

*ПРИЛОЖЕНИЕ 2*  
*к рабочей программе*

**МИНИСТЕРСТВО ОБЩЕГО И ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ  
«РОСТОВСКИЙ-НА-ДОНУ КОЛЛЕДЖ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ,  
ИНФОРМАЦИОННЫХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»  
(ГБПОУ РО «РКРИПТ»)**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ  
ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ**

по дисциплине

**ООД.08 БИОЛОГИЯ**

для специальности

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

Квалификация выпускника:  
**бухгалтер, специалист по налогообложению**

**Составитель:**  
Петрикина О.Б.,  
преподаватель высш. квалиф. кат.  
ГБПОУ РО «РКРИПТ»

2024, г. Ростов-на-Дону

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1. Практическая работа №1 Использование различных методов при изучении биологических объектов	
2. Практическая работа 2. Решение генетических задач	5
3. Практическая работа 3. Изучение модификационной изменчивости. Построение вариационной кривой	15
4. Практическая работа №4 Описание приспособленности организма и ее относительный характер	
5. Практическая работа 5. Круговорот веществ и энергии в экосистеме	22
6. Практическая работа 6. Отходы производства	28
7. Лабораторная работа №1 Каталитическая активность ферментов	31
8. Лабораторная работа №2 Строение клетки и клеточных включений	
9. Лабораторная работа №3 Умственная работоспособность	38
Список используемой литературы	52

## Введение

Лабораторные и практические занятия по учебной дисциплине ООД.08 Биология составляют важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки и направлены на подтверждение теоретических положений и формирование практических умений:

- решать элементарные биологические задачи по переносу вещества и энергии;
- решать элементарные генетические задачи на определение вероятности возникновения наследственных признаков при моно-, ди-, полигибридном скрещивании, наследовании признаков сцепленных с полом;
- составлять трофические цепи;
- определять класс опасности отходов, образующихся на рабочем месте будущей специальности;
- сравнивать биологические объекты и делать выводы на основе сравнения и анализа;
- готовить микропрепараты, работать с микроскопом;
- находить информацию о биологических объектах в различных источниках (учебниках, справочниках, научно-популярных изданиях, компьютерных базах, ресурсах сети Интернет) и критически ее оценивать.

Практические и лабораторные занятия относятся к основным видам учебных занятий.

Выполнение студентами лабораторных и практических работ направлено:

- на обобщение, систематизацию, углубление, закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам дисциплин;
- формирование умений применять полученные знания на практике;
- реализацию единства интеллектуальной и практической деятельности;
- развитие интеллектуальных умений (аналитических, проектировочных, конструкторских и др.) у будущих специалистов;
- выработку при решении поставленных задач таких профессионально значимых качеств, как самостоятельность, ответственность, точность, творческая инициатива.

Ведущей дидактической целью практических занятий является формирование учебных практических умений – сравнивать объекты, находить их сходство и различие, строить графики, анализировать информацию, делать выводы, решать задачи по биологии, необходимых в последующей учебной деятельности.

Содержанием лабораторных и практических занятий по дисциплине являются решение генетических задач, выполнение вычислений, расчетов, работа с инструктивными материалами, классификатором отходов, микроскопом, приготовление микропрепаратов, построение графиков, составление таблиц, отчетов.

Лабораторное и практическое занятие по биологии должно проводиться в учебных кабинетах. Продолжительность занятия – не менее 2-х академических

часов. Необходимыми структурными элементами занятия, помимо самостоятельной деятельности студентов, являются инструктаж, проводимый преподавателем, а также организация обсуждения итогов выполнения работы.

Выполнению лабораторных и практических работ предшествует проверка знаний студентов, их теоретической готовности к выполнению задания.

Лабораторные и практические работы студенты выполняют под руководством преподавателя. Объем заданий для практических и лабораторных занятий спланирован с расчетом, чтобы за отведенное время они могли быть выполнены качественно большинством студентов.

Формы организации работы обучающихся на лабораторных и практических занятиях: фронтальная, групповая и индивидуальная.

При фронтальной форме организации занятий все студенты выполняют одновременно одну и ту же работу. При групповой форме организации занятий одна и та же работа выполняется бригадами по 2 - 5 человек. При индивидуальной форме организации занятий каждый студент выполняет индивидуальное задание.

Отчет по практической работе представляется в печатном или рукописном виде в формате, предусмотренном шаблоном отчета по практической работе. Защита отчета проходит в форме доклада обучающегося по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

Оценки за выполнение практических занятий могут выставляться по пятибалльной системе или в форме зачета и учитываться как показатели текущей успеваемости студентов.

#### **Критерии оценки практических работ.**

**Оценка «5»** ставится, если учащийся выполняет работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений; самостоятельно и рационально монтирует необходимое оборудование; все опыты проводит в условиях и режимах, обеспечивающих получение правильных результатов и выводов; соблюдает требования правил безопасности труда; в отчете правильно и аккуратно выполняет все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления; правильно выполняет анализ погрешностей.

**Оценка «4»** ставится, если выполнены требования к оценке «5», но было допущено два - три недочета, не более одной негрубой ошибки и одного недочёта.

**Оценка «3»** ставится, если работа выполнена не полностью, но объем выполненной части таков, позволяет получить правильные результаты и выводы: если в ходе проведения опыта и измерений были допущены ошибки.

**Оценка «2»** ставится, если работа выполнена не полностью и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов: если опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно.

## Практическая работа № 1

### Использование различных методов при изучении биологических объектов

**1. Цель работы:** ознакомление с основными методами познания живой природы, приобретение практических навыков представления демонстрационного материала учебно-познавательного характера.

**2. Время выполнения работы:** 80 мин

### 3. Краткие теоретические сведения

Как и любая другая наука, биология имеет свой арсенал методов. Помимо научного метода познания, применяемого в других отраслях, в биологии широко используются такие методы, как исторический, сравнительно-описательный и др.

**Научный метод** познания включает в себя наблюдение, формулировку гипотез, эксперимент, моделирование, анализ результатов и выведение общих закономерностей (рис.1).

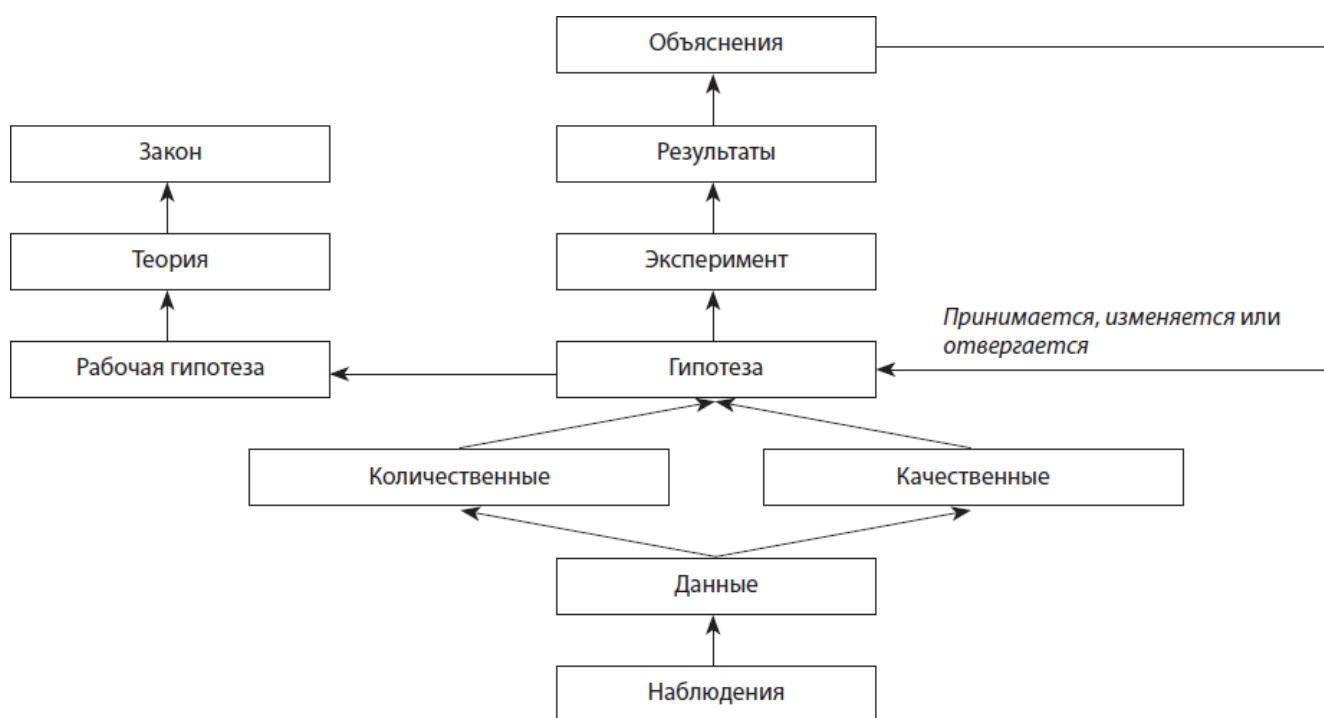


Рис. 1. Схематическое изображение научного метода исследования

**Наблюдение** – это целенаправленное восприятие объектов и явлений с помощью органов чувств или приборов, обусловленное задачей деятельности. Основным условием научного наблюдения является его объективность, т. е. возможность проверки полученных данных путем повторного наблюдения или

применения иных методов исследования, например эксперимента. Полученные в результате наблюдения факты называются **данными**. Они могут быть как *качественными* (описывающими запах, вкус, цвет, форму и т. д.), так и *количественными*, причем количественные данные являются более точными, чем качественные

На основе данных наблюдений формулируется **гипотеза** – предположительное суждение о закономерной связи явлений. Гипотеза подвергается проверке в серии экспериментов.

**Экспериментом** называется научно поставленный опыт, наблюдение исследуемого явления в контролируемых условиях, позволяющих выявить характеристики данного объекта или явления.

Высшей формой эксперимента является **моделирование** – исследование каких-либо явлений, процессов или систем объектов путем построения и изучения их моделей. По существу, это одна из основных категорий теории познания: на идее моделирования базируется любой метод научного исследования – как теоретический, так и экспериментальный.

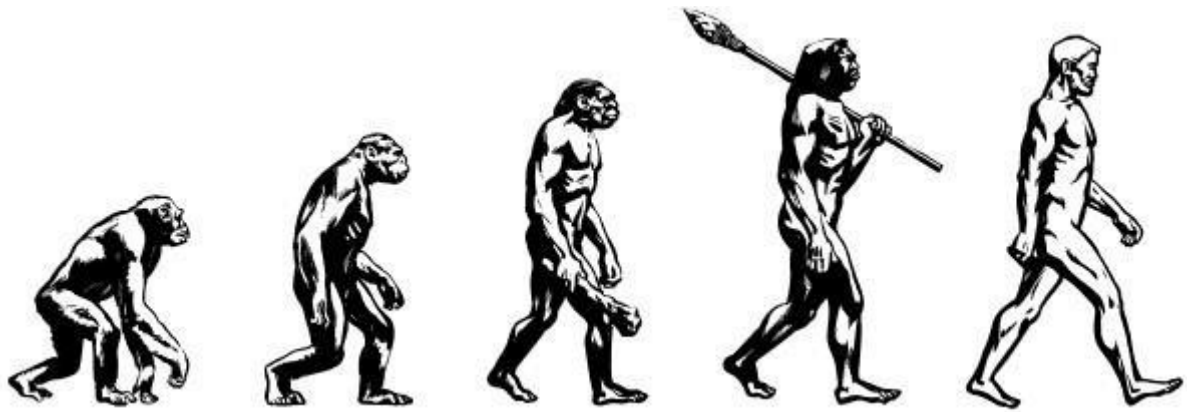
Результаты эксперимента и моделирования подвергаются тщательному анализу. **Анализом** называют метод научного исследования путем разложения предмета на составные части или мысленного расчленения объекта путем логической абстракции. Анализ неразрывно связан с синтезом.

**Синтез** – это метод изучения предмета в его целостности, в единстве и взаимной связи его частей. В результате анализа и синтеза наиболее удачная гипотеза исследования становится *рабочей гипотезой*, и если она способна устоять при попытках ее опровержения и по-прежнему удачно предсказывает ранее необъясненные факты и взаимосвязи, то она может стать теорией.

Под **теорией** понимают такую форму научного знания, которая дает целостное представление о закономерностях и существенных связях действительности. Общее направление научного исследования состоит в достижении более высоких уровней предсказуемости. Если теорию не способны изменить никакие факты, а встречающиеся отклонения от нее регулярны и предсказуемы, то ее можно возвести в ранг **закона** – необходимого, существенного, устойчивого, повторяющегося отношения между явлениями в природе.

По мере увеличения совокупности знаний и совершенствования методов исследования гипотезы и прочно укоренившиеся теории могут оспариваться, видоизменяться и даже отвергаться, поскольку сами научные знания по своей природе динамичны и постоянно подвергаются критическому переосмыслению.

**Исторический метод** выявляет закономерности появления и развития организмов, становления их структуры и функции. В ряде случаев с помощью этого метода новую жизнь обретают гипотезы и теории, ранее считавшиеся ложными. Он стал широко применяться со второй половины 19 века благодаря работам Чарльза Дарвина, который с его помощью обосновал закономерности появления и развития организмов, становление их структур и функций во времени и пространстве (см. Рис. 2). Применение исторического метода позволило превратить биологию из описательной науки в объясняющую.



**Рис. 2.** История эволюции человека

**Сравнительно-описательный метод** предусматривает проведение анатомо- морфологического анализа объектов исследования. Он лежит в основе классификации организмов, выявления закономерностей возникновения и развития различных форм жизни.

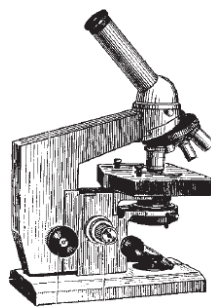
**Мониторинг** – это система мероприятий по наблюдению, оценке и прогнозу изменения состояния исследуемого объекта, в частности биосферы.

