном человека, направленное на его модификацию, может быть осуществлено только в профилактических, терапевтических или диагностических целях и только при условии, что подобное вмешательство не направлено на изменение генома наследников данного человека. Статья 18 гласит: В случаях, когда закон разрешает проведение исследований на эмбрионах «in vitro», законом же должна быть предусмотрена адекватная защита эмбрионов. Запрещается создание эмбрионов человека в исследовательских целях.

Кроме того в рамках Европейского Союза евгеника запрещена в соответствии с хартией Основных прав Европейского Союза, (Ницца, 7 декабря 2000 года). Ст. 3 Хартии предусматривает "запрещение евгенической практики, прежде всего той, которая направлена на селекцию человека".

Теперь перейдем от проблем биоэтики человека к общей биоэтике. **Общая биоэтика** определяет, какие действия по отношению к живому с моральной точки зрения допустимы, а какие недопустимы. Выступая в Коста-Рике в марте 1999, создатель этого термина, В. Поттер сказал: «Я прошу вас понимать биоэтику как новое этическое учение, объединяющее смирение, ответственность и компетентность, как науку, которая по своей сути является междисциплинарной, которая объединяет все культуры и расширяет значение слова „гуманность“».

Биоэтика является системным ответом на так называемые «проблемные ситуации» этико-правового характера, объективно возникающие под влиянием научно-технического прогресса в экологии, биологии и медицине, в частности, в современной клинической практике. Важную роль играет изменение социально-экономических факторов, глобализация, смешение культурно-религиозных традиций. Комплекс морально-этических проблем охватывает приложения биологии не только к социально-политической, но и ко всей гуманитарной проблематике, и включает наряду с биоэтикой биополитику, биотеологию и другие ветви науки.

Современная общая биоэтика занимается разработкой общих нравственных императивов, регулирующих деятельность человечества и его отношение к жизни на Земле во всех ее формах. К основным принципам общей биоэтики относится **принцип благоговения перед жизнью**, утверждающий жизнь как высшую ценность, уважительное отношение к чужой жизни во всех ее формах, и сострадание ко всем живым существам и природе в целом. Этот принцип разработал А. Швейцер, утверждавший: «Человек, отныне ставший мыслящим, испытывает потребность относиться к любой воле к жизни с тем же благоговением, что и к своей собственной. Он ощущает другую жизнь как часть своей. Благом считает он сохранять жизнь, помогать ей; поднимать до высшего уровня жизнь, способную к развитию; злом — уничтожать жизнь, вредить ей, подавлять жизнь, способную к развитию. Это и есть главный абсолютный принцип этики.»

Другим важным принципом биоэтики является **признание равенства прав всех форм жизни** и ценности биоразнообразия на планете. Эту идею

разрабатывало движение «глубинная экология», в частности Б. Дивол и Дж. Сешенс. Третий принцип биоэтики предполагает гуманизацию всех отношений человека к другим людям, к природе, реализацию принципа ненасилия в отношениях с природой и с другими людьми. Четвертый принцип биоэтики, связанный с возросшей мощью человека, ставшего планетарной силой, выражает ответственность человечества за сохранение жизни на Земле, а также самоограничение «прав» человека и установление им самим для себя обязанностей по отношению к биосфере, ее сохранению и процветанию, преодоление утилитарно-прикладного, техницистского отношения к природе.

## **Тема 7. ФИЛОСОФСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ НАУК**

- 1. Специфика и структура сельскохозяйственного знания**
- 2. Методологические проблемы сельскохозяйственных наук**
- 3. Мировоззренческие проблемы сельскохозяйственных наук**
- 4. Социальные проблемы сельскохозяйственных наук**

### **1. Специфика и структура сельскохозяйственного знания**

Многим может показаться, что философия и сельскохозяйственная наука мало связаны друг с другом, что никаких философских проблем в сельскохозяйственной науке не существует. Однако, если мы рассмотрим специфику сельскохозяйственных наук, то увидим, что на самом деле философия играет вполне значимую роль для развития сельскохозяйственных наук.

Специфика сельскохозяйственных наук выражается в шести основных моментах. **Во-первых**, для них характерно преобладание опытно-экспериментальных методов и приемов, поскольку эмпирическая база составляет необходимую предпосылку и базис всяких теоретических обобщений и основу выдвижения гипотез. **Во-вторых**, для сельскохозяйственных наук характерна практическая ориентация на производство, глубокое внутреннее единство теории и практики. Главная цель и основной критерий истинности в сельскохозяйственных науках – эффективные практические прикладные технологии. **В-третьих**, сельскохозяйственные науки интегративны. Сельскохозяйственные науки — это широкая междисциплинарная область, которая охватывает части точных, естественных, экономических и общественных наук, которые используются в сельском хозяйстве.

Они развиваются на стыке естественных, технических, гуманитарных наук. Синтез гуманитарного, естественно-научного и технического знания здесь обусловлен тем, что эти науки занимаются исследованием производственных отношений человека с природой, разработкой средств,

технологий и методов обеспечения воспроизводства физического существования человечества, обеспечения его продовольствием. **В-четвертых**, сельскохозяйственные науки относятся к главным или базовым наукам, без которых не может существовать общество, поскольку их предмет – воспроизводство жизни, практическая организация так называемой коэволюции (совместное существование человека и природы). **В-пятых**, для сельскохозяйственного знания характерна гуманистическая ориентация. В них очень важен нравственный аспект, ценности, связанные с бережным отношением к природе, к сохранению жизни. **В-шестых**, сельскохозяйственные науки являются комплексными, включающими в себя ряд конкретно специализированных отраслей.

Какова же структура сельскохозяйственных наук? Фактически это вопрос об их классификации. Возможны различные критерии классификации сельскохозяйственных наук. Одной из наиболее популярных является классификация по отраслям сельскохозяйственного производства. В соответствии с этим критерием в структуре сельскохозяйственных наук выделяются следующие основные дисциплинарные направления: 1. животноводство (частные отрасли скотоводства, генетика и селекция, ветеринария, зоотехния), 2. агрономия (земледелие, агрохимия, агрофизика, растениеводство, селекция, семеноведение, фитопатология, сельскохозяйственная энтомология, сельскохозяйственная мелиорация, почвоведение, защита растений), 3. технологические науки о хранении и переработке сельскохозяйственной продукции, 4. сельскохозяйственная биотехнология, 5. экология сельскохозяйственного производства, 6. экономика сельского хозяйства, 7. сельскохозяйственное машиностроение.

Приблизительно по этому критерию выстроена структура отраслевых отделений РАН, относящихся к сельскому хозяйству: 1. Отделение экономики и земельных отношений, 2. Отделение земледелия, 3. Отделение мелиорации, водного и лесного хозяйства, 4. Отделение растениеводства, 5. Отделение защиты растений, 6. Отделение зоотехнии, 7. Отделение ветеринарной медицины, 8. Отделение механизации, электрификации и автоматизации, 9. Отделение хранения и переработки сельскохозяйственной продукции.

Уточняющим дополнением к этой базовой классификации можно считать классификацию по отдельным частным отраслям АПК. Она включает в себя ряд подразделов. Первый подраздел - основные отрасли агрономического производства: растениеводство, грибоводство, виноградарство, овощеводство и бахчеводство, садоводство, плодоводство, декоративное садоводство, кормопроизводство, луговодство. Второй раздел - основные отрасли животноводства: звероводство, кролиководство, аквакультура, рыбоводство, верблюдоводство, козоводство, коневодство, муловодство, овцеводство, оленеводство, птицеводство, пчеловодство, свиноводство, скотоводство (выращивание крупного рогатого скота), шмелеводство.

## 2. Методологические проблемы сельскохозяйственных наук

Философские проблемы сельскохозяйственных наук можно разделить на три группы: 1. методологические проблемы, 2. нравственно-мировоззренческие проблемы, 3. социально-философские проблемы.

