

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ  
ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ  
Биология**

**Направление подготовки: Зоотехния**

**Профиль подготовки: Кормление животных и технология кормов. Диетология**

**Квалификация (степень) выпускника: Бакалавр**

**Нормативный срок обучения: 4 года**

**Форма обучения: очная**

## СОДЕРЖАНИЕ

|  |  |
|--|--|
| <b>1. Конспект лекций .....</b>  |  |
| <b>1.1 Лекция № 1 Многообразие животного мира. Основные свойства живых организмов..</b>  |  |
| <b>1.2 Лекция № 2 Химическая организация клетки.....</b>   |  |
| <b>1.3 Лекция № 3 Строение и функции клеток.....</b>   |  |
| <b>1.4 Лекция № 4 Размножение живых организмов.....</b>  |  |
| <b>1.5 Лекция № 5 Основные понятия генетики. Закономерности наследования признаков...</b>  |  |
| <b>1.6 Лекция № 6 Селекция растений, животных и микроорганизмов.....</b>   |  |
| <b>1.7 Лекция № 7 Ч.Дарвина о происхождении видов путем естественного отбора.....</b>  |  |
| <b>1.8 Лекция №8 Вид, его критерии и структура.....</b>  |  |
| <b>1.9 Лекция №9 Микроэволюция.....</b>  |  |
| <b>1.10 Лекция № 10 Развитие жизни на Земле .....</b>  |  |
| <b>1.11 Лекция № 11 Биосфера, её структура и функции.....</b>  |  |
| <br><b>2. Методические указания по выполнению лабораторных работ .....</b>   |  |
| <b>2.1 Лабораторная работа № ЛР-1 Тема: Обмен веществ и преобразование энергии в клетке.....</b>   |  |
| <b>2.2 Лабораторная работа № ЛР-2 Тема: Рассмотрение строения клетки.....</b>  |  |
| <b>2.3 Лабораторная работа № ЛР-3 Тема: Индивидуальное развитие организма (онтогенез).....</b>   |  |
| <b>2.4 Лабораторная работа № ЛР-4 Тема: Закономерности изменчивости.....</b>   |  |
| <b>2.5 Лабораторная работа № ЛР-5 Тема: Достижение основных направлений современной селекции.....</b>  |  |
| <b>2.6 Лабораторная работа № ЛР-6 Тема: Приспособленность организмов к условиям внешней среды как результат действия естественного отбора.....</b> |  |
| <b>2.7 Лабораторная работа № ЛР-7 Тема: Вид, и его критерии.....</b>   |  |
| <b>2.8 Лабораторная работа № ЛР-8 Тема: Микроэволюция.....</b>   |  |
| <b>2.9 Лабораторная работа № ЛР-9 Тема: Приспособленность организма к среде обитания.....</b>  |  |
| <b>2.10 Лабораторная работа № ЛР-10 Тема: Биogeоценозы и их свойства.....</b>  |  |
| <br><b>3. Методические указания по проведению практических занятий</b>   |  |
| <b>3.1 Практическое занятие №1 ПЗ-1 Возникновение жизни на Земле.....</b>  |  |

# 1. КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

## 1.1 Лекция №1 (2 часа)

**Тема:** «Многообразие животного мира. Основные свойства живых организмов»

### 1.1.1 Вопросы лекции:

1. Введение. Биология как наука;
2. Уровни организации живой материи;
3. Свойства живых систем.

### 1.1.2 Краткое содержание вопросов:

1. Введение. Биология как наука.

Биология — наука о жизни. В настоящее время биология представляет собой комплекс наук о живой природе. Объектом изучения биологии являются живые организмы — растения и животные. Ботаника и зоология изучают многообразие видов, строение тела и функции органов, развитие, распространение, их сообщества, эволюцию.

Первые сведения о живых организмах начал накапливать еще первобытный человек. Живые организмы доставляли ему пищу, материал для одежды и жилища. Уже в то время человек не мог обойтись без знаний о свойствах растений, местах их произрастания, сроках созревания плодов и семян, о местах обитания и повадках животных, на которых охотился, хищниках и ядовитых животных, которые могли угрожать его жизни. Так постепенно накапливались сведения о живых организмах. Приручение животных и начало возделывания растений потребовали более глубоких сведений о живых организмах. Значительный фактический материал о живых организмах был собран великим врачом Греции Гиппократом (ок. 460—377 г. до н. э.). Им собраны сведения о строении животных и человека, дано описание костей, мышц, сухожилий, головного и спинного мозга. Первый большой труд по зоологии принадлежит греческому естествоиспытателю Аристотелю (384—322 г. до н. э.). Он описал более 500 видов животных. Аристотель интересовался строением и образом жизни животных, он заложил основы зоологии. Первая работа по систематизации знаний о растениях выполнена Теофрастом (372—287 г. до н. э.). Расширением знаний о строении человеческого тела древняя наука обязана врачу Галену (ок. 130—200 г. до н. э.), производившему вскрытия обезьян и свиней. Труды его оказывали влияние на естествознание и медицину в течение нескольких веков.

В эпоху средневековья под гнетом церкви наука развивалась очень медленно. Важным рубежом в развитии науки явилась эпоха Возрождения, начавшаяся в XV в. Уже в XVIII в. развивались как самостоятельные науки ботаника, зоология, анатомия человека, физиология.

Постепенно накапливались сведения о многообразии видов, строении тела животных и человека, индивидуальном развитии, функциях органов растений и животных. На протяжении многовековой истории биологии крупнейшими вехами в изучении органического мира можно назвать введение принципов систематики, предложенных К. Линнеем; изобретение микроскопа; создание Т. Шванном клеточной теории; утверждение эволюционного учения Ч. Дарвина; открытие Г. Менделем основных закономерностей наследственности; применение электронного микроскопа для биологических исследований; расшифровка генетического кода; создание учения о биосфере».

К настоящему времени науке известно около 1 500 000 видов животных и около 500 000 видов растений. Изучение многообразия растений и животных, особенностей их строения и жизнедеятельности имеет большое значение. Биологические науки являются базой для развития растениеводства, животноводства, медицины, бионики, биотехнологии.

Одними из древнейших биологических наук являются анатомия и физиология человека, составляющие теоретический фундамент медицины. Каждому человеку следует иметь представление о строении и функциях своего организма, чтобы в случае необходимости уметь оказать первую помощь, сознательно беречь свое здоровье и выполнять гигиенические правила.

На протяжении веков ботаника, зоология, анатомия, физиология разрабатывались учеными как самостоятельные, изолированные науки. Лишь в XIX в. были обнаружены закономерности, общие для всех живых существ. Так возникли науки, изучающие общие закономерности жизни. К ним относятся: цитология — наука о клетке, генетика — наука об изменчивости и наследственности, экология — наука о взаимоотношениях организма со средой и в сообществах организмов; дарвинизм — наука об эволюции органического мира и другие. В учебном курсе они составляют предмет общей биологии.

## 2. Уровни организации живой матери.

Жизнь на Земле представлена индивидуумами определённого строения, принадлежащими к определённым систематическим группам, а также сообществами разной сложности. Индивидуумы обладают молекулярной, клеточной, тканевой, органной структурностью; сообщества бывают одновидовые и многовидовые. Индивидуумы и сообщества организованы в пространстве и во времени. По подходу к их изучению можно выделить несколько основных уровней организации живой материи на базе разных способов структурно-функционального объединения составляющих элементов:

- молекулярный,
- субклеточный,
- клеточный,
- органо-тканевый,
- организменный,
- популяционно-видовой,
- биоценотический,
- биогеоценотический,
- биосферный.

Разделение живой материи и проблем биологии по уровням организации хотя и отражает объективную реальность, но в то же время является условным, т. к. почти все конкретные задачи биологии касаются одновременно нескольких уровней, а нередко и всех сразу.

Например, проблемы эволюции или онтогенеза не могут рассматриваться только на уровне организма, т. е. без молекулярного, субклеточного, клеточного, органотканевого, а также популяционно-видового и биоценотич. уровней; проблема регуляции численности опирается на молекулярный уровень, но касается также всех вышестоящих, включая такие аспекты, как, например, загрязнение всей биосферы. По наличию специфических элементарных единиц и явлений считается достаточным выделить 4 основных уровня организации живой материи.

Представление об уровнях организации живой материи наглядно отражает системный подход в изучении живой природы.

### **Биосферный уровень**

На биосферном уровне современная биология решает глобальные проблемы, например, определение интенсивности образования свободного кислорода растительным покровом Земли или изменения концентрации углекислого газа в атмосфере, связанного с деятельностью человека.

#### **Биогеоценотический и биоценотический уровни**

На биогеоценотическом и биоценотическом уровнях ведущими являются проблемы взаимоотношений организмов в биоценозах, условия, определяющие их численность и продуктивность биоценозов, устойчивость последних и роль влияний человека на сохранение биоценозов и их комплексов.

#### **Популяционно-видовой уровень**

На популяционно-видовом уровне изучают факторы, влияющие на численность популяций, проблемы сохранения исчезающих видов, динамики генетического состава популяций, действие факторов микроэволюции и т. д.

Для хозяйственной деятельности человека важны такие проблемы популяционной биологии, как контроль численности видов, наносящих ущерб хозяйству, поддержание оптимальной численности эксплуатируемых и охраняемых популяций.

#### **Организменный уровень**

На организменном уровне изучают особь и свойственные ей как целому черты строения, физиологические процессы, в том числе дифференцировку, механизмы адаптации (акклимации) и поведения, в частности — нейрогуморальные механизмы регуляции, функции центральной нервной системы.

#### **Органо-тканевой уровень**

На органо-тканевом уровне основные проблемы заключаются в изучении особенностей строения и функций отдельных органов и составляющих их тканей.

#### **Клеточный уровень**

Биология клетки (цитология) — один из основных разделов современной биологии, включает проблемы морфологической организации клетки, специализации клеток в ходе развития, функций клеточной мембраны, механизмов и регуляции деления клетки. Эти проблемы имеют особенно важное значение для медицины, в частности, составляя основу проблемы рака.

#### **Субклеточный уровень**

На уровне субклеточных (надмолекулярных) структур изучают строение и функции органоидов (хромосом, митохондрий, рибосом и др.), а также других включений клетки. Молекулярный уровень составляет предмет молекулярной биологии, изучающей строение белков, их функций как ферментов или элементов цитоскелета, роль нуклеиновых кислот в хранении, репликации и реализации генетической информации, т. е. процессы синтеза ДНК, РНК и белков.

На этом уровне достигнуты большие практические успехи в области биотехнологии и генной инженерии.

### **3. Свойства живых систем.**

*1. Единство химического состава.* Хотя в состав живых систем входят те же химические элементы, что и в объекты неживой природы, соотношение различных элементов в живом и неживом неодинаково. В живых организмах — 98% химического состава приходится на шесть элементов: кислород (–62%), углерод (–20%), водород (–10%), азот (–3%), кальций (–2,5%), фосфор (–1,0%). Кроме того, живые системы содержат совокупность сложных полимеров, в основном белки, нуклеиновые кислоты, ферменты и т.д., которые неживым системам не присущи.

*2. Открытость живых систем.* Живые системы — открытые системы. Живые системы используют внешние источники энергии в виде пищи, света и т.п. Через них проходят потоки веществ и энергии, благодаря чему в системах осуществляется обмен веществ — метаболизм. Основа метаболизма — анаболизм (ассимиляция), то есть синтез веществ, и

катаболизм (диссимиляция), то есть распад сложных веществ на простые с выделением энергии, которая используется для биосинтеза.

3. *Живые системы* – самоуправляющиеся, саморегулирующиеся, самоорганизующиеся системы.

**Саморегуляция** – свойство живых систем автоматически устанавливать и поддерживать на определенном уровне те или иные физиологические (или другие) показатели системы. **Самоорганизация** – свойство живой системы приспособляться к изменяющимся условиям за счет изменения структуры своей системы управления. При саморегуляции и самоорганизации управляющие факторы воздействуют на систему не извне, а возникают в ней самой в процессе переработки информации, которой живая система обменивается с внешней средой. Это означает, что живые системы – *самоуправляющиеся системы*.

4. *Живые системы – самовоспроизводящиеся системы*. Живые системы существуют конечное время. Поддержание жизни связано с самовоспроизведением, благодаря чему живое существо воспроизводит себе подобных.

5. *Изменчивость живых систем*. Изменчивость связана с приобретением организмом новых признаков и свойств. Это явление противоположно наследственности и играет роль в процессе отбора организмов, наиболее приспособленных к конкретным условиям.

6. *Способность к росту и развитию*. Рост – увеличение в размерах и массе с сохранением общих черт строения; рост сопровождается развитием, то есть возникновением новых черт и качеств. Развитие может быть индивидуальным (онтогенез), когда последовательно проявляются все свойства организма, и историческим, которое сопровождается образованием новых видов и прогрессивным усложнением живой системы (филогенез).

**Онтогенез** – индивидуальное развитие организма, охватывающее все изменения от момента зарождения до окончания жизни.

**Филогенез** – историческое развитие организмов или эволюция органического мира.

7. *Раздражимость* – неотъемлемая черта всего живого. Раздражимость связана с передачей информации из внешней среды к живой системе и проявляется в виде реакций системы на внешние воздействия.

8. *Целостность и дискретность*. Живая система дискретна, так как состоит из отдельных, но взаимодействующих между собой частей, которые в свою очередь также являются живыми системами. Например: организм состоит из клеток, являющихся живыми системами; биоценоз состоит из совокупностей различных видов, которые также являются живыми системами. С дискретностью связаны различные уровни организации живых систем, о чем будет сказано ниже. Вместе с тем живая система целостна, поскольку входящие в нее элементы обеспечивают выполнение своих функций не самостоятельно, а во взаимосвязи с другими элементами системы.

Специфика живого заключается в том, что ни один из перечисленных признаков (а их число составляет по данным разных ученых до 20-30) не является самым главным, определяющим для того, чтобы систему можно было назвать целостной живой системой. Только наличие всех этих признаков вместе взятых позволяет провести границу между живым и неживым в природе. *Единственный способ дать определение живому – перечислить основные свойства живых систем.*

Одной из важнейших концепций, специфичной для биологии XX в., стала концепция структурных уровней организации живой природы, находящихся между собой в отношениях иерархического соподчинения. Эта точка зрения – результат применения системного подхода, родившегося в XX веке.

## 1.2 Лекция №2 (2 часа)

**Тема:** «Химическая организация клетки»

### 1.2.1 Вопросы лекции:

1. Неорганические вещества, входящие в состав клетки;
2. Органические вещества, входящие в состав клетки.

### 1.2.2 Краткое содержание вопросов:

1. Неорганические вещества, входящие в состав клетки;

В элементном составе клетки насчитывают более 70 элементов, среди которых наиболее частыми являются кислород, углерод, водород, азот. На долю кислорода приходится 65% общей массы, на долю углерода — 18%, водорода — 10%, азота — 3%. После этих элементов идут кальций, фосфор, калий, сера, натрий, хлор. Поскольку все эти элементы встречаются в клетках в большом количестве, часто их называют макроэлементами. Марганец, медь, иод, кобальт и другие, обнаруживаемые в микроколичествах, называют микроэлементами.

Химические элементы, входящие в состав клеток и обладающие биологическими функциями, называют биогенными.

Как правило, содержание катионов и анионов отличается от содержания их в той среде, в которой находятся клетки. Например, концентрация  $K^+$  в мышечных клетках в несколько десятков раз выше, чем в крови. Концентрация солей в клетках определяет буферность ее содержимого, под которой понимают уровень концентрации водородных ионов в клетках (pH).

Химические элементы участвуют в построении вещества клеток в виде ионов (катионов и анионов) или химических соединений. Важными являются катионы  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ . Что касается анионов, то ими являются  $H_2PO_4^-$ ,  $Cl^-$  и  $HCO_3^-$ .

Соединяясь химическими связями, группы атомов образуют так называемые малые органические молекулы, которыми являются аминокислоты, нуклеотиды, сахара и жирные кислоты. Из этих малых молекул в клетках формируются макромолекулы в виде белков, нуклеиновых кислот, углеводов и липидов.

Клетки построены как из неорганических, так и органических соединений.

Неорганическими соединениями клетки являются вода и минеральные соли.

Вода составляет около 70% массы клетки. У отдельных организмов, например медуз, содержание превышает 95%. Для водных организмов характерна чрезвычайная приспособленность к воде, поскольку высокая теплоемкость воды представляет собой непрерывно действующий «тепловой» буфер, который обеспечивает в общем постоянную температуру тела независимо от температуры воздуха. В случае растений очень прочное сцепление молекул воды способствует переносу растворенных питательных веществ из корней в листья при транспирации. Наконец, на молекулярном уровне у наземных и водных животных, равно как и у растений, вода определяет ряд важных свойств макромолекул.

Таблица 4а

**Химические элементы в клетках человека**  
(в % к сухой массе)

|          |    |          |        |
|----------|----|----------|--------|
| Кислород | 65 | Марганец | 0,0003 |
| Углерод  | 18 | Медь     | 0,0002 |
| Водород  | 10 | Иод      | 0,0004 |
| Азот     | 3  | Кобальт  | Следы  |

|         |       |             |       |
|---------|-------|-------------|-------|
| Кальций | 1,5   | Цинк        | Следы |
| Фосфор  | 1     | Молибден    | Следы |
| Калий   | 0,35  | Никель      | Следы |
| Сера    | 0,25  | Алюминий    | Следы |
| Натрий  | 0,15  | Барий       | Следы |
| Хлор    | 0,15  | Стронций    | Следы |
| Магний  | 0,05  | Титан       | Следы |
| Железо  | 0,004 | Литий и др. | Следы |

Табл. 46

**Основные химические соединения в клетках человека**  
(в % к сырой массе)

|                     |       |
|---------------------|-------|
| Вода                | 75-85 |
| Белки               | 10-20 |
| Нуклеиновые кислоты | 1-2   |
| Липиды              | 1-5   |
| Углеводы            | 0,2-2 |

В теле человека вода составляет 60%, из которой 40% приходится на внутриклеточную, а 20% — на экстраклеточную воду. Плазма крови содержит 5% экстраклеточной воды (рис. 56).

Вода имеет исключительно важное значение для жизнедеятельности клеток, представляя собой среду, в которой осуществляются важнейшие реакции, лежащие в основе синтеза и распада веществ. Кроме того она является растворителем различных химических веществ. Вещества, хорошо растворимые в воде получили название гидрофильных (от греч. hydros — вода, phileo — люблю), плохо растворимые называют гидрофобными (от греч. hydros- вода, phobos — боязнь). В воде хорошо растворяются хлористый натрий, сахара, простые спирты, альдегиды, кетоны. Под влиянием растворенных веществ вода может изменять свои свойства, в частности, могут изменяться температура замерзания, температура кипения, давление пара и осмотическое давление воды. Эта особенность воды имеет очень важное биологическое значение. Например, рыбы в пресной воде при температуре ее замерзания сохраняют свою активность, причем по той причине, что концентрация веществ, растворенных в крови рыб, является большей, чем в воде, и это исключает переохлаждение, а затем и замерзание их крови.

Для воды характерно то, что она обладает некоторой способностью к обратимой ионизации, в ходе которой она распадается на ионы водорода ( $H^+$ ) и ионы гидроксила ( $OH^-$ ).

Для изменения концентрации ионов  $H^+$  в любом водном растворе используют так называемую шкалу рН, с помощью которой обозначают концентрацию водородных ионов ( $H^+$ ) в водных растворах, кислотность которых находится между  $1,0 \text{ M H}^+$  и  $1,0 \text{ M OH}^-$ . Так значение рН для нейтрального раствора составляет 7,0, тогда как растворы, имеющие рН выше 7,0, — это щелочные растворы, а меньше 7,0 — это кислые растворы. Например, рН питьевой воды составляет 9,0, нашатырного спирта — 12,0, черного кофе — 5,0 лимонного сока — 2,0, а желудочного сока — 1,0. Величины рН характерны для всех внутриклеточных и внеклеточных жидкостей в организме, причем постоянство

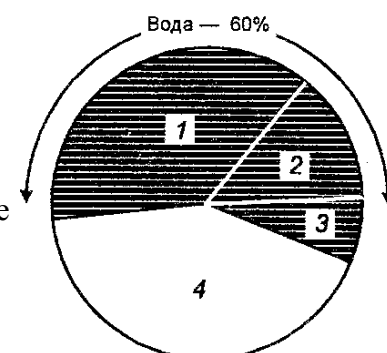


Рис. 56

**Содержание воды в организме человека**  
1 — внутриклеточная — 40%,  
2 — межклеточная — 15%, 3 — плазма — 5%, 4 — сухой остаток — 40%.

концентрации водородных ионов поддерживается буферными системами, которые у млекопитающих представлены фосфатной и бикарбонатной системами. Величины pH всех жидкостей организмов исключительно постоянны. Их изменения чрезвычайно неблагоприятны для организмов, поскольку даже небольшие сдвиги pH характеризуются значительным падением каталитической активности ферментов.

В воде под влиянием ферментов происходят реакции гидролиза (от греч. hydros — вода, lysis — расщепление) белков и других соединений. Вода принимает участие также в выведении из клеток продуктов обмена. Наконец, она поддерживает тепловой режим клетки.

*Минеральные соли* входят в состав цитоплазмы. Встречаются калиевые, натриевые, магниевые соли, соли серной, соляной, фосфорной и других кислот. Важнейшая роль минеральных солей заключается в определении ими кислотно-щелочного состояния протоплазмы. Они необходимы также для размножения клеток.

## 2. Органические вещества, входящие в состав клетки.

Органическими (углеродсодержащими) соединениями клетки являются белки, нуклеиновые кислоты, углеводы, липиды и АТФ. Как уже отмечено, молекулы этих соединений часто называют биологическими молекулами, а из-за их крупных размеров — макромолекулами.

Поскольку все органические соединения клетки содержат углерод, то принято считать, что жизнь на Земле построена на углеродистой основе. Замечательной особенностью углерода является то, что его атомы очень легко образуют ковалентные связи с другими атомами, в результате чего он больше других элементов способен образовывать большие молекулы. До некоторой степени такой способностью, но меньшей, обладает и кремний, что явилось основанием к известным предположениям о существовании жизни на других планетах, но на кремниевой основе.