Проведение наблюдений и экспериментов требует зачастую применения специального оборудования, такого как микроскопы, центрифуги, спектрофотометры и др.

**Инструментальный метод** включает в себя микроскопию, электрографию, радиолокацию и дифференциальное центрифугирование.

**Микроскопия** широко применяется в зоологии, ботанике, анатомии человека, гистологии, цитологии, генетике, эмбриологии, палеонтологии, экологии и других разделах биологии. Она позволяет изучить тонкое строение объектов с использованием световых, электронных, рентгеновских и других типов микроскопов.

Устройство светового микроскопа. Световой микроскоп состоит из оптических и механических частей. Оптические части участвуют в построении изображения, а механические служат для удобства пользования оптическими частями (рис. 3).



**Рис. 3.** Внешний вид светового микроскопа

Общее увеличение микроскопа определяется по формуле:  
увеличение объектива × увеличение окуляра= увеличение микроскопа.

Например, если объектив увеличивает объект в 8 раз, а окуляр – в 7, то общее увеличение микроскопа равно 56.

**Дифференциальное центрифугирование**, или **фракционирование**, позволяет разделить частицы по их размерам и плотности под действием центробежной силы, что активно используется при изучении строения биологических молекул и клеток.

Арсенал методов биологии постоянно обновляется, и в настоящее время охватить его полностью практически невозможно.

**4. Перечень оборудования:** линейка, карандаш.

### **5. Порядок выполнения работы**

1. Изучить теоретический материал.
2. Составить три схемы методов познания живой природы, состоящей из 3, 4, 5 уровней. Показать их взаимосвязь.
3. Ответить на контрольные вопросы.

### **6. Содержание отчета**

1. Наименование работы
2. Цель
3. Перечень оборудования
4. Порядок выполнения работы
5. Схемы методов познания живой природы.
6. Ответы на контрольные вопросы.

### **7. Контрольные вопросы**

1. Для какого метода характерно прогнозирование возможных последствий?
2. Основой чего является сопоставление старых и новых фактов в изучении всего живого?
3. В каком методе применяются световые микроскопы?
4. Какой метод основывается на описании внешних признаков?
5. На этом методе основываются классификации видов?
6. К какому методу относится внесение ученым в полевой дневник информации о признаках растений или животных?
7. С помощью какого метода человек узнает численность животных, их вес и скорость передвижения?
8. С помощью какого метода изучают сезонные изменения в живой природе?
9. Скорость движения леопарда определяют методом?
10. Как называется метод познания окружающего мира, состоящий в создании и исследовании копий объектов?
11. Для выявления общих признаков животных, растений и грибов используется метод?



12. Как называется исследование, при котором человек в лаборатории воспроизводит природное явление?
13. Метод измерения используют во всех естественных науках, так ли это?
14. Учёный изучает процесс распространения грибов в ходе наблюдений в природе, так ли это?
15. Использование секундомера для определения скорости движения животных является методом?

## 8. Список литературы

1. Агафонова, И. Б. Биология. Базовый уровень : учебник для образовательных организаций, реализующих образовательные программы среднего профессионального образования / И. Б. Агафонова, А. А. Каменский, В. И. Сивоглазов. — Москва : Просвещение, 2024. — 271, [1] с. : ил. — (Учебник СПО). — ISBN 978-5-09-113524-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2157269> (Основное электронное издание – ОЭИ 1.).
2. Агафонова, И. Б. Биология. Базовый уровень. Практикум : учебное пособие, разработанное в комплекте с учебником для образовательных организаций, реализующих образовательные программы среднего профессионального образования / И. Б. Агафонова, В. И. Сивоглазов. — Москва : Просвещение, 2024. — 112 с. — (Учебник СПО). — ISBN 978-5-09-112641-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2157267> (Основное электронное издание – ОЭИ 2.).
3. Андреева, Т. А. Биология : учебное пособие / Т.А. Андреева. — Москва : РИОР : ИНФРА-М, 2021. — 241 с. - ISBN 978-5-369-00245-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1209230>
4. Ахмедова, Т. И. Биология : учебное пособие / Т. И. Ахмедова. - Москва : РГУП, 2020. - 150 с. - ISBN 978-5-93916-859-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1689573>
5. Биология : учебник и практикум для среднего профессионального образования / В. Н. Ярыгин [и др.] ; под редакцией В. Н. Ярыгина. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 378 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-09603-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/511618>
6. Колесников С.И. Общая биология. : учебное пособие / Колесников С.И. — Москва :КноРус, 2022. — 287 с. — (СПО). — ISBN 978-5-406-07383-4. — URL: <https://book.ru/book/949522> — Текст: электронный. <https://book.ru/book/949522>

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2

### Решение генетических задач

1. **Цель работы:** получить практические навыки решения генетических задач на определение вероятности возникновения наследственных признаков при моно-, ди-, полигибридном, анализирующем скрещивании, на сцепленное наследование признаков составления генотипических схем скрещивания
2. **Время выполнения работы:** 80 мин
3. **Краткие теоретические сведения**

#### *Условные обозначения, используемые в генетических задачах:*

P – родители

F – потомки

F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub> – цифровые индексы, обозначающие номер гибридного поколения

♀ - материнская особь, женщина

+

♂ - отцовская особь, мужчина

x – скрещивание

: - соотношение в потомстве

↓ - направление от родителей к потомкам

G - гаметы

A, B, C – доминантный ген

a, b, c – рецессивный ген

A, a – аллельные гены

A, B – неаллельные гены

Aa – гетерозигота

AA – доминантная гомозигота

aa – рецессивная гомозигота

Если весь генотип родителей или потомков определить невозможно, то в этом случае его записывают в виде генотипического радикала A – B –, где прочерки обозначают неизвестные гены.

Кроме этого, в решении задач помогут следующие закономерности:

- 1) Если при скрещивании двух фенотипически одинаковых родительских особей в их потомстве наблюдается расщепление, то эти особи гетерозиготны.
- 2) Если в результате скрещивания родительских особей, отличающихся по одной паре признаков, получается потомство, у которого наблюдается расщепление в соотношении 1:1, то одна из родительских особей была гетерозиготна, а другая – гомозиготна по рецессивному признаку.
- 3) Если при скрещивании двух особей, фенотипически одинаковых по одной паре признаков, в их потомстве наблюдается расщепление признаков

на 3 фенотипических класса в соотношении 1:2:1, то это свидетельствует о неполном доминировании и оба родителя гетерозиготны.

- 4) Если при скрещивании фенотипически одинаковых особей в потомстве происходит расщепление признаков в соотношении 9:3:3:1, то родительские особи дигетерозиготны.

**Примеры решения типовых задач:**

**Моногибридное скрещивание**

**Задача 1.** Присутствие пигмента в волосах человека доминирует над альбилизмом. Муж и жена гетерозиготны по пигментации волос. Возможно ли рождение в этой семье ребенка-альбиноса?

**Решение**

Дано:

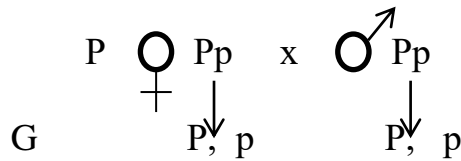
P – ген пигментации волос

p – ген альбилизма

♀ - Pp

♂ - Pp

F<sub>1</sub>=?



F<sub>1</sub> 1PP : 2Pp : 1pp

волосы с пигментом      альбинос

**Ответ:** вероятность рождения ребенка – альбиноса равна 25%

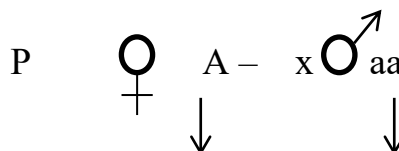
**Задача 2.** У крупного рогатого скота ген безрогости доминирует над геном рогатости. Безрогая корова после скрещивания с рогатым быком родила близнецов: одна телочка рогатая, а вторая – безрогая. Определите генотипы родителей и потомков. Какое поколение следует ожидать от скрещивания рогатого быка с гомозиготными безрогими коровами?

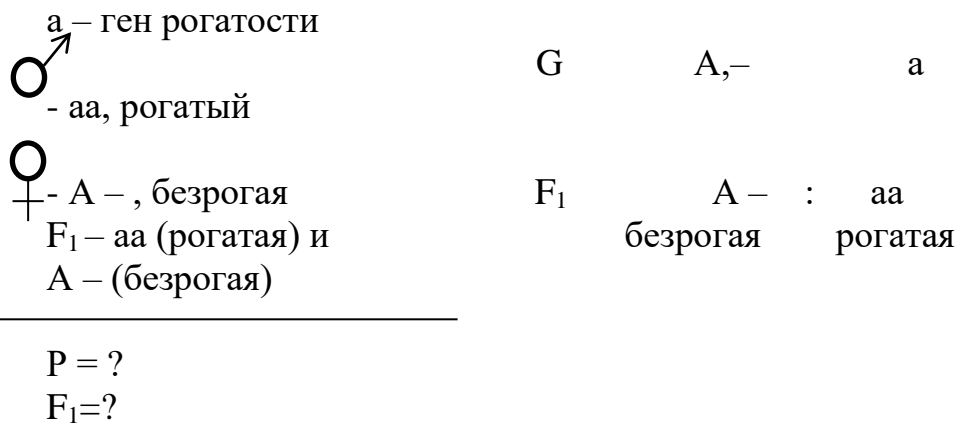
**Решение**

Обозначим доминантный ген безрогости A, а рецессивный ген рогатости – a. По условию задачи рогатый бык может быть только гомозиготным – aa, а безрогая корова – как гомозиготной AA, так и гетерозиготной Aa. Запишем сокращенное условие задачи:

Дано:

A – ген безрогости

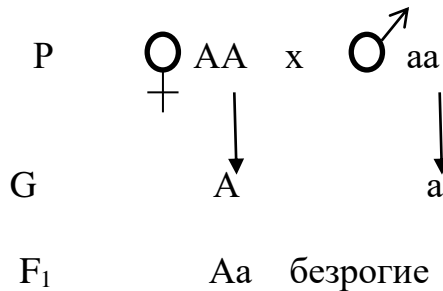




Генотип быка мы уже определили: рецессивная гомозигота: аа. Для определения генотипа коровы проанализируем фенотипы потомков.

Одна из телочек рогатая, т.е. является рецессивной гомозиготой аа, причем один рецессивный ген она получила от отца, а второй от матери. Следовательно, генотип безрогой коровы будет Аа. Такой же генотип (Аа) будет и у безрогой телочки – это видно из схемы скрещивания.

Чтобы ответить на второй вопрос задачи, необходимо записать схему скрещивания:



Из нее видно, что все потомки будут безрогими.

**Ответ:** генотипы родителей: ♀ Aa; ♂ -aa; генотипы телочек: Aa и aa; все потомки от скрещивания рогатого быка с гомозиготными безрогими коровами будут безрогими.

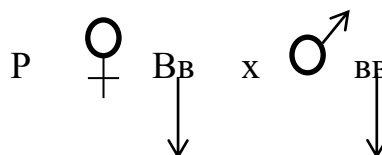
### Неполное доминирование

**Задача 3.** Земляника с красной окраской плодов имеет генотип ВВ, а с белой – вв. Растения с генотипом Вв имеют розовые плоды. Определите фенотипы растений, полученных от скрещивания розовоплодных и белоплодных форм.

#### **Решение**

Генотипы родительских растений описаны в условии задачи, поэтому сразу можно записать схему скрещивания:

Дано:  
 ВВ – красная окраска плодов



vv – белая окраска плодов

Vv – розовая окраска плодов

	G	V, v	v
- Vv			
- vv	F <sub>1</sub>	Vv	: vv
F <sub>1</sub> = ?		розовые плоды	белые плоды

Из нее видно, что от скрещивания розовоплодных и белоплодных форм земляники будут образовываться растения, имеющие розовые и белые плоды.

**Ответ:** от скрещивания розовоплодных и белоплодных форм земляники образуются розовоплодные и белоплодные потомки.

### Дигибридное скрещивание

**Задача 4.** У человека кареглазость доминирует над голубоглазостью, а праворукость – над леворукостью. Кареглазый левша женился на голубоглазой женщине-правше. У них родился голубоглазый ребенок-левша. Определите генотип матери, отца и ребенка.

### **Решение**

Проанализируем решение задачи. Генотип кареглазого мужчины левши может быть ААсс или Аасс. Так как оба варианта генотипа отличаются лишь одним геном, то можно записать генотип отца в виде генотипического радикала А-сс.

Генотип голубоглазой матери-правши может быть ааСС или ааСс; запишем его также в виде генотипического радикала ааС-.

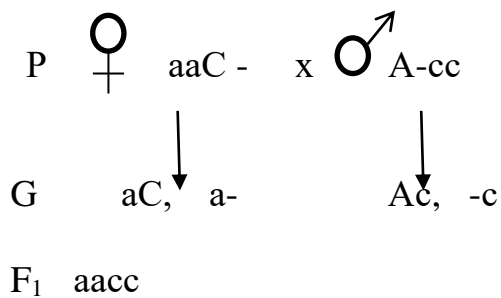
Родившийся голубоглазый ребенок-левша может быть только рецессивной дигомозиготой – аасс.

Составим схему брака:

Дано:

A – ген кареглазости  
a – ген голубоглазости  
C – ген праворукости  
c – ген леворукости

F<sub>1</sub> – голубоглазый левша



♀ ?

♂ ?

F<sub>1</sub> - ?

Поскольку потомки получают один ген из аллельной пары от матери, а второй – от отца, то можно сделать вывод, что один ген голубоглазый ребенок получил от отца, а второй – от матери. Поэтому вторым геном из аллельной пары, отвечающей за окраску глаз у отца, будет рецессивный ген a; его генотип – Aacc.

Аналогично ребенок получил один рецессивный ген леворукости от матери, второй – от отца, поэтому генотип матери будет таким – aaCc.

Для решения задачи можно также воспользоваться вторым законом Менделя: расщепление потомков по фенотипу наблюдается только в случае гетерозиготности хотя бы одного из родителей. Отсюда следует, что мать будет гетерозиготна по генам, определяющим право- и леворукость, а отец гетерозиготен по генам окраски глаз.