Если говорить о методологических проблемах сельскохозяйственных наук, то здесь можно выделить шесть групп проблем. *Во-первых*, это проблема разработки специфических методов сельскохозяйственных наук. Эта проблема связана с выбором адекватных предмету сельскохозяйственного познания общенаучных методов и приемов научного познания и адаптации их к специфике предмета познания. Здесь же речь идет и о создании специфических, особых методов сельскохозяйственного познания. *Во-вторых*, это проблема истинности сельскохозяйственного знания. Сельскохозяйственное знание в силу динамики и изменчивости его объекта, а также конкретности и индивидуальности его носит также конкретно-индивидуализированный характер. Специфическая длительность, непредсказуемость и неповторимость природных естественных циклов вносит в сельскохозяйственные знания дополнительные трудности, связанные с проверкой их истинности, а также с реализацией общенаучного критерия повторяемости. *В-третьих*, это проблема реализации в сельскохозяйственном познании постнеклассического общего принципа дополнительности, требующего исследования одного и того же объекта с позиций различных методологических подходов, которые должны дополнять друг друга, давая более полную, объемную и целостную картину реальности. *В-четвертых*, это проблема выбора общей теоретико-познавательной базы сельскохозяйственных наук, т.е. определения общей теории познания, на которой должна базироваться сельскохозяйственная наука. Эта проблема связана с выработкой стиля научного мышления, формированием логической и методической культуры ученого. *В-пятых*, это проблема сочетания инновационных и традиционных методов и технологий научного исследования. Главная задача здесь – найти разумный баланс между новыми и традиционными методами. *В-шестых*, это проблема информатизации сельскохозяйственных наук. Решение ее предполагает определение того, каковы общие принципы, возможности и ограничения применения информационных методов и компьютерного моделирования в сельскохозяйственных науках.

В современные сельскохозяйственные науки интенсивно проникают системные идеи, интегрирующие отдельные аграрные науки в единое целостное знание. При этом почва, биогеоценоз, ландшафт и другие объекты аграрного исследования изучаются как многокомпонентные и многоуровневые системы. В аграрной науке также разрабатываются более совершенные, хотя и во многом противоречивые, эволюционные модели биогеотических систем. Предпринимается попытка философско-методологического осмысления предметных областей сельскохозяйственных

наук и их особенностей. Обосновывается системное определение плодородия почвы и закономерности его воспроизводства. Проводятся методологические исследования научно-технической революции в сельском хозяйстве и ее социальные последствия.

Разработка философских проблем сельскохозяйственных наук в настоящее время далека от завершения. Напротив, она находится, скорее в начальной стадии. Среди актуальных проблем в осмыслении методологических проблем сельскохозяйственных наук, можно выделить следующий ряд: 1.отсутствует четкое понимание объекта и предмета аграрной науки в целом, а также ее отдельных разделов и подразделов, 2.недостаточно изучены проблемы соотношения сложных биосистем как естественно-исторических тел природы и сложных биосистем как культурно-природных образований, 3. не исследованы пока еще в специальной литературе надтеоретические или собственные (общенаучные) основания аграрного знания, 4. слабо еще разработаны философско-методологические и общенаучные основания большинства аграрных дисциплин: почвоведения, земледелия, растениеводства, селекции, животноводства, агробиологии, агроэкологии, медико-ветеринарных наук, социологии села и т.д.

### **3.Мировоззренческие проблемы сельскохозяйственных наук**

Если говорить о мировоззренческих проблемах сельскохозяйственных наук, то здесь можно выделить четыре основных проблемных направления. *Во-первых*, это проблема мотивов и стимулов занятия сельскохозяйственными науками. Мотивы научной деятельности делятся на две группы: 1.гуманистические мотивы (любовь к природе, стремление помочь живой природе и накормить человечество и т.д.), 2.утилитарные (желание заработать, прославиться, сделать карьеру). Решение этой проблемы предполагает установление правильной приоритетности, баланса гуманитарных и утилитарных мотивов. *Во-вторых*, это проблема нравственных критериев, требований, предъявляемых обществом к сельскохозяйственному ученому и к сельскохозяйственному производству. К числу главных критериев относятся, как нам кажется, альтруизм, высокие нравственные качества, трудолюбие, ответственность, любовь к живому, профессиональные знания, философская культура, терпение.

*В-третьих*, это проблема определения места или статуса сельскохозяйственной деятельности в общей системе социальной практики или в общественной системе. Дело в том, что современное (преимущественно техногенное) общество поставило сельскохозяйственные науки в незавидное положение. Во-первых, недостаточное финансирование, порождающее необходимость в тех или иных ресурсах. Во-вторых, их развитие сегодня стоит достаточно обособленно от производства, что приводит к отсутствию внедрения передовых разработок. И, в-третьих,

отсутствие необходимого количества высококвалифицированных кадров ввиду непривлекательности отрасли.

В то же время противоречие, возникающее в контексте «современное общество – сельское хозяйство», предполагает участие сельскохозяйственной науки в решении ряда ключевых глобальных мировых проблем: экологического загрязнения биосферы, проблем качественного продовольствия, проблем (не)использования таких компонентов, как минеральные удобрения, пестициды и гербициды, проблем рекультивации земель, проблем потребления энергии, трудовой занятости и ряда других.

Социальная недооценка статуса сельскохозяйственных наук в современной России отражается также в неэффективной научной политике. В отечественных сельскохозяйственных науках нарушен баланс фундаментальных и прикладных научных исследований. Первые, как правило, либо отсутствуют, либо носят эпизодический характер. Это происходит за счет недооценивания проблем, стоящих перед сельскохозяйственными науками, решение которых достигается финансированием «посредством субсидий, премий, грантов». Доминирование прикладных, частных направлений без подкрепления или обобщения на уровне фундаментальных исследований создает серьезные диспропорции и ограничения в прогрессе сельскохозяйственного знания в целом.

*В-четвертых*, это проблема места и роли сельскохозяйственного знания в общей системе мировоззрения и в формировании современной научной картины мира. Решая эту проблему, важно определить особенности и статус сельского хозяйства в культуре в целом. Сельское хозяйство — отрасль экономики, направленная на обеспечение населения продовольствием (пищей, едой) и получение сырья для ряда отраслей промышленности. Отрасль является одной из важнейших, представленной практически во всех странах. В мировом сельском хозяйстве занято около 1 млрд. экономически активного населения. Специалисты ФАО отмечают, что 78 % земной поверхности испытывают серьёзные природные ограничения для развития земледелия, 13 % площадей отличаются низкой продуктивностью, 6 % средней и 3 % высокой. В 2009 г. в сельском хозяйстве использовалось 37,6 % всей суши, в том числе распаханно 10,6 %, 25,8 % используется под пастбища и ещё 1,2 % под многолетними культурами. Особенности агроресурсной ситуации и специализации сельского хозяйства значительно различаются по регионам.

Можно выделить целый ряд особенностей сельского хозяйства. **Во-первых**, Ведение сельскохозяйственного производства органически связано с использованием земли и природной среды. При этом земля служит не пространственным базисом как в других отраслях, а главным, незаменимым средством производства, и результаты его во многом (если не всецело) зависят от качества земли, ее плодородия, местоположения.

**Во-вторых,** Сельское хозяйство основано на использовании биологических факторов — растений и животных. Регулирование производства в этой отрасли связано с использованием законов не только экономических, но и биологии, поскольку режим сельскохозяйственной деятельности подчинен естественно-биологическим факторам. Биологические процессы имеют определенные циклы, определенную продолжительность в течение года.

**В-третьих,** Ритм и результаты сельскохозяйственного производства, сроки, методы и технологии проведения тех или иных работ во многом зависят от погодно-климатических условий.

**В-четвертых,** На организацию производства, режим труда и отдыха, степень занятости влияют такие неустранимые особенности сельскохозяйственного производства, как его сезонность, продолжительность работы неполный год (особенно в земледелии).

**В-пятых,** В земледелии и некоторых отраслях животноводства (например, выращивании крупного рогатого скота на мясо) существует разрыв во времени между затратами труда и получением продукции, нет регулярного получения ее, что диктует неизбежность краткосрочного кредитования и учета этого фактора при оценке финансового состояния производителя сельскохозяйственной продукции во взаимоотношениях с кредиторами, установления системы организации оплаты труда, присущей только сельскохозяйственным организациям.

