

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Комарова Светлана Юриевна  
Должность: Проректор по образовательной деятельности  
Дата подписания: 18.12.2025 05:59:49  
Уникальный программный идентификатор:  
43ba42f5deae4116bbfcb9ac98e39108031227e81add207cbee4149f2098d7a

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина»**

**Университетский колледж агробизнеса**

-----

**ППССЗ по специальности 38.02.01 Экономика и бухгалтерский учет (по отраслям)**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

**САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ  
по дисциплине**

**Биология**

**Специальность: 38.02.01 Экономика и бухгалтерский учет (по отраслям)**

Ведущий преподаватель (руководитель)  
дисциплины

Е.В. Горчакова

**Омск 2025**

### Пояснительная записка

Методические рекомендации по учебной дисциплине трудовое право предназначены для выполнения самостоятельной работы обучающимися по специальности: 38.02.01 Экономика и бухгалтерский учет (по отраслям).

Самостоятельная работа выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Целью самостоятельной работы является овладение обучающимся умениями работать с источниками, обобщения и анализа учебного материала, аргументации собственной точки зрения.

Методические рекомендации по самостоятельной работе студентов содержат материалы для подготовки к лекционным, практическим занятиям, к формам текущего и промежуточного контроля.

Предложенные в рекомендациях задания позволят успешно овладеть профессиональными знаниями, умениями и навыками, и направлены на формирование общих и профессиональных компетенций:

| №<br>п/п | Вид самостоятельной работы         | Форма контроля   | Максимальное кол-во баллов |
|----------|------------------------------------|--|----------------------------|
| 1.       | Работа с источниками               | Устный ответ на занятии<br>Составление аннотации                           | 5                          |
| 2.       | Составление опорного конспекта     | Опорный конспект   | 5                          |
| 3.       | Составление сравнительной таблицы  | Сравнительная таблица  | 5                          |
| 4.       | Лабораторные работы                | Письменный отчет   | 5                          |
| 5.       | Решение задач                      | Письменный ответ   |                            |
| 6.       | Участие в студенческих олимпиадах. | Участие в олимпиадах муниципального, регионального, Всероссийского уровня. | 5                          |

При выполнении самостоятельной работы обучающийся самостоятельно осуществляет сбор, изучение, систематизацию и анализ информации, а затем оформляет информацию и представляет на оценку преподавателя или группы

## **Методические рекомендации по работе с источниками**

Работа с источниками осуществляется с целью приобретения обучающимся навыков самостоятельного изучения учебного материала. Работа с источниками является важной составляющей при подготовке к занятиям.

Для подготовки к устному опросу необходимо прочитать текст источника, выделить главное, составить план ответа, повторить текст несколько раз. На учебном занятии полно, точно, доступно, правильно, взаимосвязано и логично изложить материал, иллюстрируя при необходимости примерами.

Работа с источником может быть предложена в форме аннотирования. Аннотация позволяет составить обобщенное представление об источнике. Для составления аннотации необходимо ответить на следующие вопросы:

1. Фамилия автора, полное наименование работы, место и год издания.
2. Вид издания (статья, учебник, и пр.).
3. Цели и задачи издания.
4. Структура издания и краткий обзор содержания работы.
5. Основные проблемы, затронутые автором.
6. Выводы и предложения автора по решению выделенных проблем.

Источник аннотирования определяет преподаватель, он же оценивает аннотацию, сданную в письменной форме.

## **Методические рекомендации по составлению опорного конспекта**

Опорный конспект составляется с целью обобщения, систематизации и краткого изложения информации. Составление опорного конспекта способствует более быстрому запоминанию учебного материала.

Составление опорного конспекта включает следующие действия:

1. Изучение текста учебного материала.
2. Определение главного и второстепенного в анализируемом тексте.
3. Установление логической последовательности между элементами.
4. Составление характеристики элементов учебного материала в краткой форме.
5. Выбор опорных сигналов для расстановки акцентов.
6. Оформление опорного конспекта.

Опорный конспект может быть представлен в виде схемы с использованием стрелок для определения связи между элементами; системы геометрических фигур; логической лестницы и т.д.

Оценкой опорного конспекта может служить качество ответа, как самого студента, так и других студентов его использовавших. Преподаватель также может проверить

опорные конспекты, сданные в письменной форме. Допускается проведение конкурса на самый лучший конспект по следующим критериям: краткость формы; логичность изложения; наглядность выполнения; универсальность содержания.

### **Методические рекомендации по составлению сравнительной таблицы**

Сравнительная таблица составляется с целью выявления сходств, отличий, преимуществ и недостатков анализируемых объектов.

Критерии для составления сравнительной таблицы предлагает преподаватель. Студент, самостоятельно сформулировавший критерии для сравнения, получает дополнительные баллы.

Проверка и оценка сравнительной таблицы осуществляется преподавателем в письменной форме.

### **Методические рекомендации по выполнению практических работ**

1. Подготовку к каждому практическому занятию студенты проводят по учебнику, записям в рабочих тетрадях и руководству к практическим работам.
2. Работы оформляют чернилами одного цвета аккуратным и разборчивым почерком. Геометрические построения следует выполнять карандашом с помощью чертёжных инструментов.
3. Все работы выполняются в тетради для практических занятий, отмечается дата, номер, название практической работы, цель, краткое описание и краткие выводы.
4. Приступая к выполнению, внимательно изучите методические указания к работе.
5. Уделите внимание вопросам для самоконтроля.

Практическая работа считается выполненной, если она соответствует критериям, указанным в практической работе. Если студент имеет пропуски практических занятий по уважительной или неуважительной причине, то выполняет работу во время консультаций, отведенных группе по данной дисциплине.

К промежуточной аттестации по дисциплине студент допускается при условии выполнения большей части (80%) предусмотренных программой практических работ на оценку не ниже «удовлетворительно».

## Задания для самостоятельной работы

### Практическая работа № 1

#### Сравнение строения клеток растений и животных

Цель: ознакомиться с особенностями строения клеток растений и животных организмов; показать принципиальное единство их строения.

Ход занятия:

1. Изучить краткие теоретические сведения;
2. Выполнить задания;
3. Сделать вывод по работе;
4. Подготовить защиту работы по контрольным вопросам.

Краткие теоретические сведения:

Сходство в строении клеток эукариот. Сейчас нельзя с полной уверенностью сказать, когда и как возникла на Земле жизнь. Мы также точно не знаем, как питались первые живые существа на Земле: автотрофно или гетеротрофно. Но в настоящее время на нашей планете мирно сосуществуют представители нескольких царств живых существ. Несмотря на большое различие в строении и образе жизни, очевидно, что между ними сходств больше, чем различий, и все они, вероятно, имеют общих предков, живших в далекой архейской эре. О наличии общих «дедушек» и «бабушек» свидетельствует целый ряд общих признаков у клеток эукариот: простейших, растений, грибов и животных. К этим признакам можно отнести:

общий план строения клетки:

- наличие клеточной мембраны,
- цитоплазмы, ядра, органоидов;
- принципиальное сходство процессов обмена веществ и энергии в клетке;
- кодирование наследственной информации при помощи нуклеиновых кислот;
- единство химического состава клеток;
- сходные процессы деления клеток.

Различия в строении клеток растений и животных.

В процессе эволюции, в связи с неодинаковыми условиями существования клеток представителей различных царств живых существ, возникло множество отличий. Сравним строение и жизнедеятельность клеток растений и животных. Главное отличие между клетками этих двух царств заключается в способе их питания. Клетки растений, содержащие хлоропласты, являются автотрофами, т. е. сами синтезируют необходимые

для жизнедеятельности органические вещества за счет энергии света в процессе фотосинтеза. Клетки животных — гетеротрофы, т. е. источником углерода для синтеза собственных органических веществ для них являются органические вещества, поступающие с пищей. Эти же пищевые вещества, например углеводы, служат для животных источником энергии. Есть и исключения, такие как зеленые жгутиконосцы, которые на свету способны к фотосинтезу, а в темноте питаются готовыми органическими веществами. Для обеспечения фотосинтеза в клетках растений содержатся пластиды, несущие хлорофилл и другие пигменты.

Клеточная теория включает следующие основные положения:

1. Клетка — элементарная единица живого, способная к самообновлению, саморегуляции и самовоспроизведению и являющаяся единицей строения, функционирования и развития всех живых организмов.
2. Клетки всех живых организмов сходны по строению, химическому составу и основным проявлениям жизнедеятельности.
3. Размножение клеток происходит путем деления исходной материнской клетки.
4. В многоклеточном организме клетки специализируются по функциям и образуют ткани, из которых построены органы и их системы, связанные между собой межклеточными, гуморальными и нервными

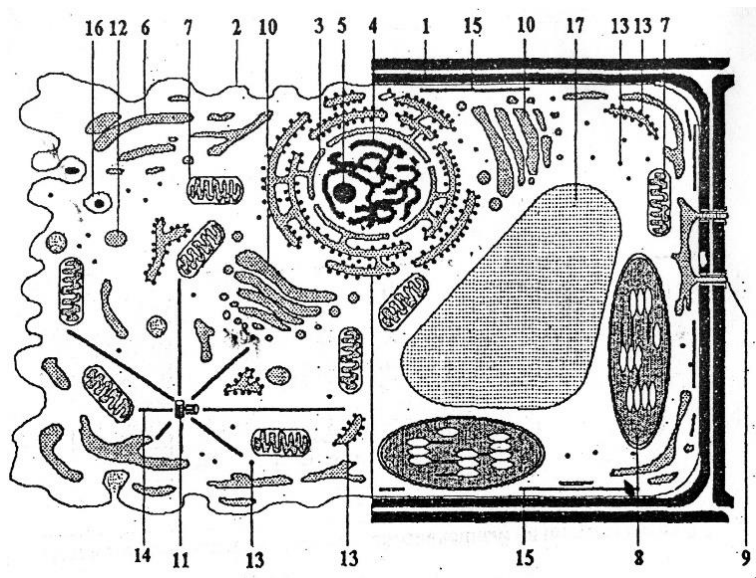
Ход работы:

1. Задания для самостоятельного выполнения:

1. Сравнить клетки между собой, зарисовать их, обозначить их органоиды и части клетки.

Животная клетка: плазматическая мембрана; пиноцетозные пузырьки; цитоплазма; ядро; ядрышко; ядерный сок; хромосомы; клеточный центр; ЭПС; рибосомы; Аппарат Гольджи; лизосомы; митохондрии; включения

Растительная клетка: клеточная стенка; плазматическая мембрана; ядро; ядерный сок; хромосомы; цитоплазма; клеточный центр; ЭПС; рибосомы; вакуоль с клеточным соком; хлоропласты; включения; поры



2. Сходства и различия занесите в предлагаемую таблицу:

| Сходства: | Различия:     |           |
|-----------|---------------|-----------|
| 1.        | Растительная: | Животная: |
| 2.        | 1.            | 1.        |
| 3.        | 2.            | 2.        |
| 4.        | 3.            | 3.        |
| 5.        | 4.            | 4.        |
| И т.д.    |               |           |

3. Сравнение клеток растений и животных

| Признаки                               | Клетка растений | Клетка животных |
|--|-----------------|-----------------|
| 1. Способ питания                      |                 |                 |
| 2. Клеточная стенка                    |                 |                 |
| 3. Пластиды                            |                 |                 |
| 4. Вакуоли                             |                 |                 |
| 5. Синтез АТФ                          |                 |                 |
| 6. Запасной углевод                    |                 |                 |
| 7. Способ хранения питательных веществ |                 |                 |
| 8. Центриоли                           |                 |                 |
| 9. Деление                             |                 |                 |

Вопросы для самоконтроля:

1. В чём причина сходства и различия растительной и животной клетки.
2. Попытайтесь объяснить, как шла эволюция растительной и животной клеток.
3. Выпишите основные положения клеточной теории.

Отметьте, какое из положений можно обосновать проведенной работой.

Вывод:-----

## Раздел 1 Учение о клетке

Тема «Обмен веществ и превращение энергии в клетке».

### ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2

Решение задач по теме: «Нуклеиновые кислоты».

Цель: научиться применять теоретические знания (использовать принцип комплементарности и правило Чаргаффа) для решения задач по теме «Нуклеиновые кислоты», моделировать процесс передачи наследственной информации, формировать умение сравнивать и анализировать.

Оборудование: справочные данные.

Справочные данные:

- относительная молекулярная масса одного нуклеотида принимается за 345 г/моль
- молекулярная масса одной аминокислоты – 110-120 г/моль
- расстояние между нуклеотидами в цепи молекулы ДНК (= длина одного нуклеотида) - 0,34 нм
- комплементарность нуклеотидов: А=Т; Г=Ц
- правила Чаргаффа:

$$\Sigma(A) = \Sigma(T)$$

$$\Sigma(G) = \Sigma(C)$$

$$\Sigma(A+G) = \Sigma(T+C)$$

$\Sigma$  - знак суммы

- цепи ДНК удерживаются водородными связями, которые образуются между комплементарными азотистыми основаниями: аденин с тиминами соединяются двумя водородными связями, а гуанин с цитозином - тремя.

Пример №1. На фрагменте одной нити ДНК нуклеотиды расположены в последовательности: А-А-Г-Т-Ц-Т-А-Ц-Г-Т-А-Т.



Определите процентное содержание всех нуклеотидов в этом гене и его длину.