**Ответ:** генотип матери – aaCc; генотип отца – Aacc; генотип ребенка – aacc.

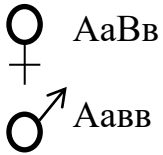
**Задача 5.** У морских свинок вихрастая шерсть доминирует над гладкой, черная окраска шерсти – над белой. Определите генотипы и фенотипы потомков, родившихся от скрещивания гетерозиготных вихрастой черной и вихрастой белой свинок.

### Решение

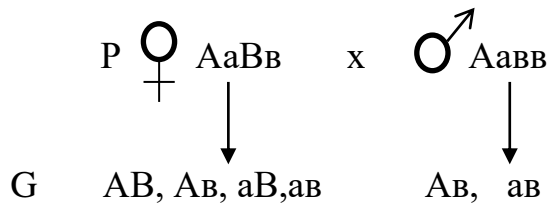
Генотипы родительских особей указаны в условии задачи, поэтому можно сразу записать схему скрещивания. Следует обратить внимание, что белый окрас шерсти определяет аллельная пара генов – vv.

Дано:

A – ген вихрастой шерсти  
 a – ген гладкой шерсти  
 B – ген черной окраски шерсти  
 b – ген белой окраски шерсти



F<sub>1</sub> = ?



F<sub>1</sub>

Воспользуемся решеткой Пеннета:

	♂ AB	♂ ab
♀ AB	AA BB	Aa Bb
♀ Ab	AA bb	Aa bb
♀ aB	Aa Bb	aa Bb
♀ ab	Aa bb	aa bb

Из решетки Пеннета видно, что в результате такого скрещивания появятся потомки с вихрастой черной и вихрастой белой шерстью, а также потомки с гладкой черной и гладкой белой шерстью.

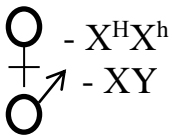
**Ответ:** AABb, 2AaBb – вихрастые черные морские свинки; AAbb, 2Aabb – вихрастые белые; aaBb – гладкие черные морские свинки; aabb – гладкие белые.

**Задача 6.** Какое потомство может быть получено от союза здорового мужчины и здоровой женщины, являющейся носителем гена гемофилии. Ген нормальной свертываемости крови доминантен, ген гемофилии рецессивен и сцеплен с X-хромосомой.

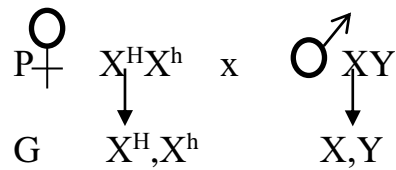
**Решение** Генотипы родительских особей указаны в условии задачи, поэтому можно сразу записать схему скрещивания.

Дано:

X<sup>H</sup> – ген нормальной свертываемости крови  
 X<sup>h</sup> – ген гемофилии



F<sub>1</sub> = ?



F<sub>1</sub> X<sup>H</sup>X : X<sup>H</sup>Y : XX<sup>h</sup> : X<sup>h</sup>Y  
 X<sup>H</sup>X – здоровая дочь

X<sup>H</sup>Y – здоровый сын  
 XX<sup>h</sup> – здоровая дочь, носительница гена гемофилии  
 X<sup>h</sup>Y – сын, больной гемофилией

**Ответ:** существует 25% вероятность рождения: здорового сына; здоровой дочери; сына, больного гемофилией; здоровой дочери, носительницы гена гемофилии.

**Задача 7.** Отсутствие потовых желез у человека передается по наследству как рецессивный признак, сцепленный с X-хромосомой. Не страдающий этим недостатком юноша женился на девушке, отец которой лишен потовых желез, а мать и ее предки здоровы. Какова вероятность, что сыновья и дочери от этого брака будут страдать отсутствием потовых желез? Каков прогноз в отношении внуков того и другого пола в предположении, что жены сыновей и мужья дочерей будут здоровыми людьми?

### Решение

По условию юноша здоров, то есть имеет генотип  $X^A Y$ .

Так как мать девушки и ее предки не страдали отсутствием потовых желез, наиболее возможный генотип матери  $X^A X^A$ . отец девушки был болен, его генотип, соответственно,  $X^a Y$ .

У родившейся дочери 2X-хромосомы, одна от матери, другая от отца. Таким образом, девушка гетерозиготна по данному признаку, имеет генотип  $X^A X^a$

**P**  $X^A X^a$  x  $X^A Y$

**G:**  $X^A X^a X^A Y$

**F1:**  $X^A X^A, X^A X^a, X^A Y, X^a Y$

**Ph:** здорова, здорова, носитель здоров, болен

Таким образом, все девочки, родившиеся в данном браке, будут здоровы, а вероятность рождения больного мальчика составляет 50%.

Если учесть, что жены сыновей и мужья дочерей будут здоровыми людьми, прогноз в отношении внуков будет следующим:

а) у девочки с генотипом  $X^A X^A$  все дети будут здоровы:

б) у девочки с генотипом  $X^A X^a$  ситуация будет такая же, как у родителей, все девочки будут здоровы, а вероятность рождения больного мальчика составляет 50%;

в) у здорового мальчика (генотип  $X^A Y$ ) все дети будут здоровы;

г) у мальчика, страдающего отсутствием потовых желез, в будущем все дети также будут здоровы.

**P**  $X^A X^A$  x  $X^a Y$

**G:**  $X^A X^a Y$

**F1:**  $X^A X^a, X^A Y$



**Ph:** здорова, носитель, здоров

Ответ: дочь здорова 100%, сын болен 50 %, внуки 100% - здоровы

4. **Перечень оборудования:** тексты генетических задач; варианты с номерами задач.

#### 5. Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с краткими теоретическими сведениями.
2. Ознакомиться с примерами решения задач.
3. Решить задачи (см. Приложение), предложенные для вашего варианта (Вариант с номерами задач выдается преподавателем перед началом работы).

#### 6. Содержание отчета

1. Наименование работы
2. Цель
3. Перечень оборудования
4. Порядок выполнения работы
5. Решенные задачи

#### 7. Список литературы

1. Агафонова, И. Б. Биология. Базовый уровень : учебник для образовательных организаций, реализующих образовательные программы среднего профессионального образования / И. Б. Агафонова, А. А. Каменский, В. И. Сивоглазов. — Москва : Просвещение, 2024. — 271, [1] с. : ил. — (Учебник СПО). — ISBN 978-5-09-113524-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2157269> (Основное электронное издание – ОЭИ 1.).

2. Агафонова, И. Б. Биология. Базовый уровень. Практикум : учебное пособие, разработанное в комплекте с учебником для образовательных организаций, реализующих образовательные программы среднего профессионального образования / И. Б. Агафонова, В. И. Сивоглазов. — Москва : Просвещение, 2024. — 112 с. — (Учебник СПО). — ISBN 978-5-09-112641-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2157267> (Основное электронное издание – ОЭИ 2.).

3. Андреева, Т. А. Биология : учебное пособие / Т.А. Андреева. — Москва : РИОР : ИНФРА-М, 2021. — 241 с. - ISBN 978-5-369-00245-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1209230>

4. Ахмедова, Т. И. Биология : учебное пособие / Т. И. Ахмедова. - Москва : РГУП, 2020. - 150 с. - ISBN 978-5-93916-859-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1689573>

5. Биология : учебник и практикум для среднего профессионального образования / В. Н. Ярыгин [и др.] ; под редакцией В. Н. Ярыгина. — 2-е изд. —

Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 378 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-09603-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/511618>

б. Колесников С.И. Общая биология. : учебное пособие / Колесников С.И. — Москва :КноРус, 2022. — 287 с. — (СПО). — ISBN 978-5-406-07383-4. — URL: <https://book.ru/book/949522> — Текст: электронный. <https://book.ru/book/949522>

Задачи для решения

1. Плоды томатов бывают грушевидные и круглые. Ген круглой формы плодов доминирует. Каких потомков следует ожидать от скрещивания растения с грушевидными плодами и гетерозиготного растения, имеющего круглые плоды?
2. У томатов ген нормального роста доминирует над геном карликовости. Каким будет поколение от скрещивания гетерозиготных высокорослых растений с карликовыми?
3. У томатов ген красной окраски плодов доминирует над геном желтой окраски. Каким будет потомство от скрещивания гетерозиготных растений?
4. У людей светлые волосы – рецессивный признак. Определите генотипы родителей и детей, если у светловолосой матери и темноволосого отца 5 детей, все темноволосые.
5. У томатов ген нормального роста доминирует над геном карликовости. Каким будет поколение от скрещивания гетерозиготных растений?
6. У людей наличие голубых глаз – рецессивный признак. Определите генотипы родителей и детей, если у голубоглазого отца и кареглазой матери 5 детей, из них 2 детей голубоглазые.
7. У человека ген длинных ресниц доминирует над геном коротких ресниц. Женщина с длинными ресницами, у отца которой были короткие ресницы, вышла замуж за мужчину с короткими ресницами. Какова вероятность рождения в данной семье ребёнка с длинными ресницами?
8. У человека ген дальности зрения доминирует над геном нормального зрения. В семье муж и жена страдают дальностью зрения, однако матери обоих супругов видели нормально. Сколько различных генотипов может быть среди детей данной супружеской пары? Какова вероятность рождения детей с нормальным зрением?
9. Женщина с рыжими волосами, мать и отец которой имеют черные, а брат черные волосы, вступила в брак с черноволосым мужчиной, мать которого имеет черные, а отец черные волосы. От этого брака родился мальчик с черными и девочка с рыжими волосами. Определите генотипы у всех упомянутых лиц.
10. У фигурной тыквы белая окраска плодов доминирует над желтой. Каким будет потомство первого и второго поколений от скрещивания гомозиготной белой и желтой тыквы? Каковы результаты скрещивания одного из растений первого поколения с желтой формой?

11. У фигурной тыквы белая окраска плодов доминирует над жёлтой. Каким будет потомство первого и второго поколений от скрещивания гомозиготной белой и жёлтой тыкв? Каковы результаты скрещивания одного из растений первого поколения с жёлтой формой?

12. Норки с белой окраской меха имеют генотип  $aa$ , а с темной –  $AA$ . При их скрещивании образуются кохинуровые – белые с темным крестом на спине. Какую окраску можно получить при скрещивании белых животных с кохинуровыми?

13. У кур чёрная окраска оперения доминирует над белой. Все гетерозиготы имеют пеструю окраску оперения. Какое получится потомство по окраске оперения, если пестрых кур скрестить с белыми петухами?

14. Потомство лошадей белой и гнедой (бурой) мастей всегда имеет светлую золотисто – рыжую окраску. У двух золотисто – рыжих лошадей появились жеребята: белый и гнедой. Определите генотипы упомянутых животных.

15. Норки с белой окраской меха имеют генотип  $aa$ , а с темной –  $AA$ . При их скрещивании образуются кохинуровые – белые с темным крестом на спине. Какую окраску можно получить при скрещивании темных животных с кохинуровыми?

16. У кур чёрная окраска оперения доминирует над белой. Все гетерозиготы имеют пеструю окраску оперения. Какое получится потомство по окраске оперения, если пестрых кур скрестить с черными петухами?

17. У кроликов серая окраска шерсти доминирует над белой, а гладкая шерсть – над мохнатой. Каким по фенотипу и генотипу будет потомство при скрещивании серых мохнатых кроликов с белыми гладкими?

18. У кур хохлатость ( $A$ ) – доминантный признак, а чёрная окраска оперения ( $B$ ) доминирует над бурой. Скрестили гетерозиготную чёрную курицу без хохлы с гетерозиготным бурым хохлаты петухом. Каким будет потомство от этого скрещивания?

19. У человека чёрный цвет глаз ( $A$ ) доминирует над голубым ( $a$ ), а наличие веснушек ( $B$ ) над их отсутствием. Женщина с голубыми глазами и без веснушек выходит замуж за мужчину с чёрными глазами и веснушками. Известно, что мать мужчины была голубоглазой и у неё были веснушки. Сколько разных фенотипов и генотипов может быть у детей в этой семье?

20. У кошек полосатый хвост ( $A$ ) доминирует над однотонным, а длинные усы ( $B$ ) над короткими. Скрестили двух дигетерозигот по этим двум признакам. Сколько котят будет с полосатым хвостом и длинными усами?

21. Темноволосая (А) женщина с кудрявыми (В) волосами, гетерозиготная по первому типу гамет, вступила в брак с мужчиной, имеющим тёмные гладкие волосы, гетерозиготным по первой аллели. Каковы вероятные генотипы детей?

22. Темноволосая (А) кареглазая (С) женщина, гетерозиготная по первой аллели, вступила в брак со светловолосым кареглазым мужчиной, гетерозиготным по второму признаку. Каковы вероятные генотипы детей?

23. Муж и жена имеют тёмные (А) кудрявые (В) волосы. У них родился ребёнок с кудрявыми светлыми волосами. Каковы генотипы родителей?

24. Женщина со светлыми (а) прямыми (в) волосами вступила в брак с женщиной, имеющей тёмные вьющиеся волосы. Каковы генотипы родителей? Каковы могут быть генотипы и фенотипы детей?

25. У матери густые брови (А) и гладкий подбородок (в), а у отца обычные брови и ямка на подбородке. У сына густые брови и ямка на подбородке, а дочь похожа на мать. Каковы генотипы родителей и детей?

26. У дыни корка может быть зелёной (А) или полосатой, а форма плода – круглой (В) или длинной. Скрестили гомозиготное растение с зелёными длинными плодами с гомозиготным, имеющим полосатые круглые плоды. Каковы генотипы гибридов первого поколения?

27. У человека карие глаза доминируют над голубыми, а способность лучше владеть правой рукой доминирует над леворукостью. Какие могут быть дети, если оба родителя – кареглазые правши, гетерозиготны по обоим признакам?

28. У человека карие глаза доминируют над голубыми, а способность лучше владеть правой рукой доминирует над леворукостью. Голубоглазый правша женился на кареглазой правше. У них родилось двое детей: кареглазый левша и голубоглазый правша. От второго брака у этого же мужчины с другой кареглазой правшой родилось трое кареглазых правшей. Определите генотип всех трех родителей.