**В-шестых,** Сельскохозяйственная деятельность пространственно рассредоточена, в земледелии носит мобильный характер, что предъявляет особые требования к охране труда.

**В-седьмых,** Значительные различия в природно-экономических условиях ведения сельского хозяйства по зонам страны вызывают дифференцированный подход к правовому регулированию отдельных аграрных отношений и активное региональное правотворчество.

Указанные и другие особенности ведения сельскохозяйственного производства, неизбежные существенные колебания в его результатах под влиянием погодно-климатических условий отражаются на режиме имущества субъектов сельскохозяйственной деятельности, формировании и движении их уставных (паевых) фондов, резервных, страховых фондов и на соответствующем их правовом регулировании.

Статус сельского хозяйства как базисной отрасли общественного производства, обеспечивающей сохранение и воспроизводство физического существования человека, производство продовольствия и ряда других предметов, обеспечивающих первичные физиологические потребности человека, определяет и статус сельскохозяйственного знания в общенаучной картине мира, поскольку без сельскохозяйственной науки она будет не только не полной, но и практически мало эффективной. Сельскохозяйственные науки в общенаучной картине мира играют роль переходного звена от общетеоретической модели мира к технологическому

приложению этой картины в целях обеспечения воспроизводства физической жизни человека.

#### **4. Социальные проблемы сельскохозяйственных наук**

Если говорить о социально-философских проблемах сельскохозяйственных наук, то здесь можно выделить четыре направления. *Во-первых*, это проблема социальной организации и социального управления сельскохозяйственными науками и производством. Ключевыми здесь являются вопросы разумного баланса централизованного директивного управления и местной автономии, а также вопрос достаточного финансирования и оптимальных механизмов общественной и государственной поддержки сельскохозяйственной науки и производства (проблема сельскохозяйственной ренты). *Во-вторых*, это проблема определения оптимальных для данных условий сельского производства и данного социального организма форм сельскохозяйственных предприятий. Здесь нам предстоит определить, какая же из форм организации аграрного производства или, какая система различных форм является оптимальной для России в современных условиях и в исторической перспективе: капиталистические аграрные предприятия и фирмы, колхозы, кооперативы, государственные аграрные предприятия или индивидуальные фермерские хозяйства? *В-третьих*, это проблема экономической рентабельности и безопасности сельскохозяйственного производства, связанная с созданием таких сельскохозяйственных технологий, которые были бы не только экономически рентабельными, ресурсо и трудосберегающими, но и гомеостатическими, обеспечивающими экологическое равновесие с природой при устойчивом росте сельскохозяйственного производства. *В-четвертых*, это проблема социально-биологических последствий применения генных технологий (трансгенные продукты) и селекции новых пород, особенно микроорганизмов. Эта проблема предполагает всесторонний анализ не только технических, но и общих гуманитарных и социальных последствий новых сельскохозяйственных технологий и искусственного вмешательства ученых в генофонд природы. *В-пятых*, это, конечно, продовольственная проблема, т.е. вопрос о том, каким образом обеспечить население Земли достаточным по качеству и количеству питанием. В этой проблеме есть две стороны или два аспекта. Технический аспект связан с разработкой и внедрением прогрессивных технологий сельскохозяйственного производства, которые могли бы обеспечить население планеты питанием. Социальный аспект связан с проблемой распределения производимых на планете продуктов питания. Здесь очень остро стоят вопросы решения проблемы несправедливого и неравномерного распределения продовольствия, как в международном плане, так и внутри многих стран между различными классами, группами населения.

Обозначив круг социальных проблем сельскохозяйственной науки и практики, остановимся подробнее на специфике развития сельского хозяйства в современной России. На современном этапе в России сложились особые условия развития аграрного сектора.

Во-первых, сейчас в аграрном производстве нет резерва финансовых и материально-технических средств, в отличие от развитых стран не отлажен инвестиционный механизм, слабо развита производственная инфраструктура, отмечаются большая степень износа (физического и морального) основных средств производства, снижающаяся фондовооруженность отрасли, деградация и выбытие из оборота больших площадей сельскохозяйственных угодий.

Во-вторых, следует отметить незавершенность и несовершенство правовых аспектов сельскохозяйственной деятельности. В целом отсутствует строгая система законов, регулирующих конкурентную борьбу на продовольственных рынках.

В-третьих, необходимо признать несовершенство организационно-управленческих условий развития отечественного АПК. Это несовершенная структура сельскохозяйственного производства, несоответствие форм и методов управления требованиям рыночного порядка, недостаточное использование в управлении мотивационных факторов, слабое информационное обеспечение управления производством, слабое развитие интеграционных связей в рамках агробизнеса.

В-четвертых, сдерживает развитие АПК несоответствие социально-психологических факторов деятельности аграрного сектора рыночной экономике. Это психологическая и техническая неподготовленность большинства крестьян к самостоятельной деятельности в условиях рынка, отсутствие традиций рыночной этики поведения, навыков конкурентной борьбы.

В-пятых, крайне негативным моментом является деструктивная для АПК структура экспорта-импорта. В Россию пока идет больше импорта продовольствия, а не технологий, и это подавляет российский агропромышленный комплекс, не дает ему спокойно адаптироваться к изменившимся условиям. У нас еще мало мощных вертикально интегрированных структур, как международные ТНК, которые могут вести эффективную конкурентную борьбу. В сельскохозяйственном производстве скорее идет пассивное приспособление крестьян к меняющимся условиям, часто выражающееся в свертывании производства. Развитым странам - основным экспортерам продовольствия - сейчас выгоднее продавать с убытком излишки продукции, так как это минимизирует их издержки. России же на данном этапе выгоднее купить подороже продукты на внутреннем рынке, так как это максимизирует доходы общества и государства в целом, тем более что конкурентные цены, складывающиеся на мировом рынке, не всегда отражают истинное положение рыночной конъюнктуры. Дешевый

импорт может носить черты монополистического характера, быть мнимым или временным.

В-шестых, институциональные преобразования в аграрной сфере России пока не получили достаточного динамизма. Далеко не завершена земельная реформа. Пока в России нет объективных условий, которые могут обеспечить ее. Это в первую очередь общая убыточность сельскохозяйственного производства как источника земельной ренты в аграрном производстве, без чего невозможно обеспечить нормальное функционирование земельного рынка. Выявлено, что для эффективного действия конкурентного механизма в аграрном секторе России недостаточно институциональных преобразований только в сфере собственности, необходимо создание соответствующей институциональной среды, выраженное в единстве действия экономических, правовых, социальных институтов рыночного хозяйства. Негативное давление внешних условий тормозит проведение структурной перестройки сельскохозяйственного производства. Пока не удастся переломить тенденцию к свертыванию и натурализации сельскохозяйственного производства. Отсутствие развитой рыночной инфраструктуры, других рыночных институтов обуславливают высокие транзакционные издержки в экономике России. Это сдерживает развитие эффективных производственных структур в аграрном секторе, ведет к тому, что пока на аграрном рынке России преобладают нетипичные субъекты конкурентной борьбы, такие как крупные коллективные хозяйства, а также подсобные хозяйства населения.

В-седьмых, предприятия агропромышленного комплекса, особенно перерабатывающие, в основном оснащены устаревшим оборудованием. Для хозяйствующих субъектов продвижение товара на рынке - это последний этап хозяйственной деятельности предприятия, от успеха которого зависит его финансовая стабильность.

В-восьмых, в российском АПК существуют низкие темпы структурно-технологической модернизации отрасли, обновления основных производственных фондов и воспроизводства природно-экологического потенциала.

В-девятых, следует отметить неблагоприятные общие условия функционирования сельского хозяйства в связи с опережающим ростом цен, прежде всего на топливо, электроэнергию, промышленную продукцию, услуги связи, по сравнению с ростом цен на сельскохозяйственную продукцию; неудовлетворительный уровень развития рыночной инфраструктуры, затрудняющий доступ сельскохозяйственных товаропроизводителей, особенно малых форм хозяйствования, к рынкам финансовых, материально-технических и информационных ресурсов, готовой продукции.