Решение:

1) достраиваем вторую нить (по принципу комплементарности)

A-A-Г-Т-Ц-Т-A-Ц-Г-Т-A-Т

Т-Т-Ц-A-Г-A-Т-Г-Ц-A-Т-A

2)  $\sum (A + T + Ц + Г) = 24$ , из них  $\sum(A) = 8 = \sum(T)$

24 – 100%

8 – x % отсюда:  $x = 33,4\%$

3)  $\sum (A + T + Ц + Г) = 24$ , из них  $\sum(Г) = 4 = \sum(Ц)$

24 – 100%

4 – x% отсюда:  $x = 16,6\%$

4) молекула ДНК двуцепочечная, поэтому длина гена равна длине одной цепи:  $12 \cdot 0,34 = 4,08$  (нм)

Пример №2. В молекуле ДНК на долю цитидиловых нуклеотидов приходится 18%. Определите процентное содержание других нуклеотидов в этой ДНК.

Решение:

1) Ц – 18%  $\Rightarrow$  Г – 18%, т.к.  $\sum(Г) = \sum(Ц)$

2) На долю А+Т приходится  $100\% - (18\% + 18\%) = 64\%$ , т.е. по 32%

Пример №3. В молекуле ДНК обнаружено 880 гуаниловых нуклеотидов, которые составляют 22% от общего числа нуклеотидов в этой ДНК. Определите:

а) сколько других нуклеотидов в этой ДНК?

б) какова длина этого фрагмента?

Решение:

1)  $\sum(Г) = \sum(Ц) = 880$  (это 22%)

На долю других нуклеотидов приходится  $100\% - (22\% + 22\%) = 56\%$ , т.е. по 28%

Для вычисления количества этих нуклеотидов составляем

пропорцию 22% - 880

28% - x отсюда:  $x = 1120$

2) для определения длины ДНК нужно узнать, сколько всего нуклеотидов содержится в 1 цепи:

$(880 + 880 + 1120 + 1120) : 2 = 2000$  (нукл.)

$2000 \cdot 0,34 = 680$  (нм)

Пример №4. Дана молекула ДНК с относительной молекулярной массой 69000, из них 8625 приходится на долю адениловых нуклеотидов. Найдите количество всех нуклеотидов в этой ДНК. Определите длину этого фрагмента.

Решение:

1) Т.к. относительная молекулярная масса одного нуклеотида принимается за 345 г/моль, то

$$69000 : 345 = 200 \text{ (нуклеотидов в ДНК)}$$

$$8625 : 345 = 25 \text{ (адениловых нуклеотидов в этой ДНК)}$$

$$2) \Sigma(\Gamma + \Psi) = 200 - (25 + 25) = 150, \text{ т.е. их по } 75.$$

$$3) 200 \text{ нуклеотидов в двух цепях} \Rightarrow \text{в одной} - 100.$$

$$100 \cdot 0,34 = 34 \text{ (нм)}$$

Пример №5 Две цепи ДНК удерживаются друг против друга водородными связями. Определите число двойных и тройных водородных связей этой цепи ДНК, если известно, что нуклеотидов с тиминном – 18, с цитозином – 32 в обеих цепях ДНК.

Решение:

1) Тимин с аденином соединяются двумя водородными связями. Если нуклеотидов с тиминном – 18, то адениловых нуклеотидов тоже 18. Следовательно, между ними возникает 18 двойных водородных связей.

2) Цитозин с гуанином соединяются тремя водородными связями. Если нуклеотидов с цитозином – 32, то с гуанином тоже будет 32. Значит между ними возникает 32 тройные водородные связи.

Задачи для самостоятельной работы

Задача №1.

На фрагменте одной нити ДНК нуклеотиды расположены в последовательности: А-А-Г-Т-Ц-Т-А-Ц-Г-Т-А-Т. Определите процентное содержание всех нуклеотидов в этом гене и его длину.

Задача №2.

В молекуле ДНК на долю цитидиловых нуклеотидов приходится 18%. Определите процентное содержание других нуклеотидов в этой ДНК.

Задача №3

В молекуле ДНК обнаружено 880 гуаниловых нуклеотидов, которые составляют 22% от общего числа нуклеотидов в этой ДНК.

Определите: а) сколько других нуклеотидов в этой ДНК?

б) какова длина этого фрагмента?

Задача №4. Дана молекула ДНК с относительной молекулярной массой 69000, из них 8625 приходится на долю адениловых нуклеотидов. Найдите количество всех нуклеотидов в этой ДНК. Определите длину этого фрагмента.

Задача №5. В молекуле ДНК тиминовые нуклеотиды составляют 10% от общего количества. Определить процентное содержание других видов нуклеотидов.

Задача №6. Определите длину фрагмента ДНК, если ее цепочка состоит из 350 гуаниловых и 300 тиминовых нуклеотидов.

Задача №7. В молекуле ДНК находится 1250 нуклеотидов с тимином, что составляет 20% от их общего числа. Определите, сколько нуклеотидов с аденином, цитозином и гуанином содержится в отдельности в молекуле ДНК. Ответ поясните.

Задача №8. В состав молекулы ДНК входит 286 гуаниловых нуклеотида, а масса всех тиминовых нуклеотидов составляет 28980. Определите количество всех нуклеотидов и молекулярную массу молекулы ДНК.

## Раздел 1. Учение о клетке

Тема «Обмен веществ и превращение энергии в клетке».

### ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3

Решение задач по теме: «Обмен веществ»

Цель: продолжить формирование знаний об основном процессе обмена веществ — биосинтезе белка; об основных этапах энергетического обмена; используя теоретические знания по теме «Обмен веществ», отработать умения учащихся решать задачи по молекулярной генетике.

Оборудование: таблица генетического кода, таблица с полными названиями двадцати аминокислот, входящих в состав белков.

*Таблица генетического кода*

| Первое основание | Второе основание |       |       |       |   | Третье основание |
|------------------|------------------|-------|-------|-------|---|------------------|
|                  | У (А)            | Ц (Г) | А (Т) | Г (Ц) |   |                  |
| У (А)            | Фен              | Сер   | Тир   | Цис   | У | (А)              |
|                  | Фен              | Сер   | Тир   | Цис   | Ц | (Г)              |
|                  | Лей              | Сер   | -     | -     | А | (Т)              |

|       |     |     |     |     |       |
|-------|-----|-----|-----|-----|-------|
|       | Лей | Сер | -   | Три | Г (Ц) |
| Ц (Г) | Лей | Про | Гис | Арг | У (А) |
|       | Лей | Про | Гис | Арг | Ц (Г) |
|       | Лей | Про | Глн | Арг | А (Т) |
|       | Лей | Про | Глн | Арг | Г (Ц) |
| А (Т) | Иле | Тре | Асн | Сер | У (А) |
|       | Иле | Тре | Асн | Сер | Ц (Г) |
|       | Иле | Тре | Лиз | Арг | А (Т) |
|       | Мет | Тре | Лиз | Арг | Г (Ц) |
| Г (Ц) | Вал | Ала | Асп | Гли | У (А) |
|       | Вал | Ала | Асп | Гли | Ц (Г) |
|       | Вал | Ала | Глу | Гли | А (Т) |
|       | Вал | Ала | Глу | Гли | Г (Ц) |

*Двадцать аминокислот, входящих в состав белков*

| Сокращ. назв. | Аминокислота     | Сокращ. назв. | Аминокислота |
|---------------|------------------|---------------|--------------|
| Ала           | Аланин           | Лей           | Лейцин       |
| Арг           | Аргинин          | Лиз           | Лизин        |
| Асн           | Аспарагин        | Мет           | Метионин     |
| Асп           | Аспарагиновая к. | Про           | Пролин       |
| Вал           | Валин            | Сер           | Серин        |
| Гис           | Гистидин         | Тир           | Тирозин      |
| Гли           | Глицин           | Тре           | Треонин      |
| Глн           | Глутамин         | Три           | Триптофан    |
| Глу           | Глутаминовая к.  | Фен           | Фенилаланин  |
| Иле           | Изолейцин        | Цис           | Цистеин      |

Теоретические сведения

Ген – это участок ДНК, кодирующий определенный белок. Малейшее изменение структуры ДНК ведет к изменениям белка, что в свою очередь изменяет цепь биохимических реакций с его участием, определяющих тот или иной признак или серию признаков.

Первичная структура белка, т.е. последовательность аминокислотных остатков, зашифрована в ДНК в виде последовательности азотистых оснований аденина (А),

тимина (Т), гуанина (Г) и цитозина (Ц). Каждая аминокислота кодируется одной или несколькими последовательностями из трех нуклеотидов – триплетами (кодонами).

Синтезу белка предшествует перенос его кода с ДНК на информационную РНК (иРНК) – транскрипция. При транскрипции выполняется принцип дополнения, или комплементарности: А, Т, Г и Ц в ДНК соответствуют У (урацил), А, Ц и Г в иРНК.

Непосредственно синтез белка, или трансляция, происходит на рибосоме: аминокислоты, подносимые к рибосоме своими транспортными РНК (тРНК), соединяются в полипептидную цепь белка соответственно триплетам оснований иРНК.

Однозначная связь между последовательностями нуклеотидов в ДНК и аминокислот в полипептидной цепи белка позволяет по одной из них определить другую. Зная изменения в ДНК, можно сказать, как изменится первичная структура белка.

При решении задач этого типа необходимо помнить и обязательно указывать в пояснениях следующее:

- каждая аминокислота доставляется к рибосомам одной тРНК, следовательно, количество аминокислот в белке равно количеству молекул тРНК, участвовавших в синтезе белка;
- каждая аминокислота кодируется тремя нуклеотидами (одним триплетом, или кодоном), поэтому количество кодирующих нуклеотидов всегда в три раза больше, а количество триплетов (кодонов) равно количеству аминокислот в белке;
- каждая тРНК имеет антикодон, комплементарный кодону иРНК, поэтому количество антикодонов, а значит и в целом молекул тРНК равно количеству кодонов иРНК;
- иРНК комплементарна одной из цепей ДНК, поэтому количество нуклеотидов иРНК равно количеству нуклеотидов ДНК. Количество триплетов, разумеется, также будет одинаковым.

Пример №1. Фрагмент молекулы ДНК состоит из нуклеотидов, расположенных в следующей последовательности: ТАААТГГЦААЦЦ.

Определите состав и последовательность аминокислот в полипептидной цепи, закодированной в этом участке гена.

*Решение:*

1) Выписываем нуклеотиды ДНК и, разбивая их на триплеты, получаем кодоны цепи молекулы ДНК: ТАА–АТГ–ГЦА–АЦЦ.

2) Составляем триплеты иРНК, комплементарные кодонам ДНК, и записываем их строчкой ниже:

ДНК: ТАА–АТГ–ГЦА–АЦЦ

Таблица генетического кода

иРНК: АУУ–УАЦ–ЦГУ–УГГ.

3) По таблице кодонов определяем, какая аминокислота закодирована каждым триплетом

иРНК: Иле–Тир–Арг–Трп.

Таблица генетического кода

Пример №2. Фрагмент молекулы содержит аминокислоты: аспарагиновая кислота–аланин–метионин–валин.

Определите:

- а) структуру участка молекулы ДНК, кодирующего эту последовательность аминокислот;
- б) количество (в %) различных видов нуклеотидов в этом участке гена (в двух цепях);
- в) длину этого участка гена.

Решение:

1) По таблице кодонов находим триплеты иРНК, кодирующие каждую из указанных аминокислот.

Белок: Асп–Ала–Мет–Вал

иРНК: ГАЦ–ГЦА–АУГ–ГУУ

Если аминокислоте соответствуют несколькими кодонов, то можно выбрать любой из них.

2) Определяем строение той цепочки ДНК, которая кодировала строение иРНК. Для этого

под каждым кодоном молекулы иРНК записываем комплементарный ему кодон молекулы ДНК:

1-я цепь ДНК: ЦТГ–ЦГТ–ТАЦ–ЦАА.

3) Чтобы определить количество (%) нуклеотидов в этом гене, необходимо, используя принцип комплементарности (А–Т, Г–Ц), достроить вторую цепь ДНК:

2-я цепь ДНК: ГАЦ–ГЦА–АТГ–ГТТ.

Находим количество нуклеотидов в двух цепях – 24 нуклеотида, из них А = 6.

Составляем пропорцию: 24 нуклеотида – 100%

6 нуклеотидов –  $x\%$   $x = 25\%$ .

По правилу Чаргаффа количество аденина в молекуле ДНК равно количеству тимина, а количество гуанина равно количеству цитозина. Поэтому:

$T = A = 25\%$   $T + A = 50\%$ , следовательно

$C + G = 100\% - 50\% = 50\%$ .  $C = G = 25\%$ .

в) Молекула ДНК всегда двухцепочечная, ее длина равна длине одной цепи. Длина каждого нуклеотида составляет 0,34 нм, следовательно:

12 нуклеотидов  $\times 0,34 = 4,08$  нм.

Пример № 3. Белок состоит из 158 аминокислот. Какую длину имеет определяющий его ген, если расстояние между двумя соседними нуклеотидами в спиральной молекуле ДНК составляет 0,34?

Решение:

1) Т.к. каждая аминокислота кодируется тремя нуклеотидами, то:

$$158 \times 3 = 474 \text{ (нуклеотида)}$$

2) Находим длину гена:  $474 \times 3,4 = 161,16 \text{ (нм)}$

Пример № 4. В синтезе белковой молекулы приняли участие 145 молекул т-РНК. Определите число нуклеотидов в и-РНК, гене ДНК и количество аминокислот в синтезированной молекуле белка.