29. Определите вероятность рождения кареглазых пятипалых детей в семье, где родители – кареглазые шестипалые дигетерозиготы. Гены кареглазости и шестипалости доминируют.

30. У человека некоторые формы близорукости доминируют над нормальным зрением, цвет карих глаз над голубым. Какое потомство можно ожидать от брака близорукого кареглазого мужчины с голубоглазой неблизорукой женщиной? Известно, что у мужчины отец был голубоглазым, неблизоруким.

31. Известно, что ген гемофилии (несвёртываемости крови) – рецессивный, локализованный в X – хромосоме. Здоровая женщина, мать которой так же, как и она, была здоровой, а отец страдал гемофилией, вышла замуж за мужчину, стра-

дающего гемофилией. Появление какого потомства можно ожидать от этого брака (относительно рассматриваемого заболевания)?

32. локализованный в X – хромосоме. Дети отца – гемофилика и здоровой матери вступают в брак со здоровыми людьми. Какова вероятность появления гемофилии у внуков?

33. Гены А и а, участвующие в определении окраски кошек, локализованы в X – хромосоме. Гена обуславливает рыжую окраску, генА – чёрную, гетерозиготы имеют пёструю («черепашковую») окраску. У пёстрой кошки от чёрного кота 4 котёнка (2 из них женского пола), какой они масти?

34. Рецессивный ген дальтонизма локализован в X – хромосоме. Мужчина-дальтоник женился на женщине с нормальным зрением, но имевшей отца-дальтоника. Может ли у них родиться дочь дальтоник?

35. Женщина дальтоник вышла замуж за мужчину с волосатыми ушами (гипертрихоз). Какие дети могут родиться, если рецессивный ген дальтонизма локализован в X – хромосоме, а ген волосатых ушей в Y – хромосоме.

36. У человека рецессивный ген дальтонизма и рецессивный ген гемофилии локализованы в X-хромосоме. Какие дети могли бы родиться в браке гемофилика с женщиной, страдающей дальтонизмом?

37. У кошек чёрный цвет шерсти доминирует над рыжим, а гетерозиготы – пятнистые. Пятнистая кошка принесла чёрных, рыжих и пятнистых котят. На основании какого критерия можно «реабилитировать» рыжего кота соседки, обвиняемого в отцовстве?

38. Отсутствие потовых желез у людей передается по наследству как рецессивный признак, сцепленный с X-хромосомой. Юноша, не страдающий отсутствием потовых желез, женился на девушке, отец которой лишен потовых желез, а мать и ее предки здоровы. Какова вероятность того, что сыновья и дочери от этого брака будут страдать отсутствием потовых желез. Будут ли внуки того, или иного пола страдать этим заболеванием, если предположить, что жены сыновей и мужа дочерей будут здоровыми людьми.

39. Раннее облысение у людей передается по наследству как рецессивный признак, сцепленный с X-хромосомой. Мужчина, страдающий этим заболеванием, женился на женщине, отец которой также страдал ранним облысением, а мать и ее предки были здоровы. Какова вероятность того, что сыновья и дочери от этого брака будут страдать ранним облысением. Будут ли внуки того, или иного пола страдать этим заболеванием, если предположить, что жены сыновей и мужа дочерей будут здоровыми людьми.

40. Немоглухота передается у людей по наследству как доминантный признак, сцепленный с X-хромосомой. Каких детей можно ожидать от брака:

а) между нормальным мужчиной и женщиной, страдающей немоглухотой;

- б) между женщиной и женщиной, страдающими немоглухотой;
- в) между женщиной, страдающей немоглухотой и нормальной женщиной, отец которой был немоглухим.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3

### Изучение модификационной изменчивости. Построение вариационной кривой

1. **Цель работы:** получить практические навыки построения вариационных ряда и кривой.

2. **Время выполнения работы:** 80 мин

#### 3. Краткие теоретические сведения

**Изменчивость** – способность организмов отличаться от своих родителей по каким-либо признакам. Именно она обеспечивает разнообразие организмов.

**Модификационная (фенотипическая или ненаследственная) изменчивость** – возникает под влиянием внешней среды и не затрагивает генотип, а только фенотип организмов.

Изменения всегда проявляются у всех организмов одинаково и имеют направленный, приспособительный характер.

Например, у комнатного растения примулы китайской в обычных условиях при температуре от 15 до 20<sup>0</sup>С цветки имеют красную окраску. Если растение, имеющее красные цветки, перенести в помещение с повышенной влажностью и температурой 30-35<sup>0</sup>С, то вновь развившиеся цветки окажутся белыми, а при возвращении в первоначальные условия снова появятся красные цветки. Это значит, что одни и те же наследственные свойства дают различное проявление в зависимости от условий, в которых происходит реализация этих свойств.

Предел, в котором в зависимости от условий внешней среды может изменяться фенотипическое проявление генотипа, называется **нормой реакции**. Норма реакции, лежащая в основе модификационной изменчивости, складывалась исторически в результате естественного отбора. Выживали те организмы, у которых под влиянием среды происходили фенотипические изменения, благоприятствующие существованию. Таким образом, она соответствует условиям обитания, является приспособительной.

Норма реакции для различных признаков может быть **широкой** и **узкой**.

Например, если кормить корову определенным количеством подобранных по качеству кормов, то можно достичь значительного повышения ее удоев. Однако содержание жира в молоке при усиленном кормлении изменяется незначительно, т.к. норма реакции у этого признака узкая.

К статистическим закономерностям модификационной изменчивости относятся вариационный ряд изменчивости признака и вариационная кривая.

**Вариационный ряд** представляет ряд значений признака, расположенных в порядке убывания или возрастания (например: если собрать листья с одного и того же дерева и расположить их по мере увеличения длины листовой пластинки, то получается вариационный ряд изменчивости данного признака).

**Вариационная кривая** – это графическое изображение зависимости между



размахом изменчивости признака и частотой встречаемости отдельных вариантов данного признака. Наиболее типичный показатель признака – это его средняя величина, то есть среднее арифметическое вариационного ряда.

В качестве примера изучим изменчивость длины листьев тополя.

При измерении длины 100 листьев тополя установлено, что она колебалась от 50 до 93 мм. Подсчитав, какое количество листьев имеет ту или иную длину, располагают их в порядке возрастания длины и получают таким образом вариационный ряд:

Длина листа, мм (величина признака, V)	50	52	55	56	59	61	62	66	68	70	74	75	79	80	83	84	85	88	90	93
Количество листьев, имеющих данную длину (частота встречаемости, p)	1	2	3	4	6	7	8	10	15	10	6	6	5	5	3	3	2	2	1	1

Количественное изменение признака можно выразить графически. По горизонтали (оси x) откладывают величину признака (в нашем примере – длину листьев тополя, мм) в возрастающем порядке; по вертикали (оси y) – частоту встречаемости особей с данной величиной признака. При соединении точек получается вариационная кривая.



Для характеристики изменчивости признака вычисляют его среднюю величину по формуле:

$$M = \frac{\sum V * p}{n}$$

Где М – средняя величина;

$\sum$  – знак суммирования;

V – варианты (величина признака);

p – частота встречаемости;

n – общее количество исследуемых особей в вариационном ряду.

Вычислим по этой формуле среднюю длину листьев тополя:

$$M = \frac{50*1+52*2+55*3+56*4+59*+61*7+62*8+66*10+68*15+70*10+74*6+75*6+79*5+80*5 + 83*3+84*3+85*2+88*2+90*1+93*1}{100} = \frac{6919}{100} = 69,19 \text{ (мм)}$$

Т.о., средняя длина листьев тополя равна 69,19 мм.

Изменчивость, выраженная в вариационном ряду, является следствием неоднородности факторов внешней среды как благоприятных, так и неблагоприятных. Сочетание этих факторов происходит случайно. В основе случайных явлений лежат специфические закономерности, проявляющиеся только при большом количестве исследуемого материала. Эти закономерности называются статистическими, или закономерностями множественных причин. Они математически изучены с позиций теории вероятностей, согласно которой сочетание только благоприятных или только неблагоприятных условий среды происходит крайне редко. Поэтому большинство организмов имеют величину признака среднюю или близкую к средней величине. Организмов с большими отклонениями признаков от средних величин в природе мало, что наглядно демонстрирует вариационная кривая.

**4. Перечень оборудования:** линейка, калькулятор, семена фасоли, раздаточные тестовые задания.

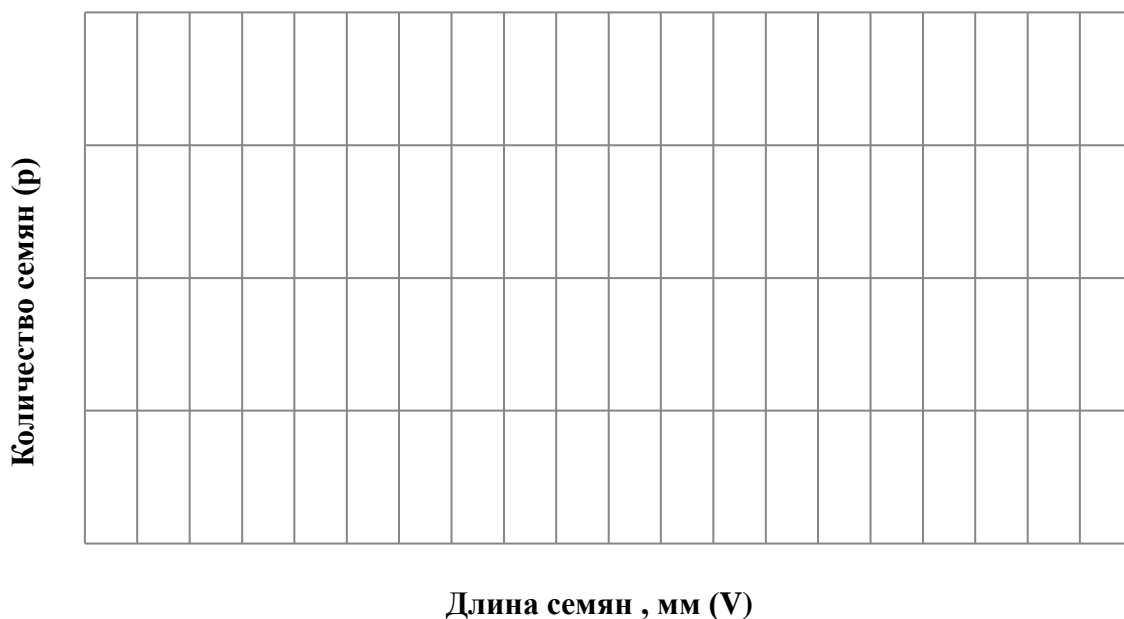
**5. Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомиться с краткими теоретическими сведениями.
2. Рассмотреть семена фасоли, измерить их длину линейкой.
3. Составить вариационный ряд, на основе измерений семян фасоли, расположив длину семян в порядке возрастания. Подсчитать количество семян, имеющих соответствующую длину. Результаты записать.

Длина семян, мм (величина признака, V)																
Количество семян, имеющих данную длину (частота встречаемости, p)																

4. Построить вариационную кривую на основе вариационного ряда.

### График изменчивости (вариационная кривая) длины семян фасоли



5. Вычислить среднюю величину длины семян фасоли по формуле (формулу и пример вычисления смотри в кратких теоретических сведениях).
6. Сделать вывод о закономерностях модификационной изменчивости на основании проведенных исследований.
7. Ответить на контрольные вопросы (согласно варианту, определенному в начале урока преподавателем), см. Приложение.

#### 6. Содержание отчета:

1. Наименование работы
2. Цель
3. Перечень используемого оснащения
4. Порядок выполнения работы
5. Информация о проделанной работе (составленный вариационный ряд, построенная вариационная кривая, вычисленная средняя величина длины семян фасоли, вывод)
6. Ответы на контрольные вопросы (тест)

#### 7. Список литературы

1. Агафонова, И. Б. Биология. Базовый уровень : учебник для образовательных организаций, реализующих образовательные программы среднего профессионального образования / И. Б. Агафонова, А. А. Каменский, В. И. Сивоглазов. — Москва : Просвещение, 2024. — 271, [1] с. : ил. — (Учебник СПО). — ISBN 978-5-09-113524-4. - Текст : электронный. - URL:

<https://znanium.ru/catalog/product/2157269> (Основное электронное издание – ОЭИ 1.).

2. Агафонова, И. Б. Биология. Базовый уровень. Практикум : учебное пособие, разработанное в комплекте с учебником для образовательных организаций, реализующих образовательные программы среднего профессионального образования / И. Б. Агафонова, В. И. Сивоглазов. — Москва : Просвещение, 2024. — 112 с. — (Учебник СПО). — ISBN 978-5-09-112641-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2157267> (Основное электронное издание – ОЭИ 2.).