Отдельного внимания заслуживает одна из острейших проблем - экология сельского хозяйства. Сельское хозяйство производит большее воздействие на природную среду, чем любая другая отрасль производства.

Причина этого в том, что сельское хозяйство требует огромных земельных площадей. В результате меняются ландшафты целых континентов. На Великой Китайской равнине рос субтропический лес, переходя на севере в уссурийскую тайгу, а на юге в джунгли Индокитая. В Европе агроландшафт вытеснил широколиственные леса, на Украине поля заменили степи.

Сельскохозяйственные ландшафты оказались неустойчивы, что привело к ряду локальных и региональных экологических катастроф. Так, неправильная мелиорация стала причиной засоления почв и потери большей части возделываемых земель Древней Месопотамии, глубокая распашка привела к пыльным бурям в Казахстане и Америке, перевыпас скота и земледелие к опустыниванию в зоне Сахель в Африке.

Сильнее всего на природную среду воздействует земледелие. Его факторы воздействия таковы: - сведение природной растительности на сельхозугодьях, распашке земель; - обработка (рыхление) почвы, особенно с применением отвального плуга; - применение минеральных удобрений и ядохимикатов (пестицидов); - мелиорация земель. И сильнее всего воздействие на сами почвы: - разрушение почвенных экосистем; - потеря гумуса; - разрушение структуры и уплотнение почвы; - водная и ветровая эрозия почв. Существуют определённые способы и технологии ведения сельского хозяйства, которые смягчают или полностью устраняют негативные факторы, например, технологии точного земледелия.

Животноводство влияет на природу меньше. Его факторы воздействия таковы: - перевыпас, то есть выпас скота в количествах превышающих способности пастбищ к восстановлению; - переработанные отходы животноводческих комплексов.

К общим нарушениям, вызываемым сельскохозяйственной деятельностью можно отнести: - загрязнение поверхностных вод (рек, озёр, морей) и деградация водных экосистем при эвтрофикации; загрязнение грунтовых вод; - сведение лесов и деградация лесных экосистем (обезлесение); - нарушение водного режима на значительных территориях (при осушении или орошении); - опустынивание в результате комплексного нарушения почв и растительного покрова; - уничтожение природных мест обитаний многих видов живых организмов и как следствие вымирание и исчезновение редких и прочих видов.

Во второй половине XX века стала актуальна ещё одна проблема: уменьшение в продукции растениеводства содержания витаминов и микроэлементов и накопление в продукции как растениеводства, так и животноводства, вредных веществ (нитратов, пестицидов, гормонов, антибиотиков и т. п.). Причина — деградация почв, что ведёт к снижению уровня микроэлементов и интенсификация производства, особенно в животноводстве. Согласно результатам обнародованного Счётной палатой Российской Федерации «Аудита эффективности охраны окружающей среды в Российской Федерации в 2005—2007 годах», примерно одна шестая часть

территории страны, где проживает более 60 млн. человек, является экологически неблагополучной.

Основной путь к решению экологических проблем лежит в повышении культуры землепользования, в формировании более ответственного подхода к природным ресурсам.

Дорогой читатель, мы прошли с тобой путь от кварков до Метагалактики, от аминокислот до биосферы, и обнаружили, что громадный объем современных научных знаний порождает новые, все растущие, как снежный ком, философские и теоретические проблемы естественных наук. В этом проявляется известный парадокс познания: – чем больше мы знаем, тем шире границы неизвестного, непознанного.

Успехи науки расширяют сферу непознанного. Решение сложных задач науки ставит еще сложнее. Научные картины мира меняются. Но все – это не повод для пессимизма, а основание к новым усилиям в познании мира.

Как показывает история, наука и философия лишь в плодотворном союзе достигают успеха в познании мира. Но каждый новый успех – открывает лишь новую границу и ставит новые задачи познания. Философские аспекты в любой конкретной научной дисциплине составляют опорную, или фундаментальную часть каркаса научного знания. Философские проблемы в любой конкретной научной дисциплине являются необходимым моментом научного прогресса.

Тайны природы неисчерпаемы, также как и способности человека в их познании. Познание увеличивает могущество человека. Однако, при этом человек, чтобы не уничтожить себя и хрупкую земную природу, должен достичь нравственного совершенства и гармонически гуманистически перестроить современное общество.

Только тогда научный прогресс и рост могущества человечества будет служить на благо человечеству и природе, гарантируя человечеству долгую космическую жизнь.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Батурич, В. К. Философия науки : учебное пособие / В. К. Батурич. – Москва : ЮНИТИ–ДАНА, 2012. – 303 с.
2. Вальяно, М. В. История и философия науки : учебное пособие / М. В. Вальяно. – Москва : Альфа–М : Инфра–М, 2012. – 207 с.
3. Войтов, А. Т. История и философия науки : учеб. пособие / А. Т. Войтов. – Москва : Дашков и К, 2005. – 692 с.
4. Гришунин, С. И. Философия науки: Основные концепции и проблемы : учеб. пособие / С. И. Гришунин. – 2-е изд., испр. – Москва : ЛИБРОКОМ, 2009. – 224 с.
5. История и философия науки (Философия науки) : учебное пособие / под ред. Ю. В. Крянева, Л. Е. Моториной. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Альфа-М : ИНФРА-М, 2011. – 416 с.
6. История и философия науки : учебное пособие для аспирантов / под ред. А. С. Мамзина. – Санкт-Петербург : Питер, 2008. – 304 с.
7. Мареева, Е. В. Философия науки : учебное пособие для аспирантов и соискателей / Е. В. Мареева, С. Н. Мареев, А. Д. Майданский. – Москва : ИНФРА-М, 2010. – 333 с.
8. Осипов, А. И. Философия и методология науки : учебное пособие / А. И. Осипов. – Минск : Беларуская навука, 2013. – 285 с.
9. Основы философии науки : учебное пособие для аспирантов / В. П. Кохановский [и др.]. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2008. – 603 с.
10. Островский, Э. В. История и философия науки : учебное пособие / Э. В. Островский. – Москва : Юнити-Дана, 2012. – 161 с.
11. Степин, В. С. Философия науки. Общие проблемы : учебник для аспирантов соискателей ученой степени кандидата наук / В. С. Степин. – Москва : Гардарики, 2006. – 384 с.
12. Философия науки в вопросах и ответах : учебное пособие для аспирантов / В. П. Кохановский [и др.] ; под ред. В. П. Кохановского. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2006. – 352 с.
13. Философия науки : учебное пособие / под общ. ред. А. М. Старостина, В. И. Стрюковского. – Москва: Дашков и К°: Академцентр, 2012. – 368 с.
14. Философия науки : учеб. пособие для вузов / под ред. С. А. Лебедева. – 5-е изд., перераб. и доп. – Москва : Академический проект, Альма Матер, 2007. – 731 с.
15. Философия науки : учебное пособие / под ред. А. И. Липкина. – Москва : Эксмо, 2007. – 608 с.