Решение:

1) Т.к. каждая т-РНК переносит 1 аминокислоту, то число аминокислот в данном белке = 145.

2) Так как каждая аминокислота кодируется тремя нуклеотидами, то число нуклеотидов в

и-РНК будет:  $145 \times 3 = 435$ .

3) Т.к. и-РНК синтезируется по нити ДНК, то число нуклеотидов в одной нити ДНК = 435, а в двух цепях  $435 \times 2 = 870$ .

Пример № 5. В диссимиляцию вступило 10 молекул глюкозы. Определить количество АТФ после гликолиза, после энергетического этапа и суммарный эффект диссимиляции.

Решение:

Запишем уравнение гликолиза  $C_6H_{12}O_6 = 2 \text{ ПВК} + 4H + 2 \text{ АТФ}$ . Поскольку из одной молекулы образуется 2 молекулы ПВК и 2 АТФ, следовательно, синтезируется 20 АТФ. После энергетического этапа диссимиляции образуется 36 молекул АТФ (при распаде 1 молекулы глюкозы), следовательно, синтезируется 360 АТФ. Суммарный эффект диссимиляции равен  $360 + 20 = 380 \text{ АТФ}$

Задачи для самостоятельного решения:

1. В диссимиляцию вступило 15 молекул глюкозы. Определить количество АТФ после гликолиза, после энергетического этапа и суммарный эффект диссимиляции.

2. Фрагмент одной из цепей ДНК имеет следующее строение: ГГЦТЦАГЦТТЦ. Постройте на ней и РНК и определите последовательность аминокислот во фрагменте молекулы белка.

3. Фрагмент ДНК состоит из 72 нуклеотидов. Определите число триплетов и нуклеотидов в и — РНК, а также количество аминокислот, входящих в состав образующегося белка.

4. Химическое исследование показало, что 30 % общего числа нуклеотидов данной информационной РНК приходится на урацил, 26 % - на цитозин, 24 % - на аденин. Что можно сказать о нуклеотидном составе соответствующего участка двухцепочечной ДНК, слепком с которого является и-РНК?

5. Полипептидная цепь одного белка животных имеет следующее начало: лизин — глутамин — треонин — аланин— аланин — аланин — лизин...

С какой последовательности нуклеотидов начинается ген, соответствующий этому белку?

Найдите длину данного участка ДНК.

6. Фрагмент ДНК имеет следующую последовательность нуклеотидов АГЦЦГАЦТТГЦЦ. Установите нуклеотидную последовательность т — РНК, которая синтезируется на данном фрагменте, и аминокислоту , которую будет переносить эта т- РНК, если третий триплет соответствует антикодону т- РНК.( Антикодон состоит из трех нуклеотидов, которые комплементарны одному из кодонов и -РНК).

## Раздел 2. Организм. Размножение и индивидуальное развитие организмов

### Тема «Организм — единое целое»

#### ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4

#### Сравнительная характеристика митоза и мейоза.

Цель: Формирование знаний о механизмах митоза и мейоза; раскрытие особенностей протекания каждой фазы митоза и мейоза, закрепление знакомых понятий по данной теме, усвоение терминологии; сравнительная характеристика митоза и мейоза.

Ход работы:

Теоретические сведения

*Митоз* - способ деления эукариотических клеток, при котором каждая из двух вновь возникающих клеток получает генетический материал, идентичный исходной клетке.

Митоз

|         |  |
|---------|--|
| Профаза | спирализация хромосом (укорачиваются), ядерная оболочка и ядрышко распадаются, центриоли расходятся к полюсам и формируется веретено деления |
|---------|--|



|          |   |
|----------|---|
| Метафаза | расположение хромосом в плоскости экватора, клетки состоят из двух сестринских хроматид, соединённых центромерой (перетяжкой)   |
| Анафаза  | центромеры делятся, сестринские хроматиды всех хромосом одновременно отделяются друг от друга и расходятся к противоположным полюсам клетки                               |
| Телофаза | формируется оболочка новых ядер (завершается кариокинез); деспирализуются хромосомы и восстанавливается ядрышко; происходит разделение клетки на две дочерние (цитокинез) |

Митоз – процесс непрямого деления соматических клеток эукариот, в результате которого:

- образуются две дочерние клетки, содержащие столько же хромосом, сколько их было в материнской клетке, т.е. образуются клетки, идентичные родительской.
- В нормальных условиях никаких изменений генетической информации не происходит, поэтому митотическое деление поддерживает генетическую стабильность клетки.
- Митоз лежит в основе роста.
- Митоз лежит в основе бесполого размножения.
- Благодаря митозу осуществляются процессы регенерации и замены отмирающих клеток

*Мейоз* - особый способ деления эукариотических клеток, в результате которого хромосомный набор уменьшается вдвое.

Мейоз включает в себя 2 последовательных деления. Интерфаза между ними либо очень короткая, либо отсутствует вообще. Каждое из двух делений (I и II) состоит из 4-х фаз (как и митоз).

### ***I ДЕЛЕНИЕ***

**ПРОФАЗА I** (46 хромосом, 92 ДНК) - хромосомы уплотняются, гомологичные хромосомы приближаются друг к другу очень близко - конъюгируют. Во время конъюгации может происходить кроссинговер, т.е. хромосомы обмениваются участками. В результате появляются новые комбинации признаков. В конце профазы исчезают ядрышки, разрушается ядерная оболочка, начинается формирование веретена деления.

**МЕТАФАЗА I** - хромосомы, оказавшись в цитоплазме, выстраиваются по «экватору» клетки, к их центромерам присоединяются нити веретена деления.

**АНАФАЗА I** - гомологичные хромосомы начинают расходиться к полюсам клетки. Каждая хромосома состоит 2-х половинок - хроматид.

ТЕЛОФАЗА I - хромосомы деспирализуются, формируется ядерная оболочка, начинается делиться цитоплазма. *Образуются 2 клетки с одинарным (гаплоидным) набором хромосом.*

Интерфаза короткая или почти отсутствует. Удвоение ДНК не происходит!

## II ДЕЛЕНИЕ

ПРОФАЗА II (23 хромосомы, 46 ДНК) - хромосомы уплотняются, ядрышки уменьшаются и исчезают, ядерная оболочка распадается на фрагменты, начинается формироваться веретено деления.

МЕТАФАЗА II - завершается формирование веретена деления, хромосомы выстраиваются по центру клетки, к ним присоединяются нити веретена деления.

АНАФАЗА II - хроматиды отдельных хромосом расходятся к разным полюсам клетки.

ТЕЛОФАЗА II - хромосомы снова деспирализуются, веретено деления исчезает, формируются ядрышки и ядерная оболочка. Делится цитоплазма. В результате второго деления образуются клетки с одинарным (гаплоидным) набором хромосом, *но каждая хромосома состоит из одной хроматиды.*

Биологическое значение мейоза:

- образуются клетки с одинарным набором хромосом.
- обеспечивает наследственную изменчивость организмов благодаря конъюгации и кроссинговеру.

Задание: на основе полученной информации, заполнить таблицу «Сравнительная характеристика митоза и мейоза»

| Сравнение        | Митоз          | Мейоз         |
|------------------|----------------|---------------|
| Сходства         | 1.             |               |
|                  | 2.             |               |
|                  | Различия       |               |
| 1. Число делений | _____ деление. | _____ деления |
| 2. Метафаза      |                |               |
| 3. Конъюгация    | _____          | _____         |

|                           |  |   |
|---------------------------|--|---|
| 4. Интерфаза              |  |   |
| 5. Итог деления           | Образуются _____ клетки (соматические клетки). | Образуются _____ клетки (половые клетки). |
| 6. Где происходит?        | Происходит в _____ клетках                     | Происходит в созревающих _____ клетках    |
| 7. Биологическое значение |  |   |

## Раздел 2. Организм. Размножение и индивидуальное развитие организмов

### Тема «Индивидуальное развитие организма»

#### ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5

Выявление и описание признаков сходства зародышей

человека и других позвоночных,

как доказательство их эволюционного родства

Цель: выявить и описать признаки сходства зародышей человека и других позвоночных как доказательство их эволюционного родства. Формировать правильное отношение к процессу образования эмбриона как к развитию будущего живого организма.

Ход занятия:

1. Изучить краткие теоретические сведения;

Выявить черты сходства зародышей человека и других позвоночных. Выявите черты различия зародышей человека с зародышами свиньи. О чем свидетельствуют сходства и различия зародышей?

2. Сделать вывод по работе;

3. Подготовить защиту работы по контрольным вопросам.

Теоретические сведения:

Основные этапы эмбрионального развития.

Дробление - стадия развития, в ходе которой одноклеточный зародыш (зигота) в результате последовательных митотических делений становится многоклеточным, разделяясь на клетки все более мелкого размера - *бластомеры*. По мере дробления, рыхло лежащие бластомеры располагаются все более компактно, а зародыш

приобретает вид плотного сферического образования - *морулы*. В дальнейшем внутри зародыша формируется полость - *бластоцель*. Такой зародыш, известный как *бластоциста*, состоит из слоя лежащих снаружи клеток, которые в дальнейшем войдут в состав плаценты, и расположенных внутри зародыша клеток *эмбриобласта*, или *внутренней клеточной массы*, которые дадут начало собственно телу зародыша.

Гаструляция - процесс превращения однослойного зародыша в двухслойный (I фаза), а затем и в трехслойный (II фаза). Отграниченные друг от друга слои зародыша, известные как *зародышевые листки*, образуются в результате направленного перемещения и перераспределения клеточных масс внутри зародыша на фоне продолжающегося размножения клеток. Гаструляцию, а также следующую стадию эмбрионального развития (обособление и дифференцировку зачатков) удобно изучать на модельных объектах - куриных эмбрионах, которые по своему строению сходны с зародышами млекопитающих животных и человека на соответствующих этапах. I фаза гаструляции протекает механизмом деламинации и приводит к формированию двух зародышевых листков - наружного, более толстого и тонкого внутреннего. В ходе II фазы гаструляции вследствие направленной и высокоупорядоченной миграции клеточного материала из эпибласта в пространство между наружным и внутренним листками образуется средний зародышевый листок - мезодерма. Области активной миграции клеток служат области *первичной полосы* и *первичного узелка*, на месте которых формируются *первичная бороздка* и *первичная ямка* соответственно.

Обособление и дифференцировка зачатков органов и тканей - этап формирования участков в пределах различных зародышевых листков, которые начинают различаться пространственной организацией, морфологическими, цитохимическими и молекулярно-биологическими особенностями образующих их клеток, а также способностью к образованию тех или иных тканей (*гистобластическими потенциями*).

*Эмбриональные зачатки* - непосредственные источники развития тканей в онтогенезе. Дифференцировка материала среднего зародышевого листка приводит к формированию компактной хорды, играющей роль оси симметрии зародыша, а также мезодермы, которая разделяется на медиально расположенные метамерные участки - *сомиты*, лежащие центрально *нефротомы* и формирующиеся латерально несегментированные участки - *спланхнотомы*, образованные *париетальным* и *висцеральным* листками с расположенной между ними полостью - *целомом*. Под индуцирующим влиянием хорды в эктодерме образуется *нервная пластинка*, превращающаяся в *нервный желобок*, который, углубляясь и смыкаясь по краям, образует нервную трубку.

После выделения нервного зачатка (*нейруляции*) наружный листок превращается в зачаток - *кожную эктодерму*. В ходе последующего развития по мере формирования амниотических и туловищных складок зародыш из плоского становится объемным и обособливается от внезародышевых органов. Материал сомитов дифференцируется на имеющие на этой стадии компактное строение *дерматом* (эмбриональный зачаток, дающий начало соединительной ткани кожи) и *миотом* (зачаток, который служит источником поперечнополосатой скелетной мышечной ткани), а также на приобретающий структуру мезенхимы *склеротом* (зачаток, дающий начало скелетным соединительным тканям - хрящевым и костным). В области нефротомы прослеживаются каналы предпочки, в центральной части энтодерма сворачивается в кишечный желобок, а в дальнейшем - в кишечную трубку. По краям от нервной трубки располагается *нервный гребень* - скопления клеток с нейральной детерминацией, активно мигрирующие в теле зародыша и дающие многочисленные тканевые производные. Отчетливо выявляется парная аорта и сосуды желточного круга кровообращения, содержащие первичные кровяные клетки.

Пространства между компактными эмбриональными зачатками заполняются рыхло расположенными отростчатыми клетками *мезенхимы* - гетерогенного зачатка, дающего разнообразные производные (соединительные, гладкая мышечная и некоторые эпителиальные ткани).