3. Андреева, Т. А. Биология : учебное пособие / Т.А. Андреева. — Москва : РИОР : ИНФРА-М, 2021. — 241 с. - ISBN 978-5-369-00245-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1209230>

4. Ахмедова, Т. И. Биология : учебное пособие / Т. И. Ахмедова. - Москва : РГУП, 2020. - 150 с. - ISBN 978-5-93916-859-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1689573>

5. Биология : учебник и практикум для среднего профессионального образования / В. Н. Ярыгин [и др.] ; под редакцией В. Н. Ярыгина. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 378 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-09603-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/511618>

6. Колесников С.И. Общая биология. : учебное пособие / Колесников С.И. — Москва :КноРус, 2022. — 287 с. — (СПО). — ISBN 978-5-406-07383-4. — URL: <https://book.ru/book/949522> — Текст: электронный. <https://book.ru/book/949522>

Вариант №1

1. Модификационная изменчивость – это
  - а) случайно возникшие наследуемые изменения генотипа
  - б) изменение фенотипа организма под влиянием условий среды
  - в) результат рекомбинации хромосом
  - г) кратное увеличение хромосом
  
2. Совокупность генов организма – это
  - а) фенотип
  - б) кариотип
  - в) генотип
  - г) генофонд
  
3. В чем сущность хромосомных мутаций?
  - а) в изменении последовательности нуклеотидов в гене
  - б) в кратном увеличении числа хромосом
  - в) появление новых сочетаний признаков вследствие перекombинации генов
  - г) в изменении структуры хромосом
  
4. Что изменяется при мутационной изменчивости?
  - а) генотип и фенотип
  - б) только генотип
  - в) только фенотип
  
5. Соматические мутации:
  - а) не передаются по наследству
  - б) всегда вредны для организма
  - в) проявляются при половом размножении
  - г) проявляются в следующих поколениях

## Вариант №2

1. У каких многоклеточных организмов соматические мутации могут передаваться потомству?
  - а) у животных при половом размножении
  - б) у растений при половом размножении
  - в) у растений при вегетативном размножении
  - г) у растений и животных при половом размножении
  
2. Какие факторы среды могут стать причиной мутаций?
  - а) только физические факторы
  - б) только химические
  - в) физические и химические
  
3. Геномные мутации – это изменения
  - а) структуры гена
  - б) числа хромосом
  - в) структуры хромосом
  - г) последовательности нуклеотидов
  
4. В чистопородной отаре родился ягненок с очень короткими ногами. Признак оказался наследственным. Эта форма изменчивости называется
  - а) мутационной
  - б) комбинативной
  - в) модификационной
  - г) фенотипической
  
5. У березы на поляне более мощная крона, крупные ветви, больше листьев по сравнению с березой в лесу. Подобные различия фенотипа, не связанные с изменением генотипа, называют
  - а) модификационной изменчивостью
  - б) комбинативной изменчивостью
  - в) мутационной изменчивостью
  - г) соотносительной изменчивостью

## Вариант №3

1. Мутационная изменчивость в отличие от комбинативной

- а) имеет новые сочетания родительских генов в зиготе
- б) это вновь возникшее изменение в генотипе разных уровней наследственного материала
- в) образует ряды изменчивости признака
- г) не передается по наследству

2. Полиплоидией называют

- а) изменение последовательности нуклеотидов
- б) перестройку хромосом
- в) кратное число хромосом
- г) появление новых сочетаний признаков вследствие перекомбинации генов

3. Значительная часть мутаций не проявляется в фенотипе потомства, так как они

- а) не связаны с изменением генов
- б) вызваны изменением хромосом
- в) носят доминантный характер
- г) носят рецессивный характер

4. Какая изменчивость обеспечивает эволюцию организмов?

- а) модификационная
- б) мутационная
- в) фенотипическая
- г) комбинативная

5. Коровы одной и той же породы в разных условиях содержания дают различные удои молока, что свидетельствует о проявлении

- а) модификационной изменчивости
- б) комбинативной изменчивости
- в) мутационной изменчивости
- г) хромосомных мутаций

## Вариант №4

1. Хромосомные мутации – это

- а) полиплоидия
- б) изменение числа хромосом
- в) изменение структуры хромосом
- г) изменение структуры гена

2. В молекуле ДНК, находящейся в хромосоме гаметы, произошло изменение последовательности нуклеотидов. Такую мутацию называют

- а) генной
- б) соматической
- в) хромосомной
- г) геномной

3. Кто из ученых ввел в науку термин «мутация»?

- а) Н.И.Вавилов
- б) Ч.Дарвин
- в) Де Фриз
- г) И.И.Шмальгаузен

4. Генные мутации в отличие от модификационной изменчивости

- а) не наследуются
- б) имеют приспособительный характер
- в) носят массовый характер
- г) служат причиной изменения признаков у потомства

5. При модификационной изменчивости изменяется

- а) генотип и фенотип
- б) только генотип
- в) только фенотип



## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4

### Описание приспособленности организма и ее относительный характер

**1. Цель работы:** получить навыки выявления признаков адаптации растительных и животных организмов к среде обитания.

**2. Время выполнения работы:** 80 мин

#### 3. Краткие теоретические сведения

В результате действия естественного отбора у растений и животных возникают приспособления, соответствующие той среде, в которой они постоянно встречаются.

*Адаптация, или приспособленность* – это совокупность морфологических, физиологических, поведенческих и других особенностей вида, обеспечивающих его жизнедеятельность в определенных условиях внешней среды.

Различают *общие адаптации* (приспособления к жизни в обширной зоне среды), например, приспособленность конечностей позвоночных к наземной среде, плаванию, полету, и *частные адаптации* (приспособления к определенному образу жизни), например, приспособленность конечностей позвоночных к бегу (лошади, страусы), лазанию по деревьям (обезьяны, дятлы), различным типам плавания (акулы, пингвины).

Адаптации подразделяются на:

- 1) морфологические
- 2) физиологические
- 3) биохимические
- 4) поведенческие

Приспособленность к среде обитания формируется в результате взаимодействия движущих сил эволюции и включает следующие этапы:

1. появление разнообразных наследственных изменений у особей популяции;
2. преимущественное выживание и размножение в результате естественного отбора особей с полезными, в данных условиях среды, наследственными изменениями;
3. сохранение из поколения в поколение особей с полезными изменениями.

*Морфологические адаптации* - связаны с изменениями строения тела. Например, обтекаемая форма тела водных животных (рыбы, дельфины); появление перепонки между пальцами у водоплавающих животных (амфибии, птицы); густой шерстяной покров у северных млекопитающих; длинные ноги и шея у болотных птиц, плоское тело у придонных рыб (камбала, скат).

К морфологическим адаптациям относится также наличие у животных так называемой **покровительственной окраски**. Условно различают несколько типов покровительственной окраски:

1) *Маскировка* – форма тела и окраска сливаются с окружающими предметами.

Например, морской конек, кузнечик, насекомое палочник, гусеницы некоторых бабочек. У открыто гнездящихся птиц окраску, обеспечивающую сходство с окружающим фоном, имеют самки, что особенно необходимо в период насиживания кладки. У хищников, использующих длительное подкарауливание жертвы (тигр, леопард, ягуар, окунь и др.) окраска «размывает» контур животного. Если фон среды не является постоянным в зависимости от сезона года – животные меняют свою окраску (заяц беляк, русак).

2) **Предостерегающая окраска** – обычно очень яркая, характерна для животных, обладающих ядовитыми зубами (ядовитые змеи), жалящими приспособлениями (осы, шмели, пчелы), ядовитыми кожными железами (огненная саламандра).

Например, божья коровка является ядовитой для птиц. Пойманная она выделяет специальными порами гемолимфу, которая вызывает сильное раздражение слизистой поверхности ротовой полости у насекомыхядных птиц. Часто сочетается с демонстративным отпугивающим поведением.

3) **Мимикрия** – сходство беззащитного и съедобного вида животного с одним или несколькими представителями неродственных видов, хорошо защищенных от нападения и поедания хищником или с растениями и предметами окружающей среды. Например, муха-журчалка и пчела, тропические ужи и ядовитые змеи; цветки львиного зева похожи на шмелей – насекомые пытаются завязать брачные отношения, что способствует опылению; яйца, откладываемые кукушкой, гусеница бабочки-пяденицы напоминает сухой сучок, насекомое палочник похоже на сухие прутики.

**Физиологические адаптации** – связаны с приспособленностью процессов жизнедеятельности к условиям обитания (с перестройкой обмена веществ у организмов). Например, накопление жира пустынными животными перед наступлением засушливого сезона, т.к. при его расщеплении образуется вода (верблюды); появление теплокровности и терморегуляции у птиц и млекопитающих; теплолокация (змеи), эхолокация (летучие мыши, дельфины).

**Биохимические адаптации** – связаны с образованием в организме определенных веществ, облегчающих защиту от врагов или нападение на другие организмы. Это яды змей, скорпионов, пауков (защита и охота); антибиотики грибов и бактерий (защита от конкурентов); пахучие вещества клопов (отпугивание врагов); приспособленность организмов существовать в горячих источниках, в вечной мерзлоте (особая структура белков и липидов).

**Поведенческие адаптации** – связаны с изменением поведения в тех или иных условиях. Например, забота о потомстве улучшает выживание молодых животных, повышает устойчивость их популяций; образование отдельных пар в брачный период, а зимой объединение в стаи, что облегчает пропитание и защиту (волки, многие виды птиц); замирание, имитация ранения или смерти (опоссумы, земноводные, птицы). Сюда же относят сбрасывание листьев растениями на зиму, запасание животными корма на неблагоприятный сезон года.

### **Относительный характер приспособлений.**

В результате исторического развития живых существ вся их организация (строение, поведение) оказывается глубоко адаптивной. Однако, приспособлен-

ность организмов к среде, несмотря на все ее совершенство, не абсолютна, а относительна. Относительность приспособлений прежде всего связана с тем, что условия внешней среды нередко меняются значительно быстрее, чем формируются те или иные приспособления. А уже имеющиеся приспособления теряют свое значение для организма в трансформированной среде.

Например, заяц незаметный для хищников на снегу, хорошо заметен на фоне стволов деревьев; ядовитых змей поедают мангусты, ежи, которые мало восприимчивы к их яду; если кактус обильно поливать, то он погибнет; длинные крылья стрижей, приспособленные к стремительному продолжительному полету, создают определенные сложности при взлете с земли.

4. **Оснащение:** иллюстрации, демонстрирующие приспособленность организмов к среде обитания.

### 5. Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с краткими теоретическими сведениями.
2. Рассмотреть предложенные рисунки насекомых (см. Приложение 1) и найти у них признаки приспособленности к среде обитания. Результаты занести в таблицу

#### *«Приспособленность насекомых к среде обитания»*

<i>Насекомое</i>	<i>Маскировка</i>	<i>Предостерегающая окраска</i>	<i>Мимикрия</i>
Кузнечик			
Богомол			
Божья коровка			
Клоп-солдатик			
Оса			
Шмель			
Палочник			

3. Установить признаки приспособленности к среде обитания, пользуясь рисунком и литературным источником (см. Приложение 2), у следующих растений: виктория Регия, баобаб, цереус гигантский, элодея, ковыль (растение для изучения определяется преподавателем). Результаты занести в таблицу

#### *«Приспособленность к среде обитания (название растения)...».*

<i>Растение</i>	<i>Среда обитания</i>	<i>Характер приспособлений</i>

5. Рассмотреть предложенный рисунок животного (см. Приложение 3), определить адаптивные черты строения (можно пользоваться дополнительными источниками информации). Результаты занести в таблицу

6.

*«Приспособленность к среде обитания (название животного)...».*

<i>Название организма</i>	<i>Среда обитания</i>	<i>Адаптивные черты строения</i>	<i>Значение адаптаций</i>	<i>Причины относительности</i>

5. Ответить на контрольные вопросы, см. Приложение 4 (вариант определяется преподавателем).

### **6. Содержание отчета:**

1. Наименование работы
2. Цель
3. Перечень используемого оснащения
4. Порядок выполнения работы
5. Информация о проделанной работе (заполненные таблицы)
6. Ответы на контрольные вопросы (тест)

### **7. Список литературы**

1. Агафонова, И. Б. Биология. Базовый уровень : учебник для образовательных организаций, реализующих образовательные программы среднего профессионального образования / И. Б. Агафонова, А. А. Каменский, В. И. Сивоглазов. — Москва : Просвещение, 2024. — 271, [1] с. : ил. — (Учебник СПО). — ISBN 978-5-09-113524-4. - Текст : электронный. - URL:

<https://znanium.ru/catalog/product/2157269> (Основное электронное издание – ОЭИ 1.).

2. Агафонова, И. Б. Биология. Базовый уровень. Практикум : учебное пособие, разработанное в комплекте с учебником для образовательных организаций, реализующих образовательные программы среднего профессионального образования / И. Б. Агафонова, В. И. Сивоглазов. — Москва : Просвещение, 2024. — 112 с. — (Учебник СПО). — ISBN 978-5-09-112641-9. - Текст : электронный. - URL:

<https://znanium.ru/catalog/product/2157267> (Основное электронное издание – ОЭИ 2.).

3. Андреева, Т. А. Биология : учебное пособие / Т.А. Андреева. — Москва : РИОР : ИНФРА-М, 2021. — 241 с. - ISBN 978-5-369-00245-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1209230>

4. Ахмедова, Т. И. Биология : учебное пособие / Т. И. Ахмедова. - Москва : РГУП, 2020. - 150 с. - ISBN 978-5-93916-859-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1689573>

5. Биология : учебник и практикум для среднего профессионального образования / В. Н. Ярыгин [и др.] ; под редакцией В. Н. Ярыгина. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 378 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-09603-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/511618>

6. Колесников С.И. Общая биология. : учебное пособие / Колесников С.И. — Москва :КноРус, 2022. — 287 с. — (СПО). — ISBN 978-5-406-07383-4. — URL: <https://book.ru/book/949522> — Текст: электронный.  
<https://book.ru/book/949522> (Основное электронное издание – ОЭИ 4.).

**Приложение 1.  
Рисунки насекомых**



**Кузнечик зеленый**



**Богомол**



**Божья коровка**



**Клоп-солдатик**



**Палочник**



**Оса**



**Шмель**

## Приложение 2. Рисунки растений



### **Виктория Регия**

Водное растение, обитающее в теплых заводях бассейна реки Амазонки. Плавающие листья крупные, округло-щитовидные, с загнутыми вверх в виде бортиков краями, снизу с сетью толстых жилок, снабжены сильно развитой воздушной тканью. Диаметр листа до 2 м. Цветки 25-35 см в диаметре, издают сильный аромат. Цветут двое суток, в течение которых окраска лепестков меняется от снежно-белой и розовой до свекольно-красной. Увядающие цветки опускаются в воду, где происходит созревание плодов.





### **Баобаб**

Обитатель африканских саванн. Представляет собой дерево от 10 до 25 м высотой с очень толстым стволом (до 10 м в диаметре) и огромной кроной. Листья пальчатосложные, опадающие в жаркий сезон. Цветки крупные, 12-20 см в диаметре, белые, ароматные, одиночные, свисающие вниз на длинных цветоножках; опыляются летучими мышами. Плод – продолговатая коробочка. Баобаб отличается крайней светлюбивостью и поэтому растет одиночными экземплярами. Он имеет мощную крону с большим количеством водозапасающей паренхимы.