# ТАБЛИЦЫ

**таблица 1. Фундаментальные физические взаимодействия**

Вид взаимодействия	Сфера взаимодействия	Относительная интенсивность,	Расстояние, на котором действует взаимодействие
Сильное	Взаимодействие нуклонов в ядрах атомов, взаимодействие кварков внутри нуклонов	1	$10^{-15}$ м
Электромагнитное	Взаимодействие электрических зарядов, электрических и магнитных полей	0,01	Не ограничено
Слабое	Взаимодействие элементарных частиц при распаде атомных ядер	$10^{-14}$	$10^{-18}$ м
Гравитационное	универсальная	$10^{-39}$	Не ограничено

**Таблица 2. «Стадии Большого взрыва»**

Стадия	Время	Изменение температуры	Физические взаимодействия	Основные физические процессы	Итоги процессов
Стадия космической инфляции	$10^{-43}$ - $10^{-36}$ с	$10^{32}$ - $10^{28}$ К	Гравитационное, Великое объединение	Раздувание и разогрев пузыря Вселенной. Рождение и аннигиляция частиц и античастиц	Формирование свойств пространства и времени. Реликтовый остаток вещества на $10^{-7}\%$ превысивший количество антивещества
Эра адронов	$10^{-36}$ - $10^{-4}$ с	$10^{28}$ - $10^{12}$ К	Четыре фундаментальных взаимодействия	Объединение кварков, образование адронов, нуклонов и лептонов	Горячая адронно-лептонная плазма
Эра лептонов	$10^{-4}$ - $10$ с	$10^{12}$ - $10^{10}$ К	Четыре фундаментальных взаимодействия	Аннигиляция электронов и позитронов. Взаимодействие протонов и нейтронов при участии лептонов	Образуется остаток электронов. Устанавливается современное соотношение протонов и нейтронов как 85% к 15%.
Эра фотонов	$10$ - $10^6$ лет	$10^{10}$ - $3000$ К	Четыре фундаментальных взаимодействия	Образование ядер водорода и гелия.	Современное соотношение вещества во Вселенной: 75% водорода и 25% гелия.
Эра вещества	$10^6$ лет - наше время	$3000$ - $3$ К	Четыре фундаментальных взаимодействия	Разделение вещества и излучения. Образование галактик, звезд и звездных систем	Современная Вселенная

**Таблица 3. «Геохронологическая шкала и эволюция жизни»**

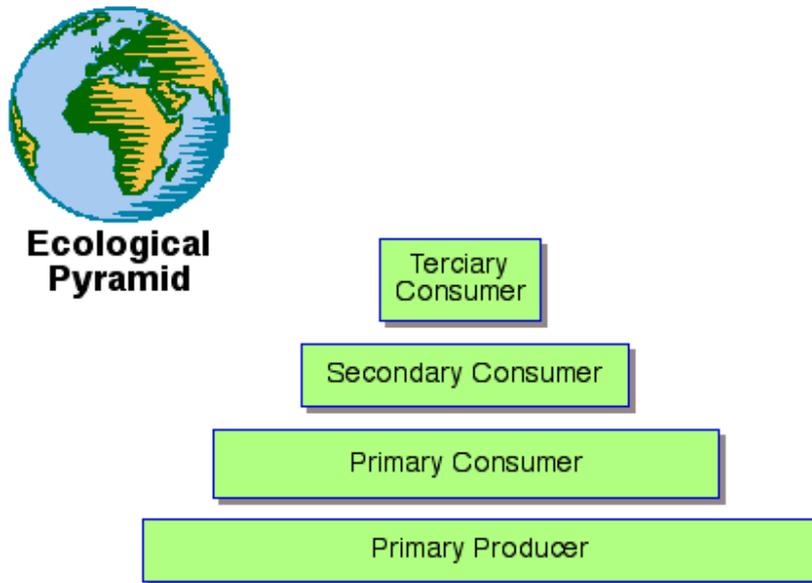
<b>ЭОН (ЭОНОТЕМА)</b>	<b>ЭРА (ЭРАТЕМА)</b>	<b>ПЕРИОД (СИСТЕМА)</b>	<b>ЭПОХА (ОТДЕЛ)</b>	<b>ЗАВЕРШЕНИЕ, ЛЕТ НАЗАД</b>	<b>ОСНОВНЫЕ СОБЫТИЯ</b>
<b>ФАНЕРОЗОЙ</b>	<b>КАЙНОЗОЙ</b>	<b>ЧЕТВЕРТИЧНЫЙ (АНТРОПОГЕНОВЫЙ)</b>	<b>ГОЛОЦЕН</b>	<b>11 400 ЛЕТ ПРОДОЛЖАЕТСЯ В НАШИ ДНИ</b>	<b>КОНЕЦ ЛЕДНИКОВОГО ПЕРИОДА. ВОЗНИКНОВЕНИЕ ЦИВИЛИЗАЦИЙ</b>
			<b>ПЛЕЙСТОЦЕН</b>	<b>2,5 МЛН.- 11 400 ЛЕТ</b>	<b>ВЫМИРАНИЕ МНОГИХ КРУПНЫХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ. ПОЯВЛЕНИЕ СОВРЕМЕННОГО ЧЕЛОВЕКА</b>
		<b>НЕОГЕНОВЫЙ</b>	<b>ПЛИОЦЕН</b>	<b>5,3-2,5 МЛН</b>	
			<b>МИОЦЕН</b>	<b>23-5,33 МЛН</b>	
		<b>ПАЛЕОГЕНОВЫЙ</b>	<b>ОЛИГОЦЕН</b>	<b>33,9-23,0 МЛН</b>	<b>ПОЯВЛЕНИЕ ПЕРВЫХ ЧЕЛОВЕКООБРАЗНЫХ ОБЕЗЬЯН.</b>
			<b>ЭОЦЕН</b>	<b>55,8 -33,9 МЛН</b>	<b>ПОЯВЛЕНИЕ ПЕРВЫХ «СОВРЕМЕННЫХ» МЛЕКОПИТАЮЩИХ.</b>
			<b>ПАЛЕОЦЕН</b>	<b>65-55,8 МЛН</b>	
		<b>МЕЗОЗОЙ</b>	<b>МЕЛОВОЙ</b>	<b>145-65 МЛН</b>	<b>ПЕРВЫЕ ПЛАЦЕНТАРНЫЕ МЛЕКОПИТАЮЩИЕ. ВЫМИРАНИЕ ДИНОЗАВРОВ.</b>
			<b>ЮРСКИЙ</b>	<b>199-145 МЛН</b>	<b>ПОЯВЛЕНИЕ СУМЧАТЫХ</b>

				<b>МЛЕКОПИТАЮЩИХ И ПЕРВЫХ ПТИЦ. РАСЦВЕТ ДИНОЗАВРОВ.</b>
		<b>ТРИАСОВЫЙ</b>	<b>251-199 млн</b>	<b>ПЕРВЫЕ ДИНОЗАВРЫ И ЯЙЦЕКЛАДУЩИЕ МЛЕКОПИТАЮЩИЕ.</b>
	<b>ПАЛЕОЗОЙ</b>	<b>ПЕРМСКИЙ</b>	<b>299-251 млн</b>	<b>ВЫМЕРЛО ОКОЛО 95 % ВСЕХ СУЩЕСТВОВАВШИХ ВИДОВ (МАССОВОЕ ПЕРМСКОЕ ВЫМИРАНИЕ)</b>
		<b>КАМЕННОУГОЛЬНЫЙ КАРБОН</b>	<b>360-299 млн</b>	<b>ПОЯВЛЕНИЕ ДЕРЕВЬЕВ И ПРЕСМЫКАЮЩИХСЯ.</b>
		<b>ДЕВОНСКИЙ</b>	<b>416-360 млн</b>	<b>ПОЯВЛЕНИЕ ЗЕМНОВОДНЫХ И СПОРОВЫХ РАСТЕНИЙ.</b>
		<b>СИЛУРИЙСКИЙ</b>	<b>443-416 млн</b>	<b>ВЫХОД ЖИЗНИ НА СУШУ: СКОРПИОНЫ И ПОЗЖЕ ПЕРВЫЕ РАСТЕНИЯ.</b>
		<b>ОРДОВИКСКИЙ</b>	<b>488-443 млн</b>	<b>БОГАТАЯ МОРСКАЯ ФАУНА: РАКОСКОРПИОНЫ, КАЛЬМАРЫ</b>
		<b>КЕМБРИЙСКИЙ</b>	<b>542-488 млн</b>	<b>ПОЯВЛЕНИЕ БОЛЬШОГО КОЛИЧЕСТВА НОВЫХ ГРУПП ОРГАНИЗМОВ («КЕМБРИЙСКИЙ ВЗРЫВ»).</b>
<b>ДОКЕМБРИЙ</b>		<b>НЕОПРОТЕРОЗОЙ</b>	<b>ЭДИАКАРИЙ</b>	<b>635-542 млн</b>
	<b>КРИОГЕНИЙ</b>		<b>850-635</b>	<b>ОДНО ИЗ САМЫХ</b>