*Белки*, или, как их еще называют, протеины (от греч. protos — первостепенный), являются наиболее сложными химическими соединениями, характеризующимися большой молекулярной массой. В состав всех известных белков входят углерод, водород, азот и кислород. В большинстве белков находят серу, а в некоторых белках — фосфор, железо, цинк и медь. Будучи макромолекулами, они представляют собой линейные полимеры, в которых мономерами являются аминокислоты, каждая из которых состоит из аминогруппы ( $-NH_2$ ), карбоксильной группы ( $-COOH$ ), атома водорода и R-группы, присоединенной к атому углерода, который называют  $\alpha$ -углеродным атомом. Благодаря наличию аминогрупп и карбоксильных групп аминокислоты способны реагировать друг с другом и образовывать между собой ковалентные связи. В частности, аминокислоты соединяются одна с другой посредством соединения аминогруппы одной аминокислоты с карбоксильной группой другой аминокислоты. Возникающую между аминокислотами связь называют пептидной (амидной), а несколько соединений аминокислот называют пептидом. Т.к. первоначально образующийся дипептид содержит реакционноспособные аминогруппу и карбоксильную группы, то к нему способны присоединиться другие аминокислоты, образуя полипептид (белок). Многие белки являются ферментами (энзимами). Ферменты локализуются в митохондриях, цитоплазме, лизосомах, пероксисомах, на мембранах клеток и органелл. Они катализируют все протекающие в клетках реакции. Считают, что ферменты повышают скорость реакции минимум в 1 млн раз. Каждая реакция обеспечивается собственным ферментом. Например, липаза расщепляет жиры, амилаза расщепляет крахмал. В настоящее время известно более 2000 разных ферментов. В зависимости от катализируемых реакций их классифицируют на гидролазы (реакции гидролиза), нуклеазы (расщепление нуклеиновых кислот), трансферазы (перенос

функциональных групп), оксидоредуктазы (окислительно-восстановительные реакции), липазы (образование связей за счет АТФ) и др.

Важнейшей особенностью белков является то, что в клетках многоклеточных организмов тысячи белков функционально связаны между собой и переносят информацию от плазматической мембраны к геному. Например; фермент в метаболическом пути «читает» концентрацию субстрата и продуцирует соответствующий уровень продукта, а рецептор на клеточной поверхности «читает» концентрацию его лиганда и продуцирует определенный уровень комплекса рецептор — лиганд.

Белки обладают регуляторной способностью. Те животные белки, которые являются гормонами, обладают способностью регулировать физиологические процессы, протекающие в клетках. Например, инсулин, являющийся белковым гормоном, продуцируемым клетками поджелудочной железы, регулирует в организме метаболизм глюкозы. Белковыми являются также гормоны, продуцируемые клетками гипоталамической части мозга и гипофизом и имеющие важное значение в росте и развитии организмов. Пара-тиреоидный гормон регулирует транспорт ионов  $\text{Ca}^{2+}$  и фосфатов.

*Нуклеиновые кислоты* являются органическими соединениями, содержащими углерод, кислород, водород, азот и фосфор. Различают дезоксирибонуклеиновую и рибонуклеиновую кислоты (ДНК и РНК). Важнейшая биологическая роль нуклеиновых кислот заключается в том, что они являются хранителями генетической информации (см. главу X).

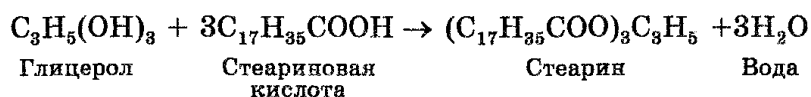
Отсылая читателя к главе X, где изложены основные сведения о нуклеиновых кислотах как генетическом материале, здесь кратко рассмотрим сведения об аденозинтрифосфорной кислоте (АТФ), которая представляет собой нуклеотид, образованный присоединением к аденозинмонофосфорной кислоте (АМФ), содержащейся в РНК, двух дополнительных молекул фосфорной кислоты ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ). Другими словами, в составе АТФ содержатся аденин, рибоза и три молекулы фосфорной кислоты. АТФ синтезируется в мито-хондриях.

Выдающаяся роль АТФ определяется ее чрезвычайной важностью в обеспечении клеток энергией, которая освобождается в результате воздействия на АТФ фермента АТФ-азы, сопровождаемого в начале отщеплением одной молекулы фосфорной кислоты и образованием аденозиндифосфатной кислоты (АДФ), а затем еще двух молекул фосфорной кислоты и переходом АДФ в аденозинмонофосфорную кислоту (АМФ). Фосфорно-кислородные связи в АТФ (их две) называют макроэргическими, обозначая их символом Р.

*Углеводы* — это органические соединения углерода, водорода и кислорода с общей формулой  $(\text{CH}_2)_n$ , где  $n$  — представляет собой число от трех до семи. Такое название этим соединениям дал в 1844 г. К. Шмидт (1822-1894). Содержание их в клетках очень значительно. Например, содержание крахмала доходит иногда до 90% сухой массы (картофель, семена злаковых).

Различают полисахариды  $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$ , дисахариды  $(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11})$  и простые сахара — моносахариды  $(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)$ , являющиеся малыми органическими молекулами.

*Липиды* (от греч. *lipos* — жир), или жиры являются соединениями, состоящими из жирных кислот и глицерола. К этим липидам относят также жироподобные вещества (воска). Жирные кислоты — это органические кислоты. Наиболее встречаемыми жирными кислотами в жирах животных и растений являются пальмитиновая  $(\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH})$ , стеариновая  $(\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH})$  и олеиновая  $(\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH})$  жирные кислоты. Одна молекула глицерола и три молекулы жирной кислоты образуют одну молекулу липида и три молекулы воды. Например, стеарин образуется в результате реакции между одной молекулой глицерола и тремя молекулами стеариновой кислоты:



Для липидов характерно то, что они не растворимы в воде. Растворителями для них являются эфир, бензин, хлороформ и другие органические растворители.

Липиды встречаются почти во всех клетках, но в основном в небольших количествах, хотя некоторые клетки содержат эти соединения в очень больших количествах, достигающих до 90% их сухой массы. Они обнаруживаются в нервной ткани, мужских половых клетках, в семенах растений.

### 1.3 Лекция №3 (2 часа)

**Тема:** «Строение и функции клеток»

#### 1.3.1 Вопросы лекции:

1. Прокариотическая клетка;
2. Эукариотическая клетка;
3. Деление клеток.

#### 1.3.2 Краткое содержание вопросов:

1. Прокариотическая клетка.

Прокариотические клетки не имеют оформленного ядра. Их ДНК погружена в цитоплазму и не окружена оболочкой. Размеры бактериальных клеток различны и колеблются от 1 до 10—15 мкм. Основная особенность строения бактерий — отсутствие ядра. Наследственная информация заложена в одной молекуле ДНК, погруженной в цитоплазму. ДНК бактерий не образует комплексов с белками, и поэтому подавляющее большинство генов, входящих в состав хромосомы, «работает», то есть с них непрерывно считывается наследственная информация. Бактериальная клетка окружена мембраной, отделяющей цитоплазму от клеточной стенки. В цитоплазме мембран мало. В ней находятся рибосомы, осуществляющие синтез белков. Все ферменты, обеспечивающие процессы жизнедеятельности бактерий, диффузно рассеяны по цитоплазме или прикреплены к внутренней поверхности мембраны. У многих микроорганизмов внутри клетки откладываются запасные вещества — полисахариды, жиры, полифосфаты. Эти вещества, включаясь в обменные процессы, могут продлевать жизнь клетки, когда отсутствуют внешние источники энергии. Как правило, бактерии размножаются делением клетки надвое. Бактериям свойственно спорообразование. Обычно споры возникают, когда ощущается недостаток в питательных веществах или когда в среде обитания в избытке накапливаются продукты обмена. Спорообразование начинается с отшнуровывания части цитоплазмы от материнской клетки. Отшнуровавшаяся часть содержит хромосому и окружена мембраной. Споры бактерий в сухом состоянии очень устойчивы. В таком состоянии они сохраняют жизнеспособность многие сотни и даже тысячи лет, выдерживая резкие колебания температуры.

2. Эукариотическая клетка.

Эукариотные клетки организованы значительно сложнее прокариотных. Весьма разнообразны они и по своим размерам (от нескольких микрометров до нескольких сантиметров), и по форме, и по структурным особенностям.

Каждая эукариотическая клетка имеет обособленное ядро, в котором заключен ограниченный от матрикса ядерной мембраной генетический материал (это главное отличие от прокариотических клеток). Генетический материал сосредоточен преимущественно в виде хромосом, имеющих сложное строение и состоящих из нитей ДНК и белковых молекул. Деление клеток происходит посредством митоза (а для половых клеток — мейоза). Среди эукариотов есть как одноклеточные, так и многоклеточные организмы.

Существует несколько теорий происхождения эукариотических клеток, одна из них — эндосимбиотическая. В гетеротрофную анаэробную клетку проникла аэробная клетка типа бактериоподобной, которая послужила базой для появления митохондрий. В эти клетки начали проникать спирохетоподобные клетки, которые дали начало формированию центриолей. Наследственный материал отгородился от цитоплазмы, возникло ядро, появился митоз. В некоторые эукариотические клетки проникли клетки типа сине-зеленых водорослей, которые положили начало появлению хлоропластов. Так впоследствии возникло царство растений.

Размеры клеток тела человека варьируются от 2—7 мкм (у тромбоцитов) до гигантских размеров (до 140 мкм у яйцеклетки).

Форма клеток обусловлена выполняемой ими функцией: нервные клетки — звездчатые за счет большого количества отростков (аксона и дендритов), мышечные клетки — вытянутые, так как должны сокращаться, эритроциты могут менять свою форму при продвижении по мелким капиллярам.

Строение эукариотических клеток животных и растительных организмов во многом схоже. Каждая клетка снаружи ограничена клеточной оболочкой, или плазмалеммой. Она состоит из цитоплазматической мембраны и слоя гликокаликса (толщиной 10—20 нм), который покрывает ее снаружи. Компоненты гликокаликса — комплексы полисахаридов с белками (гликопротеины) и жирами (гликолипиды).

Цитоплазматическая мембрана — это комплекс бислоя фосфолипидов с протеинами и полисахаридами. В клетке выделяют ядро и цитоплазму. Клеточное ядро состоит из мембраны, ядерного сока, ядрышка и хроматина. Ядерная оболочка состоит из двух мембран, разделенных перинуклеарным пространством, и пронизана порами. Основу ядерного сока (матрикса) составляют белки: нитчатые, или фибриллярные (опорная функция), глобулярные, гетероядерные РНК и мРНК (результат процессинга). Ядрышко — это структура, где происходит образование и созревание рибосомальных РНК (р-РНК). Хроматин в виде глыбок рассеян в нуклеоплазме и является интерфазной формой существования хромосом. В цитоплазме выделяют основное вещество (матрикс, гиалоплазму), органеллы и включения. Органеллы могут быть общего значения и специальные (в клетках, выполняющих специфические функции: микроворсинки всасывающего эпителия кишечника, миофибриллы мышечных клеток и т. д.). Органеллы общего значения — эндоплазматическая сеть (гладкая и шероховатая), комплекс Гольджи, митохондрии, рибосомы и полисомы, лизосомы, пероксисомы, микрофибриллы и микротрубочки, центриоли клеточного центра. В растительных клетках есть еще и хлоропласты, в которых протекает фотосинтез.

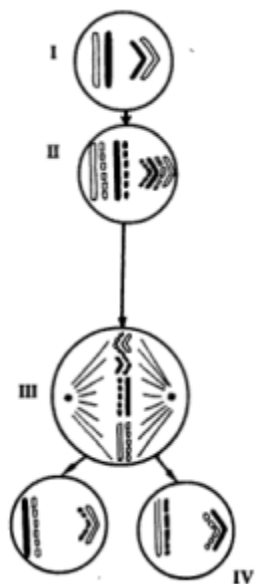
### 3. Деление клеток.

Наиболее широко распространенная форма воспроизведения клеток у живых организмов — непрямое деление, или **митоз** (от греч. «митос» — нить). Митоз состоит из четырех

последовательных фаз. Благодаря митозу обеспечивается равномерное распределение генетической информации родительской клетки между дочерними клетками.

Период жизни клетки между двумя митозами называют интерфазой. Она в десятки раз продолжительнее митоза. В ней совершается ряд очень важных процессов, предшествующих делению клетки: синтезируются молекулы АТФ и белков, удваивается каждая хромосома, образуя две сестринские хроматиды, скрепленные общей центромерой, увеличивается число основных органоидов клетки.

## Митоз



В процессе митоза различают четыре фазы: профазу, метафазу, анафазу и телофазу.

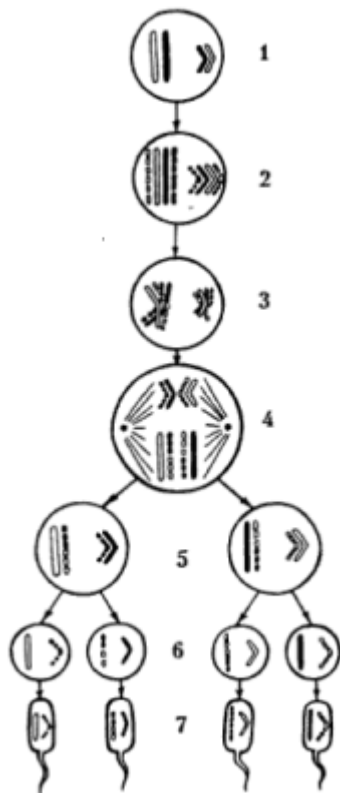
- I. Профаза — самая продолжительная фаза митоза. В ней спирализируются и вследствие этого утолщаются хромосомы, состоящие из двух сестринских хроматид, удерживаемых вместе центромерой. К концу профазы ядерная мембрана и ядрышки исчезают и хромосомы рассредоточиваются по всей клетке. В цитоплазме к концу профазы центриоли отходят к полюсам и образуют веретено деления.
- II. Метафаза — хромосомы продолжают спирализацию, их центромеры располагаются по экватору (в этой фазе они наиболее видны). К ним прикрепляются нити веретена деления.
- III. Анафаза — разделяются центромеры, сестринские хроматиды отделяются друг от друга и за счет сокращения нитей веретена отходят к противоположным полюсам клетки.
- IV. Телофаза — делится цитоплазма, хромосомы раскручиваются, вновь образуются ядрышки и ядерные мембраны. После этого образуется перетяжка в экваториальной зоне клетки, разделяющая две сестринские клетки.

Так из одной исходной клетки (материнской) образуются две новые — дочерние, имеющие хромосомный набор, который по количеству и качеству, по содержанию наследственной информации, морфологическим, анатомическим и физиологическим особенностям полностью идентичен родительским.

Рост, индивидуальное развитие, постоянное обновление тканей многоклеточных организмов определяется процессами митотического деления клеток.

Все изменения, происходящие в процессе митоза, контролируются системой нейрорегуляции, т. е. нервной системой, гормонами надпочечников, гипофиза, щитовидной железы и др.

## Мейоз



**Мейоз** (от греч. «мейоз». — уменьшение) — это деление в зоне созревания половых клеток, сопровождающееся уменьшением числа хромосом вдвое. Он состоит из двух последовательно идущих делений, имеющих те же фазы, что и митоз. Однако продолжительность отдельных фаз и происходящие в них процессы значительно отличаются от процессов, происходящих в митозе.

Эти отличия в основном состоят в следующем. В мейозе профаза I более продолжительна. В ней происходит конъюгация (соединение) хромосом и обмен генетической информацией. (На рисунке вверху профаза отмечена цифрами 1, 2, 3, конъюгация показана под цифрой 3). В метафазе происходят те же изменения, что и в метафазе митоза, но при гаплоидном наборе хромосом (4). В анафазе I центромеры, скрепляющие хроматиды, не делятся, а к полюсам отходит одна из гомологичных хромосом (5). В телофазе II образуются четыре клетки с гаплоидным набором хромосом (6).

Интерфаза перед вторым делением у мейоза очень короткая, в ней ДНК не синтезируется. Клетки (гаметы), образующиеся в результате двух мейотических делений, содержат гаплоидный (одинарный) набор хромосом.

Полный набор хромосом — диплоидный  $2n$  — восстанавливается в организме при оплодотворении яйцеклетки, при половом размножении.

Половое размножение характеризуется обменом генетической информации между женскими и мужскими особями. Оно связано с образованием и слиянием особых гаплоидных половых клеток — гамет, образующихся в результате мейоза. Оплодотворение представляет собой процесс слияния яйцеклетки и сперматозоида (женской и мужской гамет), при котором восстанавливается диплоидный набор хромосом. Оплодотворенную яйцеклетку называют зиготой.

В процессе оплодотворения можно наблюдать различные варианты соединения гамет. Например, при слиянии обеих гамет, имеющих одинаковые аллели одного или нескольких генов, образуется гомозигота, в потомстве которой сохраняются все признаки в чистом виде. Если же в гаметах гены представлены различными аллелями — образуется гетерозигота. В ее потомстве обнаруживаются наследственные зачатки, соответствующие различным генам. У человека гомозиготность бывает лишь частичной, по отдельным генам.

Основные закономерности передачи наследственных свойств от родителей к потомкам были установлены Г. Менделем во второй половине XIX в. С этого времени в генетике (науке о закономерностях наследственности и изменчивости организмов) прочно утвердились такие понятия, как доминантные и рецессивные признаки, генотип и фенотип и др. Доминантные признаки — преобладающие, рецессивные — уступающие, или исчезающие в последующих поколениях. В генетике эти признаки обозначаются буквами латинского алфавита: доминантные обозначаются заглавными буквами, рецессивные — строчными. В случае гомозиготности каждая из пары генов (аллелей) отражает либо доминантные, либо рецессивные признаки, которые в обоих случаях проявляют свое действие.

У гетерозиготных организмов доминантная аллель находится в одной хромосоме, а рецессивная, подавляемая доминантом, в соответствующем участке другой гомологичной хромосомы. При оплодотворении образуется новая комбинация диплоидного набора. Следовательно, образование нового организма начинается со слияния двух половых клеток (гамет), образующихся в результате мейоза. Во время мейоза происходит перераспределение генетического материала (рекомбинация генов) у потомков или обмен аллелями и их соединение в новых вариациях, что и определяет появление нового индивида.

Вскоре после оплодотворения происходит синтез ДНК, хромосомы удваиваются, и наступает первое деление ядра зиготы, которое осуществляется путем митоза и представляет собой начало развития нового организма.

#### **1.4 Лекция №4 (2 часа)**

**Тема:** «Размножение живых организмов»

##### **1.4.1 Вопросы лекции:**

1. Бесполое размножение;
2. Половое размножение;
3. Развитие половых клеток.

##### **1.4.2 Краткое содержание вопросов:**

1. Бесполое размножение.

Свойство организмов воспроизводить себе подобных, обеспечивающее непрерывность жизни, называется размножением. *Бесполое размножение* характеризуется тем, что новая особь развивается из неполовых, соматических (телесных) клеток. В *бесполом размножении* участвует только одна исходная особь. В этом случае организм может развиваться из одной клетки, а возникшие потомки по своим наследственным признакам идентичны материнскому организму. Бесполое размножение широко распространено среди растений и значительно реже встречается у животных. Многие простейшие размножаются путем обычного *митотического деления клетки* (путем деления материнской клетки пополам (бактерии, эвглены, амебы, инфузории)). Другим одноклеточным животным, например малярийному плазмодию (возбудителю малярии), свойственно *спорообразование*. Оно заключается в том, что клетка распадается на большое число особей, равное количеству ядер, заранее образованных в родительской клетке в результате многократного деления ее ядра. Многоклеточные организмы также способны к *спорообразованию*: у грибов, водорослей, мхов и папоротникообразных споры и зооспоры образуются в специальных органах — спорангиях и зооспорангиях.

Как у одноклеточных, так и у многоклеточных организмов способом бесполого размножения служит также *почкование*. Например, у дрожжевых грибов и некоторых инфузорий. У многоклеточных (пресноводная гидра) почка состоит из группы клеток обоих слоев стенки тела. У многоклеточных животных бесполое размножение осуществляется также путем деления тела на две части (медузы, кольчатые черви) или же путем фрагментации тела на несколько частей (плоские черви, иглокожие). У растений широко распространено вегетативное размножение, т. е. размножение частями тела: участками слоевища (у водорослей, грибов, лишайников); с помощью корневища (у папоротникообразных и цветковых); участками стебля (усы у земляники, черники, у плодовых кустарников отводки у крыжовника, винограда); корнями (корневые отпрыски у малины) листьями (у бегонии). В процессе эволюции у растений образовались специальные органы вегетативного размножения: видоизмененные побеги (луковица, клубень картофеля) видоизмененные корни - корнеплоды (свекла, морковь) и корневые клубни (георгины).

ТАБЛИЦА 1 (Т.А. Козлова, В.С. Кучменко. Биология в таблицах. М., 2000)

| Способ размножения                        | Особенности размножения   | Примеры организмов  |
|---|---|---|
| Деление клетки надвое                     | Тело исходной (родительской) клетки делится митозом на две части, каждая из которых дает начало новым полноценным клеткам   | Прокариоты.<br>Одноклеточные эукариоты (саркодовые - амеба) |
| Множественное деление клетки              | Тело исходной клетки делится митотически на несколько частей, каждая из которых становится новой клеткой                    | Одноклеточные эукариоты (жгутиковые, споровики)             |
| Неравномерное деление клетки (почкование) | На материнской клетке сначала формируется бугорок, содержащий ядро. Почка растет, достигает размера материнской, отделяется | Одноклеточные эукариоты, некоторые инфузории, дрожжи        |
| Спорообразование                          | Спора - особая клетка, покрыта плотной оболочкой, защищающей от внешних воздействий   | Споровые растения; некоторые простейшие                     |
| Вегетативное размножение                  | Увеличение числа особей данного вида происходит путем отделения жизнеспособных частей вегетативного тела организма          | Растения, животные  |
| - у растений                              | Образование почек, стеблевых и корневых клубней, луковиц, корневищ  | Лилейные, пасленовые, крыжовниковые и др.                   |
| - у животных                              | Упорядоченное и неупорядоченное деление   | Кишечнополостные, морские звезды, кольчатые черви           |

## 2. Характеристика форм размножения

| Показатели   | Формы размножения   |  |
|--|---|--|
|  | бесполое  | половое  |
| Число родительских особей, дающих начало новому организму<br>Исходные клетки | Одна особь<br>Одна или несколько соматических неполовых клеток  | Обычно две особи<br>Специализированные клетки, половые - гаметы; соединение мужских и женских гамет образует зиготу  |
| Сущность каждой формы  | В наследственном материале потомков генетическая информация является точной копией родительской   | Объединение в наследственном материале потомков генетической информации из двух разных источников - гамет родительских организмов  |
| Основной клеточный механизм образования клеток                               | Митоз   | Мейоз  |
| Эволюционное значение".  | Способствует сохранению наибольшей приспособленности в неменяющихся условиях среды, усиливает стабилизирующую роль естественного отбора | Способствует генетическому разнообразию особей вида благодаря кроссинговеру и комбинативной изменчивости; создает предпосылки к освоению разнообразных условий обитания, обеспечивает эволюционные перспективы видов |
| Примеры организмов, обладающих разными формами размножения                   | Простейшие (амебы, эвглена зеленая и др.); одноклеточные водоросли; некоторые растения; кишечнополостные                                | Растения, водоросли, моховидные, плауновидные, хвощевидные, папоротниковидные, голосеменные и семенные; все животные, грибы и пр.  |

### 2. Половое размножение.

Половой процесс. Половое размножение отличается наличием полового процесса, который обеспечивает обмен наследственной информацией и создает условия для возникновения наследственной изменчивости. В нем, как правило, участвуют две особи — женская и мужская, которые образуют гаплоидные женские и мужские половые клетки — гаметы. В результате оплодотворения, т. е. слияния женской и мужской гамет, образуется диплоидная зигота с новой комбинацией наследственных признаков, которая и становится родоначальницей нового организма.