### Элодея

Погруженное в воду растение. Растет в водоемах со стоячей и медленнотекущей водой. Стебель ветвистый с хорошо развитой аэренхимой. Листья мелкие, продолговатые или линейно-ланцетные, сидят мутовками по 3, иногда по 4. Цветки мелкие, беловатые, однополые. Растение двудомное. Опыление при помощи воды. Обладает способностью интенсивно размножаться обрывками побегов. нередко образует заросли, затрудняя даже судоходство.



### **Цереус**

Столбовидный кактус, достигающей 20 м высоты. Стебли четырехгранные, зеленые, фотосинтезирующие. Листья превратились в колючки, сидят пучками на ребрах стебля. Цветы крупные, белые. Плод – ягода, многосемянный.



### **Ковыль**

Многолетние, плотнодерновинные степные злаки с узколинейными листовыми пластинками. Устьица расположены преимущественно на нижней стороне листа в узких камерах, защищенных волосками. В засушливый период лист свертывается в трубку и устьица оказываются защищенными от внешней среды. Соцветие – метелка с одноцветными колосками. Нижняя цветковая чешуя имеет шелковую ость длиной 10 см. Плод – зерновка.

**Приложение 3.  
Рисунки животных**



**Заяц беляк**



**Морж**



**Пингвин**



**Рыжая вечерница**



**Тигр амурский**

## Приложение 4. Контрольные вопросы

### Вариант №1

1. Формирование приспособленности у организмов происходит в результате
  - а) освоение видом новых территорий
  - б) прямого воздействия среды на организм
  - в) дрейфа генов и увеличение численности гомозигот
  - г) естественного отбора и сохранения особей с полезными признаками
  
2. Видоизменение листьев у хвойных растений служит приспособлением к
  - а) улучшение минерального питания растения
  - б) повышению интенсивности фотосинтеза
  - в) экономному расходованию воды
  - г) улавливанию солнечного света
  
3. Приспособленность растений к опылению насекомыми характеризуются
  - а) образованием большого количества семян
  - б) наличием легкой неклеякой пыльцы
  - в) цветение до распускания листьев
  - г) наличием в цветках нектара, яркого венчика
  
4. Приспособление вида животных к среде обитания результат
  - а) заботы о потомстве
  - б) упражнения органов
  - в) отбора случайных наследственных изменений
  - г) высокой численности особей популяции
  
5. Определить форму приспособленности – окраска мухи сходная с окраской пчелы:
  - а) мимикрия
  - б) маскировка
  - в) покровительственная окраска
  - г) предупреждающая окраска

## Вариант №2

1 Что из перечисленного не относится к формам приспособленности животных

- а) форма тела
- б) приспособительное поведение
- в) повышенная влажность
- г) покровительственная окраска.

2 Причины возникновения приспособленности организмов к среде обитания

- а) изменение среды обитания
- б) изменение организмов под влиянием среды обитания
- в) наследственная изменчивость и естественный отбор
- г) изменчивость организмов и искусственный отбор

3. Какой тип покровительственной окраски называется мимикрией

- а) окраску, расчленяющую тело
- б) яркую окраску, сигнализирующую о ядовитости и несъедобности
- в) подражание более защищённому виду
- г) приспособление, при котором животное не заметно на фоне окружающих предметов

4. Что из перечисленного не относится к формам приспособленности у растений

- а) приспособленность к опылению насекомыми
- б) приспособленность к опылению ветром
- в) предохраняющий вид
- г) приспособленность к повышенной сухости

5. Определить форму приспособленности – окраска божьей коровки:

- а) мимикрия;
- б) маскировка;
- в) покровительственная окраска;
- г) предупреждающая окраска



## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5

### Круговорот веществ и энергии в экосистеме

**4. Цель работы:** получить практические навыки решения экологических задач по переносу вещества и энергии в экосистемах, составление трофических цепей.

**5. Время выполнения работы:** 80 мин

#### **6. Краткие теоретические сведения**

**Популяция** –любая, способная к самовоспроизведению совокупность особей одного вида, более или менее изолированная в пространстве от других аналогичных совокупностей одного и того же вида.

**Численность популяции** – количество животных или растений в пределах некоторой пространственной единицы: ареала, бассейна реки, области, района и т.д.

**Ареал** – область (территория обитания) популяции.

**Плотность** – число особей, приходящихся на единицу площади.

Энергия, заключенная в пище, передается от первоначального источника через ряд организмов, такой ряд организмов называется **цепью питания** сообщества, а каждое звено данной цепи – **трофическим уровнем**.

Первый трофический уровень представлен автотрофами или продуцентами.

**Продуценты** – это зеленые растения, создающие из биогенных элементов органическое вещество, т. е. биологическую продукцию, используя потоки солнечной энергии.

Следующий уровень представлен гетеротрофами или консументами.

**Консументы** – потребители этого органического вещества, перерабатывающие его в новые формы.

Живые организмы – гетеротрофы, которые питаются продуцентами (растительныеядные) называются **консументами первого порядка** и находятся на втором трофическом уровне, на третьем уровне располагаются **консументы второго порядка** – это хищники, они питаются консументами первого порядка. Цепь питания может включать консументов третьего, четвертого... порядка, но следует отметить, что более пяти трофических уровней в природе почти не встречается. Заканчивается цепь, как правило, редуцентами.

**Редуценты**– организмы, окончательно разрушающие органические соединения до минеральных. Роль редуцентов выполняют в биоценозах в основном грибы и бактерии, а также другие мелкие организмы, перерабатывающие мертвые остатки растений и животных

Живые организмы, поедая представителей предыдущего уровня, получают запасенную в его клетках и тканях энергию. Значительную часть этой энергии (до 90%) он расходует на движение, дыхание, нагревание тела и так далее и только 10% накапливает в своем теле виде белков (мышцы), жиров (жировая ткань).

Таким образом, **на следующий уровень передается только 10% энергии, накопленной предыдущим уровнем**. Именно поэтому пищевые цепи не могут быть очень длинными.

### Примеры решения задач:

**Задача 1.** На территории леса площадью  $100 \text{ км}^2$  ежегодно производили частичную рубку леса. На момент организации на этой территории заповедника было отмечено 50 лосей. Через 5 лет численность лосей увеличилась до 650 голов. Еще через 10 лет количество лосей уменьшилось до 90 голов и стабилизировалось в последующие годы на уровне 80-110 голов.

Определите численность и плотность поголовья лосей на момент создания заповедника. Объясните причины увеличения численности особей после создания заповедника.

**Решение:** На момент создания заповедника численность лосей – 50 особей; плотность поголовья лосей:  $50 \text{ особей} : 100 \text{ км}^2 = 0,5 \text{ особи/км}^2$ .

Численность лосей возросла из-за охраны на территории заповедника.

**Задача 2.** В лесном сообществе обитают: гусеницы, синицы, сосны, коршуны. Составьте пищевую цепь и назовите консумента второго порядка.

**Решение:** При составлении пищевой цепи необходимо правильно расположить все звенья и показать стрелками с какого уровня была получена энергия.

сосна → гусеница → синица → коршун.

Консумент второго порядка – синица.

**Задача 3.** Зная, *правило десяти процентов*, рассчитайте сколько нужно планктона, что бы в море вырос один дельфин массой 300 кг, если цепь питания имеет вид: планктон, нехищные рыбы, хищные рыбы, дельфин.

**Решение:** Дельфин, питаясь хищными рыбами, накопил в своем теле только 10% от общей массы пищи, зная, что он весит 300 кг, составим пропорцию.

$300 \text{ кг} - 10\%, \quad x - 100\%.$

Отсюда,  $x = 3000 \text{ кг}$  (хищные рыбы)

Этот вес составляет только 10% от массы нехищных рыб, которой они питались.

Снова составим пропорцию

$3000 \text{ кг} - 10\%$

$x - 100\%$

$x = 30\,000 \text{ кг}$  (масса нехищных рыб)

Сколько же им пришлось съесть планктона, для того чтобы иметь такой вес?

Составим пропорцию

$30\,000 \text{ кг} - 10\%$

$x - 100\%$

$x = 300\,000 \text{ кг}$

**Ответ:** для того что бы вырос дельфин массой 300 кг необходимо 300 000кг планктона.

**Задача 4.** Определите, какую массу растений сохранит от поедания гусеницами пара синиц при выкармливании 5 птенцов. Вес одного птенца 3 грамма.

**Решение:** определяем вес 5 птенцов: 1 пт – 3гр; 5 птенцов -15гр.

Составим цепь питания:

*растения – гусеницы – синицы*

Согласно правилу экологической пирамиды – на каждом предыдущем трофическом уровне количество биомассы и энергии, которые запасаются организмами за единицу времени, больше чем на последующем ~ в 10 раз.

Отсюда:

*растения – гусеницы – синицы*  
1500г      150г      15г

**Ответ:** пара синиц, выкармливая своих птенцов, сохраняет 1500 г растений.

**Задача 5.** Какая масса растений необходима для существования лисы, массой 8 кг, из которых 70% вода?

**Решение**

Определяем сухую массу лисы: 8 кг — 100%

$$x \text{ кг} — 30\% \quad x = 8 * 30 : 100 = 2,4 \text{ кг} \quad x =$$

2,4 кг

Составим цепь питания:

*растения – зайцы – лиса*

Согласно правилу экологической пирамиды:

*растения – зайцы – лиса*  
240кг      24кг      2,4кг

**Ответ:** масса растений, необходимая для существования лисы равна 240 кг

**7. Перечень оборудования:** тексты экологических задач

**5. Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомиться с краткими теоретическими сведениями.
2. Ознакомиться с примерами решения задач.
3. Решить задачи, предложенные для вашего варианта, см. Приложение. (Вариант с номерами задач выдается преподавателем перед началом работы).

**6. Содержание отчета:**

1. Наименование работы
2. Цель работы
3. Перечень оборудования
4. Порядок выполнения работы
5. Информация о проделанной работе (решенные задачи)

**7. Список литературы**

7. Агафонова, И. Б. Биология. Базовый уровень : учебник для образовательных организаций, реализующих образовательные программы среднего профессионального образования / И. Б. Агафонова, А. А. Каменский, В. И. Сивоглазов. — Москва : Просвещение, 2024. — 271, [1] с. : ил. — (Учебник СПО). — ISBN 978-5-09-113524-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2157269> (Основное электронное издание – ОЭИ 1.).
8. Агафонова, И. Б. Биология. Базовый уровень. Практикум : учебное пособие, разработанное в комплекте с учебником для образовательных организаций, реализующих образовательные программы среднего профессионального образования / И. Б. Агафонова, В. И. Сивоглазов. — Москва : Просвещение, 2024. — 112 с. — (Учебник СПО). — ISBN 978-5-09-112641-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2157267> (Основное электронное издание – ОЭИ 2.).
9. Андреева, Т. А. Биология : учебное пособие / Т.А. Андреева. — Москва : РИОР : ИНФРА-М, 2021. — 241 с. - ISBN 978-5-369-00245-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1209230>
10. Ахмедова, Т. И. Биология : учебное пособие / Т. И. Ахмедова. - Москва : РГУП, 2020. - 150 с. - ISBN 978-5-93916-859-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1689573>
11. Биология : учебник и практикум для среднего профессионального образования / В. Н. Ярыгин [и др.] ; под редакцией В. Н. Ярыгина. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 378 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-09603-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/511618>
12. Колесников С.И. Общая биология. : учебное пособие / Колесников С.И. — Москва :КноРус, 2022. — 287 с. — (СПО). — ISBN 978-5-406-07383-4. — URL: <https://book.ru/book/949522> — Текст: электронный.  
<https://book.ru/book/949522> (Основное электронное издание – ОЭИ 4.).

1. На территории леса площадью 100 км<sup>2</sup> ежегодно производили частичную рубку леса. На момент организации на этой территории заповедника было отмечено 50 лосей. Через 5 лет численность лосей увеличилась до 650 голов. Еще через 10 лет количество лосей уменьшилось до 90 голов и стабилизировалось в последующие годы на уровне 80-110 голов. Определите численность и плотность поголовья лосей через 5 лет после создания заповедника. Объясните причины изменений численности особей.

2. На территории леса площадью 100 км<sup>2</sup> ежегодно производили частичную рубку леса. На момент организации на этой территории заповедника было отмечено 50 лосей. Через 5 лет численность лосей увеличилась до 650 голов. Еще через 10 лет количество лосей уменьшилось до 90 голов и стабилизировалось в последующие годы на уровне 80-110 голов. Определите численность и плотность поголовья лосей через 15 лет после создания заповедника. Объясните причины изменений численности особей.

3. Охотоведы установили, что весной на площади 20 км<sup>2</sup> таежного леса обитало 8 соболей, из которых 4 самки (взрослые особи не образуют постоянных пар). Ежегодно одна самка в среднем приносит трех детенышей. Средняя смертность соболей (взрослых и детенышей) на конец года составляет 10%. Определите: численность соболей в конце года; плотность соболей весной; показатель смертности за год.

4. Охотоведы установили, что весной на площади 20 км<sup>2</sup> таежного леса обитало 8 соболей, из которых 4 самки (взрослые особи не образуют постоянных пар). Ежегодно одна самка в среднем приносит трех детенышей. Средняя смертность соболей (взрослых и детенышей) на конец года составляет 10%. Определите: численность соболей в конце года; плотность соболей в конце года; показатель рождаемости за год.

5. Какова биомасса дождевых червей, которую можно получить за 1 год при условии, если в компост будет пересажено 150 червей, а их количество в течение года увеличивается в 1000 раз. Масса одного червя – 0,2 г.

6. Для того, чтобы выжить серой жабе необходимо съесть в день 5 слизней. На площади 1 га обитает 10 жаб. Рассчитайте массу вредителей, которых уничтожат жабы на поле площадью 10 га за теплое время года (с мая по конец сентября, за 150 дней).