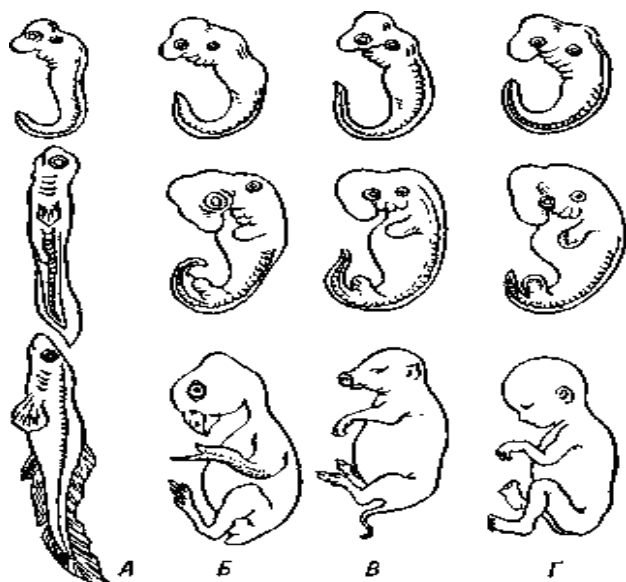
Гистогенез и органогенез - наиболее длительный этап эмбрионального развития, в ходе которого зачатки преобразуются в морфологически идентифицируемые ткани (*гистогенез*) и органы (*органогенез*). Гистогенез и органогенез в эмбриональном периоде протекают одновременно, параллельно друг другу, однако на отдельных этапах развития в некоторых структурах один из этих процессов может происходить активнее другого. Как правило, развитие органов и тканей не полностью заканчивается к концу внутриутробного периода, когда они все еще обладают рядом морфологических и функциональных признаков незрелости, поэтому в течение различных периодов после рождения продолжается их окончательная дифференцировка. Наиболее продолжительное развитие характерно для нервной ткани головного мозга.

Зародышевое сходство. Эмпирическое обобщение К. М. Бэра (1828), т. н. закон зародышевого сходства в онтогенезе всех животных сначала выявляются признаки высших таксономических категорий (типа, класса), в ходе дальнейшей эмбриональной дифференцировки развиваются особенности отряда, семейства, рода, вида и особи. В силу этой закономерности представители разных групп организмов (например, классов подтипа позвоночных) на ранних стадиях эмбриогенеза обычно более сходны друг с другом, чем взрослые особи. Например, в онтогенезе курицы прежде всего

обозначаются характерные черты типа хордовых, позднее — подтипа позвоночных, затем класса птиц, отряда курообразных и т. д.

В основе действия закона зародышевого сходства лежит большая жизнеспособность тех мутантов, у которых фенотипический эффект мутаций проявляется на более поздних стадиях онтогенеза; рано проявляющиеся мутации чаще приводят к нарушениям работы сложных корреляционных систем в развивающемся организме, что ведёт к гибели зародыша. Поэтому онтогенез в целом проявляет тенденцию оставаться консервативным (особенно на ранних стадиях), разных видов есть следствие их филогенетического родства и указывает на общность происхождения, что впервые подчеркнул Ч. Дарвин.

Сходство зародышей разных систематических групп свидетельствует об общности их происхождения.



Последовательные стадии развития зародышей: рыбы (А), курицы (Б), свиньи (В), человека (Г). (Источник: «Биологический энциклопедический словарь.» Гл. ред. М. С. Гиляров; Редкол.: А. А. Бабаев, Г. Г. Винберг, Г. А. Заварзин и др. — 2-е изд., исправл. — М.: Сов. Энциклопедия, 1986

У животных встречаются циклы развития с полным и неполным превращением. Цикл развития с полным превращением включает в себя несколько личиночных стадий. Например, яйцо, гусеница, куколка, бабочка. Цикл развития с неполным превращением включает в себя только одну личиночную стадию. Например, икринка, головастик, лягушка.

Индивидуальное развитие человека. Репродуктивное здоровье человека. Эмбриональный период развития — период, начинающийся с оплодотворения и представляющий собой процесс формирования сложного многоклеточного организма, в котором представлены все системы органов.

Постэмбриональный период развития – период, начинающийся с завершения эмбрионального и включающий в себя половое созревание, взрослое состояние, старость и заканчивающийся смертью.

Репродуктивное здоровье – состояние полного физического и социального благополучия, а не только отсутствие заболеваний репродуктивной системы, нарушения ее функций и/или процессов в ней, а также способность к воспроизведению.

Клетки зародыша очень чувствительны к неблагоприятным воздействиям из окружающей среды. Особо опасным является никотин, алкоголь и наркотики, проникающие в эмбрион через плаценту от матери. Ребенок рождается с алкогольной или никотиновой зависимостью, с поврежденной нервной или эндокринной системой, иногда – с уродствами. Здоровый образ жизни — образ жизни человека, направленный на профилактику болезней и укрепление здоровья.

Смерть – это прекращение жизнедеятельности организма. Однако смерть необходима для эволюционного процесса. Без смерти не происходила бы смена поколений – одна из основных движущих сил эволюции.

Задания для самостоятельного выполнения:

1. Изучите этапы индивидуального развития зародыша.
2. Заполните таблицу:

Этапы индивидуального развития человека

| Этап | Характеристика |
|------|----------------|
|      |                |

3. Запишите какие системы органов формируются из эктодермы, энтодермы, мезодермы.

Внесите в таблицу соответствующие цифры.

| Зародышевый листок   | Органы и структуры организма  |
|--|---|
| Эктодерма  |   |
| Энтодерма  |   |
| Мезодерма  |   |
| 1. Блуждающий нерв<br>2. Головной мозг<br>3. Желудок<br>4. Кровеносные сосуды<br>5. Легкие<br>6. Мышцы<br>7. Печень<br>8. Половые железы | 9. Почки<br>10. Сердце<br>11. Скелет<br>12. Слюнные железы<br>13. Спинной мозг<br>14. Толстый кишечник<br>15. Эпидермис кожи<br>16. |

Вопросы для самоконтроля:

1. Какое влияние оказывает алкоголь, никотин, наркотические вещества на развитие зародыша человека?
2. Что понимают под здоровым образом жизни?
3. Каково биологическое значение смерти как финальной стадии онтогенеза?
4. Какие типы постэмбрионального развития существуют. Чем отличаются эти типы развития? Приведите примеры животных, для которых они характерны?

Вывод: \_

Раздел 3. Основы генетики и селекции.

Тема «Основы учения о наследственности и изменчивости».

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 6

### Решение генетических задач

Цель: на конкретных примерах показать, как наследуются признаки, каковы условия их проявления, что необходимо знать и каких правил придерживаться при решении задач; продолжить формировать знания о моногибридном скрещивании и отклонении от первого закона Г. Менделя.

Материально – техническое обеспечение: Таблицы: «Моногибридное скрещивание гороха», «Промежуточное наследование ночной красавки»

Ход занятия:

1. Изучить краткие теоретические сведения
2. Вспомнить основные законы наследования признаков.
3. Коллективный разбор задач на моногибридное скрещивание.
4. Самостоятельное решение задач на моногибридное скрещивание, подробно описывая ход решения и сформулировать полный ответ.
5. Коллективное обсуждение решения задач между студентами и преподавателем.
6. Сделать вывод.



Теоретические сведения

Гены – элементарные единицы наследственности, участки ДНК хромосом

Наследственность - свойство организмов повторять в ряду поколений сходные признаки и свойства

Изменчивость – способность организма приобретать новые признаки

Гибридологический метод – скрещивание организмов, отличающихся друг от друга какими-либо признаками, и последующий анализ характера наследования этих признаков у потомства

Чистые линии – генотипически однородное потомство, гомозиготное по большинству генов

Моногибридное скрещивание – скрещивание, при котором родительские организмы отличаются друг от друга лишь по одному признаку

Аллельные гены – гены, лежащие в одинаковых участках гомологичных хромосом и отвечающие за развитие одного признака

Альтернативные признаки – противоположные (красный – белый; высокий – низкий)

Гомологичные хромосомы – парные, одинаковые

Гомозигота – организм, содержащий два одинаковых аллельных гена

Гетерозигота - организм, содержащий два разных аллельных гена

Доминантный признак – преобладающий, подавляющий

Рецессивный признак - подавляемый

Первый закон Менделя (правило единообразия первого поколения) – при скрещивании двух гомозиготных организмов (чистых линий), отличающихся друг от друга одним признаком, в первом поколении проявляется признак только одного из родительских организмов. Этот признак называется доминантным, а поколение по данному признаку будет единообразным

Второй закон Менделя (закон расщепления) – при скрещивании между собой особей первого поколения во втором поколении наблюдается расщепление признаков в отношении 3:1 (3ч доминантных и 1ч рецессивных)

Закон чистоты гамет – гаметы чисты, т.е. при формировании гамет в каждую из них попадает только по одному гену из каждой аллельной пары.

Неполное доминирование – это случаи, когда доминантный ген не полностью подавляет рецессивный ген из аллельной пары. При этом будут возникать промежуточные признаки.

Генотип – совокупность генов организма

Фенотип – совокупность всех внешних и внутренних признаков организма

Анализирующее скрещивание – скрещивание особи, генотип которой неизвестен, с особью, гомозиготной по рецессивному гену (aa)

Дигибридное скрещивание – скрещивание особей, которые отличаются друг от друга по двум признакам.

Третий закон Менделя (закон независимого наследования признаков) – при дигибридном скрещивании гены и признаки, за которые эти гены отвечают, сочетаются и наследуются независимо друг от друга

Символы:

P – родительское поколение

F1 - первое поколение потомков

F2 – второе поколение потомков

A – ген, отвечающий за доминантный признак

a – ген, отвечающий за рецессивный признак

♀ - женская особь

♂ - мужская особь

AA – гомозигота по доминантному гену

aa – гомозигота по рецессивному гену

Aa - гетерозигота

Для решения задачи следует составить схему: с алгоритмом действий

| Алгоритм действий   | Пример решения задачи  |
|---|--|
| 1. Чтение условия задачи.   | 1. <i>Задача.</i> При скрещивании двух сортов томатов с гладкой и опушенной кожицей в первом поколении все плоды оказались с гладкой кожицей. Определите генотипы исходных родительских форм и гибридов первого поколения. Какова вероятность получения в потомстве плодов с гладкой кожицей? Плодов с опушенной кожицей?                  |
| 2. Введение буквенного обозначения доминантного и рецессивного признаков.                       | 2. <i>Решение.</i> Если в результате скрещивания все потомство имело гладкую кожицу, то этот признак - доминантный (А), а опушенная кожица – рецессивный признак (а).  |
| 3. Составление схемы 1-го скрещивания, запись фенотипов, а затем генотипов родительских особей. | 3. Так как скрещивались чистые линии томатов, родители были гомозиготными.<br>P фенотип ♀ гладкая х ♂ опушенная<br>кожица кожица<br>P генотип ♂ AA х ♀ aa  |
| 4. Запись типов гамет, которые могут образовываться во время мейоза.                            | 4. <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">↓<br/>G A</div> <div style="text-align: center;">↓<br/>a</div> </div> (Гомозиготные особи дают только один тип гамет.)  |
| 5. Определение генотипов и фенотипов потомков, образующихся в результате оплодотворения.        | 5.<br>F <sub>1</sub> генотип Aa<br>фенотип гладкая кожица  |
| 6. Составляем схему второго скрещивания.  | 6.<br>P фенотип ♀ гладкая х ♂ гладкая<br>кожица кожица<br>P генотип ♂ Aa х ♀ Aa  |
| 7. Определяем гаметы, которые дает каждая особь.  | 7. <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">↓<br/>G A a</div> <div style="text-align: center;">↓<br/>A a</div> <div style="text-align: center;">↓<br/>A a</div> <div style="text-align: center;">↓<br/>a</div> </div> (Гетерозиготные особи дают два типа гамет). |

|  |  |    |   |   |   |  |  |   |    |    |   |    |    |
|--|--|----|---|---|---|--|--|---|----|----|---|----|----|
| 8. Составляем решетку Пеннета и определяем генотипы и фенотипы потомков.       | 8.<br>F <sub>2</sub> Генотип<br><table><tr><td>♂</td><td>A</td><td>a</td></tr><tr><td>♀</td><td></td><td></td></tr><tr><td>A</td><td>AA</td><td>Aa</td></tr><tr><td>a</td><td>Aa</td><td>Aa</td></tr></table><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br>Aa    Aa    Aa                    aa гл.                    гл.                    гл.    опуш. | ♂  | A | a | ♀ |  |  | A | AA | Aa | a | Aa | Aa |
| ♂  | A  | a  |   |   |   |  |  |   |    |    |   |    |    |
| ♀  |  |    |   |   |   |  |  |   |    |    |   |    |    |
| A  | AA   | Aa |   |   |   |  |  |   |    |    |   |    |    |
| a  | Aa   | Aa |   |   |   |  |  |   |    |    |   |    |    |
| 9. Отвечаем на вопросы задачи полными предложениями, записывая все вычисления. | 9. Вероятность появления в F <sub>2</sub> плодов с гладкой кожицей:<br>4 - 100%<br>3 - $x \cdot x = (3 \times 100):4 = 75\%$<br><br>Вероятность появления в F <sub>2</sub> плодов с опушенной кожицей:<br>100%-75% =25%.   |    |   |   |   |  |  |   |    |    |   |    |    |
| 10. Записываем ответ по образцу  | 10. Ответ: AA, aa, Aa / 75%, 25%.  |    |   |   |   |  |  |   |    |    |   |    |    |

Задания для самостоятельного выполнения:

Задача 1.

Гомозиготную черную крольчиху скрестили с гомозиготным белым кроликом. Определите генотипы и фенотипы крольчат первого поколения. Произойдет ли расщепление гибридного потомства? Какие законы и правила Менделя здесь проявляются?

Задача 2

Гетерозиготную черную крольчиху скрестили с таким же кроликом. Определите формулу расщепления гибридного потомства по генотипу и фенотипу.