Половое размножение по сравнению с бесполом обеспечивает появление наследственно более разнообразного потомства. Формами полового процесса являются конъюгация и копуляция.

*Конъюгация* — своеобразная форма полового процесса, при которой оплодотворение происходит путем взаимного обмена мигрирующими ядрами, перемещающимися из одной клетки в другую по цитоплазматическому мостику, образуемому двумя особями. При конъюгации обычно не происходит увеличения количества особей, но происходит обмен генетическим материалом между клетками, что обеспечивает рекомбинацию наследственных свойств. Конъюгация типична для ресничных простейших (например, инфузорий), некоторых водорослей (спирогиры).

*Копуляция (гаметогамия)* — форма полового процесса, при которой две различающиеся по полу клетки — гаметы — сливаются и образуют зиготу. При этом ядра гамет образуют одно ядро зиготы.

Различают следующие основные формы гаметогамии: изогамия, анизогамия и оогамия.

При *изогамии* образуются подвижные, морфологически одинаковые гаметы, однако физиологически они различаются на «мужскую» и «женскую». Изогамия встречается у многих водорослей.

При *анизогамии (гетерогамии)* формируются подвижные, различающиеся морфологически и физиологически гаметы. Такой тип *полового* процесса характерен для многих водорослей.

В случае *оогамии* гаметы сильно отличаются друг от друга. Женская гамета — крупная неподвижная *яйцеклетка*, содержащая большой запас питательных веществ. Мужские гаметы — *сперматозоиды* — мелкие, чаще всего подвижные клетки, которые перемещаются с помощью одного или нескольких жгутиков. У семенных растений мужские гаметы — *спермии* — не имеют жгутиков и доставляются к яйцеклетке с помощью пыльцевой трубки. Оогамия характерна для животных, высших растений и многих грибов.

**Гаметогенез.** Процесс образования и развития гамет называется *гаметогенезом*. У многоклеточных водорослей, многих грибов и высших споровых растений формирование гамет происходит в специальных органах полового размножения — гаметангиях. У высших споровых растений женские гаметангии называются архегониями, мужские — антеридиями. У животных гаметогенез протекает в специальных половых железах — гонадах. Однако, например, у губок и кишечнополостных половые железы отсутствуют и гаметы возникают из различных соматических клеток.

**Осеменение и оплодотворение.** Процесс, обуславливающий встречу мужских и женских половых клеток у животных, называется *осеменением*. Различают наружное и внутреннее осеменение.

При *наружном осеменении*, характерном для большинства водных животных, сперматозоиды и яйцеклетки выделяются в воду, где и происходит их слияние. Для такого осеменения не обязательна непосредственная встреча мужских и женских особей, но необходимо большое количество гамет, так как большая часть их гибнет.

*Внутреннее осеменение* характерно для обитателей суши, где отсутствуют условия для сохранения и встречи гамет во внешней среде. При таком типе осеменения сперматозоиды вводятся в половые пути самки. У самцов для этого обычно имеются специальные совокупительные органы. Внутреннее осеменение характерно для всех наземных позвоночных (рептилий, птиц, млекопитающих), а также червей, пауков и насекомых.

При *достижении* сперматозоидами яйцеклеток происходит процесс *оплодотворения*. Осуществляется он следующим образом. При контакте с яйцеклеткой акросома сперматозоида разрывается и ее содержимое высвобождается. Под воздействием ферментов акросомы оболочка яйцеклетки в месте контакта растворяется. Внутренняя поверхность акросомы вытягивается, и формируется акро-сомальный отросток, который проникает через растворенную зону яйцевых оболочек и сливается с мембраной яйцеклетки. В этом месте из цитоплазмы образуется воспринимающий

бугорок. Он захватывает ядро, центриоли и митохондрии сперматозоида и увлекает их внутрь яйцеклетки. Цитоплазматическая мембрана сперматозоида встраивается в мембрану яйцеклетки.

Проникновение сперматозоида в яйцеклетку вызывает отслаивание от яйцеклетки *оболочки оплодотворения*. Между ней и поверхностью яйцеклетки возникает пространство, заполненное жидкостью. Образование оболочки оплодотворения препятствует проникновению других сперматозоидов в яйцеклетку.

Проникшее в цитоплазму яйцеклетки ядро сперматозоида набухает, достигает величины ядра яйцеклетки. Ядра сближаются и сливаются. Этот момент и есть *собственно оплодотворение*. В результате из двух гамет образуется одна диплоидная зигота, т. е. восстанавливается диплоидный набор хромосом.

При оплодотворении в яйцеклетку обычно проникает один сперматозоид. Однако у насекомых, рыб, птиц и других животных в яйцеклетку может проникать несколько сперматозоидов. Это явление получило название *полиспермии*. При этом с ядром яйцеклетки сливается ядро только одного сперматозоида. Ядра других сперматозоидов разрушаются. Тем не менее для оплодотворения требуется участие многих сперматозоидов, так как они выделяют ферменты, обеспечивающие их проникновение в яйцеклетку. Если ферментов недостаточно, оплодотворение не наступает.

### 3. Развитие половых клеток.

Сперматозоиды развиваются в семенниках, яйцеклетки - в яичниках. Зрелые половые клетки несут одинарный (гаплоидный) набор хромосом. Число хромосом в гаплоидном наборе всегда в 2 раза меньше, чем в соматических (диплоидных клетках). Число хромосом принято обозначать буквой  $n$ , количество ДНК в хромосомном наборе - буквой  $c$ . Следовательно, в соматических клетках хромосомный набор обозначается  $2n2c$ , в половых клетках -  $1n1c$ .

В развитии половых клеток выделяют ряд стадий. На первой стадии сперматогенеза - стадии размножения - первичные половые клетки делятся митозом. Затем некоторые из них после удвоения хромосом ( $2n4c$ ) вступают в стадию роста. При образовании мужских половых клеток рост выражен слабо. После завершения этого периода клетки вступают в период созревания и называются сперматоцитами I порядка. В процессе созревания (мейоза) клетки двукратно делятся.

При *овогенезе* первичные половые клетки после удвоения количества ДНК вступают в продолжительный период роста. В цитоплазме овоцита первого порядка накапливаются запасные питательные вещества - желток. Размеры клетки за этот период увеличиваются в сотни и тысячи раз. Выросшие овоциты приступают к созреванию. Во время I мейотического деления, как и при сперматогенезе, образуются два гаплоидных набора хромосом ( $1n2c$ ), но овоцит не делится на две равные клетки. Один хромосомный набор в составе так называемого направительного тельца отделяется от оставшейся крупной клетки - овоцита второго порядка. Затем происходит второе деление созревания, при котором образуется второе направительное тельце. Первое направительное тельце может разделиться, и всего из овоцита образуются 4 клетки: три мелкие, вскоре погибающие, и одна крупная яйцеклетка, в цитоплазме которой остаётся весь накопленный в период роста желток. Следовательно, биологический смысл формирования направительных телец заключается в необходимости сохранения в яйцеклетке максимального количества желтка, требующегося для развития будущего зародыша. Достигается это путем утраты полноценных с генетической точки зрения хромосомных наборов, входящих в состав направительных телец.

### 1.5 Лекция №5 (2 часа)

**Тема:** «Основные понятия генетики. Закономерности наследования признаков»

### **1.5.1 Вопросы лекции:**

1. Гибридологический метод изучения наследования признаков Г.Менделя;
2. Законы Менделя;
3. Сцепление наследования генов. Взаимодействие генов.

### **1.5.2 Краткое содержание вопросов:**

1. Гибридологический метод изучения наследования признаков Г.Менделя.

Гибридологический метод изучения наследственности. Основные закономерности передачи признаков в ряду поколений при половом размножении были впервые установлены чешским ученым Грегором Менделем и опубликованы в 1865 г. Его исследования долгое время не были правильно оценены. Лишь в 1900 г. они были как бы переоткрыты и подтверждены несколькими учеными и стали основой вновь возникшей отрасли биологии – генетики. Мендель проводил опыты на горохе. У этого растения много разных сортов, отличающихся друг от друга хорошо выраженными наследственными признаками. Имеются, например, сорта с белыми и пурпурными цветками, с высоким и низким стеблем, с желтыми и зелеными семенами, с гладкими и морщинистыми семенами и т. п. Каждая из указанных особенностей наследуется в пределах данного сорта. У гороха обычно происходит самоопыление, хотя возможно и перекрестное опыление.

Мендель применил гибридологический метод исследования – скрещивание различающихся по определенным признакам родительских форм – и проследил проявление изучаемых признаков в ряду поколений. Мендель шел аналитическим путем: из большого многообразия признаков растений он вычленил одну или несколько пар противоположных друг другу признаков

Прослеживал проявление их в ряду следующих друг за другом поколений. Характерной чертой опытов Менделя был точный количественный учет проявления изучаемых признаков у всех особей. Это позволило ему установить определенные количественные закономерности в наследственности. Анализ закономерностей наследственности Мендель начал с моногибридного скрещивания – скрещивания родительских форм, наследственно различающихся лишь по одной паре признаков.

#### **2. Законы Менделя.**

##### **Первый закон Менделя - закон единообразия**

Первый закон, или закон единообразия гибридов первого поколения, утверждает, что при скрещивании организмов, различающихся аллельными признаками, в первом поколении гибридов проявляется лишь один из них – доминантный, а альтернативный ему, рецессивный, остаётся скрытым (см. Доминантность, Рецессивность). Напр., при скрещивании гомозиготных (чистых) сортов гороха с жёлтой и зелёной окраской семян у всех гибридов первого поколения окраска была жёлтой. Значит, жёлтая окраска – доминантный признак, а зелёная – рецессивный. Первоначально этот закон называли законом доминирования. Вскоре было обнаружено его нарушение – промежуточное проявление обоих признаков, или неполное доминирование, при котором, однако, сохраняется единообразие гибридов. Поэтому современное название закона более точное.

##### **Второй закон Менделя - закон расщепления**

Второй закон, или закон расщепления, гласит, что при скрещивании между собой двух гибридов первого поколения (или при их самоопылении) во втором поколении проявляются в определённом соотношении оба признака исходных родительских форм. В случае жёлтой и зелёной окраски семян их соотношение было 3:1, т. е. расщепление

по фенотипу происходит так, что у 75 % растений окраска семян доминантная жёлтая, у 25 % – рецессивная зелёная. В основе такого расщепления лежит образование гетерозиготными гибридами первого поколения в равном отношении гаплоидных гамет с доминантными и рецессивными аллелями. При слиянии гамет у гибридов 2-го поколения образуется 4 генотипа – два гомозиготных, несущих только доминантные и только рецессивные аллели, и два гетерозиготных, как у гибридов 1-го поколения. Поэтому расщепление по генотипу 1:2:1 даёт расщепление по фенотипу 3:1 (жёлтую окраску обеспечивает одна доминантная гомозигота и две гетерозиготы, зелёную – одна рецессивная гомозигота).

Третий закон Менделя - закон независимого комбинирования

Третий закон, или закон независимого комбинирования, утверждает, что при скрещивании гомозиготных особей, отличающихся по двум и более парам альтернативных признаков, каждая из таких пар (и пар аллельных генов) ведёт себя независимо от других пар, т. е. и гены, и соответствующие им признаки наследуются в потомстве независимо и свободно комбинируются во всех возможных сочетаниях. Он основан на законе расщепления и выполняется в том случае, если пары аллельных генов расположены в разных гомологичных хромосомах.

Часто как один из законов Менделя приводится и закон чистоты гамет, утверждающий, что в каждую половую клетку попадает только один аллельный ген. Но этот закон был сформулирован не Менделем.

Непонятый современниками, Мендель обнаружил дискретную («корпускулярную») природу наследственности и показал ошибочность представлений о «сливной» наследственности. После переоткрытия забытых законов основанное на экспериментах учение Менделя получило название менделизм. Его справедливость была подтверждена хромосомной теорией наследственности.

### 3. Сцепление наследования генов. Взаимодействие генов

Гены, локализованные в одной хромосоме, образуют группу сцепления и наследуются, как правило, вместе. Число групп сцепления у диплоидных организмов равно гаплоидному набору хромосом. У женщин – 23 группы сцепления, у мужчин – 24. Сцепление генов, расположенных в одной хромосоме, может быть полным и неполным. Полное сцепление генов, т. е. совместное наследование, возможно при отсутствии процесса кроссинговера. Это характерно для генов половых хромосом, гетерогаметных по половым хромосомам организмов (ХУ, ХО), а также для генов, расположенных рядом с центромерой хромосомы, где кроссинговер практически никогда не происходит. В большинстве случаев гены, локализованные в одной хромосоме, сцеплены не полностью, и в профазе I мейоза происходит обмен идентичными участками между гомологичными хромосомами. В результате кроссинговера аллельные гены, бывшие в составе групп сцепления у родительских особей, разделяются и формируют новые сочетания, попадающие в гаметы. Происходит рекомбинация генов.

Гаметы и зиготы, содержащие рекомбинации сцепленных генов, называют кроссоверными. Зная число кроссоверных гамет и общее количество гамет данной особи, можно вычислить частоту кроссинговера в процентах по формуле: отношение числа кроссоверных гамет (особей) к общему числу гамет (особей) умножить на 100 %. По проценту кроссинговера между двумя генами можно определить расстояние между ними единица расстояния 1 % кроссинговера.

Частота кроссинговера говорит и о силе сцепления между генами. Сила сцепления между двумя генами равна разности между 100 % и процентом кроссинговера между этими генами.

Генетическая карта хромосомы – это схема взаимного расположения генов, находящихся в одной группе сцепления. Определение группы сцепления осуществляется

гибридологическим методом, т. е. путем изучения результатов скрещивания, а исследование хромосом – цитологическим методом с проведением микроскопического исследования препаратов. Для определения применяют хромосомы с измененной структурой. Выполняют стандартный анализ диги-бридного скрещивания, в котором один исследуемый признак кодируется геном, локализованным на хромосоме с измененной структурой, а второй – геном, локализованным на любой другой хромосоме. В случае если наблюдается сцепленное наследование этих двух признаков, можно говорить о связи данной хромосомы с определенной группой сцепления.

Анализ карт сформулировать основные положения хромосомной теории наследственности.

1. Каждый ген имеет определенное постоянное место (локус) в хромосоме.
2. Гены в хромосомах располагаются в определенной линейной последовательности.
3. Частота кроссинговера между генами прямо пропорциональна расстоянию между ними и обратно пропорциональна силе сцепления.

### **1.6 Лекция №6 (2 часа)**

**Тема:** «Селекция растений, животных и микроорганизмов»

#### **1.6.1 Вопросы лекции:**

1. Центры многообразия и происхождения культурных растений. Закон гомологических рядов наследственной изменчивости Н.И.Вавилова;
2. Методы селекции растений и животных;
3. Селекция микроорганизмов.

#### **1.6.2 Краткое содержание вопросов:**

1. Центры многообразия и происхождения культурных растений. Закон гомологических рядов наследственной изменчивости Н.И.Вавилова.

Успех селекционной работы зависит главным образом от генетического разнообразия исходной группы растений или животных. Между тем генофонд существующих пород животных или сортов растений, естественно, менее разнообразен по сравнению с генофондом исходного дикого вида. Поэтому при выведении новых сортов растений и пород животных очень важны поиски и выявление полезных признаков у диких предков. С целью изучения многообразия и географического распространения культурных растений Н. И. Вавилов организовал многочисленные экспедиции как в пределах территории России, так и во многие зарубежные страны. В результате этих экспедиций был собран огромный семенной материал, который был использован для селекционной работы. Н. И. Вавилов выделил 7 центров происхождения культурных растений.

Кроме того, Н. И. Вавиловым были сделаны важные обобщения, послужившие крупным вкладом в теорию селекции.

Изучение наследственной изменчивости у культурных растений и их предков позволило Н. И. Вавилову сформулировать закон гомологических рядов наследственной изменчивости: «Виды и роды, генетически близкие, характеризуются сходными рядами наследственной изменчивости с такой правильностью, что, зная ряд форм в пределах одного вида, можно предвидеть нахождение параллельных форм у других видов и родов. Чем ближе генетически расположены в общей системе роды и виды, тем полнее сходство в рядах их изменчивости. Целые семейства растений в общем характеризуются определенным циклом изменчивости, проходящей через все роды и виды, составляющие семейство». Суть этого закона заключается в том, что у близких по происхождению видов

и родов организмов возникают сходные наследственные изменения. Так, у разных видов млекопитающих встречаются формы бесшерстные, длинношерстные, короткопалые и т.д.

Этот закон имеет важное значение для селекции. Создать заново желательный признак очень трудно. Гораздо легче найти разновидность с таким признаком и закрепить его скрещиванием с другими формами. Опираясь на этот закон, Н. И. Вавилову и его сотрудникам удалось найти не известные селекционерам формы многих видов растений, собрать богатейшую коллекцию сортов культурных растений.

На примере семейства злаковых Н. И. Вавилов показал, что сходные мутации обнаруживаются у целого ряда видов этого семейства. Так, черная окраска семян встречается у ржи, пшеницы, ячменя, кукурузы и ряда других за исключением овса, проса и пырея, удлинённая форма зерна – у всех изученных видов. У животных также наблюдаются сходные мутации: альбинизм и отсутствие шерсти у млекопитающих, альбинизм и отсутствие перьев у птиц, короткопалость у крупного рогатого скота, овец, собак, птиц. Некоторые наследственные заболевания и уродства, встречающиеся у человека, отмечены и у некоторых животных. Животных с такими болезнями используют в качестве модели для изучения аналогичных дефектов у человека. Например, катаракта глаза бывает у мышей, крыс, собак, лошадей; гемофилия – у мыши и кошки; диабет – у крысы; врожденная глухота – у морской свинки, мыши, собаки и т.д. То, что сходные, наследственно обусловленные нарушения жизнедеятельности встречаются у представителей разных видов одного и того же класса – класса млекопитающих, убедительно подтверждает закон гомологических рядов наследственной изменчивости Н. И. Вавилова. Появление сходных мутаций объясняется общностью происхождения генотипов. В процессе возникновения новых видов от одного общего предка различия между ними устанавливаются только по части генов, обуславливающих успешное существование в данных конкретных условиях. Многие гены у видов, имеющих общее происхождение, остаются неизменными и при мутировании дают сходные признаки.

## 2. Методы селекции растений и животных.

1. Селекция — это эволюция, управляемая человеком (Н. И. Вавилов). Результаты эволюции органического мира — многообразие видов растений и животных. Результаты селекции — многообразие сортов растений и пород животных. Движущие силы эволюции: наследственная изменчивость и естественный отбор; основа создания новых сортов растений и пород животных: наследственная изменчивость и искусственный отбор.

2. Методы селекции растений и животных: скрещивание и искусственный отбор. Скрещивание разных сортов растений и пород животных — основа повышения генетического разнообразия потомства. Виды скрещивания растений: перекрестное опыление и самоопыление. Самоопыление пере-крестноопыляемых растений — способ получения гомозиготного по ряду признаков потомства. Перекрестное опыление — способ увеличения разнообразия потомства.

3. Типы скрещивания животных: родственное и неродственное. Неродственное — скрещивание особей одной или разных пород, направленное на поддержание или улучшение признаков породы. Близкородственное — скрещивание между братьями и сестрами, родителями и потомством, направленное на получение потомства, гомозиготного по ряду признаков, на сохранение у него ценных признаков. Близкородственное скрещивание — один из этапов селекционной работы.

4. Искусственный отбор — сохранение для дальнейшего размножения особей с

интересующими селекционера признаками. Формы отбора: массовый и индивидуальный. Массовый отбор — сохранение группы особей из потомства, имеющих ценные признаки. Индивидуальный отбор — выделение отдельных особей с интересующими человека признаками и получение от них потомства.

5. Применение в селекции растений массового отбора для получения генетически разнородного материала, гетерозиготных особей. Результаты многократного индивидуального отбора — выведение чистых (гомозиготных) линий.

6. Причины применения в селекции животных только индивидуального отбора — малочисленное потомство. При отборе особей необходимо учитывать развитие у них экстерьерных признаков (телосложения, соотношения частей тела, внешних признаков), которые связаны с формированием хозяйственных признаков (например, молочности у коров).

7. Скрещивание и отбор — универсальные методы селекции, возможность их применения при создании новых сортов растений и пород животных

### 3. Селекция микроорганизмов.

Селекция микроорганизмов (в отличие от селекции растений и животных) имеет ряд особенностей: 1) у селекционера имеется неограниченное количество материала для работы: за считанные дни в чашках Петри или пробирках на питательных средах можно вырастить миллиарды клеток; 2) более эффективное использование мутационного процесса, поскольку геном микроорганизмов гаплоидный, что позволяет выявить любые мутации уже в первом поколении; 3) простота генетической организации бактерий: значительно меньшее количество генов, их генетическая регуляция более простая, взаимодействия генов просты или отсутствуют.

Эти особенности накладывают свой отпечаток на выбор методов селекции микроорганизмов, которые во многом существенно отличаются от методов селекции растений и животных. Например, в селекции микроорганизмов обычно учитываются их естественные способности синтезировать какие-либо полезные для человека соединения (аминокислоты, витамины, ферменты и др.). В случае использования методов генной инженерии можно заставить бактерии и другие микроорганизмы продуцировать те соединения, синтез которых в естественных природных условиях им никогда не был присущ (например, гормоны человека и животных, биологически активные соединения). Природные микроорганизмы, как правило, обладают низкой продуктивностью содержащихся в них веществ, которые интересуют селекционера. Для использования же в микробиологической промышленности нужны высокопродуктивные штаммы, которые создаются различными методами селекции, в том числе отбором среди природных микроорганизмов.