7. Назовите организмы, которые должны быть на пропущенном месте следующей пищевой цепи:

семена → ? → гадюка → аист

8. Назовите организмы, которые должны быть на пропущенном месте следующей пищевой цепи:

трава → кузнечик → ? → уж

9. Назовите организмы, которые должны быть на пропущенном месте следующей пищевой цепи:

семена → ? → кукушка

10. Назовите организмы, которые должны быть на пропущенном месте следующей пищевой цепи:

древесина → ? → дятел

11. Постройте схемы пищевых цепей, используя перечисленные ниже организмы:

травы, кролик, почвенные грибы, ягодный кустарник, жук-навозник, растительноядное насекомое, паук, воробей, ястреб, волк, лисица, сова-неясыть, уж, травяная лягушка, заяц, полевка, тля, божья коровка, дуб, медуница, мухоловка, короед, муха-журчалка.

12. Рассчитайте, сколько понадобится фитопланктона, чтобы выросла одна щука весом 10 кг (пищевая цепь: фитопланктон → зоопланктон → мелкие рыбы → окунь → щука). Условно принимайте, что на каждом трофическом уровне всегда поедаются только представители предыдущего уровня.

13. Рассчитайте, сколько нужно травы, чтобы вырос один орел весом 5 кг (пищевая цепь: трава → заяц → орел). Условно принимайте, что на каждом трофическом уровне всегда поедаются только представители предыдущего уровня.

14. Рассчитайте, сколько понадобится фитопланктона, чтобы вырос один медведь весом 300 кг (пищевая цепь: фитопланктон → зоопланктон → мелкие рыбы → лосось → медведь). Условно принимайте, что на каждом трофическом уровне всегда поедаются только представители предыдущего уровня.

15. Рассчитайте, сколько понадобится фитопланктона, чтобы вырос один синий кит весом 150 000 кг (пищевая цепь: фитопланктон → зоопланктон → синий кит). Условно принимайте, что на каждом трофическом уровне всегда поедаются только представители предыдущего уровня.

16. Определите, какую массу растений сохранит от поедания гусеницами пара синиц при выкармливании 2 птенцов. Вес одного птенца 4 грамма.

17. Какая масса растений необходима для существования волка массой 30 кг, из которых 60% – вода?

18. Определите, какую массу растений сохранит от поедания гусеницами пара синиц при выкармливании 4 птенцов. Вес одного птенца 5 грамма.

19. Какая масса растений необходима для существования лисы массой 12 кг, из которых 60% – вода?

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №6

### Отходы производства

**1. Цель работы:** получить практические навыки определения класса опасности отходов, агрегатное состояние, образующихся на рабочем месте, в связи с будущей специальностью.

**2. Время выполнения работы:** 80 мин

### 3. Краткие теоретические сведения

**Отходы производства и потребления** – остатки сырья, материалов, полуфабрикатов, иных изделий или продуктов, которые образовались в процессе производства или потребления, а также товары (продукция), утратившие свои потребительские свойства.

Большинство видов промышленной продукции, включая сложные интеллектуальные конструкции представляют собой отложенный отход. По окончании жизненного цикла возникает вопрос о его захоронении или переработке.

**Отходы различаются:**

- 1) по происхождению:
  - отходы производства (промышленные отходы)
  - отходы потребления (коммунально-бытовые)
- 2) по агрегатному состоянию:
  - твёрдые
  - жидкие
  - газообразные
- 3) по классу опасности (для человека и / или для окружающей природной среды)

Отходы в зависимости от степени негативного воздействия на окружающую среду подразделяются в соответствии с критериями, установленными федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим государственное регулирование в области охраны окружающей среды, **на пять классов опасности:**

**I класс** - чрезвычайно опасные отходы

**II класс**- высокоопасные отходы

**III класс**- умеренно опасные отходы **IV класс**- малоопасные отходы

**V класс**- практически неопасные отходы

**Критерии отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды (ОПС)**

Степень вредного воздействия отходов на ОПС	Критерии отнесения отходов к классу опасности	Класс опасности отхода
---	---	------------------------

Очень высокая	Экологическая система необратимо нарушена. Период восстановления отсутствует.	1-й класс Чрезвычайно опасные
Высокая	Экологическая система сильно нарушена. Период восстановления – не менее 30 лет после полного устранения источника вредного воздействия.	2-й класс Высокоопасные
Средняя	Экологическая система нарушена. Период восстановления – не менее 10 лет после снижения вредного воздействия от существующего источника.	3-й класс Умеренно опасные
Низкая	Экологическая система нарушена. Период самовосстановления – не менее 3 лет.	4-й класс Малоопасные
Очень низкая	Экологическая система практически не нарушена.	5-й класс Практически неопасные

Приказом Росприроднадзора от 18.07.2014 №445 утвержден федеральный классификационный каталог отходов (зарегистрирован в Минюсте России 01.08.2014 N 33393) (далее -ФККО). Данный документ вступил в силу с 1 августа 2014 года.

Классификация отходов в ФККО выполнена по следующим классификационным признакам: происхождению, условиям образования, химическому и (или) компонентному составу, агрегатному состоянию и физической форме.

Код каждого вида отходов имеет 11-значную структуру.

Первые восемь знаков кода используются для кодирования происхождения отходов и их состава, девятый и десятый знаки кода - для кодирования агрегатного состояния и физической формы. Одиннадцатый знак показывает класс опасности отхода в зависимости от степени негативного воздействия на окружающую среду.

В 11-ом знаке кода цифра 0 используется для блоков, типов, подтипов, групп и подгрупп; для видов отходов значащая цифра обозначает:

- 1 - I-й класс опасности;
- 2 - II-й класс опасности;
- 3 - III-й класс опасности;



- 4 - IV-й класс опасности;
- 5 - V-й класс опасности.

**4. Перечень оборудования:** классификатор отходов <https://rpn.gov.ru/fkko/> мобильный телефон, компьютер.

**5. Порядок выполнения работы:**

- 1. Ознакомиться с краткими теоретическими сведениями.
- 2. Перейти на сайт <https://rpn.gov.ru/fkko/>
- 3. Пользуясь классификатором отходов, определить и выписать код, виды отходов, связанные с вашей будущей специальностью, определить степень их опасности.

**6. Содержание отчета:**

- 1. Наименование работы
- 2. Цель работы
- 3. Перечень оборудования
- 4. Порядок выполнения работы
- 5. Информация о проделанной работе
- 6. Ответы на контрольные вопросы

**7. Контрольные вопросы**

- 1. Что относят к отходам производства?
- 2. Что относят к отходам потребления?
- 3. Что относят к опасным отходам?

**8. Список литературы**

13. Агафонова, И. Б. Биология. Базовый уровень : учебник для образовательных организаций, реализующих образовательные программы среднего профессионального образования / И. Б. Агафонова, А. А. Каменский, В. И. Сивоглазов. — Москва : Просвещение, 2024. — 271, [1] с. : ил. — (Учебник СПО). — ISBN 978-5-09-113524-4. - Текст : электронный. - URL:

<https://znanium.ru/catalog/product/2157269> (Основное электронное издание – ОЭИ 1.).

14. Агафонова, И. Б. Биология. Базовый уровень. Практикум : учебное пособие, разработанное в комплекте с учебником для образовательных организаций, реализующих образовательные программы среднего профессионального образования / И. Б. Агафонова, В. И. Сивоглазов. — Москва : Просвещение, 2024. — 112 с. — (Учебник СПО). — ISBN 978-5-09-112641-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2157267> (Основное электронное издание – ОЭИ 2.).

15. Андреева, Т. А. Биология : учебное пособие / Т.А. Андреева. — Москва : РИОР : ИНФРА-М, 2021. — 241 с. - ISBN 978-5-369-00245-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1209230>

16. Ахмедова, Т. И. Биология : учебное пособие / Т. И. Ахмедова. - Москва : РГУП, 2020. - 150 с. - ISBN 978-5-93916-859-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1689573>

17. Биология : учебник и практикум для среднего профессионального образования / В. Н. Ярыгин [и др.] ; под редакцией В. Н. Ярыгина. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 378 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-09603-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/511618>

18. Колесников С.И. Общая биология. : учебное пособие / Колесников С.И. — Москва :КноРус, 2022. — 287 с. — (СПО). — ISBN 978-5-406-07383-4. — URL: <https://book.ru/book/949522> — Текст: электронный.  
<https://book.ru/book/949522> (Основное электронное издание – ОЭИ 4.).

# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

## Изучение каталитической активности ферментов

**1. Цель работы:** получить практические навыки выявления каталитической функции белков в живых организмах, проведения опытов и объяснения результатов работы.

**2. Время выполнения работы:** 80 мин

### 3. Краткие теоретические сведения

Ферменты (от лат. *fermentum* «закваска»), или энзимы (от греч. ζύμη, ἔνζυμον «закваска»), обычно сложные белковые соединения, РНК (рибозимы) или их комплексы, ускоряющие химические реакции в живых системах. Белковые ферменты синтезируются на рибосомах, а РНК - в ядре.

Каждый фермент, свернутый в определённую структуру, ускоряет соответствующую химическую реакцию: реагенты в такой реакции называются субстратами, а получающиеся вещества - продуктами. Ферменты специфичны к субстратам: например, АТФ-аза катализирует расщепление только АТФ.

Ферментативная активность может регулироваться активаторами (повышаться) и ингибиторами (понижаться).

Ферменты присутствуют во всех живых клетках и способствуют превращению одних веществ в другие. Ферменты выступают в роли катализаторов практически во всех биохимических реакциях, протекающих в живых организмах. К настоящему времени описано более 5000 разных ферментов. Они играют важнейшую роль во всех процессах жизнедеятельности, направляя и регулируя обмен веществ организма.

Подобно всем катализаторам, ферменты ускоряют как прямую, так и обратную реакцию, понижая энергию активации процесса. Химическое равновесие при этом не смещается ни в прямую, ни в обратную сторону. Отличительной особенностью ферментов по сравнению с небелковыми катализаторами является их высокая специфичность - константа связывания некоторых субстратов с белком может достигать  $10^{-10}$  моль/л и менее. Каждая молекула фермента способна выполнять от нескольких тысяч до нескольких миллионов «операций» в секунду.

Эффективность ферментов значительно выше эффективности небелковых катализаторов - ферменты ускоряют реакцию в миллионы и миллиарды раз, небелковые катализаторы - в сотни и тысячи раз.

Будучи катализаторами, все ферменты ускоряют как прямую, так и обратную реакцию.

**Амилаза** (др.-греч. ἄμυλον - крахмал) - фермент, гликозил-гидролаза, расщепляющий крахмал до олигосахаридов, относится к ферментам пищеварения.. Амилаза присутствует в слюне человека и некоторых млекопитающих, где фермент начинает химический процесс переваривания пищи. Продукты с высоким содержанием крахмала и низким содержанием сахара, такие как рис и картофель, могут приобретать сладковатый вкус при длительном пережевывании за счёт превращения амилазой крахмала в сахар. Поджелудочная железа и слюнные железы

выделяют амилазу, расщепляющую крахмал до ди- и трисахаридов, которые, в свою очередь, превращаются другими ферментами в глюкозу, источник энергии для организма.

**Каталаза** (от греч. *καταλύω* - разрушать, ломать) - гемсодержащий фермент класса оксидоредуктаз; катализирует реакцию разложения пероксида водорода ( $H_2O_2$ ) на воду и молекулярный кислород ( $O_2$ ). Каталаза широко распространена в живых клетках, где присутствует в специализированных органеллах – пероксиосомах. Оптимум активности при pH 6,0–8,0. Характеризуется очень высокой реакционной способностью: одна молекула фермента за 1 с разлагает до  $10^5$  молекул  $H_2O_2$ . Каталаза является каталитически совершенным ферментом - она ускоряет разложение пероксида водорода в 90 миллиардов раз. Биологическая функция каталазы. состоит в разрушении токсичного для организмов  $H_2O_2$ , образующегося в ходе метаболических процессов. Определение каталазной активности в эритроцитах используют для диагностики ряда заболеваний.

**Пероксид водорода** – ядовитое вещество, образующееся в клетке в процессе жизнедеятельности. Принимая участие в обезвреживании ряда токсических веществ, он может вызвать самоотравление (денатурацию белков, в частности, ферментов). Накоплению  $H_2O_2$  препятствует фермент каталаза, распространенный в клетках, способных существовать в кислородной атмосфере. Фермент каталаза, расщепляя  $H_2O_2$  на воду и кислород, играет защитную роль в клетке. Фермент функционирует с очень большой скоростью, одна его молекула расщепляет за 1с 200 000 молекул  $H_2O_2$ :  $2H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2$

#### 4. Перечень оборудования:

- 1) пробирки, штатив для пробирок, пинцет, ступка, пестик;
- 2) растительные (кусочки сырого и вареного картофеля) и животные (кусочки сырого и вареного мяса) ткани;
- 3) 3% раствор пероксида водорода;
- 4) Песок.

#### 5. Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с краткими теоретическими сведениями.
2. Выполните работу:

1) Приготовьте семь пробирок и поместите в первую пробирку немного песка, во вторую - измельченный сырой картофель с небольшим количеством песка, в третью - кусочек сырого картофеля, в четвертую – измельченный сырой картофель, в пятую – кусочек вареного картофеля, в шестую - кусочек сырого мяса, в седьмую - кусочек вареного мяса.

2) Капните в каждую из пробирок немного пероксида водорода. Пронаблюдайте, что будет происходить в каждой из пробирок.

Сравните активность измельченной и целой растительной ткани.

3) Заполните таблицу, показывающую активность каждой ткани при различной обработке.

### Действие каталазы

№ пробирки	Содержимое пробирки	Наблюдаемые явления
1	песок	
2	измельченный сырой картофель с песком	
3	кусочек сырого картофеля	
4	измельченный сырой картофель	
5	кусочек вареного картофеля	
6	кусочек сырого мяса	
7	кусочек вареного мяса	

4) Объясните полученные результаты, ответив на контрольные вопросы.

#### 6. Содержание отчета:

1. Наименование работы
2. Цель работы
3. Перечень оборудования
4. Порядок выполнения работы
5. Информация о проделанной работе (заполненная таблица)
6. Ответы на контрольные вопросы

#### 7. Контрольные вопросы

1. В каких пробирках проявилась активность фермента? Объясните, почему.
2. Как проявляется активность фермента в живых и мертвых тканях? Объясните наблюдаемое явление.
3. Какие внутримолекулярные связи разрушились в ферменте каталазе при варке картофеля и мяса, и как это отразилось в опыте?
4. Как влияет измельчение ткани на активность фермента?
5. Различается ли активность фермента в живых тканях растений и животных?
6. Как бы вы предложили измерить скорость разложения пероксида водорода?
7. Как вы считаете, все ли живые организмы содержат фермент каталазу, обеспечивающий разложение пероксида водорода? Ответ обоснуйте.