Задача 3.

Определите и запишите в генном выражении вероятность рождения светловолосых детей в следующих случаях:

- а) оба родителя гомозиготные темноволосые;
- б) один гомозиготный темноволосый, другой светловолосый; в) один гетерозиготный темноволосый, другой светловолосый; г) оба гетерозиготные по признаку темноволосости;
- д) один гомозиготный темноволосый, другой гетерозиготный темноволосый;
- е) оба родителя светловолосые.

Задача 4.

Голубоглазый мужчина, оба родителя которого имели карие глаза, женился на кареглазой женщине, у отца которой глаза карие, а у ее матери – голубые. От этого брака родился один голубоглазый сын. Определите генотипы каждого из упомянутых лиц и составьте схему их родословной.

Задача 5.

У Володи и его родного брата Коли глаза серые, а у их сестры Наташи

– голубые. Мама у этих детей голубоглазая, ее же родители имели серые глаза. Как наследуется голубая и серая окраска глаз? Какой цвет глаз у папы Володи, Коли и Наташи? Каковы генотипы всех членов семьи? Дайте аргументированный ответ.

Задача 6.

Нормальный слух у человека обусловлен доминантным геном S, а наследственная глухонмота определяется рецессивным геном s. От брака глухонемой женщины с нормальным мужчиной родился глухонемой ребенок. Определите генотипы родителей.

Задача 7.

У человека карий цвет глаз (B) доминирует над голубым (b);

а) гомозиготный кареглазый мужчина женился на гомозиготной голубоглазой женщине. Какой цвет глаз будут иметь их дети?

б) гетерозиготная кареглазая женщина вышла замуж за гетерозиготного кареглазого мужчину. Может ли ребенок от этого брака быть голубоглазым?

Задача 8.

Ген карих глаз доминирует над геном голубых глаз. Голубоглазый мужчина, родители которого имели карие глаза, женился на кареглазой женщине, у отца которой глаза были голубые, а у матери — карие. Какое потомство можно ожидать от этого брака?

Задача 9.

У человека ген полидактилии (шестипалости) (P) является доминантным по отношению к гену (p), детерминирующему нормальное строение кисти:

а) от брака гетерозиготного шестипалого мужчины с женщиной с нормальным строением родились два ребенка — пятипалый и шестипалый. Определите генотип детей;

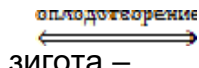
б) гомозиготный шестипалый мужчина женился на пятипалой женщине. От этого брака родился один ребенок. Определите его генотип и фенотип.

Вопросы для самоконтроля:

*Вариант I.*

*Напишите соответствующие символы:*

1. Доминантный ген – ...

2. Рецессивный ген – ...
3. Гомозигота – ...
4. Гетерозигота – ...
5. Дигетерозигота – ...
6. Сорты гамет, образующиеся при мейозе диплоидной клетки гетерозиготного родителя ( $AaBb$ ), – ...
7. Гамета  $A$  + гамета  $a$   зигота – ...
8. По фенотипу формула расщепления: 3 черные, 1 белый; формула по генотипу –
9. Родители – ... Дети – ... Внуки –
10. Генотип белой крольчихи – ... (белая окраска шерсти – рецессивный признак).

### Вариант II.

Заполните пропуски в тексте.

Г. Мендель, скрещивая растения, отличающиеся по   , установил следующие закономерности: наследование признака определяется дискретными факторами -       . Если в потомстве проявляется признак только одного из родителей, то такой признак называется   .

Признак второго родителя, проявляющийся не в каждом поколении, называется   .

При скрещивании двух организмов, относящихся к разным чистым линиям и отличающихся друг от друга    признаком, всё    потомство окажется        и будет по фенотипу похоже на родителя с        признаком.

### Раздел 3. Основы генетики и селекции.

Тема «Основы учения о наследственности и изменчивости».

### ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 7

Решение задач по дигибридному скрещиванию

Цель:

обобщить знания о материальных основах наследственности и изменчивости; закрепить знания по решению разных типов генетических задач; отработать символику и терминологию, необходимых для решения задач.

Материально – техническое обеспечение: методические указания по выполнению работы, таблицы: «Дигибридное скрещивание»

Ход занятия:

1.Актуализация опорных знаний:

1. Что такое дигибридное скрещивание?
2. Как формулируется третий закон Г. Менделя?
3. На основании каких наблюдений сделан вывод о свободном комбинировании гамет во втором поколении?
4. Что такое анализирующее скрещивание?
5. Каковы цитологические основы дигибридного скрещивания?
6. В чем заключается смысл третьего закона Г. Менделя? Каковы связи между вторым и третьим законами Г. Менделя?
7. От чего зависит количество гамет, образуемых организмом?
8. Сколько типов гамет образуют организмы со следующей генетической структурой: АаВв; АаВв; АаВв; АаВв; АА ВВ СС; Аавв СС; АаВвСс.

2. Для решения задачи следует составить схему с алгоритмом действия.

3. Выполнение самостоятельной работы.

Образец выполнения задач:

У человека темный цвет волос (А) доминирует над светлым цветом (а), карий цвет глаз (В) – над голубым (b). Запишите генотипы родителей, возможные фенотипы и генотипы детей, родившихся от брака светловолосого голубоглазого мужчины и гетерозиготной кареглазой светловолосой женщины.

Светловолосый голубоглазый мужчина ааbb. Гетерозиготная кареглазая светловолосая женщина ааВb.

Для решения задачи следует составить схему:

|                |                |               |       |
|----------------|----------------|---------------|-------|
| P              | ♂ааbb          | х             | ♀ааВb |
| G              | ab             |               | aB    |
|                |                |               | ab    |
| F <sub>1</sub> | ааВb           | ааbb          |       |
|                | светл. карегл. | светл. голуб. |       |

Задача 1. Врожденная близорукость наследуется как аутосомный доминантный признак, отсутствие веснушек – как аутосомный рецессивный признак. Признаки находятся в разных парах хромосом. У отца врожденная близорукость и отсутствие веснушек, у матери нормальное зрение и веснушки. В семье трое детей, двое близорукие без веснушек, один с нормальным зрением и с веснушками. Составьте схему решения

задачи. Определите генотипы родителей и родившихся детей. Рассчитайте вероятность рождения детей близоруких и с веснушками. Объясните, какой закон имеет место в данном случае.

Задача 2. При скрещивании двух сортов томата с красными шаровидными и желтыми грушевидными плодами в первом поколении все плоды красные, шаровидные. Определите генотипы родителей, гибридов первого поколения, соотношение фенотипов второго поколения.

Задача 3. При скрещивании растения арбуза с длинными полосатыми плодами с растением, имеющим круглые зеленые плоды, в потомстве получили растения с длинными зелеными и круглыми зелеными плодами. При скрещивании такого же арбуза (с длинными полосатыми плодами) с растением, имеющим круглые полосатые плоды, все потомство имело круглые полосатые плоды. Определите доминантные и рецессивные признаки, генотипы всех родительских растений арбуза.

Задача 4. У собак чёрная шерсть доминирует над коричневой, а длинная шерсть над короткой (гены не сцеплены). От чёрной длинношёрстной самки при анализирующем скрещивании получено потомство: 3 чёрных длинношёрстных щенка, 3 коричневых длинношёрстных. Определите генотипы родителей и потомства, соответствующие их фенотипам. Составьте схему решения задачи. Объясните полученные результаты.

Задача 5. Голубоглазый правша, отец которого был левшой, женился на кареглазой левше из семьи, все члены которой в течение нескольких поколений имели карие глаза. Какое потомство следует ожидать от этого брака?

Задача 6. Кареглазый правша женится на голубоглазой правше. Их первый ребёнок правша и имеет голубые глаза.

Какова вероятность рождения второго ребёнка с таким же сочетанием признаков?

Задача 7. Если женщина с веснушками (А) и курчавыми волосами (В), отец которой не имел веснушек и имел прямые волосы, выходит замуж за мужчину с веснушками и прямыми волосами (оба его родителя имели такие же признаки), то какие дети у них могут быть?

Задача 8. У крупного рогатого скота ген комолости доминирует над геном рогатости, а ген черного цвета шерсти — над геном красной окраски. Обе пары генов находятся в разных парах хромосом.

Задача 9. Какими окажутся телята, если скрестить гетерозиготных по обеим парам признаков быка и корову?

Задача 10. Какое потомство следует ожидать от скрещивания черного комолого быка, гетерозиготного по обеим парам признаков, с красной рогатой коровой?



Вопросы для самоконтроля:

*Вариант I.*

*Выпишите номера верных суждений.*

1. Наследственность – это способность родителей передавать свои признаки следующему поколению.
2. Фенотип – это совокупность генов определенной клетки или организма.
3. В результате мейоза происходит уменьшение числа хромосом в 2 раза.
4. Моногибридное скрещивание – это скрещивание по двум парам признаков.
5. Для определения генотипа организма проводится анализирующее скрещивание.
6. Обмен участками гомологичных хромосом называется конъюгацией.
7. Признак, передающийся по наследству при гибридизации, но не проявляющийся у гибридов первого поколения, называется доминантным.
8. Хромосомы, одинаковые у самца и у самки, называются аутосомами.
9. Особи, в потомстве которых обнаруживается расщепление, называются гомозиготными.
10. Явление сцепленного наследования открыл Т. Морган.
11. Гемофилия – сцепленное с полом наследственное заболевание.
12. В норме набор половых хромосом у женщины – XX.

*Вариант II.*

*Выпишите номера верных суждений.*

1. Модификационная изменчивость связана с изменением генотипа.
2. Каждый организм обладает свойствами наследственной изменчивости.
3. Нормой реакции называют пределы мутационной изменчивости признака.
4. Мутации происходят в хромосомах под влиянием внешних и внутренних факторов.
5. Серповидно клеточная анемия возникает в результате хромосомной мутации.
6. Полиплоидия – это кратное увеличение количества хромосом.
7. Для изучения генетики человека используется гибридологический метод.
8. Неидентичные близнецы развиваются из одной яйцеклетки.
9. Генеалогический метод основан на изучении количества и структуры хромосом.
10. Все различия разнояйцевых близнецов обусловлены влиянием внешней среды.

11. У родителей, состоящих в родстве, вероятность рождения аномальных детей возрастает в несколько раз.
12. Генотип – это совокупность всех генов организма.

*Вариант III.*

*Вместо точек подберите соответствующие термины или фамилию учёного.*

1. Элементарная единица наследственности, представленная отрезком молекулы ДНК – ...
2. Скрещивание, приводящееся для определения генотипа организма – ...
3. Хромосомы, одинаковые у самца и у самки, – ... .
4. В норме набор половых хромосом у мужчины – ... .
5. Форма изменчивости организмов, возникающая при изменении условий существования и не затрагивающая генотип организма, – ... .
6. Вновь возникающие изменения в генотипе – ... .
7. Мутации, связанные с изменением структуры ДНК, – ... .
8. Мутации, связанные с изменением структуры и набора хромосом, –
9. Кратное увеличение числа хромосом – ... .
10. Для изучения генетики человека используют методы: ..., ..., ... .
11. Все различия однояйцевых близнецов обусловлены влиянием ... .
12. Близкородственное скрещивание – ... .

Раздел 3. Основы генетики и селекции.

Тема «Основы учения о наследственности и изменчивости».

**ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 8**

Генетика пола. наследование признаков, сцепленных с полом

Цель: на основании знаний закона Т. Моргана уметь прогнозировать наследование признаков у человека и других организмов при полном и неполном сцеплении генов, на конкретных примерах показать, как наследуются признаки, сцепленных с полом, что необходимо знать и каких правил придерживаться при решении задач; отработать символику и терминологию, необходимых для решения задач.

Материально – техническое обеспечение: методические указания по выполнению работы таблица «Механизм определения пола», «Кариотип у человека», «Наследование гемофилии».

Ход занятия:

1. Актуализация опорных знаний

1. Что такое пол организма?
2. Какие типы хромосом вам известны?
3. Сколько аутосом в генотипе человека?
4. Какие хромосомы называются половыми?
5. Какой пол называется гомогаметным и какой – гетерогаметным?
6. Как наследуется пол у млекопитающих?
7. Что такое наследование признаков, сцепленных с полом?
8. Где у человека расположен ген, вызывающий гемофилию?
9. Кому передаются гены, находящиеся в Y-хромосоме?
2. Изучить краткие теоретические сведения;

*Вариант 1.*

Задача: Носительница гемофилии вышла замуж за здорового мужчины. Какие могут родиться дети?

*Для решения задачи следует составить схему:*

Решение:

|   |             |             |
|---|-------------|-------------|
| P | ♀ $X^H X^h$ | × ♂ $X^H Y$ |
| G | $X^H, X^h$  | $X^H, Y$    |

F<sub>1</sub>

$X^H X^H$  девочка, здоровая (25%)  
 $X^H X^h$  девочка, здоровая, носительница (25%)  
 $X^H Y$  мальчик, здоровый (25%)  
 $X^h Y$  мальчик, больной гемофилией (25%).