Отбору высокопродуктивных штаммов предшествует целенаправленная работа селекционера с генетическим материалом исходных микроорганизмов. В частности, широко используют различные способы рекомбинирования генов: конъюгацию, трансдукцию, трансформацию и другие генетические процессы. Например, *конъюгация* (обмен генетическим материалом между бактериями) позволила создать штамм *Pseudomonas putida*, способный утилизировать углеводороды нефти. Часто прибегают к *трансдукции* (перенос гена из одной бактерии в другую посредством бактериофагов), *трансформации* (перенос ДНК, изолированной из одних клеток, в другие) и *амплификации* (увеличение числа копий нужного гена).

Так, у многих микроорганизмов гены биосинтеза антибиотиков или их регуляторы находятся в плазмиде, а не в хромосоме. Поэтому увеличение числа этих плазмид путем амплификации позволяет существенно повысить выход антибиотиков.

Важнейшим этапом в селекционной работе является индуцирование мутаций. Экспериментальное получение мутаций открывает почти неограниченные перспективы для создания высокопродуктивных штаммов. Вероятность возникновения мутаций у микроорганизмов ( $1 \times 10^{-10}$ —  $1 \times 10^{-6}$ ) ниже, чем у всех других организмов ( $1 \times 10^{-6}$ — $1 \times 10^{-4}$ ). Но вероятность выделения мутаций по данному гену у бактерий значительно выше, чем у растений и животных, поскольку получить многомиллионное потомство у микроорганизмов довольно просто и сделать это можно быстро.

Для выявления мутаций служат селективные среды, на которых способны расти мутанты, но погибают родительские клетки дикого типа. Проводится также отбор по окраске и форме колоний, скорости роста мутантов и диких форм и т. д.

Отбор по продуктивности (например, продуцентов антибиотиков) осуществляется по степени антагонизма и угнетения роста чувствительного штамма. Для этого штамм-продуцент высевается на «газон» чувствительной культуры. По размеру пятна, где отсутствует рост чувствительного штамма вокруг колонии штамма-продуцента, судят о степени его активности (в данном случае антибиотической). Для размножения, естественно, отбираются наиболее продуктивные колонии. В результате селекции производительность продуцентов удается увеличить в сотни и тысячи раз. Например, путем комбинирования мутагенеза и отбора в работе с грибом *Penicillium* был увеличен выход антибиотика пенициллина примерно в 10 тыс. раз по сравнению с исходным диким штаммом.

Важным подходом в селекционной работе с микроорганизмами является получение рекомбинантов путем слияния протопластов, или гибридизации, разных штаммов бактерий. Слияние протопластов позволяет объединить генетические материалы и таких микроорганизмов, которые в естественных условиях не скрещиваются.

### **1.7 Лекция №7 (2 часа)**

**Тема:** «Теория Ч.Дарвина о происхождении видов путем естественного отбора»

#### **1.7.1 Вопросы лекции:**

1. Научные и социально-экономические предпосылки теории Ч.Дарвина.
2. Учение Ч.Дарвина об искусственном отборе;
3. Учение Ч.Дарвина о естественном отборе. Формы естественного отбора.

#### **1.7.2 Краткое содержание вопросов:**

1. Научные и социально-экономические предпосылки теории Ч.Дарвина.

Растениеводы и животноводы улучшали методы селекции. Можно сказать, на глазах в течение нескольких лет появились новые высокопродуктивные сорта пшеницы, ржи и других культур, новые породы овец и крупного рогатого скота. Достижения селекционеров, несомненно, обращали на себя внимание пытливых наблюдателей и направляли мысль в сторону признания изменчивости видов, исторического воззрения на живую природу.

В первой половине XIX в. Англия стала крупнейшей колониальной державой, захватывавшей все новые и новые владения. Английские военные и торговые суда бороздили все моря и океаны, посещали все континенты. Как правило, в экипаж кораблей включались опытные натуралисты. Они накапливали в музеях Англии богатые естественно-научные коллекции по геологии, палеонтологии, ботанике, зоологии. В

экспедиции на корабле «Бигль» принимал участие Чарлз Дарвин, совершив на нем кругосветное путешествие, которое длилось 5 лет (1831—1836).

В полувековой период между выходом в свет работ Ламарка (1809) и Дарвина (1859) естествознание обогатилось рядом открытий, способствовавших утверждению эволюционных взглядов на живую природу. В химии было установлено, что живая и неживая природа состоит из одних и тех же элементов. В геологии Ч. Лайель (1797—1875) доказал, что поверхность Земли изменяется не в результате катастроф, а постоянно. В этом процессе играют роль колебания температуры, ветер, дождь, морской прибой, деятельность организмов (растений и животных), землетрясения, извержения вулканов и т. д. Теория Лайеля сыграла прогрессивную роль в развитии всего естествознания. Первый том его выдающегося труда «Основы геологии» Дарвин брал с собой в кругосветное путешествие. Геологические наблюдения во время путешествия убедили его в обоснованности теории Лайеля. Знакомство с этой теорией способствовало формированию эволюционных взглядов Дарвина.

Сравнительная анатомия пополнилась крупными обобщениями. Ж. Кювье создал теорию типов строения животных. Сравнительно-анатомическое изучение животных в пределах типа подтверждало сходство и возможное родство организмов, происхождение их от единого корня.

Создание клеточной теории Т. Шванном, согласно которой в основе микроскопического строения всех организмов лежит клетка, относится к числу крупнейших открытий первой половины XIX в. Клеточная теория показала глубокое единство всей живой природы и этим, как отметил Ф. Энгельс, подготовила создание эволюционной теории.

-Эмбриологические исследования русского академика К. М. Бэра показали, что развитие всех организмов начинается с яйцеклетки и что обнаруживается поразительное сходство в строении зародышей животных, относящихся к разным классам, особенно на ранних стадиях развития.

К сказанному следует добавить, что накопившиеся к этому времени в большом количестве палеонтологические находки и материалы из области географического распространения животных и растений также не укладывались в прежние метафизические представления.

Итак, в первой половине XIX в. уже был собран огромный материал из различных областей естествознания (геологии, палеонтологии, биогеографии, эмбриологии, сравнительной анатомии, учения о клеточном строении организмов, селекции), противоречащий метафизическому мировоззрению и свидетельствующий в пользу эволюции. Нужна была идея, теория, обобщение, которое сумело бы объяснить накопившиеся факты, дать им правильное толкование. Это и сумел сделать Дарвин. Тому, что Дарвин произвел переворот в науке, способствовали как его личные качества, так и та социально-экономическая и научная обстановка, в которой протекала его деятельность и формировалось его мировоззрение.

## 2. Учение Ч.Дарвина об искусственном отборе;

Под *искусственным отбором* понимают осуществляемую человеком систему мероприятий по усовершенствованию существующих и созданию новых пород животных и сортов растений с полезными в хозяйственном отношении наследственными признаками.

Дарвин различал две фирмы искусственного отбора:

Бессознательный отбор — стихийный, применялся на первых этапах одомашнивания растений и животных

Методический отбор — сознательный, человек подбирал для скрещивания пары по намеченному плану

Изучение искусственного отбора привело Дарвина к мысли о наличии аналогичного процесса в природе.

### 3. Учение Ч.Дарвина о естественном отборе. Формы естественного отбора.

**Естественный отбор:** «Сохранение полезных индивидуальных различий или изменений и уничтожение вредных» (Ч. Дарвин).

Естественный отбор происходит в процессе биологического состязания, которое Дарвин назвал борьбой за существование. Она может проявляться в трех формах:

внутривидовая борьба — отражает конкуренцию между особями одного вида

межвидовая борьба — состязание за выживание между особями разных видов

борьба с неблагоприятными условиями среды (позволяющая выжить и оставить потомство бапес приспособленным к суровым условиям)

Развивая учение Ч. Дарвина, академик И. И. Шмальгаузен в своих работах показал, что существуют две формы естественного отбора.

Стабилизирующий отбор — фиксирует, закрепляет полезные признаки и свойства в относительно постоянных условиях среды.

Движущий отбор — стремящийся изменить вид и сделать его приспособленность к условиям жизни более совершенной. Приводит к образованию новых популяций, а затем и видов.

Взаимоотношение этих двух форм естественного отбора определяет скорость и характер эволюции различных видов и разновидностей.

Результатом действия факторов эволюции является приспособленность организмов к тем условиям, в которых они живут.

| Показатели                   | Искусственный отбор   | Естественный отбор  |
|------------------------------|---|---|
| Исходны» материал для отбора | Индивидуальные признаки организма                                 | Индивидуальные признаки организма   |
| Отбирающий фактор            | Человек   | Условия среды (живая и неживая природа)   |
| Путь благоприятных изменений | Отбираются, становятся производительными                          | Остаются, накапливаются, передаются по наследству   |
| Неблагоириятных              | Отбираются, бракуются, уничтожаются                               | Уничтожаются в борьбе за существование  |
| Характер действия            | Творческий — направленное накопление признаков на пользу человека | Творческий — отбор приспособительных признаков на пользу особи, популяции, вида, приводящий к возникновению новых органических форм |
| Результат отбора             | Новые сорта растений,   | Новые виды  |

|              |   |   |
|--------------|---|---|
|              | породы животных,<br>штаммы<br>микроорганизмов   |   |
| Формы отбора | Массовый;<br>индивидуальный;<br>бессознательный<br>(стихийный);<br>методический<br>(сознательный) | Движущий,<br>поддерживающий отклонения<br>в изменяющихся условиях<br>среды; стабилизирующий,<br>поддерживающий<br>постоянство средней нормы<br>реакции при неизменных<br>условиях среды |

### Особенности искусственного и естественного отбора

#### 1.8 Лекция №8 (2 часа)

**Тема:** «Вид, его критерии и структура»

##### 1.8.1 Вопросы лекции:

1. Понятие вид;
2. Популяция;
3. Ареал.

##### 1.8.2 Краткое содержание вопросов:

###### 1. Понятие вид.

Вид - это исторически сложившаяся совокупность популяций особей, сходных по морфо-физиологическим свойствам, способных свободно скрещиваться между собой и давать плодовитое потомство, занимающих определенный ареал. Каждый вид живых организмов можно описать совокупностью характерных черт, свойств, которые называются признаками вида. Признаки вида, с помощью которых один вид можно отличить от другого, называются критериями вида. Наиболее часто используют семь общих критериев вида:

1. Специфический тип организации: совокупность характерных признаков, позволяющих отличить особей данного вида от особей другого.
  2. Географическая определенность: существование особей вида в конкретном месте на земном шаре; ареал - район обитания особей данного вида.
  3. Экологическая определенность: особи вида живут в конкретном диапазоне значений физических факторов среды, таких как температура, влажность, давление и пр.
  4. Дифференцированность: вид состоит из более мелких групп особей.
  5. Дискретность: особи данного вида отделены от особей другого разрывом - хиатусом. Хиатус определяется действием изолирующих механизмов, таких как несовпадение сроков размножения, использование специфических поведенческих реакций, стерильность гибридов и др.
  6. Воспроизводимость: размножение особей может осуществляться бесполом путем (степень изменчивости низкая) и половым (степень изменчивости высокая, так как каждый организм сочетает признаки отца и матери).
  7. Определенный уровень численности: численность претерпевает периодические (волны жизни) и непериодические изменения.
- Особи любого вида распределяются в пространстве крайне неравномерно. Например, крапива двудомная в пределах своего ареала встречается только во влажных тенистых местах с плодородной почвой, образуя заросли в поймах Рек, ручьев, вокруг озер, по

окраинам топей, в смешанных лесах и зарослях кустарников. Колонии европейского кроте, хорошо заметные по холмикам земли, встречаются на лесных опушках, лугах и полях.

## 2. Популяция;

Вид, таким образом, представляет собой совокупность популяций, а популяция является структурной единицей вида.

Отличие популяции от вида:

- 1) особи разных популяций свободно скрещиваются друг с другом,
- 2) особи разных популяций слабо различаются между собой,
- 3) между двумя соседними популяциями нет разрыва, то есть между ними существует постепенный переход.

Процесс видообразования. Предположим, что данный вид занимает определенный ареал, определяемый характером питания. В результате дивергенции между особями увеличивается ареал. В новом ареале будут находиться участки с различными кормовыми растениями, физико-химическими свойствами и т. д. Особи, оказавшиеся в различных участках ареала, формируют популяции. В дальнейшем, в результате все усиливающегося различия между особями популяций, будет все явственнее, что особи одной популяции отличаются по какому-то признаку от особей другой популяции. Происходит процесс дивергенции популяций. В каждой из них накапливаются мутации. Представители любого вида в локальной части ареала образуют местную популяцию. Совокупность местных популяций, связанных с однородными по условиям жизни участками ареала, составляет экологическую популяцию. Так, если вид обитает на лугу и в лесу, то говорят о его лесной и луговой популяциях. Популяции в пределах ареала вида, связанные с определенными географическими границами, называются географическими популяциями. Размеры и границы популяций могут резко меняться. При вспышках массового размножения вид расселяется очень широко и возникают гигантские популяции. Совокупность географических популяций с устойчивыми признаками, способностью скрещиваться и давать плодовитое потомство называется подвидом. Дарвин говорил, что образование новых видов идет через разновидности (подвиды).

Следует, однако, помнить, что в природе часто какой-то элемент отсутствует. Мутации, происходящие у особей каждого подвита, не могут сами по себе привести к образованию новых видов. Причина кроется в том, что данная мутация будет блуждать по популяции, так как особи подвидов, как мы знаем, репродуктивно не изолированы. Если мутация полезна, она увеличивает гетерозиготность популяции, если вредна, то будет попросту отброшена отбором. В результате постоянно протекающего мутационного процесса и свободного скрещивания в популяциях накапливаются мутации. Создается, по теории И. И. Шмальгаузена, резерв наследственной изменчивости, т. е. подавляющее большинство возникающих мутаций рецессивны и фенотипически не проявляются. По достижении высокой концентрации мутаций в гетерозиготном состоянии делается вероятным скрещивание особей, несущих рецессивные гены. При этом появляются гомозиготные особи, у которых мутации уже проявляются фенотипически. В этих случаях мутации уже подпадают под контроль естественного отбора.

## 3. Ареал.

**Ареал** - это пространство на поверхности земли или в акватории. Занятая каким либо видом растений. Наука изучающая ареал называется- ареология. Они бывают естественные или искусственные.

При изучении вида, рода, семейства по литературным данным, по гербарным материалам, или в природе, ареал вычеркивают на географической карте следующим образом:

- на карте место нахождения изучаемого вида обводят контурной линией, а затем выделяемую территорию заштриховывают.
- все известные местонахождения особей изучаемого вида отмечают на карте точками.

Форма ареала зависит от исторического развития вида от разнообразия мест обитаний, соответствующих данному виду от характера взаимоотношения вида и других животных растений. Растения с широким ареалом называются космополиты, они распространены на огромных территориях одного или двух смешанных материков в пределах нескольких природных зон ( Сосна обыкновенная, береза повисшая). Реликтовыми называются виды у которых современный ареал очень узкий они явл остаточными от некогда широкого ареала (Тис ягодный), Эндемические растения - это виды с узким ареалом ( Ель Восточная образует леса только в Западной части Кавказа)

По форме ареалы бывают 3 типов:

1. сплошные ( где растения равномерно распределены по всей территории ареала) Сосна обыкновенная.
2. разорванный ареал (дизъюнктивный)- когда территория занятая видом распадается на 2 или более обособленные части (Дёрен шведский)
3. ленточный ареал (территория заселяемая видом вытянута в полосу по берегам рек) Ива белая

Иногда сплошные могут переходить в ленточные например: Дуб черешчатый в средне полосе России, имеет сплошной а на юге его ареал становится ленточным.

## 1.9 Лекция №9 (2 часа)

**Тема:** «Микроэволюция»

### 1.9.1 Вопросы лекции:

1. Эволюционная роль мутации;
2. Генетические процессы в популяции;
3. Приспособления организма к неблагоприятным условиям среды.

### 1.9.2 Краткое содержание вопросов:

1. Эволюционная роль мутации.

Мутации являются первичными изменениями, на которых строятся эволюция и селекция. Естественное проявление мутаций - это процесс, постоянно идущий у всех организмов. В его основе лежат изменения в химии генов, различные структурные преобразования в хромосомах, изменения в числе хромосом. Мутационная изменчивость лежит в основе всякого исходного материала для селекции, ибо исходное, первичное наследственное разнообразие возникает только на основе мутаций. Возможность управления процессом мутаций приводит к самым серьезным изменениям во всей проблеме исходного материала для селекции. Управление процессом мутаций может осуществляться разными путями. С одной стороны, резкое усиление общих процессов изменчивости приводит к получению в большом количестве максимального разнообразия генов и хромосом. С другой стороны, важнейшее значение имеет использование таких факторов, которые обладают способностью вызывать специфическое мутирование. В этом случае возникает возможность дифференцированно управлять процессом мутаций, вызывая ограниченный круг нужных мутаций, а в конце концов получать только нужные мутации. Естественный мутационный процесс зависит от внешних факторов. Факторы внешней

среды составляют основу появления естественных мутаций. Частота мутаций в естественной среде может увеличиваться под воздействием температуры, ультрафиолетового света, ионизирующих излучений, химических мутагенов. Теперь существует возможность, используя факторы внешней среды, вмешиваться в химическую структуру генов, вызывая в любом нужном количестве мутации генов и хромосом. Этим по-новому решается проблема исходного материала для селекции. Методы индуцированного мутагенеза коренным образом дополняют все остальные разделы учения об исходном материале. Лишь пройдя строгую селекцию, а в ряде случаев и скрещивание, мутации могут положить начало новым сортам. Сама же селекция идет классическими генетическими методами, т. к. мутации - это только сырой материал для создания сорта.

Естественный мутационный процесс является основой эволюционных преобразований видов, и в течение всей прошлой селекции был основой отбора при создании сортов растений. В результате действия естественного и искусственного отбора наследственные изменения - мутации, в зависимости от их адаптивной или хозяйственной ценности, закрепляются при половом или вегетативном размножении или не подвергаются под влиянием изменений внешней среды мутациям, генетическим изменениям. Велика роль естественных и индуцированных мутаций в селекции растений и животных, микробиологии, биотехнологии, что является основой успешного развития сельскохозяйственного производства

## 2. Генетические процессы в популяции;

Процессы внутри вида, приводящие к формированию внутривидовых группировок — популяций и подвидов и далее к становлению новых видов, названы микроэволюцией. Создавая теорию естественного отбора, Дарвин связывал действие отбора только с особями. Но исследования, проведенные уже в XX в., показали, что полностью понять действие отбора можно, только принимая во внимание процессы, протекающие в группах организмов (популяциях).

Совокупность генотипов всех особей, входящих в популяцию, составляют ее генофонд. В популяции одновременно находятся особи как с доминантными, так и с рецессивными признаками. Возникает вопрос: почему рецессивный аллель не вытесняется доминантным? Эта закономерность чисто математически была объяснена в 1908 г. независимо друг от друга двумя исследователями и по их именам названа законом Харди — Вайнберга.

Предположим некую популяцию с одинаковым соотношением генотипов AA и aa. В ней частоту гена A обозначим через  $p$ , а гена a — через  $q$ . Тогда частоты этих генов в гаметах самок и самцов будут составлять по 0.5. На основании скрещивания гетерозигот Aa и Aa составим решетку Пеннета. Если выписать из этой решетки образующиеся частоты генотипов, то в сумме они составляют 1. Но такая закономерность применима лишь для идеальной популяции. Идеальная популяция характеризуется бесконечно большой величиной, свободным скрещиванием, отсутствием мутаций, отсутствием отбора по признаку, кодируемому данным геном, отсутствием миграций из соседних популяций данного вида. В природных популяциях эти условия отсутствуют и генофонд популяции изменяется.

Гены, будучи в общем стабильными, периодически изменяются путем мутаций. Каждый отдельный ген мутирует очень редко, но в генотипе любого организма большое число генов. Отсюда следует, что в каждом поколении мутирует значительное число генов. У растений и животных может быть от 5 до 30 % гамет с каким-либо мутировавшим геном.

Большинство мутаций рецессивны, и в популяции они первоначально накапливаются в гетерозиготном состоянии. Поэтому фенотипически популяция, представляющаяся однородной, фактически насыщена разнообразными рецессивными

мутациями. При достижении достаточно высокой концентрации гетерозигот начинают появляться рецессивные гомозиготы, которые попадают под контроль естественного отбора. Если новые признаки оказываются благоприятными, они сразу подхватываются естественным отбором и число таких организмов в популяции быстро возрастает. Насыщенность популяций рецессивными аллелями впервые была установлена советским генетиком С. С. Четвериковым, а И. И. Шмальгаузен назвал ее резервом наследственной изменчивости.

### 3. Приспособления организма к неблагоприятным условиям среды.

Экологические факторы могут выступать как:

- раздражители и вызывать приспособительные изменения физиологических и биохимических функций;
- ограничители, обуславливающие невозможность существования в данных условиях;
- модификаторы, вызывающие анатомические и морфологические изменения организмов;
- сигналы, свидетельствующие об изменениях других факторов среды.

В процессе приспособления к неблагоприятным условиям среды организмы смогли выработать три основных пути избегания последних.

Активный путь – способствует усилению сопротивляемости, развитию регуляторных процессов, которые позволяют осуществить все жизненные функции организмов, несмотря на неблагоприятные факторы. Например, теплокровность у млекопитающих и птиц.

Пассивный путь связан с подчинением жизненных функций организма изменению факторов среды. Например, явление скрытой жизни, сопровождающееся приостановлением жизнедеятельности при пересыхании водоема, похолодании и т.д., вплоть до состояния мнимой смерти или анабиоза. Например, высушенные семена растений, их споры, а также мелкие животные (коловратки, нематоды) способны выдерживать температуры ниже 200°С. Примеры анабиоза? Зимний покой растений, спячка позвоночных животных, сохранение семян и спор в почве.

Явление, при котором имеет место временный физиологический покой в индивидуальном развитии некоторых живых организмов, обусловленный неблагоприятными факторами внешней среды, называется диапаузой.

Избегание неблагоприятных воздействий – выработка организмом таких жизненных циклов, при которых наиболее уязвимые стадии его развития завершаются в самые благоприятные по температурным и другим условиям периоды года.