			<b>МЛН</b>	<b>МАСШТАБНЫХ ОЛЕДЕНЕНИЙ ЗЕМЛИ</b>
		<b>Тоний</b>	<b>1000 - 850 МЛН</b>	<b>НАЧАЛО РАСПАДА СУПЕРКОНТИНЕН ТА РОДИНИЯ</b>
<b>МЕЗО ПРОТЕ РОЗОЙ</b>		<b>Стений</b>	<b>1,2-1,0 млрд</b>	<b>СУПЕРКОНТИНЕН Т РОДИНИЯ, СУПЕРОКЕАН МИРОВИЯ</b>
		<b>Эктазий</b>	<b>1,4 -1,2 млрд</b>	<b>ПЕРВЫЕ МНОГОКЛЕТОЧНЫ Е РАСТЕНИЯ (КРАСНЫЕ ВОДОРΟΣЛИ)</b>
		<b>Калимий</b>	<b>1,6 -1,4 млрд</b>	
<b>ПАЛЕ ОПРОТ ЕРОЗО Й</b>		<b>Статерий</b>	<b>1,8-1,6 млрд</b>	
		<b>Орозирий</b>	<b>2,05-1,8 млрд</b>	
		<b>Риасий</b>	<b>2,3 -2,05 млрд</b>	
		<b>Сидерий</b>	<b>2,5-2,3 млрд</b>	<b>Кислородн ая катастрофа</b>
	<b>Неоархей</b>	<b>2,8-2,5 млрд</b>		
	<b>Мезоархей</b>	<b>3,2 - 2,8 млрд</b>		
	<b>Палеоархей</b>	<b>3,6 -3,2 млрд</b>		
	<b>Эоархей</b>	<b>3,8 -3,6 млрд</b>	<b>Появление примитивных одноклеточных организмов</b>	
	<b>Катархей (Гадей)</b>	<b>3,8 – 4,57 млрд.</b>	<b>4,57 млрд лет назад — формирование Земли.</b>	

# РИСУНКИ

Рисунок 1. «Экологическая пирамида»



© 2007 ZeeMac  
Created for Wikimedia foundation

Рисунок 2. «Основные виды экологических пирамид»

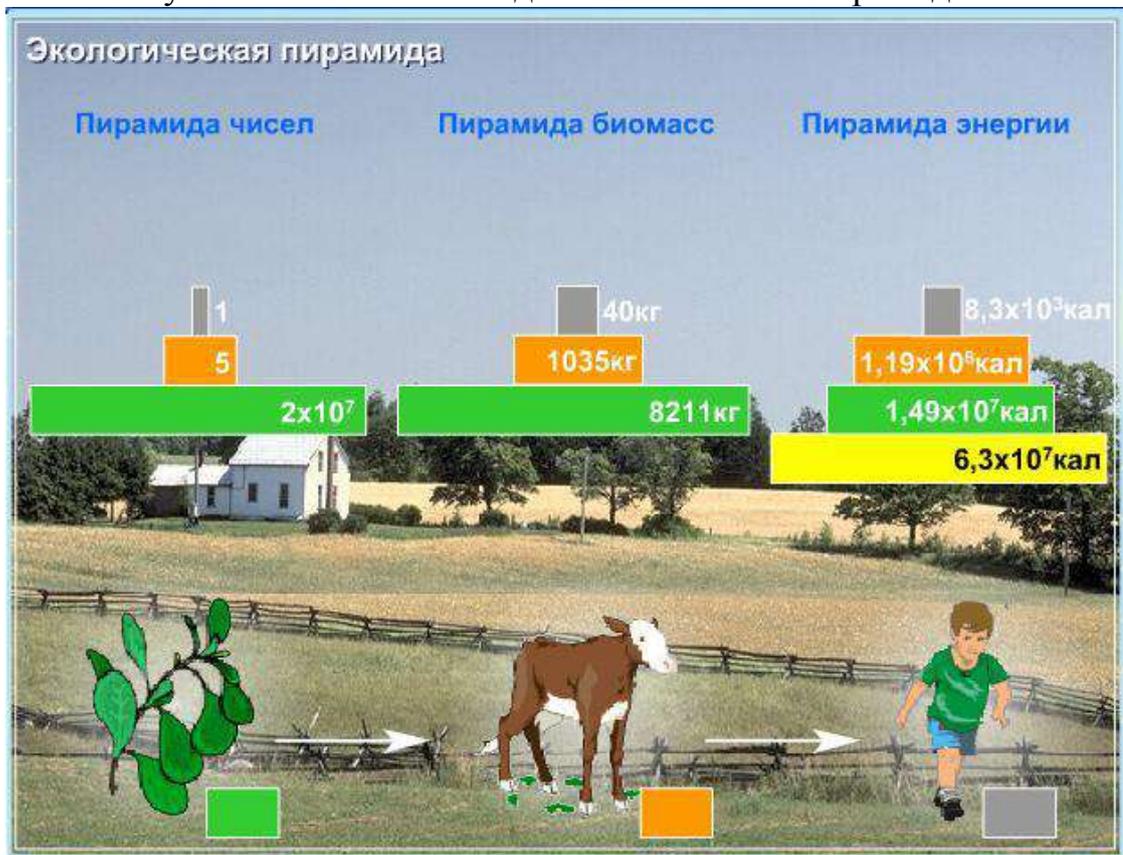


Рисунок 3. «Геохронологическая шкала»

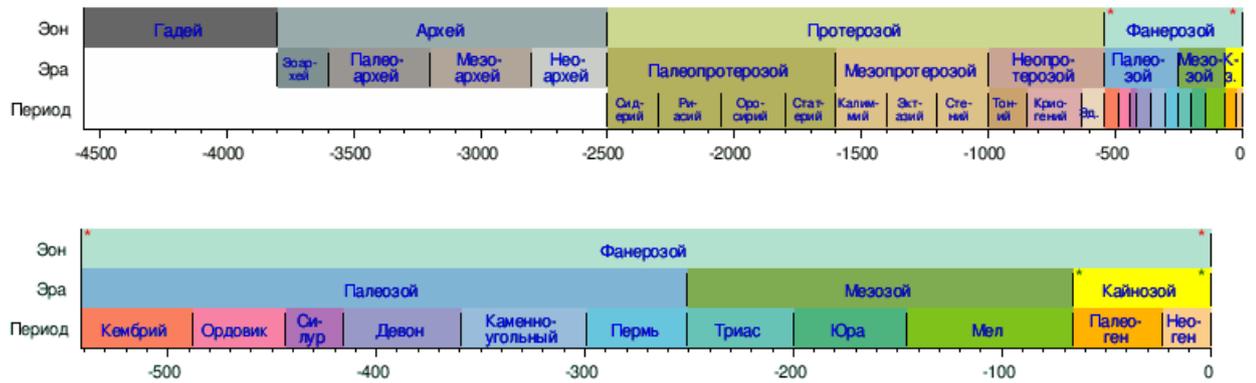


Рисунок 4. «Версия современной биосистематики».