*Вариант II.*

*Для решения задачи следует составить схему*

| Алгоритм действий         | Пример решения задачи  |
|---------------------------|--|
| 1. Чтение условия задачи. | 1. <i>Задача.</i> У женщины, у которой отсутствует потовыделение (заболевание по-другому называется ангидрозная эктодермальная дисплазия) и мужчины, не имеющего указанного дефекта, рождается сын. Определить, унаследует ли ребенок болезнь матери, или же мальчик будет таким же здоровым, как и его отец, если известно, что ген, ответственный за развитие этой болезни, - рецессивный ген, локализованный в X-хромосоме. Рассчитать: если вторым ребенком в этой семье |

|  |  |
|--|--|
|  | будет девочка, нормально ли будут работать у нее потовые железы? |
|--|--|

|   |   |
|---|---|
| 2. Введение буквенного обозначения доминантного и рецессивного признаков.                       | 2. <i>Решение.</i><br><br>а) Обозначим гены, контролирующие признаки:<br>А- нормальное потоотделение<br>а- нарушенное потоотделение |
| 4. Составление схемы 1-го скрещивания, запись фенотипов, а затем генотипов родительских особей. | 3.<br>Р фенотип ♀ нарушенное потоотделение      ♂ нормальное потоотделение<br>Р генотип ♂ $X^aX^a$ x      ♀ $X^AY$                  |
| 4. Запись типов - гамет, которые могут образовываться во время мейоза.                          | 4.<br>↓      ↓      ↓<br>G $X^aX^A$ у   |
| 5. Определение - генотипов и фенотипов потомков, образующихся в результате оплодотворения.      | 5.<br>F <sub>1</sub> генотип $XAX^a$ $X^AY$<br>фенотип нормальное потоотделение      нарушенное потоотделение                       |
| 6. Отвечаем на - вопросы задачи -   | Мальчик, который уже родился, и все остальные мальчики, которые могут появиться в этой семье в обозримом будущем, непременно будут  |

|   |   |
|---|---|
| полными<br>предложе-<br>ниями, записывая<br>все вычисления. | страдать нарушением потоотделения<br><br>Напротив, 100% потомков женского пола, которые могут появиться в этой семье, будут характеризоваться наличием потоотделения.<br>2 - 100%<br>1 - $x$ $x = (1 \times 100) : 2 = 50\%$<br>100% - 50% = 50%. |
| 7. Записываем<br>ответ по образцу                           | 10. Ответ: $X^A X^a$ $X^A Y$<br>50% 50%   |

Задания для самостоятельного выполнения:

Задача 1. У человека признак гемофилии рецессивен и сцеплен с полом (ген локализуется в X-хромосоме и не имеет аллеля в Y-хромосоме). Девушка, отец которой страдал гемофилией, выходит замуж за здорового по этому признаку мужчину. Каких детей можно ожидать от этого брака?

Задача 2. У человека дальтонизм определяется рецессивным аллелем гена, расположенного в X-хромосоме и не имеющего аллельного гена в Y-хромосоме. От брака родителей с нормальным зрением родился ребенок дальтоник. Каков пол ребенка?

Задача 3. Гемофилия (несвертываемость крови) определяется рецессивным геном, сцепленным с полом. В семье мужчина и женщина здоровы, однако мать женщины страдала гемофилией.

Какова вероятность того, что у их первого ребенка кровь будет свертываться плохо?

Увеличится ли вероятность рождения больного ребенка, если вдруг выяснится, что и отец мужчины также был болен гемофилией?

Какова вероятность рождения дочерей, несущих ген гемофилии?

Если бы эта женщина вышла замуж за больного мужчину, то с какой вероятностью ее дети могли бы родиться здоровыми?

Какой у них был бы пол?

Задача 4. Мужчина-дальтоник женится на женщине с нормальным зрением, отец которой был дальтоником. Каким будет зрение у их детей?

Задача 5. У человека цветовая слепота – сцепленный с полом рецессивный признак.

В большой семье у всех дочерей зрение нормальное, а все сыновья плохо различают цвета.

Может ли мать быть гетерозиготной по этому гену? Есть ли дефект зрения у отца?

Могли бы у здоровых родителей родиться дети с этим дефектом? С какой вероятностью это могло бы случиться?

Могут ли женщины страдать цветовой слепоты.

Задача 6. Синдром ОФД (оро-фацио-дигитальный синдром или рото-лице-пальцевой синдром) приводит к гибели эмбрионов мужского пола и характеризуется множественными пороками развития. У гетерозиготных женщин признаки ОФД выражены слабо. Женщины со слабо выраженными признаками синдрома имеют здоровую дочь. Две первые беременности закончились спонтанными выкидышами плодов мужского пола. Каков генотип женщины? Генотип погибших эмбрионов? Какова вероятность рождения у этой женщины второй здоровой дочери?

Вопросы для самоконтроля:

*Вариант I.*

1. Кариотип - ...
2. Аутосомами - ...
3. Половыми - ...
4. Гомогаметный пол - ...
5. Гетерогаметный пол – ...
6. Гемофилия – ...
7. Дальтонизм – ...
8. Гомологичные хромосомы – ...
9. Геном – ...
10. Сцепленное с полом наследование - ...

*Вариант II.*

*Заполните пропуски в тексте.*

Современная теория наследования пола была разработана \_\_\_\_\_ и его сотрудниками в начале XX века.

Аллельные гены в \_\_\_\_\_ - и \_\_\_\_\_ - хромосомах наследуются в соответствии с законами Менделя.

Гены, расположенные в одной хромосоме, называются \_\_\_\_\_.

Признаки, гены которых локализованы в половых хромосомах, называют\_\_\_\_\_.

Пол, который формирует гаметы, одинаковые по половой хромосоме, называется \_\_\_\_\_и обозначается\_\_\_\_\_.

Пол, который формирует гаметы, неодинаковые по половой хромосоме, называется \_\_\_\_\_и обозначается как\_\_\_\_\_.

У дрозофилы и человека женский пол является\_\_\_\_, а мужской\_\_\_\_\_.

У птиц и рептилий - \_\_\_\_\_самцы, а самки - \_\_\_\_\_.

Раздел 3. Основы генетики и селекции.

Тема «Закономерности изменчивости».

### ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 9

Построение вариационного ряда и вариационной кривой, изменчивость

Цель: познакомить студента со статистическими закономерностями модификационной изменчивости, выработать умение строить вариационный ряд и график изменчивости данного признака.

Материально – техническое обеспечение: методические указания по выполнению работы, линейка, карандаш, список студентов группы.

Ход занятия:

1. Измерить рост студентов группы;
2. Сгруппировать по росту;
3. Построить график, нанести на него средний, максимальный, минимальный рост студентов группы;
4. Построить вариационную кривую;
5. Подготовить защиту работы по контрольным вопросам.

Теоретические сведения

Мутационная изменчивость— это изменения ДНК клетки (изменение строения и количества хромосом). Возникают под действием ультрафиолета, радиации (рентгеновских лучей) и т.п. Передаются по наследству, служат материалом для естественного отбора (мутационный процесс – одна из движущих сил эволюции).

Комбинативная изменчивость возникает при рекомбинации (перемешивании) генов отца и матери. Источники:

Кроссинговер при мейозе (гомологичные хромосомы тесно сближаются и меняются участками).

- 1) Независимое расхождение хромосом при мейозе.

## 2) Случайное слияние гамет при оплодотворении.

Пример: у цветка ночная красавица есть ген красного цвета лепестков А, и ген белого цвета а. Организм Аа имеет розовый цвет лепестков, этот признак возникает при сочетании (комбинации) красного и белого гена.

Модификационная изменчивость возникает под действием окружающей среды. По наследству не передаётся, потому что при модификациях меняется только фенотип (признак), а генотип не меняется. Отличия

от мутаций. Норма реакции — способность генотипа формировать в онтогенезе, в зависимости от условий среды, разные фенотипы. Она характеризует долю участия среды в реализации признака и определяет модификационную изменчивость вида. Чем шире норма реакции, тем больше влияние среды и тем меньше влияние генотипа в онтогенезе.



Один и тот же ген в разных условиях среды может реализоваться в несколько проявлений признака (фенов). В каждом конкретном онтогенезе из спектра проявлений признака реализуется только один. Аналогично один и тот же генотип в разных условиях среды может реализоваться в целый спектр потенциально возможных фенотипов, но в каждом конкретном онтогенезе реализуется только один фенотип. Под наследственной нормой реакции понимают максимально возможную ширину этого спектра: чем он шире, тем шире норма реакции. Фенотипическое значение любого количественного признака (Ф) определяется, с одной стороны, его генотипическим значением (Г), с другой стороны — влиянием среды (С):

Ход работы:

Задания для самостоятельного выполнения:

1. Измерить рост каждого студента в группе, округлить цифры (на-  
пример, если рост составляет 165,7 см, запишите, что рост — 166 см)
2. Количество студентов с повторяющимся ростом, полученные данные запишите в таблицу.  
(Сгруппируйте полученные цифры, которые отличаются друг от друга на 5 см (150—155 см, 156—160 см и т. д.) и подсчитайте количество учеников, входящих в каждую группу. Полученные данные запишите: Количество учащихся ... 2 Рост, в см 145—150).
3. Постройте вариационный ряд роста студентов, а также вариационную кривую, откладывая по горизонтали рост в сантиметрах, а по вертикали количество повторов с данным ростом.
4. Вычислите средний рост студентов вашей группы по формуле (путем деления суммы всех измерений на общее число измерений)
5. Вычислите и отмерьте на графике средний рост.
6. После ваших исследований сделайте вывод и ответьте на вопросы:
  - а) какой рост учеников вашей группы встречается часто, какой редко.
  - б) какие отклонения встречаются в росте учащихся.
  - в) каковы причины разного роста.

Студенты: 1.

| Номер<br>п/п | Фамилия студента | Рост<br>в см |
|--------------|------------------|--------------|
| 1            |                  |              |
| 2            |                  |              |
| 3            |                  |              |

|    |  |  |
|----|--|--|
| 4  |  |  |
| 5  |  |  |
| 6  |  |  |
| 7  |  |  |
| 8  |  |  |
| 9  |  |  |
| 10 |  |  |
| 11 |  |  |
| 12 |  |  |
| 13 |  |  |
| 14 |  |  |

| Номер<br>п/п | Фамилия студента | Рост<br>в см |
|--------------|------------------|--------------|
| 15           |                  |              |
| 16           |                  |              |
| 17           |                  |              |
| 18           |                  |              |
| 19           |                  |              |
| 20           |                  |              |
| 21           |                  |              |
| 22           |                  |              |
| 23           |                  |              |
| 24           |                  |              |
| 25           |                  |              |
| 26           |                  |              |
| 27           |                  |              |
| 28           |                  |              |

Образец

| Число студентов | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   |
|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                 | 160 |     |     |     |     |     |
|                 |     | 165 |     |     |     |     |
|                 |     |     | 170 |     |     |     |
|                 |     |     |     | 175 |     |     |
|                 |     |     |     |     | 180 |     |
|                 |     |     |     |     |     | 185 |

$$\text{Средний рост} = 160 \times 3 + 165 \times 4 + 170 \times 5 + 175 \times 8 + 180 \times 9 + 185 \times 4 = 175$$

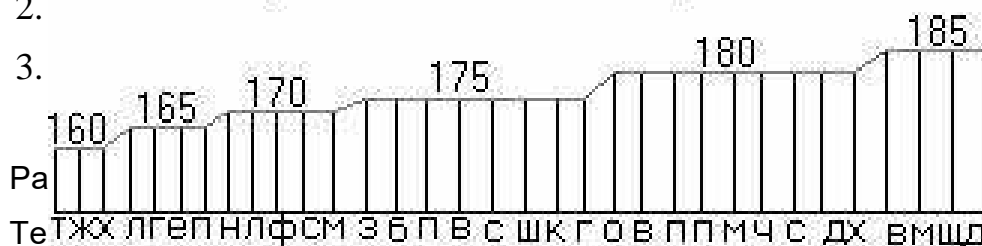


Вопросы для самоконтроля:

1. **Вариационная кривая** реакции?

2.

3.



э учение.

».

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 10

. Анализ и оценка различных гипотез происхождения жизни.

Цель: знакомство с различными гипотезами происхождения жизни на Земле.

Ход работы.

1. Прочитать теоретические сведения

2. Заполнить таблицу:

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

|          |          |  |
|----------|----------|--|
| гипотезы | гипотезы |  |
|          |          |  |

## Теоретические сведения

### «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 нее особенности жизни сводятся к обмену веществ, а затем его моделирование объявляется решенном загадки возникновения жизни.

*Гипотеза Дж. Бернала* 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. Итак, по гипотезе Войткевича первоначально появилась жизнь биохимическая, а в ходе ее эволюции появились отдельные организмы.

Контрольные вопросы: Какой теории придерживаетесь вы лично? Почему?

#### Вывод:

Раздел 4 Происхождение и развитие жизни на Земле.

Эволюционное учение.

Тема «Микроэволюция и макроэволюция»

### ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 11

Описание особей одного вида по морфологическим критериям.

Цель: научиться выявлять морфологические признаки животных, растений; определить, можно ли по морфологическим признакам судить о принадлежности организма к определенному виду.

Оборудование и материалы: рисунки, гербарные образцы.

Ход работы

#### I. Изучение растений.

1. Рассмотрите предложенные образцы растений, сравните их.