Обычный путь таких приспособлений – миграция.

Эволюционно возникающие приспособления организмов к условиям среды обитания, выражающееся в изменении их внешних и внутренних особенностей носит название адаптации.

Существуют различные типы адаптаций.

Морфологические адаптации. У организмов возникают такие особенности внешнего строения, которые способствуют выживанию и успешной жизнедеятельности организмов в обычных для них условиях. Например, обтекаемая форма тела у водных животных, строение суккулентов, приспособления галофитов. Морфологический тип адаптации животного или растения, при котором они имеют внешнюю форму, отражающую способ взаимодействия со средой обитания, называют жизненной формой вида. В процессе приспособления к одинаковым условиям среды разные виды могут иметь сходную жизненную форму. Например, кит, дельфин, акула, пингвин.

Физиологические адаптации проявляются в особенностях ферментативного набора в пищеварительном тракте животных, определяемого составом пищи. Например, обеспечение влагой за счет окисления жира у верблюдов.

Поведенческие адаптации – проявляются в создании убежищ, передвижении с целью выбора наиболее благоприятных условий, отпугивание хищников, затаивание, стайное поведение и др.

Адаптации каждого организма определяются его генетической предрасположенностью. Правило соответствия условий среды генетической предопределенности гласит: до тех пор, пока среда, окружающая определенный вид организмов, соответствует генетическим возможностям приспособления этого вида к ее колебаниям и изменениям, этот вид может существовать. Резкое и быстрое изменение условий среды обитания может привести к тому, что скорость приспособительных реакций будет отставать от изменения условий среды, что приведет к иллимации вида. Сказанное в полной мере относится и к человеку.

### 1.10 Лекция №10 (2 часа)

**Тема:** «Развитие жизни на Земле »

#### 1.10.1 Вопросы лекции:

1. Положение человека в системе животного мира;
2. Эволюция приматов;
3. Стадии эволюции человека.

#### 1.10.2 Краткое содержание вопросов:

1. Положение человека в системе животного мира;

Появление человека как биологического вида - это результат длительного эволюционного процесса и связано с историческим развитием животного мира. Человек в себе сочетает принципиальные черты строения и жизнедеятельности, которыми характеризуются животные. Но в отличие от них он обладает значительными особенностями, в том числе высокоразвитым мышлением, сознанием, творческой активностью, членораздельной речью, которые возникли в результате трудовой деятельности человека и его социальных отношений. Анатомические и физиологические особенности современного человека выделяют его в особый биологический вид - Человек разумный (*Homo sapiens*).

В системе органического мира человек занимает следующее положение:

| Систематический уровень                      | Характерные признаки   |
|--|--|
| Империя<br><b>Клеточные (Cellulata)</b>      | Организм человека имеет клеточное строение.  |
| Надцарство<br><b>Эукариоты (Eucaryota)</b>   | Клетки эукариотические (имеют оформленное ядро).   |
| Царство<br><b>Животные (Animalia)</b>        | Гетеротрофное питание; клетки имеют типичное для животных строение.  |
| Подцарство<br><b>Многоклеточные Metazoa)</b> | Организм состоит из большого количества клеток, дифференцированных по строению и специализированных по функциям. |
| Тип<br><b>Хордовые (Chordata)</b>            | На ранних этапах эмбрионального развития осевой скелет представлен   |

|   |   |
|---|---|
|   | хордой, центральная нервная система в виде нервной трубки, имеются жаберные щели в области глотки.  |
| Подтип <b>Позвоночные</b> , или <b>Черепные (Vertebrata, Cranota)</b>   | Сформированный осевой скелет в виде позвоночника; имеется скелет головы – череп.  |
| Класс <b>Млекопитающие (Mammalia)</b>   | Пять отделов позвоночника, семь шейных позвонков, наличие диафрагмы, две смены зубов, четырехкамерное сердце, левая дуга аорты, теплокровность, развита ушная раковина, развит волосяной покров, наличие молочных желез, живорождение.  |
| Подкласс <b>Плацентарные (Placentalia)</b>  | Внутриутробное эмбриональное развитие, формирование в матке плаценты.   |
| Отряд <b>Приматы (Primates)</b>   | Хватательная пятипалая верхняя конечность (первый палец противопоставлен остальным), на пальцах ногти, стопохождение, одна пара сосков молочных желез, хорошо развитые ключицы, замена молочных зубов на постоянные, хорошо развитые большие полушария мозга, низкая плодовитость, забота о потомстве, сильное развитие мимики и звуковой сигнализации, стадные отношения.  |
| Подотряд <b>Высшие приматы</b> , или <b>обезьяны (Anthropoidea)</b> (шимпанзе, гориллы, орангутаны, гиббоны, человек) | Сходство во внешних пропорциях тела, способность к прямохождению, редукция хвостовых позвонков, хорошо развитый крестец, достаточно выраженные изгибы позвоночника, сходные группы крови, одинаковые инфекционные и паразитарные заболевания, сильное развитие больших полушарий с множеством извилин, сильное развитие лобных долей, сходные эмоции, высокая способность к обучению, хорошая память, сложные формы заботы о потомстве. |

|   |   |
|---|---|
| Семейство <b>Гоминиды (Люди) (Hominidae)</b> (Человек разумный и его непосредственные эволюционные предки австралопитек, питекантроп, неандерталец) | Прямохождение, интенсивное развитие головного мозга, особенно больших полушарий (в них много извилин и хорошо развиты лобные доли), рука - орган труда с противопоставленным и очень подвижным большим пальцем, общественный образ жизни и наличие сложных иерархических отношений.   |
| Род <b>Человек (Homo)</b> (Человек умелый, Человек выпрямленный, Человек разумный)  | Наличие подбородочного выступа на нижней челюсти, формирование членораздельной речи, увеличение периода внутриутробного развития: замедление периода полового созревания, удлинение периода детства, увеличение продолжительности жизни, высокий уровень психической деятельности (абстрактное мышление, сознание), сложное адаптивное поведение, максимальная способность накапливать индивидуальный и социальный опыт и передавать потомкам: целенаправленная коллективная трудовая деятельность. |

Кроме признаков общих с животными человек обладает присущими только ему особенностями строения:

- прямохождение;
- позвоночник с четырьмя изгибами;
- сводчатая стопа с сильно развитым первым пальцем;
- очень подвижный скелет руки, и особенно кисти;
- очень подвижный плечевой сустав, допускающий вращательные движения с размахом почти  $180^0$ ;
- расположение таза под углом  $60^0$  к горизонтальной плоскости;
- сильно развитая мускулатура нижних конечностей;
- большой объем мозгового черепа по сравнению с лицевым отделом черепа;
- мощно развитые большие полушария головного мозга с большой площадью коры (около  $2400\text{см}^2$ );
- бинокулярное зрение;
- ограниченная плодовитость;

Впервые человека отнес к животному царству Аристотель, поместив его на высшую ступеньку в «Лестнице существ». Выдающийся шведский натуралист Карл Линней высказал мысль о происхождении человека от обезьяноподобных предков. В своем знаменитом труде «Система природы» (1735 г.) он поместил человека в один отряд с приматами на основании морфологического сходства. Эту же мысль позже высказали Ж.-Б. Ламарк (1809 г., «Философия зоологии») и известный русский эволюционист К.Ф. Рулье. Ч. Дарвин, автор научной теории эволюции, в работе «Происхождение человека и половой отбор» (1871г.), обобщив огромный материал из области систематики, сравнительной анатомии, эмбриологии, физиологии, палеонтологии, привел веские доказательства об общем происхождении человека и человекообразных обезьян.

## 2. Эволюция приматов;

Происхождение первых примитивных приматов (протоприматов) обычно связывают с древнейшими насекомоядными млекопитающими и относят к концу верхнего мелового периода мезозойской эры. Наиболее вероятными предками настоящих приматов могли быть мелкие тупайеподобные, обитающие в тропических лесах. Направленность основных эволюционных изменений в биологических организации протоприматов, очевидно, была связана с дальнейшей адаптацией к древесному образу жизни. Прогрессивное развитие мозга, зрения, осязательного анализатора, усиление хватательной функции конечностей (кисти и стопы), сопровождалось изменениями в строении черепа, появлением новых типов локомоции, усложнением тактильного рельефа кисти и стопы, заменой когтей ногтями, переходом к другим типам питания.

Протоприматы. Одним из первых протоприматов могут считаться представители ископаемого рода пургаториус. Довольно миниатюрные пургаториусы по строению зубной системы представляют собой промежуточный вариант между насекомоядными и растительноядными формами, с усиливающейся к специализацией растительноядности. В дальнейшей эволюции выделяют несколько основных периодов расцвета приматов, связанных с появлением новых видов и их распространением - адаптивной радиацией.

Первичная адаптивная радиация приматов произошла в раннем палеоцене и дала подобные пургаториусу преимущественно растительноядные, а также насекомоядные и нектароядные формы - плезиадапидовых. Плезиадапиды были наземными животными и по морфологии зубного аппарата близки к лемурам. Они обитали на территории Европы и Северной Америки и могут считаться переходной формой к собственно приматам.

Вторая крупная радиация датируется началом эоцена и связана с появлением и расцветом примитивных полуобезьян - адапидов и омомидов в Европе и Северной Америке. Считается, что они могли появиться в этих регионах из Азии или Африки, где известны находки среднего палеоцена и раннего эоцена. Они обладали многими чертами, характерными для современных лемуров и долгопятов (типы локомоции, зубные системы, строение мозга и др.)

Третья основная радиация, происходившая на рубеже эоцена и олигоцена, привела к появлению древнейших высших приматов - широконосых и узконосых, развившихся, вероятно из лимурообразных или долгопятообразных предков. Древнейшими антропоидами принято считать ископаемых приматов родов амфипитек и пондаунгия. В это же время наблюдается расцвет грызунов и хищных млекопитающих.

Четвертая радиация. Не позднее 23-20 млн. лет назад произошло разделение узконосых обезьян на низших и высших и, видимо, было обусловлено экологической дивергенцией. Миоцен - период развития высших обезьян. Древнейшие предки мартышкообразных обнаружены в Восточной Африке и датируются 20 млн. лет. Африканские дриопитеки - проконсулы рассматриваются как исходная форма для начальной радиации человекообразных (гоминидов) Восточной Африки. Начальные этапы эволюции гоминидов происходили на фоне продолжающихся глобальных климато-географических изменений. В миоцене континенты уже заняли современное положение, между Европой, Африкой и западной частью Азии появилась цепь соленых водоемов. Многие виды древних приматов стали в большей степени питаться листьями и меньше плодами и обитали, вероятно, в сохранившихся лесных биотопах. Другие обезьяны, в том числе, и предки гоминидов начали систематически осваивать саванну. Одной из форм адаптации к такому образу жизни могла стать двуногость - бипедия.

### 3. Стадии эволюции человека.

При всем разнообразии точек зрения на антропогенез подавляющее большинство ученых придерживается эволюционной теории, которая подтверждается рядом археологических и биологических данных. Рассмотрим этапы эволюции человека с этой точки зрения.

**Австралопитек** (*Australopithecus*) считается наиболее близким к предковой форме человека; он жил на территории Африки 4,2-1 млн лет назад. Тело австралопитека покрывал густой волосистой покров, и по внешнему виду он был ближе к обезьяне, чем к человеку. Однако он уже ходил на двух ногах и пользовался разными предметами как орудиями, чему способствовал отстоящий большой палец кисти. Объем его мозга (по отношению к объему тела) был меньше человеческого, но больше, чем у современных человекообразных обезьян.

**Человек умелый** (*Homo habilis*) считается самым первым представителем человеческого рода; он жил 2,4-1,5 млн лет назад в Африке и назван так из-за умения изготавливать простейшие каменные орудия. Его мозг на треть превосходил мозг австралопитека, а биологические особенности мозга свидетельствуют о возможных зачатках речи. В остальном человек умелый более походил на австралопитека, чем на современного человека.

**Человек прямоходящий** (*Homo erectus*) расселился 1,8 млн — 300 тыс. лет назад по Африке, Европе и Азии. Он делал сложные орудия и уже умел использовать огонь. Его мозг по объему близок к мозгу современного человека, что позволяло ему организовывать коллективную деятельность (охоту на крупных животных) и использовать речь.

В период от 500 до 200 тыс. лет назад происходил переход от человека прямоходящего к разумному человеку (*Homo sapiens*). Довольно трудно обнаружить границу, когда один вид сменяет другой, поэтому представителей этого переходного периода иногда именуют **древнейшим человеком разумным**.

**Неандерталец** (*Homo neanderthalensis*) жил 230-30 тыс. лет назад. Объем мозга неандертальца соответствовал современному (и даже немного превосходил его). Раскопки также свидетельствуют о достаточно развитой культуре, включавшей ритуалы, зачатки искусства и морали (забота о соплеменниках). Ранее считалось, что неандерталец — прямой предок современного человека, но сейчас ученые склоняются к версии, что он — тупиковая, «слепая» ветвь эволюции.

**Человек разумный новый** (*Homo sapiens sapiens*), т.е. человек современного типа, появился около 130 тыс. (возможно, больше) лет назад. Ископаемых «новых людей» по месту первой находки (Кро-Маньон во Франции) называли кроманьонцами. Кроманьонцы внешне мало отличались от современного человека. После них остались многочисленные артефакты, которые позволяют судить о высоком развитии их культуры — пещерная живопись, миниатюрная скульптура, гравировки, украшения и т.д. Человек разумный благодаря своим способностям 15- 10 тыс. лет назад заселил всю Землю. В ходе совершенствования орудий труда и накопления жизненного опыта человек перешел к производящему хозяйству. В период неолита возникли крупные поселения, и человечество во многих районах планеты вступило в эпоху цивилизаций.

### **1.11 Лекция №11 (2 часа)**

**Тема:** «Биосфера, её структура и функции »

#### **1.11.1 Вопросы лекции:**

1. Структура биосферы;
2. Круговорот веществ в природе;
3. Природные ресурсы и их использование.

#### **1.11.2 Краткое содержание вопросов:**

1. Структура биосферы;

**Биосферой** называют совокупность всех живых организмов нашей планеты и те области геологических оболочек Земли, которые заселены живыми существами и подвергались в течение геологической истории их воздействию.

**Границы биосферы.** Живые организмы неравномерно распространены в геологических оболочках Земли: *литосфере, гидросфере и атмосфере* (рис. 1). Поэтому биосфера сейчас включает верхнюю часть литосферы, всю гидросферу и нижнюю часть атмосферы.

**Литосфера** это верхняя твердая оболочка Земли. Ее толщина колеблется в пределах 50–200 км. Распространение жизни в ней ограничено и резко уменьшается с глубиной. Подавляющее количество видов сосредоточено в верхнем слое, имеющем толщину в несколько десятков сантиметров. Некоторые виды проникают в глубину на несколько метров или десятков метров (роющие животные — кроты, черви; бактерии; корни растений). Наибольшая глубина, на которой были обнаружены некоторые виды бактерий, составляет 3–4 км (в подземных водах и нефтеносных горизонтах). Распространению жизни в глубь литосферы препятствуют различные факторы. Проникновение растений невозможно из-за отсутствия света. Для всех форм жизни существенными препонами служат и возрастающие с глубиной плотность среды и температура. В среднем температурный прирост составляет около 3 °С на каждые 100 м. Именно поэтому нижней границей распространения жизни в литосфере считают трехкилометровую глубину, (где температура достигает около +100 °С).

**Гидросфера** — водная оболочка Земли, представляет собой совокупность океанов, морей, озер и рек. В отличие от литосферы и атмосферы она полностью освоена живыми организмами. Даже на дне Мирового океана, на глубинах около 12 км, были обнаружены разнообразные виды живых существ (животные, бактерии). Однако основная масса видов обитает в гидросфере в пределах 150–200 м от поверхности. Это связано с тем, что до такой глубины проникает свет. А следовательно, в более низких горизонтах невозможно существование растений и многих видов, зависящих в питании от растений. Распространение организмов на больших глубинах обеспечивается за счет постоянного «дождя» экскрементов, остатков мертвых организмов, падающих из верхних слоев, а также хищничества. Гидробионты обитают как в пресной, так и в соленой воде и по месту обитания делятся на 3 группы:

- 1) планктон — организмы, живущие на поверхности водоемов и пассивно передвигающиеся за счет движения воды;
- 2) нектон — активно передвигающиеся в толще воды;
- 3) бентос — организмы, обитающие на дне водоемов или зарывающиеся в ил.

**Атмосфера** — газовая оболочка Земли, имеющая определенный химический состав: около 78 % азота, 21 — кислорода, 1 — аргона и 0,03 % углекислого газа. В биосферу входят лишь самые нижние слои атмосферы. Жизнь в них не может существовать без непосредственной связи с литосферой и гидросферой. Крупные древесные растения достигают нескольких десятков метров в высоту, располагая вверх свои кроны. На сотни метров поднимаются летающие животные — насекомые, птицы, летучие мыши. Некоторые виды хищных птиц поднимаются на 3–5 км над поверхностью Земли, высматривая свою добычу. Наконец, восходящими воздушными потоками пассивно заносятся на десятки километров вверх бактерии, споры растений, грибов, семена. Однако все перечисленные летающие организмы или занесенные бактерии лишь временно находятся в атмосфере. Нет организмов, постоянно живущих в воздухе.

Верхней границей биосферы принято считать озоновый слой, располагающийся на высоте от 30 до 50 км над поверхностью Земли. Он защищает все живое на нашей планете от мощного ультрафиолетового солнечного излучения, в значительной мере поглощая эти лучи. Выше озонового слоя существование жизни невозможно.

Таким образом, основная часть видов живых организмов сосредоточена на границах атмосферы и литосферы, атмосферы и гидросферы, образуя относительно «тонкую пленку жизни» на поверхности нашей планеты.

## 2. Круговорот веществ в природе;

***Круговорот веществ в природе*** представляет собой совокупность повторяющихся процессов превращения или перемещения веществ, имеющую более или менее выраженный циклический характер.

Начнем с круговорота воды. Это сложный геофизический процесс, основными звеньями которого являются: испарение воды, перенос ее паров воздушными потоками, образование облаков и выпадение осадков, поверхностный и подземный сток вод в океан.

В этот геологический круговорот воды встраивается биологический (или биотический) круговорот. Растения всасывают воду из почвы, а затем испаряют ее. Часть поглощенной растениями воды идет на построение органических веществ, которые, окисляясь, снова образуют воду. Любой живой организм поглощает и выделяет воду, используя при этом энергию, полученную зелеными растениями от солнечного света. Таким образом, именно излучаемая в виде света энергия Солнца "вращает колесо" круговорота воды, и не только воды, а и всех других веществ.

Рассмотрим круговорот азота. Азот Земли находится в основном в ее атмосфере. Некоторые микроорганизмы, как свободноживущие (например, цианобактерии, азотобактер), так и симбиотические (например, клубеньковые бактерии бобовых), способны поглощать азот из воздуха и фиксировать его в своем теле в виде азотсодержащих органических соединений, превращать молекулярный азот в аммиак, хорошо усваиваемый растениями. Из растений азот в составе органических соединений поступает в организмы животных и других гетеротрофов.

В конечных звеньях пищевых цепей органические вещества, попавшие в почву при разложении трупов и с выделениями организмов, служат пищей для бактерий и грибов. Определенные группы почвенных микроорганизмов (деструкторы) разлагают органические вещества до неорганических, которые могут усваиваться зелеными растениями. Так, органические соединения азота превращаются в почве в аммиак, который снова может быть усвоен растениями. Почвенные бактерии-хемосинтетики окисляют аммиак до нитритов и нитратов, которые поступают с водой в растения и там восстанавливаются до аммиака. Есть в почве и микроорганизмы, превращающие аммиак в молекулярный азот, который поступает в атмосферу.

В местах, где выпадает мало осадков, нитраты, образующиеся из гуано - помета колониальных птиц, питающихся живущей в океане рыбой, накапливаются в виде залежей селитры (например, в Чили). Вновь в круговорот азота ее возвращает человек, используя селитру для удобрения полей.

Человек все активнее вмешивается в круговорот веществ. Например, осуществляется синтез сотен миллионов тонн азотных удобрений, но по своей интенсивности промышленная фиксация азота атмосферы уступает биологической и сопряжена с отравлением окружающей среды: излишки азотных удобрений атмосферные осадки смывают с полей в реки.

Так они попадают в воду, потребляемую человеком. Оказалось, что нитраты не безвредны для человека - их избыток способствует образованию злокачественных опухолей. Кроме того, синтез азотных удобрений требует больших затрат энергии. Поэтому ученые интенсивно изучают механизм биологической фиксации атмосферного азота, чтобы разработать более эффективные пути обеспечения растений азотом.

Источником фосфора биосферы являются в основном апатиты, встречающиеся во многих горных породах. Организмы извлекают его из почв и водных растворов, включая в многочисленные фосфорсодержащие органические соединения. С гибелью организмов он возвращается в почву и илы морей, где может концентрироваться в виде отложений (гуано, отложения костей рыб и т. д.). Поскольку большинство почв содержит

недостаточное количество фосфора, внесение фосфорных удобрений исключительно важно для получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур.

Так же можно описать круговорот многих других элементов. Каждый из них имеет свои особенности, но важно подчеркнуть, что энергия для любого круговорота, в конечном счете, поступает от Солнца.

Круговорот веществ сложен, и элемент "течет" от соединения к соединению не по одному руслу, а по нескольким, которые разветвляются и снова сливаются, причем круговороты различных элементов взаимосвязаны.

Биологический круговорот лишь часть геологического, но его скорость в сотни тысяч и миллионы раз больше, поскольку все биологические превращения катализируются ферментами, которые в сотни тысяч и миллионы раз активнее неорганических катализаторов.

Другая особенность биологического круговорота - это очень сильное концентрирование биологически важных химических элементов, например фосфора, а иногда даже редкоземельных (например, иттрия в хвощах).

Биологический круговорот цикличен, потому что пищевые цепи имеют замкнутый характер. Это обеспечило возможность длительного существования жизни на Земле, поскольку в противном случае самые богатые запасы любого вещества были бы быстро исчерпаны.

Из-за активного вмешательства человека в процессы, происходящие в природе, возникла проблема ее охраны.

### 3. Природные ресурсы и их использование.

Природные ресурсы - это объекты и силы природы, используемые человеком для поддержания своего существования. К ним относятся солнечный свет, вода, почва, воздух, полезные ископаемые, энергия приливов и отливов, сила ветра, растительный и животный мир, внутриземная теплота и др.