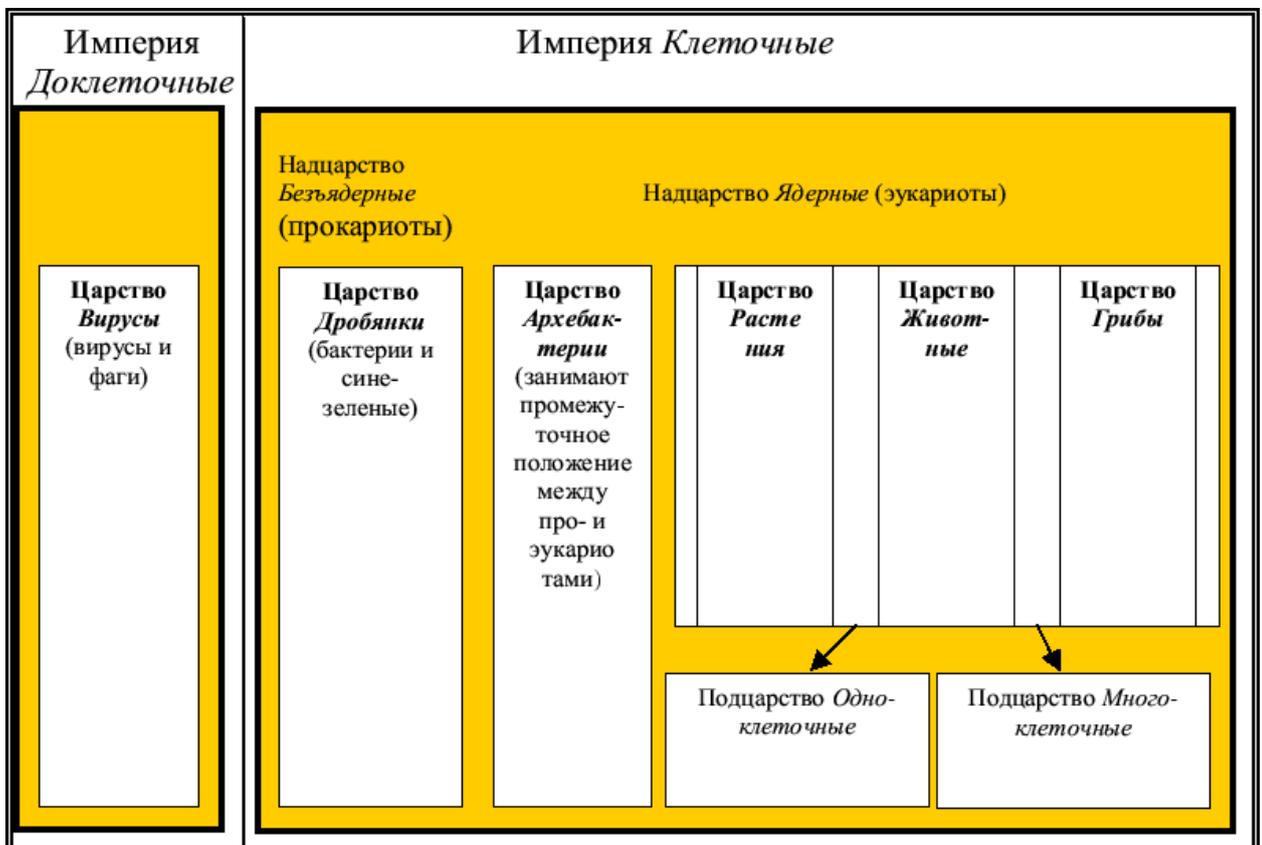


Рисунок 5. «Дерево жизни».

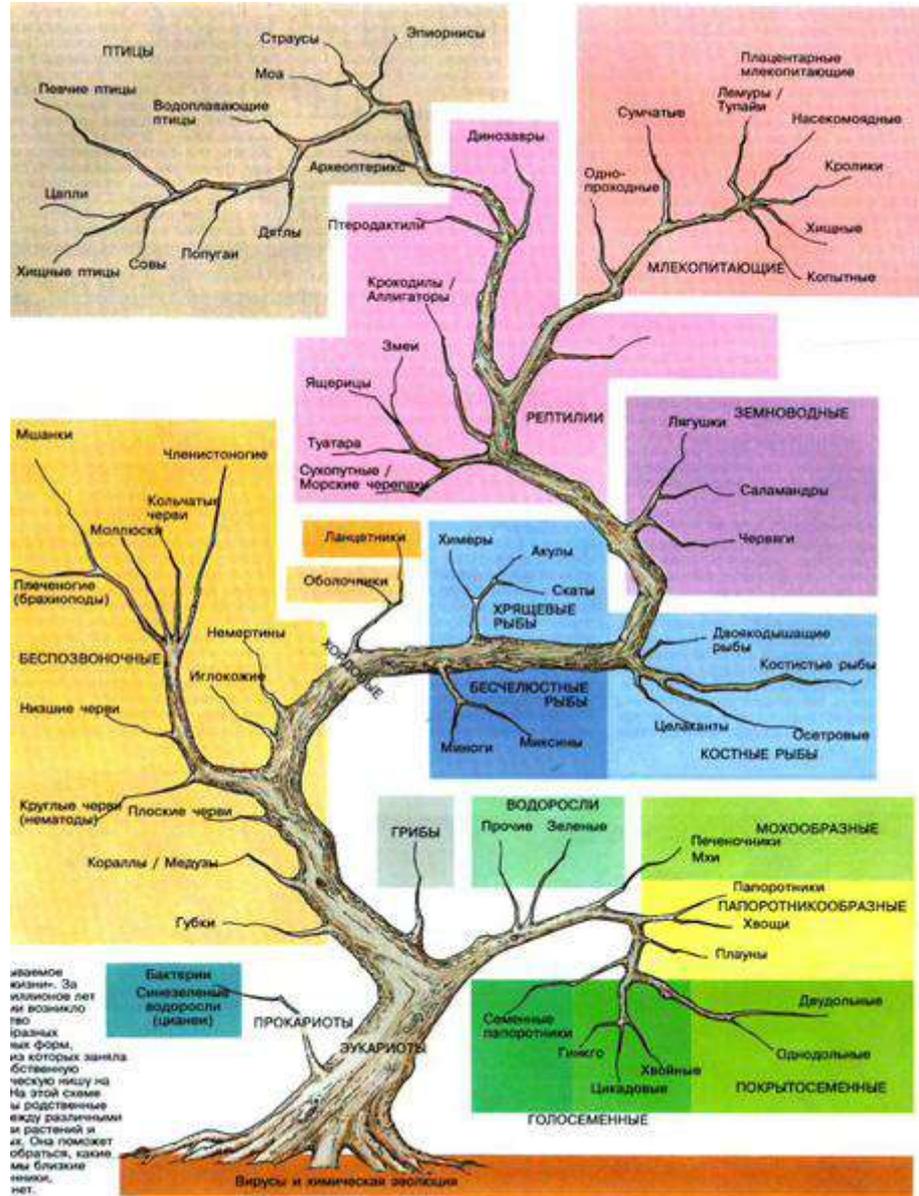


Рисунок 6. «Эволюционная кладистика»