2. На основании сравнения, составьте морфологическую характеристику двух растений одного рода, заполните таблицу.

| Признак для сравнения   | Образец №<br>1<br>Видовое<br>название:<br>_____ | Образец №<br>2<br>Видовое<br>название:<br>_____ |
|---|---|---|
| Род растения  |   |   |
| Тип корневой системы  |   |   |
| Стебель (древесный, травянистый, прямостоячий, ползучий, стелющийся и т.п.) |   |   |
| Листья (простые, сложные)   |   |   |
| Жилкование листьев  |   |   |
| Листорасположение   |   |   |
| Цветок или соцветие   |   |   |
| Плод, его название (сочный или сухой, одно- или многосемянный)              |   |   |

3. Черты сходства двух видов растений одного рода \_\_\_\_\_

4. Черты различия двух видов растений одного рода \_\_\_\_\_

5. Можно ли на основании морфологического критерия судить о видовой принадлежности растений?

## II. Изучение животных

1. Рассмотрите рисунки двух животных разных видов одного рода. Сравните их.

2. На основании сравнения, составьте морфологическую характеристику двух животных одного рода, заполните таблицу.

| Признак для сравнения     | Видовое название:<br>_____ | Видовое название:<br>_____ |
|---------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Распространение животного |                            |                            |
| Окрас меха                |                            |                            |
| Длина животного           |                            |                            |
| Масса животного           |                            |                            |
| Строение конечностей      |                            |                            |



|             |  |  |
|-------------|--|--|
| Уши         |  |  |
| Тип питания |  |  |



3. Черты сходства двух видов животных одного рода \_\_\_\_\_

4. Черты различия двух видов животных одного рода \_\_\_\_\_

5. Можно ли на основании морфологического критерия судить о видовой принадлежности животных?

Сделайте общий вывод, на основе анализа своей работы.

Теоретические сведения

Клевер ползучий – многолетнее травянистое растение. Корневая система стержневая. Стебель ползучий, укореняющийся в узлах, ветвистый, голый, часто полый. Листья длинночерешчатые, трёхраздельные, их листочки широкояйцевидные, на верхушке выемчатые. Черешки восходящие, до 30 см длиной. Соцветия головки пазушные, почти шаровидные, рыхлые, до 2 см в поперечнике. Венчик белый или розоватый, по отцветании буреют. В цветке 10 тычинок, девять из них сросшиеся нитями в трубочку, одна – свободная. Плод – боб (продолговатый, плоский, содержит от трёх до четырёх почковидных или сердцевидных семян серо-жёлтого или оранжевого цвета). Начало созревания семян – июнь-июль. Размножается как семенами, так и вегетативно.

Клевер луговой – двулетнее, но чаще многолетнее травянистое растение, достигает в высоту 15-55 см. Ветвистые стебли приподнимающиеся. Листья тройчатые, с широкояйцевидными мелкозубчатыми долями, листочки по краям цельные, с нежными ресничками по краям. Соцветия головки рыхлые, шаровидные, сидят часто попарно и нередко прикрыты двумя верхними листьями. Венчик красный, изредка белый или неоднотонный; чашечка с десятью жилками. Плод – односемянный боб (яйцевидной формы); семена то округлые, то угловатые, то желтовато-красные, то фиолетовые. Цветёт в июне-сентябре. Плоды созревают в августе-октябре. Размножается как семенами, так и вегетативно.

Наиболее известны в России зайцы – беляк и русак. Заяц-беляк: обитает в тундровой, лесной и частично лесостепной зоне Северной Европы, России, Сибири, Казахстана, Забайкалья, Дальнего Востока. Заяц – русак: в пределах России водится по всей Европейской части страны до северных побережий Ладожского и Онежского озер.

Заяц-беляк. Длина тела 44 – 74 см. Хвост в виде пушистого белого шарика, кончики ушей черные. Остальная окраска буроватая или серая летом и чисто-белая зимой. У беляка лапы широкие, с густым опушением, чтобы меньше проваливаться в сугробы (на лапах зимой отрастают меховые «лыжи»). Следы широкие, округлые, отпечатки задних лап лишь ненамного больше передних. Задние ноги намного длиннее передних и при движении выносятся далеко вперед. Длина следа задней лапы 12-17 см, ширина 7-12 см. У беляка уши короче, чем у русака, хвост снизу белый, шерсть мягкая.

Беляк – растительноядное животное с четко выраженной сезонностью питания. Весной и летом он кормится зелеными частями растений. Местами поедает хвощи и грибы, в частности, олений трюфель, который выкапывает из земли. Беляк очень плодовит. За лето зайчиха приносит 2-3 помета из 3-5, иногда даже 11 потомков. Весной и осенью беляк линяет. Весенняя линька начинается в марте и кончается в мае. Живут беляки 8-9 лет, иногда доживают до 10, обычно же гибнут значительно раньше. Беляк – важный объект промысловой охоты, особенно на севере.

Заяц-русак. Длина тела 55–74 см. Хвост сверху и кончики ушей черные. Остальная окраска рыжевато-серая с черноватой рябью, зимой светлее, особенно на брюхе и боках. Лапы уже, чем у беляка. У русаков длина следа задней лапы 14-18 см, ширина 3-7 см. Задние ноги намного длиннее передних и при движении выносятся далеко вперед. В летнее время русак питается растениями и молодыми побегами деревьев и кустарников. Чаще всего съедает листья и стебли, но может выкапывать и корни. Охотно поедает овощные и бахчевые культуры. Заяц-русак: пометов бывает 2-3 и даже 4. Весенний помет из 1-2 зайчат, более поздний из 3-4 (до 8). Русак является ценным промысловым животным, объектом любительской и спортивной охоты.

Вопросы для самоконтроля:

1. Какова основная цель классификации организмов?
2. Что такое вид и критерии вида?
3. Какие критерии вида Вам известны?
4. Какова роль репродуктивной изоляции в поддержании целостности вида? Приведите примеры.
5. Что такое популяция?
6. Почему биологические виды существуют в природе в форме популяций?

## Раздел 5 Происхождение человека.

### Тема «Антропогенез».

#### ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 12

Анализ и оценка различных гипотез происхождения человека

Цель работы: показать сходство в строении и организации человека и животных. Объяснить его сходство с другими организмами, его своеобразие, причины разнообразия человеческого типа. Сделать вывод о ведущей роли в эволюции человека.

Материально – техническое обеспечение:

таблицы: «Рудименты и атавизмы у человека»,  
«Человекообразные обезьяны», «Человеческие расы».

Ход работы:

1. Прочитайте материал по заданной тематике.
2. Запишите основные моменты каждой гипотезы.
3. Сделать вывод по работе;

Теоретические сведения

Доказательства происхождения человека от животных.

В основе современных научных представлений о происхождении человека лежит концепция, в соответствии с которой человек вышел из мира животных.

Данные сравнительной эмбриологии и анатомии ясно показывают черты сходства в строении и развитии тела человека с животными.

Для человека характерны основные черты, присущие типу Хордовые и подтипу Позвоночные. У человека (как и у всех хордовых) на ранних этапах эмбрионального развития внутренний скелет представлен хордой, нервная трубка закладывается на спинной стороне, тело имеет двустороннюю симметрию. По мере развития эмбриона хорда заменяется на позвоночный столб, формируются череп, пять отделов головного мозга. Сердце располагается на брюшной стороне, появляется скелет парных свободных конечностей.

Для человека характерны основные черты класса Млекопитающие.

Позвоночник человека разделен на пять отделов, кожа покрыта волосами и содержит потовые и сальные железы. Как и для других млекопитающих, для человека характерно живорождение, наличие диафрагмы, молочных желез и вскармливание детенышей молоком, четырехкамерное сердце, теплокровность.

Для человека характерны основные черты подкласса Плацентарные. Мать вынашивает плод внутри своего тела, и питание плода происходит через плаценту.

Для человека характерны основные черты отряда Приматы. К ним можно отнести конечности хватательного типа, наличие ногтей, расположение глаз в одной плоскости (что обеспечивает объемное зрение), замена молочных зубов на постоянные и др.

Много общих признаков у человека и с человекообразными обезьянами: сходная структура мозгового и лицевого отделов черепа, хорошо развитые лобные доли головного мозга, большое число извилин коры больших полушарий, исчезновение хвостового отдела позвоночника, развитие мимической мускулатуры и др.

Кроме морфологических признаков о сходстве человека и человеко-образных обезьян, свидетельствует и ряд других данных: сходные резус- факторы, антигены групп крови (ABO); наличие менструального периода и беременности длительностью 9 месяцев, как у шимпанзе и гориллы; сход- ная чувствительность к возбудителям одних и тех же болезней и т.

В последнее время широко применяются методы определения эволюционного родства организмов путем сравнения их хромосом и белков. Родство между видами тем больше, чем больше сходство между белками. Исследования показали, что белки человека и шимпанзе сходны на 99%.

О родстве человека с животными свидетельствует также наличие у человека атавизмов (наружный хвост, многососковость, обильный волосяной покров на лице и др.) и рудиментов (аппендикс, ушные мышцы, третье веко и др.).

Систематическое положение современного человека.

Царство Животные, подцарство Многоклеточные, тип Хордовые, подтип Позвоночные (Черепные), класс Млекопитающие, подкласс Плацентарные, отряд Приматы, подотряд Человекообразные, семейство Люди (Гоминиды), род Человек (Homo), вид Человек разумный (Homo sapiens), подвид Homo sapiens sapiens.

Поскольку в настоящее время к виду Человек разумный также относят вымерший подвид Человек разумный неандертальский, то полное название современного человека — Человек разумный разумный (Homo sapiens sapiens).

Как писал Ч. Дарвин, «...животные — наши братья по боли, болезням, смерти, страданию и голоду, наши рабы в самой тяжелой работе, наши товарищи в наших удовольствиях — все они ведут, может быть, свое происхождение от одного общего с нами предка — нас всех можно было бы слить вместе.

Рис. 1. Скелеты человека и обезьяны

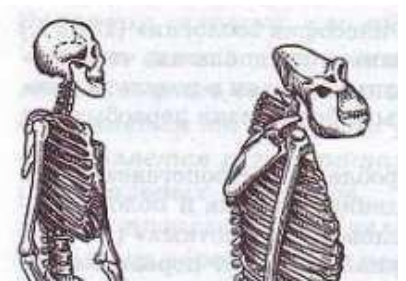




Рис. 2. Атавизмы и рудименты

Отличия человека от животных.

Однако между человеком и животными существуют коренные отличия. Только для человека характерно истинное прямохождение. В связи с этим в строении скелета человека произошли характерные изменения: позвоночник приобрел в-образную форму, появилась сводчатость стопы, большой палец нижних конечностей приблизился к остальным и принял на себя функцию опоры, тазовые кости стали более широкими, произошло уплощение грудной клетки в переднезаднем направлении.

Освободившиеся верхние конечности с гибкими кистями и противопоставленным большим пальцем превратились в органы труда.

В черепе человека мозговой отдел преобладает над лицевым. Средняя масса мозга человека составляет 1350—1500 г, тогда как гориллы и шимпанзе — всего лишь 460—600 г

Человек обладает сознанием и абстрактным мышлением, способен общаться с помощью речи (вторая сигнальная система) и абстрактных символов (письмо), а также передавать и воспринимать знания, накопленные предыдущими поколениями. Он создал искусство и науку. Эволюция человека вышла из-под ведущего контроля биологических факторов и приобрела социальный характер.

Задания для самостоятельного выполнения:

На основании изученного материала заполнить таблицу.

| Становление человека                               |                     |
|--|---------------------|
| 1.Положение человека в системе животного мира      | Главные особенности |
| 1.черты характерные типу хордовые (эмбр. развитие) |                     |
| 2.черты характерные для подкласса плацентарные.    |                     |
| 3.черты характерные для отряда приматов            |                     |

|  |  |
|--|--|
| 4. черты характерные для подотряда человекообразные обезьяны                             |  |
| 5.признаки, унаследованные от рыбообразных предков.                                      |  |
| 6. признаки низших млекопитающих   |  |
| 7.признаки, указывающие на отношение 6-ти недельных зародышей к виду «человек разумный»  |  |
| 8. признаки присущие только человеку   |  |
| 2. Доказательства<br>1. происхождения человека от обезьян ведущих древесный образ жизни. |  |
| 2. австралопитеки  |  |
| 3. человек умелый  |  |
| 3. Стадии развития человека  |  |
| 1. древнейшие  |  |
| 2. древние   |  |
| 3. первые современные люди   |  |
| 4 роль труда в становлении человека  |  |

Вопросы для самоконтроля:

1. Как вы понимаете термин «социальные отношения», каким образом они могли складываться и проявляться на разных этапах антропогенеза?
2. Какие механизмы лежат в основе формирования расовых признаков?

Вывод: -----

## Раздел 6 Основы экологии

Тема «Экология — наука о взаимоотношениях организмов между собой и окружающей средой».

### ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 13

Составление схем передачи веществ и энергии по цепям питания в природной экосистеме и в агроценозе.

Цель: научиться строить схемы передачи вещества и энергии в экосистеме.