Человек использует природные ресурсы в качестве источников энергии, предметов потребления, средств и предметов труда и др. На фоне роста масштабов производства на первый план выступает вопрос об ограниченности природных ресурсов, необходимых для удовлетворения потребностей цивилизации, и о путях их рационального использования. Человечество не может существовать, не используя природных ресурсов, не влияя на их количество и качество, а следовательно, не внося изменений в окружающую его природную среду.

Природные ресурсы классифицируют по ряду признаков:

- **по их использованию** - на производственные (сельскохозяйственные и промышленные), здравоохранительные (рекреационные), эстетические, научные и др.;
- **по принадлежности** к тем или иным компонентам природы - на земельные, водные, минеральные, а также на животный и растительный мир и др.;
- **по заменимости** - на заменимые (например, топливно-минеральные энергетические ресурсы можно заменить ветровой, солнечной энергией) и незаменимые (кислород воздуха для дыхания или пресную воду для питья заменить нечем);
- **по исчерпаемости** - на исчерпаемые и неисчерпаемые.

К неисчерпаемым природным ресурсам относятся преимущественно процессы и явления, внешние по отношению к нашей планете и присущие ей как космическому телу. Прежде всего - это ресурсы космического происхождения, например, энергия солнечного излучения и ее производные - энергия движущегося воздуха, падающей воды, морских волн, приливов и отливов, морских течений, внутриземная теплота.

К исчерпаемым ресурсам относятся все природные тела, находящиеся в пределах земного шара как физического тела, имеющего конкретную массу и объем. В состав исчерпаемых ресурсов входит животный и растительный мир, минеральные и органические соединения, содержащиеся в недрах Земли (полезные ископаемые).

По способности к самовосстановлению все исчерпаемые ресурсы условно можно классифицировать на возобновимые, относительно возобновимые и невозобновимые (см. схему).

Возобновимые ресурсы - это ресурсы, способные к восстановлению через различные природные процессы за время, соизмеримое со сроками их потребления. К ним относятся растительность, животный мир и некоторые минеральные ресурсы, осаждающиеся на дно современных озер и морских лагун.

Невозобновимые ресурсы - это ресурсы, которые совершенно не восстанавливаются или скорость их восстановления настолько мала, что практическое использование их человеком становится невозможным. К ним относятся, в первую очередь, руды металлов и неметаллов, подземные воды, твердые строительные материалы (гранит, песок, мрамор и т. п.), а также энергоносители (нефть, газ, каменный уголь).

Особую группу составляют земельные ресурсы. Почва представляет собой биокосное тело, возникшее в результате различных форм выветривания (физического, химического, биологического) горных пород в обстановке различного климата, рельефа и в условиях земной гравитации. Почвообразовательный процесс длителен и сложен. Известно, что слой черноземного горизонта толщиной 1 см образуется примерно за столетие. Таким образом, будучи в принципе возобновимым ресурсом, почва восстанавливается в течение очень длительного периода времени (многие десятилетия и даже столетия), что дает основания оценивать ее как относительно возобновимый ресурс.

Особое положение имеют два важнейших природных тела, являющихся не только природными ресурсами, но и одновременно основными составляющими среды обитания живых организмов (природные условия): атмосферный воздух и вода. Будучи неисчерпаемыми в количественном отношении, они являются исчерпаемыми качественно (по крайней мере, в отдельных регионах). Воды на Земле достаточно, вместе с тем запасы пресной воды, пригодные к использованию, составляют 0,3% от общего объема.

Человечество интенсивно изменяет процессы круговорота всех химических веществ не только на локальном, но и на биосферном (глобальном) уровне. Для того чтобы создать необходимую продукцию, получить энергию, сырье, человек находит и добывает природные ресурсы, перевозит их к местам переработки, производит из них необходимые предметы. Таким образом, человек вовлекает природные ресурсы в ресурсный цикл.

Под ресурсным циклом понимают совокупность превращений и пространственных перемещений определенного вещества (или группы веществ) на всех этапах использования его человеком (включая его выявление, подготовку к эксплуатации, извлечение из природной среды, переработку, превращение и возвращение в природу).

Слово "цикл" предполагает замкнутость процесса. Известно, что в природе все химические вещества (вода, газы, металлы) движутся по замкнутому циклу. Ресурсный цикл как круговорот фактически не замкнут.

Концепция ресурсных циклов была предложена И. В. Комаром. Он выделил следующие ресурсные циклы: цикл энергоресурсов и энергии с гидроэнергетическим и энергохимическим подциклами; цикл металлорудных ресурсов и металлов с коксохимическим подциклом; цикл неметаллического ископаемого сырья с подциклами горно-химических и минеральных строительных материалов; цикл почвенно-климатических ресурсов и сельскохозяйственного сырья; цикл лесных ресурсов и лесоматериалов; цикл ресурсов дикой фауны и флоры. Как легко заметить, первые три цикла связаны с невозобновимыми ресурсами, а остальные - с возобновимыми природными ресурсами. Что касается невозобновимых ресурсов, то их истощение со временем неизбежно, и задача заключается не столько в том, чтобы растянуть эти ресурсы на более длительный срок, сколько в том, чтобы до исчерпания того или иного природного ресурса найти ему заменитель природного или искусственного происхождения либо изыскать возможность его регенерации за счет использования вторичного сырья.

## **2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ**

### **2.1 Лабораторная работа №1 (2 часа).**

**Тема:** «Обмен веществ и преобразование энергии в клетке»

#### **2.1.1 Цель работы:**

1. Изучить типы обменов в клетке.

#### **2.1.2 Задачи работы:**

1. Пластический обмен;
2. Энергетический обмен;
3. Исследование функций клетки.

#### **2.1.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Лабораторная стеклянная посуда: предметные и покровные стекла, пробирки, пипетки, чашки Петри.
2. Микроскопы Биолам Р11.
3. Калькуляторы.
4. Цветные карандаши.
5. Мультимедийная аппаратура: проектор, ноутбук, экран.
6. Таблицы, рисунки, макеты.
7. Фотографии животных.

#### **2.1.4 Описание (ход) работы:**

Обмен веществ (метаболизм) – это совокупность всех химических реакций, которые происходят в организме. Все эти реакции делятся на 2 группы

Пластический обмен (биосинтез) – это когда из простых веществ с затратой энергии образуются (синтезируются) более сложные. Пример: при фотосинтезе из углекислого газа и воды синтезируется глюкоза.

Энергетический обмен (распад, дыхание) – это когда сложные вещества распадаются (окисляются) до более простых, и при этом выделяется энергия, необходимая для жизнедеятельности. Пример: в митохондриях глюкоза, аминокислоты и жирные кислоты окисляются кислородом до углекислого газа и воды, при этом образуется энергия (клеточное дыхание)

Взаимосвязь пластического и энергетического обмена. Пластический обмен обеспечивает клетку сложными органическими веществами (белками, жирами, углеводами, нуклеиновыми кислотами), в том числе белками-ферментами для энергетического обмена. Энергетический обмен обеспечивает клетку энергией. При выполнении работы (умственной, мышечной и т.п.) энергетический обмен усиливается.

АТФ – универсальное энергетическое вещество клетки (универсальный аккумулятор энергии). Образуется в процессе энергетического обмена (окисления органических веществ). При энергетическом обмене все вещества распадаются, а АТФ – синтезируется. При этом энергия химических связей распавшихся сложных веществ переходит в энергию АТФ, энергия запасается в АТФ. При пластическом обмене все вещества синтезируются, а АТФ – распадается. При этом расходуется энергия

АТФ (энергия АТФ переходит в энергию химических связей сложных веществ, запасается в этих веществах).

Для исследования строения клетки, ее органоидов и составных частей успешно применяются традиционные микроскопические методы. Главным методическим приемом при изучении клеток остается *визуальное наблюдение*, в том числе их прижизненное (витальное) исследование. Кроме визуальных наблюдений с помощью светового микроскопа используют разные *объективные методы регистрации* клеточного строения: микрофотографирование, цитофотометрию, микроспектрофотометрию, микрокиносъемку и др.

С помощью *микрохимических* (цитохимических) методов определяют локализацию и количественное содержание отдельных химических веществ по специальным цветным реакциям непосредственно в клетке.

Кроме обыкновенной микроскопии в видимых лучах используют также *люминесцентную* (флуоресцентную) и *ультрафиолетовую* микроскопию. При этом препараты освещают сине-фиолетовыми или ультрафиолетовыми лучами, которые вызывают свечение (флуоресценцию) многих органических веществ клетки (пигментов, витаминов, алкалоидов, дубильных или других высокомолекулярных соединений). Применяют также специфические красители *флуорохромы*. Флуорохромы образуют флуоресцирующие комплексы с теми веществами клеток, которые не способны к естественной флуоресценции. При микроскопическом исследовании флуоресцирующих препаратов обнаруживают такие детали и тонкости строения, размещение и количество отдельных компонентов клеток, которые недоступны обыкновенной микроскопии. Перечисленные разновидности микроскопии позволяют эффективно исследовать живые, не фиксированные или слегка окрашенные клетки и препараты. Используют также другие виды световой микроскопии -интерференционную, фазово-контрастную, поляризационную, а также их сочетания и модификации.

Для большей контрастности и четкости отдельных клеточных структур и органоидов применяют окрашивание фиксированных препаратов специфическими красителями (фуксином, пиронином, гематоксилином, метиленовым синим), которые избирательно адсорбируются цитоплазмой, ядром, митохондриями, хромосомами, что облегчает их обнаружение, наблюдение и исследование.

Для генетических, эмбриологических и других исследований применяют микрохирургию — пересадку ядер, хлоропластов, слияние протопластов, пересадку кусочков зародышевых слоев оплодотворенного яйца и др.

Для обнаружения субмикроскопического строения клеток и органелл с успехом применяется электронная микроскопия, в основе которой лежат просвечивание пучком электронов тончайших, обработанных электронопоглощающими и одновременно фиксирующими соединениями (перманганатом калия, осмиевой кислотой и др.) или напыленных парами металлов срезов, и фиксация электронного поглощения микропрепаратом в сильно увеличенном виде на специальный экран. При электронно-микроскопических исследованиях в ряде случаев уже трудно провести границу между собственно цитологией и биохимией, так как они объединяются на уровне макромолекулярного изучения объектов (микротрубочки, микрофиламенты, мембраны).

Получает распространение электронная *растровая эмиссионная* (сканирующая) *микроскопия*, при которой изображение препарата получают с помощью отраженных от него электронов. Это дает возможность получать трехмерную картину изображения поверхности не только срезов, но и целого микроскопического объекта или препарата.

Большой объем информации дают биохимические методы исследования клетки. С целью получения индивидуальных химических соединений, отдельных органелл, составных частей клеточное содержимое вначале разделяют на отдельные компоненты с

помощью хроматографического разделения смесей, электрофоретического разделения, центрифугирования измельченных клеток с разными скоростями и постепенного осаждения органелл и их фрагментов в зависимости от их плотности и размеров в буферных однородных следах либо в градиенте плотности и т. д.

Биофизические методы дают возможность изучать строение и функции клеток с использованием меченых атомов, изотопного анализа, электрофизиологической аппаратуры, математического моделирования, регистрации биоэлектрических потенциалов, хемилюминесценции и др. В результате применения этих методов исследуются работа мембран, функция органоидов, появление и проведение возбуждения, механизмы сокращения мышечных волокон, а также другие проявления биофизических особенностей клеток.

Одним из современных методов изучения клетки является метод культуры тканей или клеток, выделенных из организма животных и растений. Культура тканей — удобная модель для изучения процессов скорости и последовательности формирования органелл, отложения запасных питательных веществ, роста клеточных оболочек, образования вакуолей, биосинтеза физиологически активных веществ и т. п.

Перспективен и рентгеноструктурный анализ, основанный на способности рентгеновских лучей к дифракции после прохождения через вещества с упорядоченной внутренней структурой или с правильно чередующимися атомами. С помощью этого метода расшифрована структура ДНК, гемоглобина, миоглобина, коллагена и других биологических веществ.

## **2.2 Лабораторная работа №2 (2 часа).**

**Тема:** «Рассмотрение строения клетки»

### **2.2.1 Цель работы:**

1. Изучить строение клетки
2. Познакомиться с неклеточными формами жизни.

### **2.2.2 Задачи работы:**

1. Особенности строения растительной клетки;
2. Клеточная теория строения организма;
3. Неклеточные формы жизни. Вирусы.

### **2.2.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Лабораторная стеклянная посуда: предметные и покровные стекла, пробирки, пипетки, чашки Петри.
2. Микроскопы Биолам Р11.
3. Калькуляторы.
4. Цветные карандаши.
5. Мультимедийная аппаратура: проектор, ноутбук, экран.
6. Таблицы, рисунки, макеты.
7. Фотографии животных.

### **2.2.4 Описание (ход) работы:**

В растительной клетке есть ядро и все органоиды, свойственные в животной клетке: эндоплазматическая сеть, рибосомы, митохондрии, аппарат Гольджи. Вместе с тем она отличается от животной клетки следующими особенностями строения:

- 1) прочной клеточной стенкой значительной толщины;
- 2) особыми органоидами — пластидами, в которых происходит первичный синтез органических веществ из минеральных за счет энергии света — фотосинтез;

3) развитой системой вакуолей, в значительной мере обуславливающих осмотические свойства клеток.

Растительная клетка, как и животная, окружена цитоплазматической мембраной, но, кроме нее, ограничена толстой состоящей из целлюлозы клеточной стенкой. Наличие клеточной стенки — специфическая особенность растений. Она определила малую подвижность растений. Вследствие этого питание и дыхание организма стали зависеть от поверхности тела, контактирующей с окружающей средой, что привело в процессе эволюции к большей расчлененности тела, гораздо более выраженной, чем у животных. Клеточная стенка имеет поры, через которые каналы эндоплазматической сети соседних клеток сообщаются друг с другом.

Преобладание синтетических процессов над процессами освобождения энергии — одна из наиболее характерных особенностей обмена веществ растительных организмов. Первичный синтез углеводов из неорганических веществ осуществляется в пластидах.

Различают три вида пластид: 1) лейкопласты — бесцветные пластиды, в которых из моносахаридов и дисахаридов синтезируется крахмал (есть лейкопласты, запасающие белки или жиры); 2) хлоропласты — зеленые пластиды, содержащие пигмент хлорофилл, где осуществляется фотосинтез — процесс образования органических молекул из неорганических за счет энергии света, 3) хромопласты, включающие различные пигменты из группы каротиноидов, обуславливающих яркую окраску цветков и плодов. Пластиды могут превращаться друг в друга. Они содержат ДНК и РНК, и увеличение их количества осуществляется делением надвое.

Вакуоли окружены мембраной и ретикулируются из эндоплазматической сети. Вакуоли содержат в растворенном виде белки, углеводы, низкомолекулярные продукты синтеза, витамины, различные соли. Осмотическое давление, создаваемое растворенными в вакуолярном соке веществами, приводит к тому, что в клетку поступает вода, которая обуславливает тургор — напряженное состояние клеточной стенки. Толстые упругие стенки обеспечивают прочность растений к статическим и динамическим нагрузкам.

Клеточная теория — одно из общепризнанных биологических обобщений, утверждающих единство принципа строения и развития мира растений и мира животных, в котором клетка рассматривается в качестве общего структурного элемента растительных и животных организмов. Маттиас Шлейден, Теодор Шванн и Рудольф Вирхов сформулировали клеточную теорию, основываясь на множестве исследований о клетке. Современная клеточная теория включает следующие основные положения:

1. Клетка — основная единица строения и развития всех живых организмов, наименьшая единица живого.

В сложных многоклеточных организмах клетки дифференцированы по выполняемой ими функции и образуют ткани; из тканей состоят органы, которые тесно связаны между собой и подчинены нервным и гуморальным системам регуляции.

2. Клетки всех одноклеточных и многоклеточных организмов гомологичны по своему строению, химическому составу, основным проявлениям жизнедеятельности и обмену веществ.

3. Размножение клеток происходит путем их деления. Положения о генетической непрерывности относятся не только к клетке в целом, но и к некоторым из ее более мелких компонентов — к генам и хромосомам, а также к генетическому механизму, обеспечивающему передачу вещества наследственности следующему поколению.

4. Многоклеточный организм представляет собой новую систему, сложный ансамбль из множества клеток, объединенных и интегрированных в системе тканей и органов, связанных друг с другом с помощью химических факторов, гуморальных и нервных (молекулярная регуляция).

5. Клетки многоклеточных тотипотенты, т. е. обладают генетическими потенциями всех клеток данного организма, равнозначны по генетической информации, но

отличаются друг от друга разной экспрессией (работой) различных генов, что приводит к их морфологическому и функциональному разнообразию - к дифференцировке.

**Вирусы** — неклеточные формы жизни. Они были открыты в 1892 году русским ученым Д. И. Ивановским. Вирусы очень мелких размеров, примерно в 50 раз меньше бактерий. Разглядеть их с помощью светового микроскопа практически невозможно. Размножаются вирусы только в клетках растений, животных и человека, вызывая различные заболевания.

**Вирусы** имеют очень простое строение и состоят из нуклеиновой кислоты и белковой оболочки и скорее напоминают частицу, нежели клетку. Вне клеток хозяина вирусная частица не проявляет никаких признаков жизни: не питается, не дышит, не растет, не размножается. Но, проникнув в клетку, вирус «подчиняет» ее себе, заставляет вырабатывать новые вирусные частицы, что приводит клетку к гибели, а освободившиеся вирусные частицы заражают новые клетки.

Являясь паразитами, *вирусы* вызывают у своих хозяев те или иные заболевания: у растений — листовую мозаику, задержки роста, что приводит к снижению урожая. К серьезным заболеваниям животных можно отнести ящур крупного рогатого скота, рожистое воспаление у свиней, чуму птиц и миксоматоз у кроликов. Вирусами вызываются многие болезни человека — грипп, корь, краснуха, свинка, оспа, полиомиелит и др.

Вместе с тем есть вирусы, которые поражают некоторые бактерии. Их называют бактериофагами или просто фагами. Изучением вирусов занимается наука *вирусология*. Более детальное знакомство с живыми существами мы начнем с царства дробянки.

### **2.3 Лабораторная работа №3 (2 часа).**

**Тема:** «Индивидуальное развитие организма»

#### **2.3.1 Цель работы:**

1. Изучить индивидуальное развитие организма.

#### **2.3.2 Задачи работы:**

1. Краткие исторические сведения;
2. Эмбриональный период развития;
3. Постэмбриональный период развития.

#### **2.3.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Лабораторная стеклянная посуда: предметные и покровные стекла, пробирки, пипетки, чашки Петри.
2. Микроскопы Биолам Р11.
3. Калькуляторы.
4. Цветные карандаши.
5. Мультимедийная аппаратура: проектор, ноутбук, экран.
6. Таблицы, рисунки, макеты.
7. Фотографии животных.

#### **2.3.4 Описание (ход) работы:**

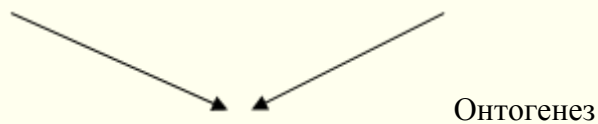
Изучением вопросов, связанных с индивидуальным развитием организмов, занимается наука эмбриология (от греч. *embryon* – зародыш).

Основателем современной эмбриологии по праву считается академик Российской Академии К. М. Бер. В 1882 г., он опубликовал сочинение «История развития животных», в котором на основе фундаментальных наблюдений над развитием куриного

зародыша и зародышами млекопитающих положил начало учению о зародышевых листках и сформировал закон зародышевого сходства. К. М. Бер доказал, что человек развивается по единому плану со всеми позвоночными животными.

Заслуга создания эволюционной эмбриологии принадлежит замечательным русским ученым А. О. Ковалевскому и И. И. Мечникову. Мысли Дарвина, работы Бера, Ковалевского, Мечникова и других эмбриологов подготовили почву для создания немецкими учеными Ф. Мюллером и Э. Геккелем биогенетического закона. В первой половине нашего века вопросами соотношения онто - и филогенеза занимался академик А. Н. Северцов.

Онтогенезом, или индивидуальным развитием, называют весь период жизни особи с момента слияния сперматозоидов с яйцом и образованием зиготы до гибели организма. Онтогенез делится на два периода: 1. Эмбриональный – от зиготы до рождения или же выхода из яйцевых оболочек. 2. Постэмбриональный - от выхода из яйцевых оболочек или рождения до смерти организма.



Эмбриональный Постэмбриональный

## 2. Эмбриональный период развития

В эмбриональном периоде выделяют три этапа:

- Дробление
- Гастрюляция
- Органогенез

Начальный этап развития зиготы носит название **ДРОБЛЕНИЯ**. Характер дробления зависит от типа яйцеклетки. Различают два вида дробления: полное (голобластическое), когда вся масса зиготы подвергается делению (олиго- и мезолецитальные яйцеклетки) и неполное (частичное или меробластическое) - делится только часть зиготы; дробление охватывает свободную от желтка цитоплазму (полилецитальные яйцеклетки).

**Полное дробление**, в свою очередь, подразделяется на равномерное и неравномерное.

Первая борозда дробления проходит в меридианном направлении и делит зиготу на 2 бластомера. Вторая борозда проходит, также в меридианной плоскости перпендикулярно первой - образуется 4 одинаковых бластомера. Третья борозда проходит в широтном направлении, количество бластомеров удваивается. При дроблении гомолецитальной яйцеклетки 3 борозда проходит по экватору, образуя одинаковые по размеру бластомеры. При дроблении телолецитальной яйцеклетки с умеренным содержанием желтка происходит смещение 3 борозды к анимальному

полюсу. В результате на анимальном полюсе образуются мелкие бластомеры - микромеры, а на вегетативном - крупные (макромеры).

**Неполное дробление** подразделяется на поверхностное и дискоидальное.

Поверхностное дробление характерно для центролецитальных яйцеклеток. В этом случае сначала делится многократно ядро. Через слой желтка ядра мигрируют в цитоплазму, находящуюся по периферии клетки. Следовательно, бластомеры сразу выстраиваются снаружи, а основная масса желтка находится в центре.

Дискоидальное дробление встречается при развитии телolecитальных яиц с большим количеством желтка. Дробление идет только в области анимального полюса, вегетативный полюс клетки не делится. Цитоплазма располагается в виде тонкого диска на анимальном полюсе.

Дробление заканчивается образованием бластулы - однослойного зародыша. Зародыш имеет шаровидную форму. Бластомеры расположены в один слой, образуя - бластодерму. Полость внутри бластулы носит название бластоцеля, или первичной полости.