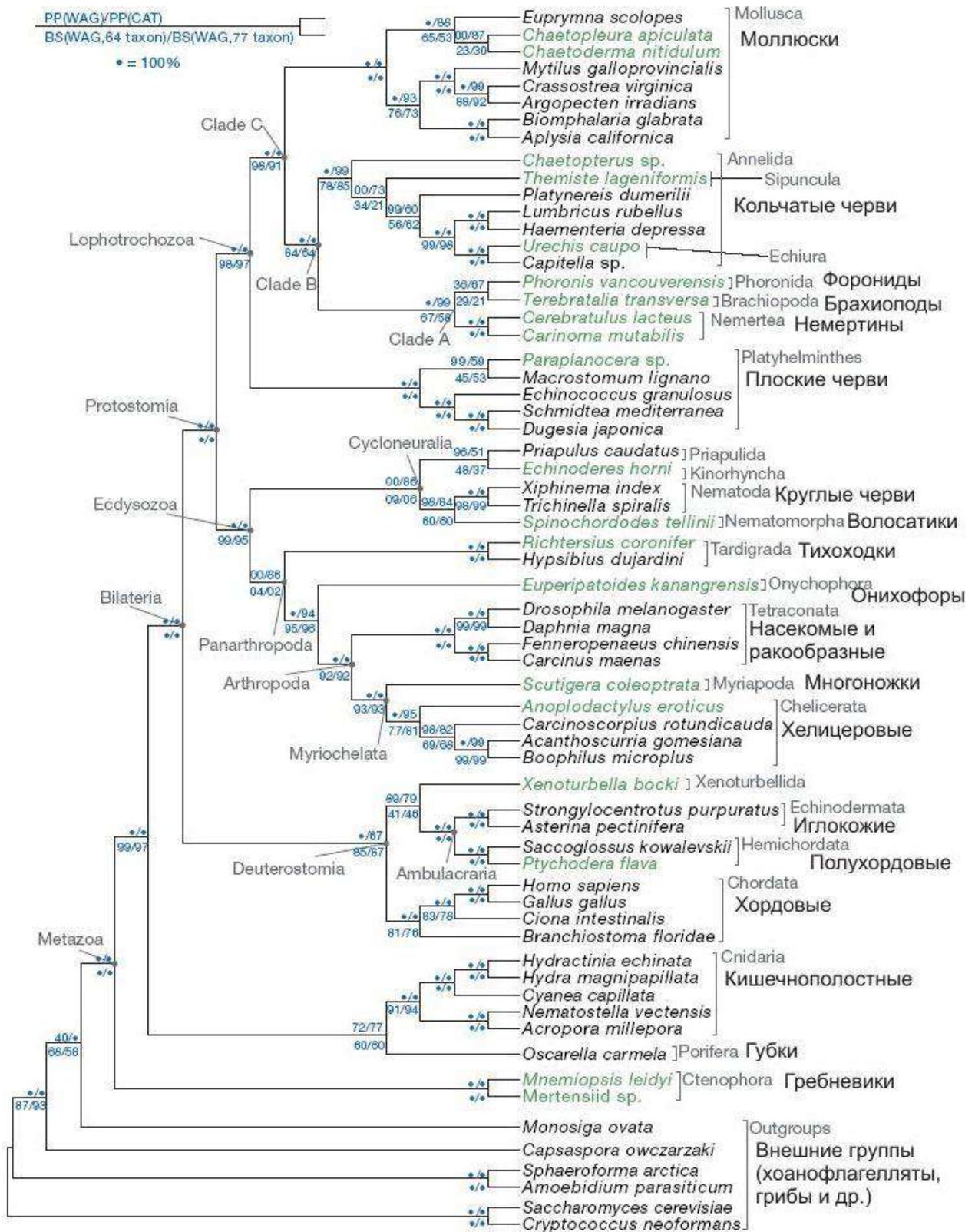


Рисунок 7. «Дерево эволюции растений»



Рисунок 8 «Дерево эволюции животных».



## Рисунок 9. «Дерево эволюции клеток»

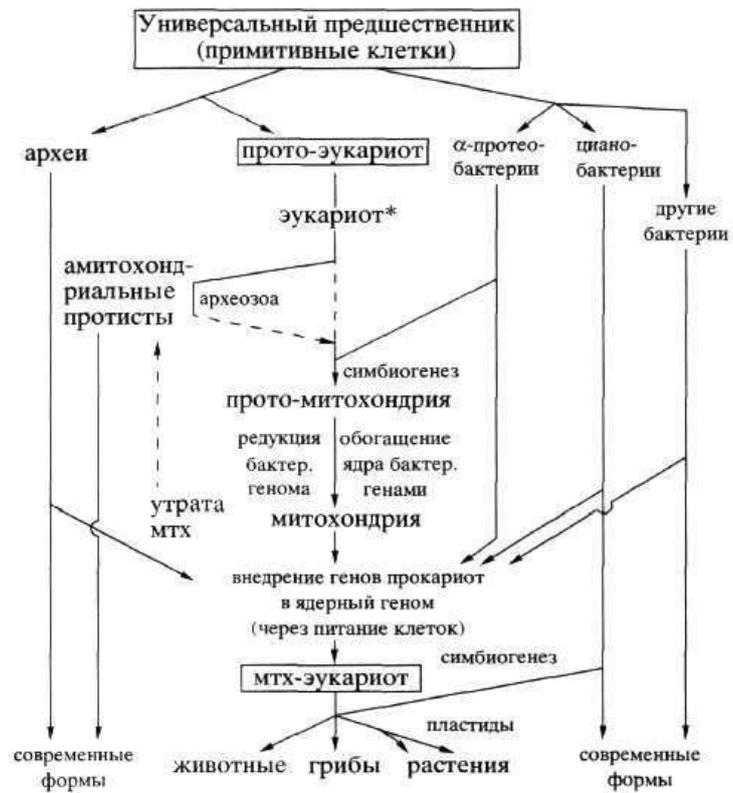
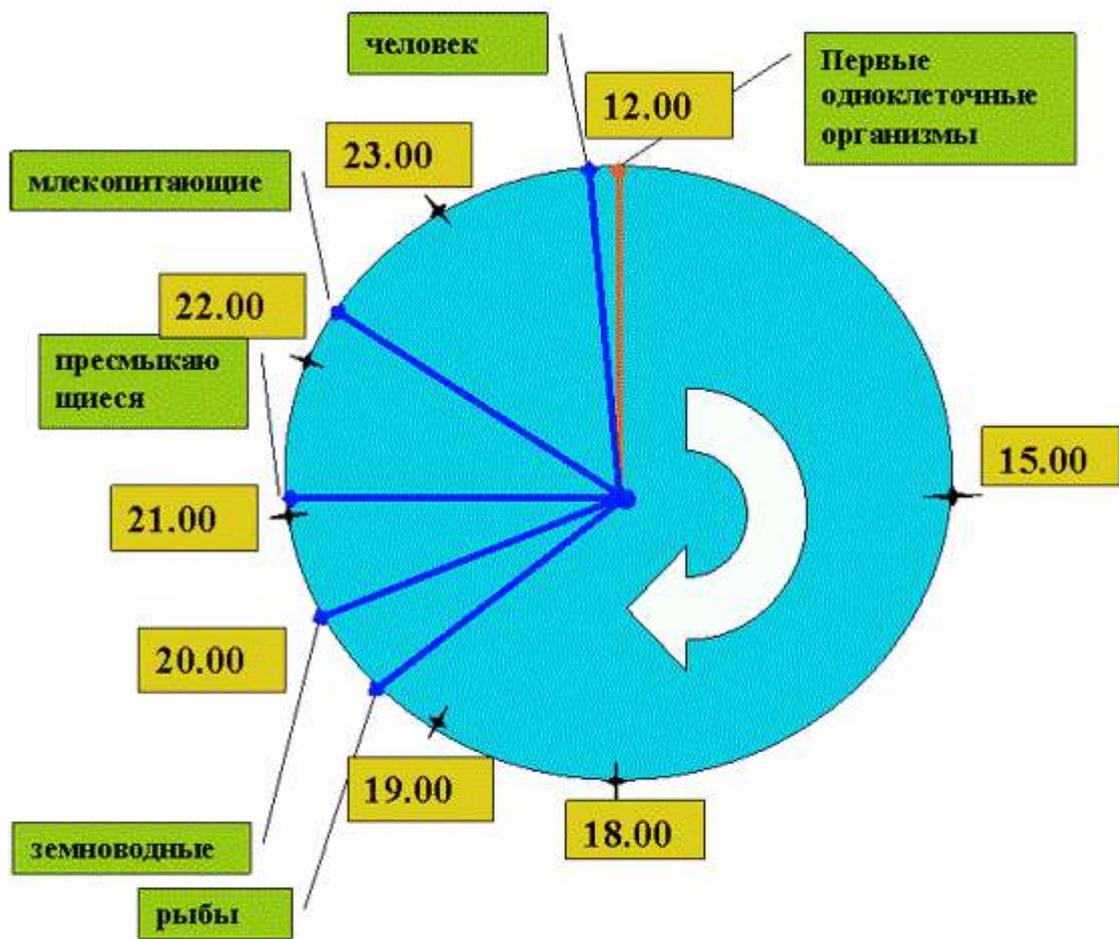


Рис. 2. Схема усложнения ядерного генома эукариотической клетки и симбиотического происхождения органелл. Обозначения: мтх – митохондрия, эукариот\* – эукариот, обладающий цитоскелетом, эндомембраной и ядром.

Рисунок 10 «Геологические часы эволюции».





Учебное издание

**Поломошнов Андрей Федорович**

**Философские проблемы современной науки**

Учебное пособие