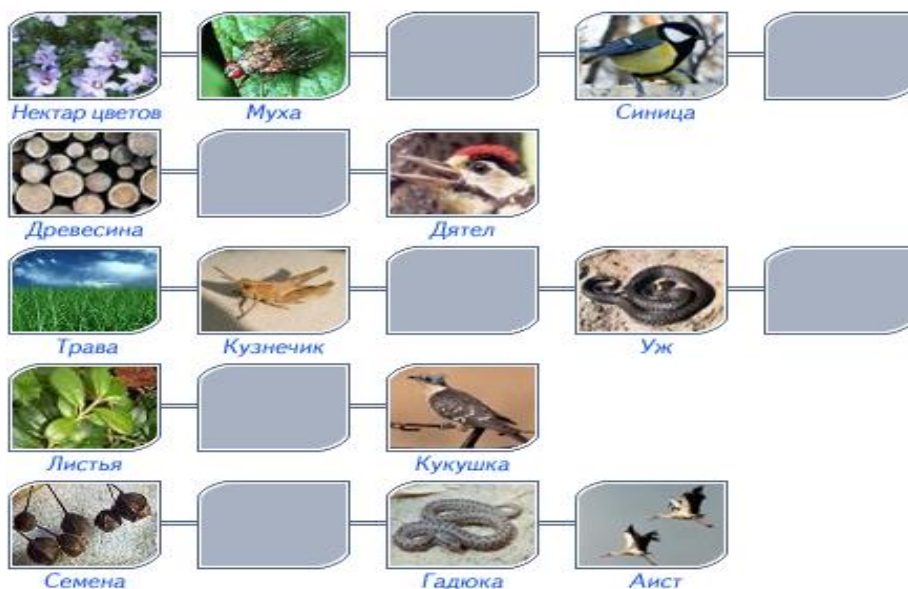
Оборудование: таблицы «Экологические факторы», «Экосистема пруда», «Экосистема леса», инструкции.

Ход работы.

I. Изучите теоретические сведения

II. Выполните практические задания

1. Назовите организмы, которые должны быть на пропущенном месте следующих пищевых цепей:



2. Из предложенного списка живых организмов составить трофическую сеть: трава, ягодный кустарник, муха, синица, лягушка, уж, заяц, волк, бактерии гниения, комар, кузнечик. Укажите количество энергии, которое переходит с одного уровня на другой.

3. Зная правило перехода энергии с одного трофического уровня на другой (около 10%), постройте пирамиду биомассы третьей пищевой цепи (задание 1). Биомасса растений составляет 40 тонн.
  4. Что произойдёт, если в природном сообществе будут уничтожены, например, все редуценты? Консументы? Продуценты?
  5. Сравните пастбищную цепь с дендритной. В чём их отличия? Связаны ли между собой эти два типа пищевых цепей? Если да, то каким образом?
- Вывод: что такое цепь питания и что лежит в её основе? Чем определяется устойчивость биоценоза? Что отражают правила экологических пирамид?

#### Теоретические сведения

Внутри экологической системы органические вещества создаются автотрофными организмами (например, растениями). Растения поедают животные, которых, в свою очередь, поедают другие животные. Такая последовательность называется *пищевой цепью*; каждое звено пищевой цепи называется *трофическим уровнем* (греч. trophos «питание»).

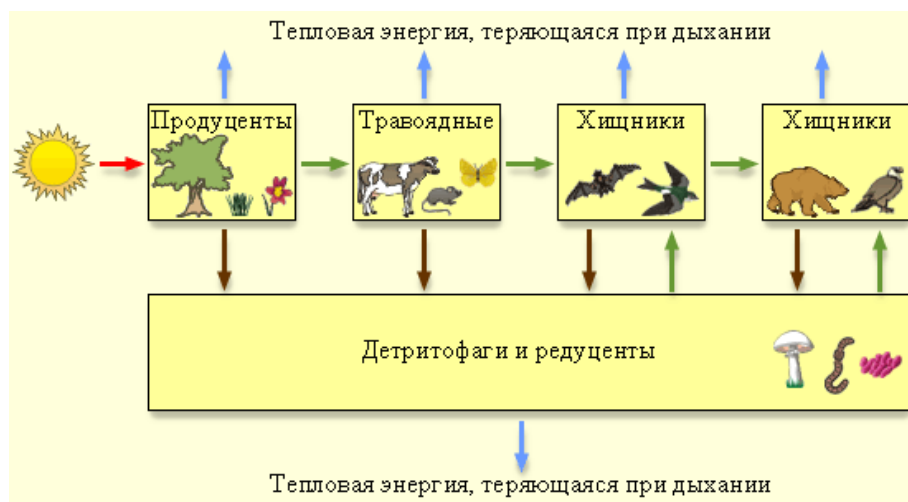


Рис. 1 Поток энергии через типичную пищевую цепь.

Организмы первого трофического уровня называются *первичными продуцентами*. На суше большую часть продуцентов составляют растения лесов и лугов; в воде это, в основном, зелёные водоросли. Кроме того, производить органические вещества могут синезелёные водоросли и некоторые бактерии.

Организмы второго трофического уровня называются *первичными консументами*, третьего трофического уровня – *вторичными консументами* и т. д. Первичные консументы – это травоядные животные (многие насекомые, птицы и звери на суше, моллюски и ракообразные в воде) и паразиты растений (например,



паразитирующие грибы). Вторичные консументы – это плотоядные организмы: хищники либо паразиты. В типичных пищевых цепях хищники оказываются крупнее на каждом уровне, а паразиты – мельче.

Существует ещё одна группа организмов, называемых *редуцентами*. Это сапрофиты (обычно, бактерии и грибы), питающиеся органическими остатками мёртвых растений и животных (*детритом*). Детритом могут также питаться животные – *детритофаги*, ускоряя процесс разложения остатков. Детритофагов, в свою очередь, могут поедать хищники. В отличие от пастбищных пищевых цепей, начинающихся с первичных продуцентов (то есть с живого органического вещества), детритные пищевые цепи начинаются с детрита (то есть с мёртвой органики).



Рис. 2. Два типа пищевых цепей.

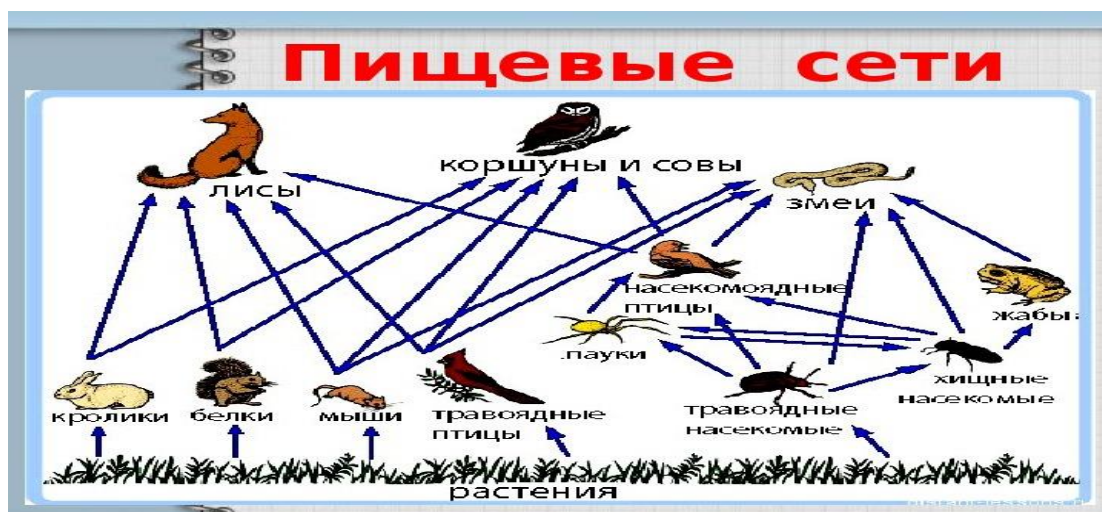


Рис. 3. Пищевые сети.

В схемах пищевых цепей каждый организм представлен питающимся организмами какого-то определённого типа. Действительность намного сложнее, и организмы (особенно, хищники) могут питаться самыми разными организмами,

даже из различных пищевых цепей. Таким образом, пищевые цепи переплетаются, образуя *пищевые сети*.

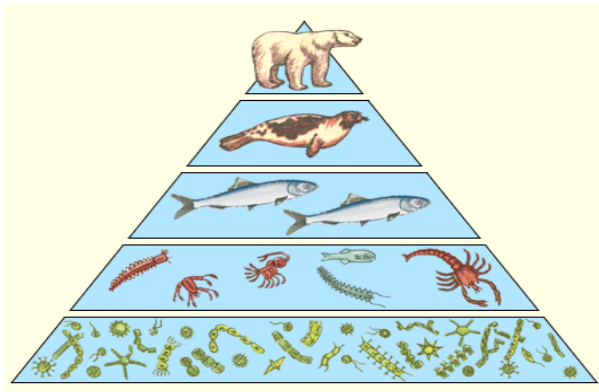


Рис. 4 Пример экологической пирамиды

Пищевые сети служат основой для построения *экологических пирамид*. Простейшими из них являются *пирамиды численности*, которые отражают количество организмов (отдельных особей) на каждом трофическом уровне. Для удобства анализа эти количества отображаются прямоугольниками, длина которых пропорциональна количеству организмов, обитающих в изучаемой экосистеме, либо логарифму этого количества. Часто пирамиды численности строят в расчёте на единицу площади (в наземных экосистемах) или объёма (в водных экосистемах).

В пирамидах численности дерево и колосок учитываются одинаково, несмотря на их различную массу. Поэтому более удобно использовать *пирамиды биомассы*, которые рассчитываются не по количеству особей на каждом трофическом уровне, а по их суммарной массе. Построение пирамид биомассы – более сложный и длительный процесс.

Пирамиды биомассы не отражают энергетической значимости организмов и не учитывают скорость потребления биомассы. Это может приводить к аномалиям в виде перевёрнутых пирамид. Выходом из положения является построение наиболее сложных пирамид – *пирамид энергии*. Они показывают количество энергии, прошедшее через каждый трофический уровень экосистемы за определённый промежуток времени (например, за год – чтобы учесть сезонные колебания). В основание пирамиды энергии часто добавляют прямоугольник, показывающий приток солнечной энергии. Пирамиды энергии позволяют сравнивать энергетическую значимость популяций внутри экосистемы. Так, доля энергии, проходящей через почвенных бактерий, несмотря на их ничтожную биомассу, может составлять десятки процентов от общего потока энергии, проходящего через первичные консументы.

Органическое вещество, производимое автотрофами, называется *первичной продукцией*. Скорость накопления энергии первичными продуцентами называется *валовой первичной продуктивностью*, а скорость накопления органических веществ – *чистой первичной продуктивностью*. ВПП примерно на 20 % выше, чем ЧПП, так как часть энергии растения тратят на дыхание. Всего растения усваивают около процента солнечной энергии, поглощённой ими.

При поедании одних организмов другими вещество и пища переходят на следующий трофический уровень. Количество органического вещества, накопленного гетеротрофами, называется *вторичной продукцией*. Поскольку гетеротрофы дышат и выделяют непереваренные остатки, в каждом звене часть энергии теряется. Это накладывает существенное ограничение на длину пищевых цепей; количество звеньев в них редко бывает больше 6. Отметим, что эффективность переноса энергии от одних организмов к другим значительно выше, чем эффективность производства первичной продукции. Средняя эффективность переноса энергии от растения к животному составляет около 10 %, а от животного к животному – 20 %. Обычно растительная пища энергетически менее ценна, так как в ней содержится большое количество целлюлозы и древесины, не перевариваемых большинством животных.

Изучение продуктивности экосистем важно для их рационального использования. Эффективность экосистем может быть повышена за счёт повышения урожайности, уменьшения помех со стороны других организмов (например, сорняков по отношению к сельскохозяйственным культурам), использования культур, более приспособленных к условиям данной экосистемы. По отношению к животным необходимо знать максимальный уровень добычи (то есть количество особей, которые можно изъять из популяции за определённый промежуток времени без ущерба для её дальнейшей продуктивности).

Критерии оценки внеаудиторной (самостоятельной) работы

| Процент результата | Балл (оценка) | Критерии оценивания   |
|--------------------|---------------|---|
| 90-100%            | 5             | <ul style="list-style-type: none"> <li>— глубокое изучение учебного материала, литературы и нормативных актов по вопросу;</li> <li>— правильность формулировок, точность определения понятий;</li> <li>— последовательность изложения материала;</li> </ul> |

|        |   |  |
|--------|---|--|
|        |   | <ul style="list-style-type: none"> <li>— обоснованность и аргументированность выводов;</li> <li>— правильность ответов на дополнительные вопросы;</li> <li>— своевременность выполнения задания.</li> </ul>  |
| 70-89% | 4 | <ul style="list-style-type: none"> <li>— полнота и правильность изложения материала;</li> <li>— незначительные нарушения последовательности изложения;</li> <li>— неточности в определении понятий;</li> <li>— обоснованность выводов приводимыми примерами;</li> <li>— правильность ответов на дополнительные вопросы;</li> <li>— своевременность выполнения задания.</li> </ul>  |
| 50-69% | 3 | <ul style="list-style-type: none"> <li>— знание и понимание основных положений учебного материала;</li> <li>— наличие ошибок при изложении материала;</li> <li>— непоследовательность изложения материала;</li> <li>— наличие ошибок в определении понятий, искажающих их смысл;</li> <li>— несвоевременность выполнения задания.</li> </ul>   |
| 0-49%  | 2 | <ul style="list-style-type: none"> <li>— незнание, невыполнение или неправильное выполнение большей части учебного материала;</li> <li>— ошибки в формулировке определений, искажающие их смысл;</li> <li>— беспорядочное и неуверенное изложение материала;</li> <li>— отсутствие ответов на дополнительные вопросы;</li> <li>— отсутствие выводов и неспособность их сформулировать;</li> <li>— невыполнение задания.</li> </ul> |