Тип бластулы зависит от типа дробления, а значит, от типа яйцеклетки

Следующим за бластулой этапом является **ГАСТРУЛЯЦИЯ** - образование трехслойного зародыша. В этом процессе различают два этапа:

1. образование экто- (наружный) и энтодермы (внутренний)
2. образование мезодермы (средний), образуется только у позвоночных.

Фаза гастрюляции характеризуется важными клеточными преобразованиями:

- направленные перемещения групп и отдельных клеток;
- избирательное размножение и сортировка клеток;
- начало цитодифференцировки;
- начало индукционных взаимодействий.

Выделяют несколько способов образования двух зародышевых листком:

**Инвагинация**- впячивание. Вегетативный полюс бластулы прогибается внутрь напоподобие стенки продырявленного резинового мяча. Противоположные полюса бластодермы почти полностью смыкаются, так что бластоцель либо полностью исчезает, либо остается в виде небольшой полости. Внешний слой клеток называется эктодермой, внутренний - энтодермой. Полость носит название гастрюцеля, или первичная кишка, а вход в него называется бластопор, или первичный рот. Края его сближаются, образуя губы. Инвагинация возможна только в яйцах с небольшим или средним кол-вом желтка (ланцетник, земноводные).

Образование гастрюлы путем **иммиграции** заключается в массовом активном перемещении клеток бластодермы в бластоцель. Встречается у всех зародышей.

При **эпиболлии** (обрастании) мелкие клетки анимального полюса, размножаясь, обрастают и покрывают снаружи крупные клетки вегетативного полюса (земноводные).

При **деламинации**, или расслоении, клетки бластодермы одновременно делятся, образуя наружный и внутренний слой. Наблюдается в дискобластуле (пресмыкающиеся, птицы, яйцекладущие млекопитающие).

В каждом конкретном случае эмбриогенеза, как правило, сочетаются несколько способов гастрюляции.

Третий зародышевый листок - мезодерма - образуется между наружным и внутренним листком.

Различают два основных способа образования мезодермы - телобластический и энтероцельный.

**Телобластический** способ заключается в том, что вблизи бластопора с двух сторон первичной кишки во время гастрюляции образуется по одной крупной клетке - телобласту. В результате размножения телобластов, от которых отделяются мелкие клетки, образуется мезодерма.

Для хордовых животных характерен **энтероцельный** тип. В этом случае с двух сторон от первичной кишки образуются вытягивания - карманы, или целомические мешки. Они полностью отшнуровываются от первичной кишки и разрастаются между экто-, и энтодермой.

### **Органогенез**

В дальнейшем зародышевые листки дают начало всем тканям и органам развивающегося зародыша.

Развитие главнейших из них - **осевых органов** - начинается уже в процессе гастрюляции. В теле зародыша на дорзальной стороне из эктодермы формируется нервная трубка, под ней из мезодермы - хорда, ниже из энтодермы - пищеварительная трубка.

Каждый зародышевый листок дает начало только определенным органам. **Из эктодермы** формируется: нервная система, наружный покров кожи - эпидермис и его производные (ногти, волосы, сальные, потовые, молочные железы), эмаль зубов, органы чувств.

**Из энтодермы** развивается пищеварительная система, легкие, частично мочеполовая система, печень, поджелудочная железа.

**Из мезодермы** образуется мускулатура, частично мочеполовая система, вторичная полость тела, хрящевая и костная ткань, собственно кожа - дерма, дыхательные пути, сосудистая система, кровь и лимфатическая система, лимфа.

Во время эмбрионального развития формируются внезародышевые органы обеспечивающие связь зародыша со средой. После рождения организма эти органы отмирают. Такие вспомогательные органы называются **провизорными**. К ним относится желточный мешок, амнион, хорион, аллантоис. Желточный мешок - это провизорный орган питания и кроветворения зародыша.

Амнион представляет собой эктодермальный мешок, который отделяет полость заполненную жидкостью, в которой находится зародыш. Амнион осуществляет функции обмена и защиты от высыхания и механических воздействий.

Аллантоис, или мочевого мешок, осуществляет обменные функции, через его стенки происходит газообмен.

Наружная зародышевая оболочка - хорион выполняет газообменную, трофическую и защитную функцию. Место наиболее плотного контакта хориона со слизистой оболочкой матки носит название плаценты. Связь тела зародыша с плацентой осуществляется через пуповину, содержащую кровеносные сосуды.

Экспериментально доказано, что во время эмбрионального развития есть периоды, когда зародыш наименее устойчив к факторам внешней среды. Это, так называемые, критические периоды.

В эмбриогенезе человека выделено 3 критических периода: период имплантации зародыша в стенку матки (6-7 день после зачатия); период плацентации (конец 2-й недели беременности); роды.

Изучение критических периодов показывает, что они совпадают с активной морфологической дифференцировкой, с переходом от одного периода развития к другому, с изменением условий существования зародыша.

### **3. Постэмбриональный период развития**

После рождения начинается постэмбриональный период, в течение которого происходит дальнейшее развитие организма. Этот период можно подразделить на следующие этапы:

- 1 - ювенильный (до полового созревания);
- 2 - зрелый, или пубертатный;
- 3 - период старости, заканчивающийся смертью.

**Ювенильный период** характеризуется интенсивным ростом органов и частей организма; установлением пропорций тела, переходом функционирования систем на режим взрослого организма.

**Пубертатный период** характеризуется репродуктивной способностью органов.

Старение - общебиологическая закономерность, свойственная всем живым организмам.

## **2.4 Лабораторная работа №4 (2 часа).**

**Тема:** «Закономерности изменчивости»

### **1.4.1 Цель работы:**

1. Изучить закономерности изменчивости.

### **2.4.2 Задачи работы:**

1. Наследованная (генотипическая) изменчивость;
2. Зависимость проявления генов от условий внешней среды;
3. Решение генетических задач.

### **2.4.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Лабораторная стеклянная посуда: предметные и покровные стекла, пробирки, пипетки, чашки Петри.
2. Микроскопы Биолам Р11.
3. Калькуляторы.
4. Цветные карандаши.
5. Мультимедийная аппаратура: проектор, ноутбук, экран.
6. Таблицы, рисунки, макеты.
7. Фотографии животных.

### **2.4.4 Описание (ход) работы:**

Генотипическая изменчивость подразделяется на мутационную и комбинативную. Мутациями называются скачкообразные и устойчивые изменения единиц наследственности — генов, влекущие за собой изменения наследственных признаков. Термин “мутация” был впервые введен де Фризом. Мутации обязательно вызывают изменения генотипа, которые наследуются потомством и не связаны со скрещиванием и рекомбинацией генов.

Классификация мутаций. Мутации можно объединять, в группы—классифицировать по характеру проявления, по месту или, по уровню их возникновения.

Мутации по характеру проявления бывают доминантными и рецессивными. Мутации нередко понижают жизнеспособность или плодовитость. Мутации, резко снижающие жизнеспособность, частично или полностью останавливающие развитие, называют полуметальными а несовместимые с жизнью — летальными. Мутации подразделяют по месту их возникновения. Мутация, возникшая в половых клетках, не влияет на признаки данного организма, а проявляется только в следующем поколении. Такие мутации называют генеративными. Если изменяются гены в соматических клетках, такие мутации проявляются у данного организма и не передаются потомству при половом размножении. Но при бесполом размножении, если организм развивается из клетки или группы клеток, имеющих изменившийся — мутировавший — ген, мутации могут передаваться потомству. Такие мутации называют соматическими.

Мутации классифицируют по уровню их возникновения. Существуют хромосомные и генные мутации. К мутациям относится также изменение кариотипа (изменение числа хромосом).. Полиплоидия — увеличение числа хромосом, кратное гаплоидному набору. В соответствии с этим у растений различают триплоиды (3п), тетраплоиды (4п) и т. д. В растениеводстве известно более 500 полиплоидов (сахарная свекла, виноград, гречиха, мята, редис, лук и др.). Все они выделяются большой вегетативной массой и имеют большую хозяйственную ценность.

Большое многообразие полиплоидов наблюдается в цветоводстве: если одна исходная форма в гаплоидном наборе имела 9 хромосом, то культивируемые растения этого вида могут иметь 18, 36, 54 и до 198 хромосом. Полиплоиды пблучают в результате воздействия на растения температуры, ионизирующей радиации, химических веществ (колхицин), которые разрушают веретено деления клетки. У таких растений гаметы диплоидны, а при слиянии с гаплоидными половыми клетками партнера в зиготе возникает триплоидный набор хромосом ( $2п + п = 3п$ ). Такие триплоиды не образуют семян, они бесплодны, но высокоурожайны. Четные полиплоиды образуют семена.

Гетероплоидия —изменение числа Хромосом, не кратное гаплоидному набору. При этом набор хромосом в клетке может быть увеличен на одну, две, три хромосомы ( $2п + 1$ ;  $2п + 2$ ;  $2п + 3$ ) или уменьшен на одну хромосому ( $2п-1$ ). Например, у человека с снндромом Дауна оказывается одна лишняя хромосома по 21-й паре и кариотип такого человека составляет 47 хромосом У людей с синдромом Шерешевского —Тернера ( $2п-1$ ) отсутствует одна Х-хромосома и в кариотипе остается 45 хромосом. Эти и другие подобные отклонения числовых отношений в кариотипе человека сопровождаются расстройством здоровья, нарушением психики и телосложения, снижением жизнеспособности и др.

Хромосомные мутации связаны с изменением структуры хромосом. Существуют следующие виды перестроек хромосом: отрыв различных участков хромосомы, удвоение отдельных фрагментов, поворот участка хромосомы на  $180^\circ$  или присоединение отдельного участка хромосомы к другой хромосоме. Подобное изменение влечет за собой нарушение функции генов в хромосоме и наследственных свойств организма, а иногда и его гибель.

Генные мутации затрагивают структуру самого гена и влекут за собой изменение свойств организма (гемофилия, дальтонизм, альбинизм, окраска венчиков цветков и т. д.). Генные мутации возникают как в соматических, так и в половых клетках. Они могут быть доминантными и рецессивными. Первые проявляются как у гомозигот, так и у гетерозигот, вторые — только у гомозигот. У растений возникшие соматические генные мутации сохраняются при вегетативном размножении. Мутации в половых клетках наследуются при семенном размножении растений и при половом размножении животных. Одни мутации оказывают на организм положительное действие, другие безразличны, а третьи вредны, вызывая либо гибель организма, либо ослабление его жизнеспособности (например, серповидноклеточная анемия, гемофилия у человека).

При выведении новых сортов растений и штаммов микроорганизмов используют индуцированные мутации, искусственно вызываемые теми или иными мутагенными факторами (рентгеновские или ультрафиолетовые лучи, химические вещества). Затем проводят отбор полученных мутантов, сохраняя наиболее продуктивные. В нашей стране этими методами получено много хозяйственно перспективных сортов растений: неполегающие пшеницы с крупным колосом, устойчивые к заболеваниям; высокоурожайные томаты; хлопчатник с крупными коробочками и др.

Свойства мутаций:

1. Мутации возникают внезапно, скачкообразно.
2. Мутации наследственны, т. е. стойко передаются из поколения в поколение.
3. Мутации ненаправленны - мутировать может любой локус, вызывая изменения как незначительных, так и жизненно важных признаков.
4. Одни и те же мутации могут возникать повторно.
5. По своему проявлению мутации могут быть полезными и вредными, доминантными и рецессивными.

Способность к мутированию — одно из свойств гена. Каждая отдельная мутация вызывается какой-то причиной, но в большинстве случаев эти причины неизвестны. Мутации связаны с изменениями во внешней среде. Это убедительно доказывается тем, что путем воздействия внешними факторами удается резко повысить их число.

Решение генетических задач.

- 1) У человека ген полидактилии (многопалости) доминирует над нормальным строением кисти. У жены кисть нормальная, муж гетерозиготен по гену полидактилии. Определите вероятность рождения в этой семье многопалого ребенка.

Решение этой задачи начинается с записи ее условия и обозначения генов. Затем определяются (предположительно) генотипы родителей. Генотип мужа известен, генотип жены легко установить по фенотипу — она носительница рецессивного признака, значит, гомозиготна по соответствующему гену. Следующий этап — написание значений гамет. Следует обратить внимание на то, что гомозиготный организм образует один тип гамет, поэтому нередко встречающееся написание в этом случае двух одинаковых гамет не имеет смысла. Гетерозиготный организм формирует

два типа гамет. Соединение гамет случайно, поэтому появление двух типов зигот равновероятно: 1:1.

*Решение.*

**P:** ♀ **aa** x ♂ **Aa**

гаметы: (**a**) (**A**) (**a**)

**F<sub>1</sub>** : **Aa, aa,**

где: **A** – ген полидактилии, **a** – нормальный ген.

*Ответ:* вероятность рождения многопалого ребенка составляет примерно 50%.

## **2.5 Лабораторная работа №5 (2 часа).**

**Тема:** «Достижение основных направлений современной селекции»

### **2.5.1 Цель работы:**

1. Изучить основные сведения о селекции.
2. Научиться составлять вариационный ряд, строить вариационную кривую, вычислять среднюю величину признака, определять норму реакции

### **2.5.2 Задачи работы:**

1. Цели и задачи селекции;
2. Построение вариационных рядов и вариационной кривой;
3. Решение генетических задач.

### **2.5.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Лабораторная стеклянная посуда: предметные и покровные стекла, пробирки, пипетки, чашки Петри.
2. Микроскопы Биолам Р11.
3. Калькуляторы.
4. Цветные карандаши.
5. Мультимедийная аппаратура: проектор, ноутбук, экран.
6. Таблицы, рисунки, макеты.
7. Фотографии животных.

### **2.5.4 Описание (ход) работы:**

Селекция — это наука о путях создания новых и улучшения уже существующих сортов культурных растений, пород домашних животных и штаммов микроорганизмов с ценными для практики признаками и свойствами. Задачи селекции понятны в определении - это выведение новых и совершенствование уже существующих сортов растений, пород животных и штаммов микроорганизмов. Основным методом селекции был и остается искусственный отбор. Примером селекции может являться любая порода домашних животных и любой сорт культурных растений.

#### **Ход работы:**

Построение вариационного ряда и кривой изменчивости размеров семян фасоли.

1. Измерьте семена фасоли, данные переведите в миллиметры (20).
2. Расположите данные в порядке нарастания величины данного признака, обозначьте цифрами наиболее часто встречающиеся величины признака получите вариационный ряд.

3. запишите полученные данные вариационного ряда в таблицу:

| N | V | P | E | M |
|---|---|---|---|---|
|   |   |   |   |   |

Где N – общее число вариант вариационного ряда;

V – варианта;

P – частота встречаемости вариант;

E – знак суммирования;

M – средняя величина признака.

4. Постройте графическое выражение (вариационную кривую) изменчивости признака – размер семян фасоли:

- по оси абсцисс отложите на одинаковом расстоянии отдельные варианты размеров семян фасоли в нарастающем порядке;

- по оси ординат отложите числовые значения, соответствующие частоте повторяемости каждой варианты (размер семян фасоли);

- по горизонтальной оси восстановите перпендикуляры до уровня, соответствующего частоте повторяемости каждой варианты;

- точки пересечения перпендикуляров с линиями, соответствующими частоте вариант, соедините прямыми.

5. определите среднюю величину указанного признака - размер семян фасоли, используя для этой цели формулу:

$$M = E (V P) / N$$

6. Проведите сравнение цифровых данных вариационной кривой и сделайте вывод о частоте встречаемости определенного размера семян фасоли.

Ответьте на вопросы:

1. Как называется полученная вами линия?

2. С каким размером наиболее часто встречаются семена фасоли?

**Выводы:**

1. Длина вариационного ряда свидетельствует о ...

2. Графическим выражением **модификационной изменчивости** признака является...

3. Пределы вариационной изменчивости признака ограничены...

## **2.6 Лабораторная работа №6 (2 часа).**

**Тема:** «Приспособленность организмов к условиям внешней среды как результат действия естественного отбора»

### **2.6.1 Цель работы:**

1. Ознакомиться со способами организмов приспосабливаться к условиям окружающей среды.

### 2.6.2 Задачи работы:

1. Приспособительные особенности строения, окраски тела и поведения животных;
2. Забота о потомстве;
3. Физиологическая адаптация.

### 2.6.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:

1. Лабораторная стеклянная посуда: предметные и покровные стекла, пробирки, пипетки, чашки Петри.
2. Микроскопы Биолам Р11.
3. Калькуляторы.
4. Цветные карандаши.
5. Мультимедийная аппаратура: проектор, ноутбук, экран.
6. Таблицы, рисунки, макеты.
7. Фотографии животных.

### 2.6.4 Описание (ход) работы:

В настоящее время на нашей планете обитает несколько миллионов видов живых организмов, каждый из которых по-своему уникальный. Давайте же выясним, что такое приспособленность организмов к среде обитания.

**Приспособленность организмов, или адаптации** (от лат. adaptatio - приспособление, прилаживание), представляют собой совокупности тех особенностей строения, физиологии и поведения, которые обеспечивают для данного вида возможность специфического образа жизни в определенных условиях внешней среды.

Таблица: Виды приспособленности у живых организмов

| Вид приспособленности   | Суть приспособленности | Примеры | Среда обитания |
|---|------------------------|---------|----------------|
| <i>1. Приспособленность у растений</i>  |                        |         |                |
| 1. К опылению<br>2. Защита от поедания<br>3. К распространению семян                          |                        |         |                |
| <i>2. Приспособленность у животных</i>  |                        |         |                |
| 1. Маскировка<br>2. Покровительственная окраска<br>3. Предостерегающая окраска<br>4. Мимикрия |                        |         |                |

Физиологические адаптации связаны с химическими процессами в организме. Так, запах цветка может служить для привлечения насекомых и тем самым способствовать опылению растения. Поведенческая адаптация связана с определенным аспектом жизнедеятельности животного. Типичный пример – зимний сон у медведя. Большинство адаптаций представляет собой сочетание перечисленных типов. Например, кровососание у комаров обеспечивается сложной комбинацией таких адаптаций, как развитие специализированных частей ротового аппарата, приспособленных к сосанию, формирование поискового поведения для нахождения животного-жертвы, а также

выработка слюнными железами специальных секретов, которые предотвращают свертывание высасываемой крови.

## **2.7 Лабораторная работа №7 (2 часа).**

**Тема:** «Вид, и его критерии»

### **2.7.1 Цель работы:**

1. Ознакомится с понятием - вид

### **2.7.2 Задачи работы:**

1. Форма существования вида;
2. Проведение исследования на животных.

### **2.7.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Лабораторная стеклянная посуда: предметные и покровные стекла, пробирки, пипетки, чашки Петри.
2. Микроскопы Биолам Р11.
3. Калькуляторы.
4. Цветные карандаши.
5. Мультимедийная аппаратура: проектор, ноутбук, экран.
6. Таблицы, рисунки, макеты.
7. Фотографии животных.

### **2.7.4 Описание (ход) работы:**

Совокупность особей одного вида, обитающих на одной территории и свободно скрещивающихся между собой, называется популяцией. Популяция — это элементарная структурная единица вида. Особи одного вида, в пределах ареала рассеяны не равномерно, а сгущениями — популяциями, между которыми имеются перерывы. Таким образом, вид существует как совокупность популяций.

Популяция — форма существования вида.

Особи одной популяции более сходны между собой, в сравнении с представителями других популяций. Объясняется это тем, что внутри популяции скрещивание возникает чаще, чем с представителями других популяций. Внутри популяции происходит борьба за существование и естественный отбор, в результате чего выживают особи, наиболее приспособленные к данным условиям существования.

Более крупную внутривидовую группировку составляют подвиды, включающие в себя популяции, обычно близкие по своему ареалу.

Особи, относящиеся к различным подвидам и популяциям одного вида, между собой свободно скрещиваются, поэтому подвиды и популяции являются генетически открытыми системами. Представители разных видов, как правило, между собой не скрещиваются, поэтому вид является генетически закрытой системой.

## **2.8 Лабораторная работа №8 (2 часа).**

**Тема:** «Микроэволюция»

### **2.8.1 Цель работы:**

1. Изучить основные принципы и закономерности микроэволюции.

### **2.8.2 Задачи работы:**

1. Пути достижения биологического прогресса;
2. Общие закономерности биологической эволюции;

### 3. Конвергенция.

#### **2.8.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Лабораторная стеклянная посуда: предметные и покровные стекла, пробирки, пипетки, чашки Петри.
2. Микроскопы Биолам Р11.
3. Калькуляторы.
4. Цветные карандаши.
5. Мультимедийная аппаратура: проектор, ноутбук, экран.
6. Таблицы, рисунки, макеты.
7. Фотографии животных.

#### **2.8.4 Описание (ход) работы:**

Пути достижения биологического прогресса установлены О. М. Северцовым и связанные с разнообразными превращениями в строении организмов.

Ароморфоз — арогенез, или морфофизиологический прогресс, который сопровождается значительными изменениями в строении организмов, повышением уровня их организации. Ароморфозы имеют общий характер и не являются пристосувальными к специальным условиям. Они дают возможность освоить новые места обитания, расширить ареал. В итоге ароморфозив возникли такие большие таксоны, как типы и классы.

Идиоадаптация — алогенез, что сопровождается возникновением в организме отдельных приспособлений к условиям среды, места обитания, без изменения уровня организации. При этом происходит освоение новых сред жизни. Возникшие изменения носят пристосувальный характер, иногда узкую специализацию к конкретным условиям. В результате происходит дивергенция признаков внутри одной систематической группы и образуются более мелкие таксоны: ряды, семьи, роды.

У особей разных таксономичних групп может наблюдаться конвергенция — появление разных признаков в результате приспособления разных организмов к тем же условиям обитания (бабочки и птицы, киты и рыбы). Так возникают аналогичные органы.

Иногда происходит независимое развитие подобных признаков у близкородственных групп организмов — параллелизм. Например, развитие ластов в ластоногих (моржей и тюленей).

К числу важнейших закономерностей эволюции относятся три «правила».

1. Общая направленность от простого к сложному. Хотя до сих пор сохранились и процветают такие примитивные формы жизни, как бактерии, никто не станет отрицать, что в биосфере идёт постепенное появление и накопление всё более сложных организмов. Часто усложнение организации оказывается выгодным, потому что ведёт к повышению интенсивности обмена веществ (росту «энергии жизнедеятельности»).
2. Рост устойчивости и приспособляемости живых систем. Все эволюционные линии, дожившие до наших дней, в ходе своего развития прошли через горнило множества экологических кризисов, катастроф и массовых вымираний. Те группы, которые не могли быстро приспособливаться к меняющимся условиям, в большинстве своём давно вымерли. Устойчивые, пластичные линии постепенно накапливались в биосфере. Это видно, например, из того факта, что с течением времени средняя продолжительность существования видов, родов и семейств неуклонно росла. Поэтому в наши дни биосферу населяют самые устойчивые и пластичные формы жизни из всех когда-либо существовавших.

3. Рост эффективности и безотходности биогеохимического круговорота. С ростом сложности и совершенства организмов и их сообществ неизбежно растёт и эффективность глобального круговорота веществ, в котором биосфера играет важнейшую роль и который определяет лицо нашей планеты. Например, самое сложное и совершенное из современных сообществ - тропический лес - не только чрезвычайно быстро «прокручивает» через себя огромные количества вещества и энергии, но и практически не производит никаких отходов. Там не образуется даже подстилка из листьев и других отмерших частей растений - всё это очень быстро перерабатывается грибами, бактериями и беспозвоночными и возвращается в круговорот.

Конвергенция. В одинаковых условиях существования животные, относящиеся к разным систематическим группам, могут приобретать сходное строение. Такое сходство строения возникает при сходстве функций и ограничивается лишь органами, непосредственно связанными с одними и теми же факторами среды. Внешне очень похожи хамелеоны и агамы, лазающие по ветвям деревьев, хотя относятся к разным подотрядам. У позвоночных животных конвергентное сходство обнаруживают конечности морских рептилий и млекопитающих: акула, ихтиозавр, дельфины. Схождение признаков затрагивает в основном лишь те органы, которые непосредственно связаны со сходными условиями среды. Конвергенция наблюдается и у групп животных, далеко отстоящих друг от друга в систематическом отношении. Организмы, обитающие в воздухе, имеют крылья. Но крылья птицы и летучей мыши – это изменённые конечности, а крылья бабочки – выросты стенки тела.

Органы, выполняющие сходные функции, но имеющие различное в принципе строение и происхождение, называют аналогичными.

Примеры возникновения конвергентного сходства строения органов в одинаковых условиях среды даёт приспособление неродственных групп животных – членистоногих и позвоночных к жизни на суше. При освоении суши у членистоногих и позвоночных развивается приспособление к сохранению воды в теле – плотные наружные покровы.

## **2.9 Лабораторная работа №9 (2 часа).**

**Тема:** «Приспособленность организма к среде обитания»

### **2.9.1 Цель работы:**

1. Изучить приспособленность организма к среде обитания.

### **2.9.2 Задачи работы:**

1. Основные этапы эволюции эукариотических организмов;
2. Организм и среда;
3. Приспособление организмов к неблагоприятным условиям среды

### **2.9.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Лабораторная стеклянная посуда: предметные и покровные стекла, пробирки, пипетки, чашки Петри.
2. Микроскопы Биолам Р11.
3. Калькуляторы.
4. Цветные карандаши.
5. Мультимедийная аппаратура: проектор, ноутбук, экран.
6. Таблицы, рисунки, макеты.
7. Фотографии животных.

### **2.9.4 Описание (ход) работы:**

В протерозое (1,8 млрд лет назад) появляются эукариоты – живые организмы, клетки которых содержат выраженное ядро. Эукариоты более соответствовали новым

условиям. В отличие от прокариотов ДНК эукариотов собрана в хромосомы и способна воспроизводиться без значительных изменений. Существуют две основные гипотезы происхождения эукариотов: аутогенная и симбиотическая. Согласно аутогенной гипотезе эукариоты возникли путем усложнения слабоструктурированных клеток, подобных прокариотам. Сторонники симбиотической гипотезы считают, что эукариоты появились как результат симбиоза нескольких прокариотных клеток, геномы которых объединились в новую целостность.

Примерно 1 млрд лет назад произошло разделение эукариотов на растительные и животные клетки. Структурные различия между растительной и животной клетками невелики. Более существенными являются различия в способах получения необходимых для жизни питательных веществ. В дальнейшем растительные клетки эволюционировали в сторону использования фотосинтеза для обеспечения себя энергией, а животные клетки – в направлении совершенствования способов передвижения (именно способность к передвижению дает возможность животным организмам искать себе пищу). Известны организмы, которые занимают промежуточное положение между растениями и животными. Например, простейший одноклеточный организм эвглена зеленая питается как растение, а передвигается как животное. Эвглену зеленую рассматривают как переходное звено между растительным и животным царствами. Другой пример – растения, которые по способу питания аналогичны животным: растения-паразиты повилика и хмель или насекомоядные растения мухоловка и росянка. Кроме того, существуют совершенно неподвижные животные организмы – моллюски.

Следующим существенным шагом в биологической эволюции стало появление 900 млн лет назад полового размножения. Механизм полового размножения заключается в слиянии и последующем распределении генетического материала двух организмов. Половое размножение значительно повышает видовое разнообразие, что, с одной стороны, позволяет живым организмам лучше приспособиться к условиям окружающей среды, а с другой – значительно ускоряет эволюционный процесс.

Появление первых многоклеточных организмов произошло примерно 800 млн лет назад. Многоклеточный организм обладает развитыми органами и тканями, т. е. более дифференцирован по сравнению с одноклеточным. Первыми многоклеточными были губки, членистоногие и кишечнополостные.

В *палеозое*, 500 млн – 440 млн лет назад появляются первые крупные (10–11 м) плотоядные животные и первые небольшие по размерам (около 10 см) позвоночные. Примерно 410 млн лет назад живые организмы начинают завоевывать сушу. Наземные растения получили значительные преимущества перед водными, поскольку процессы фотосинтеза на суше протекают интенсивнее, чем в воде. Первые наземные растения – псилофиты – занимали промежуточное положение между наземными сосудистыми растениями и водорослями. Вслед за растениями на сушу перебрались и животные. Первые наземные животные напоминали современных скорпионов, они были двоякодышащими, т. е. приспособленными к дыханию и в воде, и на суше. От двоякодышащих существ впоследствии произошли сначала земноводные, а затем и сухопутные позвоночные животные. Первыми полностью приспособленными для жизни на суше животными организмами стали древние рептилии, которые по виду напоминали современных ящериц. Примерно в этот же период возникли и насекомые. Около 300 млн лет назад насекомые начинают летать и затем на протяжении почти 100 млн лет господствовали в воздухе.

В *мезозое* (230 млн – 67 млн лет назад) происходит дальнейшая эволюция животного и растительного мира. Постепенно у наземных растений формируется компактное тело, происходит его дифференциация на корень, стебель, листья, совершенствуются покровные ткани, развивается проводящая система, обеспечивающая растения водой и питательными веществами, изменяются способы размножения. Для целей размножения

на суше больше подходят споры и семена, поэтому эволюционное преимущество получили те растения, которые размножались именно таким способом. Дальнейшая эволюция растительного мира связана с совершенствованием семян.

Животное царство также развивается. В начале мезозоя рептилии полностью завоевали сушу, поэтому мезозойскую эру часто называют эрой пресмыкающихся. Древние рептилии постепенно осваивают все новые и новые места обитания, и все более удаляются от воды. Постепенно в ходе эволюции возникали плавающие, летающие и передвигающиеся по суше, хищные и растительноядные рептилии. 195 млн – 137 млн лет назад от древних летающих пресмыкающихся произошли первые птицы, которые сочетали в себе признаки птиц и рептилий. 230 млн – 195 млн лет назад появились первые млекопитающие.

*Кайнозой* (67 млн лет назад – настоящее время) – время господства млекопитающих, птиц, насекомых и цветковых растений. В конце мезозойской эры произошло сильное похолодание, которое привело к гибели значительного числа видов растений и общему сокращению пространств, занятых растительностью. В этих условиях эволюционное преимущество получили покрытосеменные растения, у которых процесс размножения не только не зависит от наличия водной среды, но и возможен в новых климатических условиях. Покрытосеменные – цветковые – растения и сейчас составляют большую часть царства растений. Безусловно, в течение 67 млн лет кайнозойской эры не раз происходили изменения растительного царства, но цветковые растения по-прежнему сохраняют господство.

Похолодание в конце мезозойской эры и гибель многочисленных видов растений привели к вымиранию сначала растительноядных, а затем и питавшихся ими хищных динозавров. В условиях похолодания значительное эволюционное преимущество получили теплокровные животные – млекопитающие и птицы. На протяжении миллионов лет происходит появление новых видов живых существ, которые распространяются по поверхности Земли, занимая сушу, воздух и водную среду. Примерно 8 млн лет назад начали формироваться современные семейства млекопитающих. В этот же период появились разнообразные виды приматов и тем самым сложились предпосылки для начала антропогенеза. 2–3 млн лет назад началось очередное вымирание лесов. Одна из групп антропоидных обезьян постепенно стала осваивать новые огромные открытые пространства. Предположительно именно от этих обезьян произошли люди (6.3).

Сейчас жизнь на Земле представлена клеточными и доклеточными организмами. Доклеточные живые организмы – вирусы и фаги. Клеточные организмы традиционно разделяют на четыре царства: микроорганизмы, грибы, растения и животные. Основными группами органической природы считаются растения и животные. В настоящее время царство растений представлено более чем 500 тыс. видов, царство животных – более 1,2 млн видов.

### **Организм — биологическая система биосферы**

Любое живое существо является организмом, отличающимся от неживой природы совокупностью определенных свойств, присущих только живой материи, — клеточной организацией и обменом веществ.

С современных позиций организм представляет собой самоорганизующуюся энергоинформационную систему, преодолевающую энтропию (см. п. 9.2) за счет поддержания состояния неустойчивого равновесия.

Изучение взаимосвязи и взаимодействия в системе «организм — среда», привели к пониманию того, что живые организмы, населяющие нашу планету, существуют не сами по себе. Они всецело зависят от окружающей среды и постоянно испытывают на себе ее

воздействие. Каждый организм успешно выживает и размножается в конкретной среде обитания, характеризующейся относительно узким диапазоном температур, количеством осадков, почвенными условиями и т.д.

Следовательно, часть природы, окружающая живые организмы и оказывающая на них прямое или косвенное воздействие, является их средой обитания. Из нее организмы получают все необходимое для жизни и в нее же выделяют продукты обмена веществ. Среда обитания каждого организма складывается из множества элементов неорганической и органической природы и элементов, привносимых человеком и его производственной деятельностью. При этом одни элементы могут быть частично или полностью безразличны организму, другие необходимы, а третьи оказывают отрицательное воздействие.

Условия жизни, или условия существования, — совокупность необходимых для организма элементов среды, с которыми он находится в неразрывном единстве и без которых существовать не может.

Гомеостаз - самовозобновление и поддержание постоянства внутренней среды организма.

Живым организмам присуще движение, реактивность, рост, развитие, размножение и наследственность, а также адаптация. При обмене веществ, или метаболизме, в организме протекает ряд химических реакций (например, при дыхании или фотосинтезе).

Такие организмы, как бактерии, способны создавать органические соединения за счет неорганических компонентов — соединений азота или серы. Такой процесс называется хемосинтезом.

Обмен веществ в организме происходит только при участии особых макромолекулярных белковых веществ -ферментов, выполняющих роль катализаторов. В регулировке процесса метаболизма в организме ферментам помогают витамины и гормоны. Вместе они осуществляют общую химическую координацию процесса метаболизма. Метаболические процессы протекают на всем пути индивидуального развития организма — онтогенеза.

Онтогенез - совокупность последовательных морфологических, физиологических и биохимических преобразований, претерпеваемых организмом за весь период жизни.

Среда обитания организма — совокупность постоянно меняющихся условий его жизни. Земная биота освоила три основные среды обитания: водную, наземно-воздушную и почвенную вместе с горными породами приповерхностной части литосферы.

## **2.10 Лабораторная работа №10 (2 часа).**

**Тема:** «Биогеоценозы и их свойства»

### **2.10.1 Цель работы:**

1. Ознакомиться с биоценозами и их свойствами.

### **2.10.2 Задачи работы:**

1. Биогеоценозы и их свойства;
2. Абиотические факторы среды;
3. Биотические факторы.

### **2.10.3 Перечень приборов, материалов, используемых в лабораторной работе:**

1. Лабораторная стеклянная посуда: предметные и покровные стекла, пробирки, пипетки, чашки Петри.
2. Микроскопы Биолам Р11.
3. Калькуляторы.
4. Цветные карандаши.
5. Мультимедийная аппаратура: проектор, ноутбук, экран.
6. Таблицы, рисунки, макеты.

## 7. Фотографии животных.

### 2.10.4 Описание (ход) работы:

**Биогеоцено́з** — система, включающая сообщество живых организмов и тесно связанную с ним совокупность абиотических факторов среды в пределах одной территории, связанные между собой круговоротом веществ и потоком энергии (природная экосистема).

Биогеоценозы обладают рядом свойств, которые позволяют им существовать в течение длительных периодов времени в относительно неизменном виде. Это самовоспроизводство, устойчивость, саморегуляция, саморазвитие, сукцессия.

Самовоспроизводство — способность биогеоценоза воссоздавать поток энергии и осуществлять биологический круговорот веществ между организмами и неорганической природой (растения в процессе фотосинтеза используют световую энергию, воду, углекислый газ и выделяют в атмосферу кислород, животные поглощают кислород и выделяют углекислый газ).

Устойчивость — способность биогеоценоза выдерживать изменения, вызванные внешними воздействиями. Устойчивость обеспечивается высоким видовым разнообразием и взаимозаменяемостью видов.

Саморегуляция — способность биогеоценоза к восстановлению динамического равновесия и связей между основными его компонентами после природного или антропогенного воздействия. Возникает на основе обратных связей. Примером являются циклические колебания количества растительной пищи, травоядных животных тундры леммингов и хищников (песцов, лис, сов), питающихся леммингами.

Саморазвитие — способность биогеоценоза к циклическим и поступательным изменениям. Циклические изменения связаны с суточными и сезонными колебаниями условий внешней среды и биоритмами организмов. Саморазвитие биогеоценоза происходит в направлении от неустойчивого состояния к устойчивому (сукцессия). Для этого процесса характерно постепенное увеличение видового разнообразия, смена доминирующих видов, усложнение пищевых цепей, установление сбалансированности круговорота веществ.

**Биотические факторы** - это всевозможные формы влияния живых организмов друг на друга (например, опыление насекомыми растений, конкуренция, поедание одних насекомых другими, паразитизм) и на среду. Биотические взаимоотношения имеют чрезвычайно сложный и своеобразный характер и также могут быть прямыми и косвенными.

**Абиотические факторы** - это факторы неживой природы, прежде всего климатические: солнечный свет, температура, влажность, и местные: рельеф, свойства почвы, соленость, течения, ветер, радиация и т.д. Эти факторы могут влиять на организмы прямо, то есть непосредственно, как свет или тепло, либо косвенно, как например, рельеф, который обуславливает действие прямых факторов - освещенности, увлажнения, ветра и пр.

### 3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

#### 3.1 Практическое занятие №1 (2 часа)

**Тема:** «Возникновение жизни на Земле»

##### 3.1.1 Задания для работы:

1. Предпосылки возникновения жизни;
2. Современные представления о возникновении жизни;
3. Начальные этапы развития жизни.

##### 3.1.2 Краткое описание проводимого занятия

Ход работы.

Прочитать текст «Многообразие теорий возникновения жизни на Земле».

Заполнить таблицу:

| Теории и гипотезы | Сущность теории или гипотезы | Доказательства |
|-------------------|------------------------------|----------------|
|                   |                              |                |

*Ответить на вопрос:* Какой теории придерживаетесь вы лично? Почему?

«Многообразие теорий возникновения жизни на Земле».

##### *1. Креационизм.*

Согласно этой теории жизнь возникла в результате какого-то сверхъестественного события в прошлом. Ее придерживаются последователи почти всех наиболее распространенных религиозных учений.

Традиционное иудейско-христианское представление о сотворении мира, изложенное в Книге Бытия, вызывало и продолжает вызывать споры. Хотя все христиане признают, что Библия — это завет Господа людям, по вопросу о длине «дня», упоминавшегося в Книге Бытия, существуют разногласия.

Некоторые считают, что мир и все населяющие его организмы были созданы за 6 дней по 24 часа. Другие христиане не относятся к Библии как к научной книге и считают, что в Книге Бытия изложено в понятной для людей форме теологическое откровение о сотворении всех живых существ всемогущим Творцом.

Процесс божественного сотворения мира мыслится как имевший место лишь однажды и потому недоступный для наблюдения. Этого достаточно, чтобы вынести всю концепцию божественного сотворения за рамки научного исследования. Наука занимается только теми явлениями, которые поддаются наблюдению, а потому она никогда не будет в состоянии ни доказать, ни опровергнуть эту концепцию.

##### *2. Теория стационарного состояния.*

Согласно этой теории, Земля никогда не возникала, а существовала вечно; она всегда способна поддерживать жизнь, а если и изменялась, то очень мало; виды тоже существовали всегда.

Современные методы датирования дают все более высокие оценки возраста Земли, что позволяет сторонникам теории стационарного состояния полагать, что Земля и виды существовали всегда. У каждого вида есть две возможности — либо изменение численности, либо вымирание.

Сторонники этой теории не признают, что наличие или отсутствие определенных ископаемых остатков может указывать на время появления или вымирания того или иного

вида, и приводят в качестве примера представителя кистеперых рыб — латимерию. По палеонтологическим данным, кистеперые вымерли около 70 млн. лет назад. 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 остатками, можно делать вывод о вымирании, да и то он может оказаться неверным. Внезапное появление какого-либо ископаемого вида в определенном пласте объясняется увеличением численности его популяции или перемещением в места, благоприятные для сохранения остатков.

### *3. Теория панспермии.*

Эта теория не предлагает никакого механизма для объяснения первичного возникновения жизни, а выдвигает идею о ее внеземном происхождении. Поэтому ее нельзя считать теорией возникновения жизни как таковой; она просто переносит проблему в какое-то другое место во Вселенной. Гипотеза была выдвинута Ю. Либихом и Г. Рихтером в середине XIX века.

Согласно гипотезе панспермии жизнь существует вечно и переносится с планеты на планету метеоритами. Простейшие организмы или их споры («семена жизни»), попадая на новую планету и найдя здесь благоприятные условия, размножаются, давая начало эволюции от простейших форм к сложным. Возможно, что жизнь на Земле возникла из одной-единственной колонии микроорганизмов, заброшенных из космоса.

Для обоснования этой теории используются многократные появления НЛО, наскальные изображения предметов, похожих на ракеты и «космонавтов», а также сообщения якобы о встречах с инопланетянами. При изучении материалов метеоритов и комет в них были обнаружены многие «предшественники живого» — такие вещества, как цианогены, синильная кислота и органические соединения, которые, возможно, сыграли роль «семян», падавших на голую Землю.

Сторонниками этой гипотезы были лауреаты Нобелевской премии Ф. Крик, Л. Оргел. Ф. Крик основывался на двух косвенных доказательствах:

- универсальности генетического кода;
- необходимости для нормального метаболизма всех живых существ молибдена, который встречается сейчас на планете крайне редко.

Но если жизнь возникла не на Земле, то как она возникла вне ее?

### *4. Физические гипотезы.*

В основе физических гипотез лежит признание коренных отличий живого вещества от неживого. Рассмотрим гипотезу происхождения жизни, выдвинутую в 30-е годы XX века В. И. Вернадским.

Взгляды на сущность жизни привели Вернадского к выводу, что она появилась на Земле в форме биосферы. Коренные, фундаментальные особенности живого вещества требуют для его возникновения не химических, а физических процессов. Это должна быть своеобразная катастрофа, потрясение самих основ мироздания.

В соответствии с распространенными в 30-х годах XX века гипотезами образования Луны в результате отрыва от Земли вещества, заполнявшего ранее Тихоокеанскую впадину, Вернадский предположил, что этот процесс мог вызвать то спиральное, вихревое движение земного вещества, которое больше не повторилось.

Вернадский происхождение жизни осмысливал в тех же масштабах и интервалах времени, что и возникновение самой Вселенной. При катастрофе условия внезапно меняются, и из протоматерии возникают живая и неживая материя.

### *5. Химические гипотезы.*

Эта группа гипотез основывается на химической специфике жизни и связывает ее происхождение с историей Земли. Рассмотрим некоторые гипотезы этой группы.

- У истоков истории химических гипотез стояли воззрения Э. Геккеля. Геккель считал, что сначала под действием химических и физических причин появились

соединения углерода. Эти вещества представляли собой не растворы, а взвеси маленьких комочков. Первичные комочки были способны к накоплению разных веществ и росту, за которым следовало деление. Затем появилась безъядерная клетка — исходная форма для всех живых существ на Земле.

- Определенным этапом в развитии химических гипотез абиогенеза стала концепция А. И. Опарина, выдвинутая им в 1922—1924 гг. XX века. Гипотеза Опарина представляет собой синтез дарвинизма с биохимией. По Опарину, наследственность стала следствием отбора. В гипотезе Опарина желаемое выдается за действительное. Сначала ее особенности жизни сводятся к обмену веществ, а затем его моделирование объявляется решенной загадкой возникновения жизни.

- Гипотеза Дж. Берпапа предполагает, что абиогенно возникшие небольшие молекулы нуклеиновых кислот из нескольких нуклеотидов могли сразу же соединяться с теми аминокислотами, которые они кодируют. В этой гипотезе первичная живая система видится как биохимическая жизнь без организмов, осуществляющая самовоспроизведение и обмен веществ. Организмы же, по Дж. Берналу, появляются вторично, в ходе обособления отдельных участков такой биохимической жизни с помощью мембран.

- В качестве последней химической гипотезы возникновения жизни на нашей планете рассмотрим гипотезу Г. В. Войткевича, выдвинутую в 1988 году. Согласно этой гипотезе, возникновение органических веществ переносится в космическое пространство. В специфических условиях космоса идет синтез органических веществ (многочисленные органические вещества найдены в метеоритах — углеводы, углеводороды, азотистые основания, аминокислоты, жирные кислоты и др.). Не исключено, что в космических просторах могли образоваться нуклеотиды и даже молекулы ДНК. Однако, по мнению Войткевича, химическая эволюция на большинстве планет Солнечной системы оказалась замороженной и продолжилась лишь на Земле, найдя там подходящие условия. При охлаждении и конденсации газовой туманности на первичной Земле оказался весь набор органических соединений. В этих условиях живое вещество появилось и конденсировалось вокруг возникших абиогенно молекул ДНК

### **3.1.3. Результаты и выводы:**

По гипотезе Войткевича первоначально появилась жизнь биохимическая, а в ходе ее эволюции появились отдельные организмы.