#### 8. Список литературы

19. Агафонова, И. Б. Биология. Базовый уровень : учебник для образовательных организаций, реализующих образовательные программы среднего про-

фессионального образования / И. Б. Агафонова, А. А. Каменский, В. И. Сивоглазов. — Москва : Просвещение, 2024. — 271, [1] с. : ил. — (Учебник СПО). — ISBN 978-5-09-113524-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2157269> (Основное электронное издание – ОЭИ 1.).

20. Агафонова, И. Б. Биология. Базовый уровень. Практикум : учебное пособие, разработанное в комплекте с учебником для образовательных организаций, реализующих образовательные программы среднего профессионального образования / И. Б. Агафонова, В. И. Сивоглазов. — Москва : Просвещение, 2024. — 112 с. — (Учебник СПО). — ISBN 978-5-09-112641-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2157267> (Основное электронное издание – ОЭИ 2.).

21. Андреева, Т. А. Биология : учебное пособие / Т.А. Андреева. — Москва : РИОР : ИНФРА-М, 2021. — 241 с. - ISBN 978-5-369-00245-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1209230>

22. Ахмедова, Т. И. Биология : учебное пособие / Т. И. Ахмедова. - Москва : РГУП, 2020. - 150 с. - ISBN 978-5-93916-859-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1689573>

23. Биология : учебник и практикум для среднего профессионального образования / В. Н. Ярыгин [и др.] ; под редакцией В. Н. Ярыгина. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 378 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-09603-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/511618>

24. Колесников С.И. Общая биология. : учебное пособие / Колесников С.И. — Москва :КноРус, 2022. — 287 с. — (СПО). — ISBN 978-5-406-07383-4. — URL: <https://book.ru/book/949522> — Текст: электронный. <https://book.ru/book/949522> (Основное электронное издание – ОЭИ 4.).

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

### Строение клетки и клеточные включения

**1. Цель работы:** получить практические навыки приготовления микропрепаратов растений, работы с микроскопом, выявления различий между изучаемыми объектами.

**2. Время выполнения работы:** 80 мин

#### 3. Краткие теоретические сведения

Все известные одноклеточные и многоклеточные организмы делятся на 2 группы: прокариоты и эукариоты. К прокариотам относятся бактерии и цианобактерии. У прокариот в клетках нет оформленного ядра.

К эукариотам относятся протисты, грибы, растения и животные. Для всех эукариотических клеток характерны общие черты строения. Их особенностью является наличие ядра и ядрышка. От внешней среды клетка отделена цитоплазма-

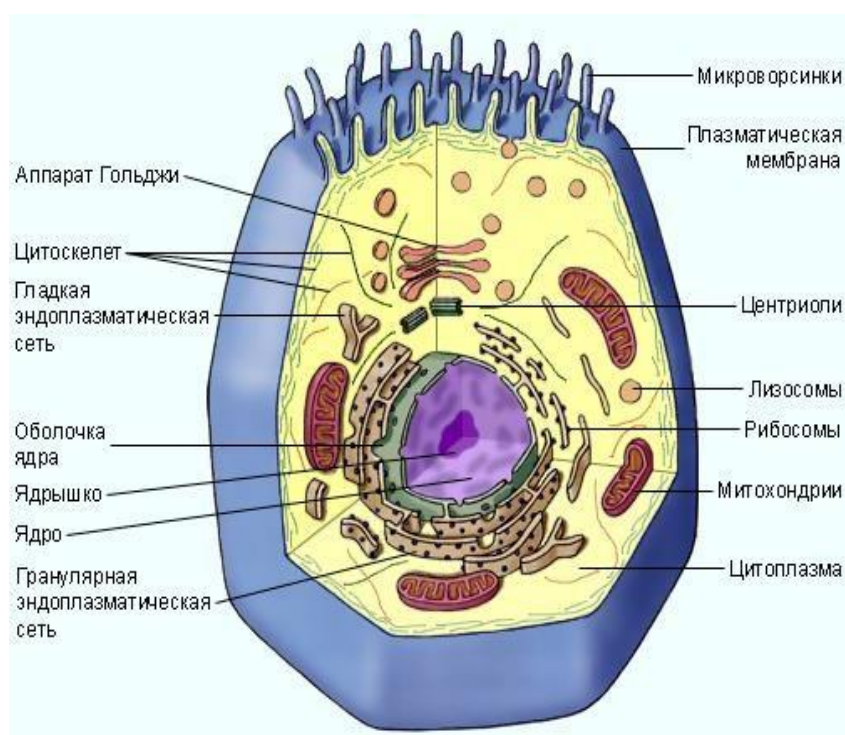
тической мембраной - плазмалеммой. Под ней находится гелеобразная часть клетки - цитоплазма. В цитоплазме расположены все органоиды клетки. К органоидам клетки относятся: ЭПС, комплекс Гольджи, митохондрии, лизосомы, пластиды, вакуоли, рибосомы, клеточный центр. Цитоплазма также содержит различные включения.

Несмотря на сходство по строению и химическому составу, клетки живых организмов из различных царств живой природы имеют и существенные различия.

Клетки грибов, растений и животных различаются по структурным и физиолого-биохимическим особенностям. Так, например, клетки грибов и растений помимо плазматической мембраны окружены еще и прочной клеточной стенкой. Однако, химический состав клеточной стенки различен. У растений она состоит преимущественно из целлюлозы, а у грибов в состав клеточной стенки входит хитин - вещество, из которого построен наружный скелет членистоногих животных. У животных клеток клеточных оболочек нет.

В отличие от животных, клетки растений и грибов имеют крупную вакуоль. Чем старше клетка, тем вакуоль больше. Растительная клетка содержит в своем составе пластиды. Хлоропласты (содержат хлорофилл, окрашены в зеленый цвет, обеспечивают синтез органических веществ); лейкопласты (бесцветны, в основном служат для запаса питательных веществ); хромопласты (содержат пигменты, придающие клеткам желтый, красный или оранжевый цвет, например, каротиноиды). В клетках животных и грибов пластиды отсутствуют, поэтому лишь растения имеют автотрофный способ питания. Различия прослеживаются и в типе запасных питательных веществ. Так, у грибов и животных резервным углеводом является гликоген, а у растений - крахмал. Еще одним различием является отсутствие у растений центриолей.

Рис. 1 Строение животной клетки



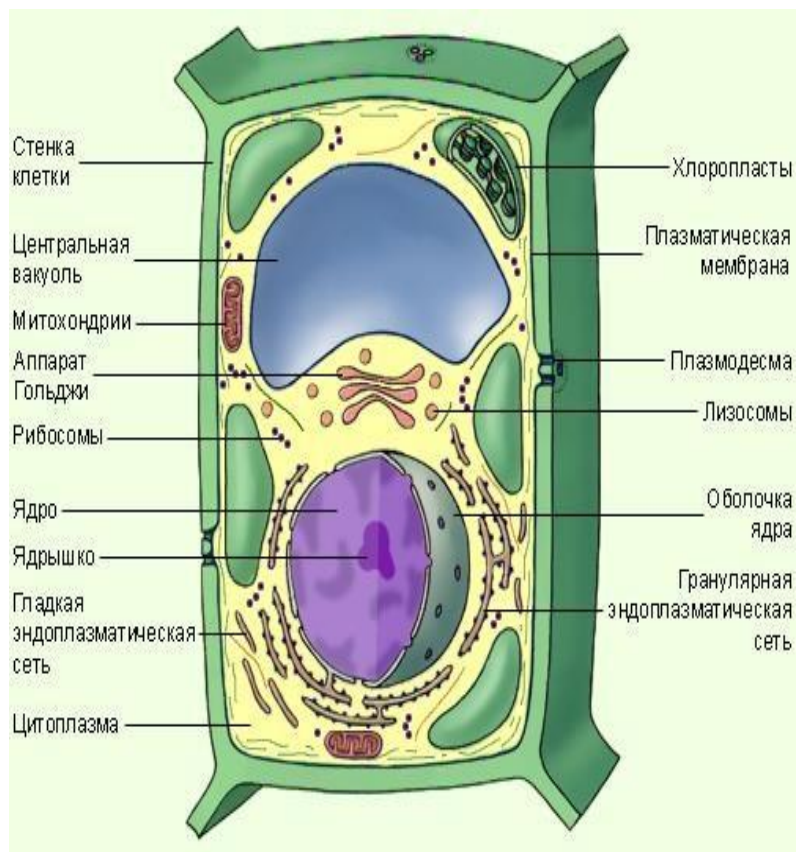


Рис. 2 Строение растительной клетки





	1.Окуляр; 2.Тубус; 3.Объективы; 4.Зеркало; 5.Штатив; 6.Зажим; 7.Столик; 8.Винт
--	---

### Устройство и работа с микроскопом

Поставьте перед собой микроскоп так, чтобы штатив был обращен к вам, а столик от вас. Поставьте в рабочее положение объектив с малым увеличением (+8). Глядя в окуляр, осветите с помощью зеркала или электронной подсветки поле зрения. Положите на предметный столик готовый препарат, прижмите его клеммами. Осторожно вращая макрометрические винты, опустите объектив так, чтобы он находился на расстоянии 2-3 мм от препарата. Теперь глядя в окуляр, медленно поднимайте объектив до тех пор, пока в поле зрения не появится четкое изображение объекта. Рассмотрите объект при большем увеличении. Для этого поставьте в рабочее положение объектив (+40). Затем настройте на резкость изображение объекта с помощью микрометрических винтов. Увеличение микроскопа равно произведению увеличения объектива на увеличение окуляра. Для типичного исследовательского микроскопа увеличение окуляра равно 10, а увеличение объективов – 10, 45 и 100.

#### 4. Перечень оборудования:

- 5) микроскоп, предметные и покровные стекла, фильтровальная бумага, препаровальная игла, пинцет, пипетка.
- 6) клубни картофеля, головка лука, раствор йода, вода,
- 7) фиксированные препараты тканей растений и животных

#### 5. Порядок выполнения работы:

1. Ознакомиться с краткими теоретическими сведениями.
2. Выполните опыты:

##### **Опыт №1. Приготовление и изучение препарата кожицы лука.**

- а) от чешуйки лука отделите небольшую часть эпидермиса и положите в каплю подкрашенной йодом воды на предметное стекло;
- б) расправьте препарат иглой и накройте покровным стеклом, удалите избыток воды фильтровальной бумагой;
- в) рассмотрите приготовленный препарат сначала под малым, а затем под большим увеличением;

г) сделайте рисунок, обозначьте видимые части клетки

### **Опыт №2. Приготовление и изучение препарата клеток клубня картофеля.**

- а) со среза клубня картофеля соскоблить иглой немного мякоти;
- б) поместите ее на предметное стекло в каплю воды, окрашенную слабым раствором йода, накройте покровным стеклом, удалите избыток воды фильтровальной бумагой;
- в) рассмотрите приготовленный препарат под малым, а затем под большим увеличением микроскопа;
- г) сделайте рисунок, обозначьте видимые части клетки, укажите зерна запасного вещества - крахмала.

### **Опыт №3. Изучение микропрепарата стебля герани.**

- а) рассмотрите препарат стебля герани под малым, а затем под большим увеличением микроскопа;
- б) сделайте рисунок, обозначьте зерна хлорофилла.

### **Опыт №4. Изучение микропрепарата животной клетки.**

- а) рассмотрите препарат клеток животной клетки под малым, а затем под большим увеличением микроскопа;
- б) сделайте рисунок, обозначьте видимые части клетки.

3. Заполните таблицу

### **Сравнительная характеристика растительной и животной клетки**

<b>Признаки</b>	<b>Растительная клетка</b>	<b>Животная клетка</b>
Клеточная стенка		
Цитоплазма		
Ядро		
Пластиды		
Крупная вакуоль		

### **6. Содержание отчета:**

1. Наименование работы
2. Цель работы
3. Перечень оборудования
4. Порядок выполнения работы
5. Информация о проделанной работе (названия опытов, рисунки, заполненная таблица)
6. Ответы на контрольные вопросы

### **7. Контрольные вопросы**

1. Чем прокариотическая клетка отличается от эукариотической?
2. Каковы основные органоиды животной клетки?

3. Каковы основные органоиды растительной клетки?
4. Какую роль выполняет ядро?
5. В чем сходство животной и растительной клеток?
6. В чем различия животной и растительной клеток?
7. Почему клетку считают основной структурной и функциональной единицей организма?

## 8. Список литературы

25. Агафонова, И. Б. Биология. Базовый уровень : учебник для образовательных организаций, реализующих образовательные программы среднего профессионального образования / И. Б. Агафонова, А. А. Каменский, В. И. Сивоглазов. — Москва : Просвещение, 2024. — 271, [1] с. : ил. — (Учебник СПО). — ISBN 978-5-09-113524-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2157269> (Основное электронное издание – ОЭИ 1.).
26. Агафонова, И. Б. Биология. Базовый уровень. Практикум : учебное пособие, разработанное в комплекте с учебником для образовательных организаций, реализующих образовательные программы среднего профессионального образования / И. Б. Агафонова, В. И. Сивоглазов. — Москва : Просвещение, 2024. — 112 с. — (Учебник СПО). — ISBN 978-5-09-112641-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2157267> (Основное электронное издание – ОЭИ 2.).
27. Андреева, Т. А. Биология : учебное пособие / Т.А. Андреева. — Москва : РИОР : ИНФРА-М, 2021. — 241 с. - ISBN 978-5-369-00245-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1209230>
28. Ахмедова, Т. И. Биология : учебное пособие / Т. И. Ахмедова. - Москва : РГУП, 2020. - 150 с. - ISBN 978-5-93916-859-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1689573>
29. Биология : учебник и практикум для среднего профессионального образования / В. Н. Ярыгин [и др.] ; под редакцией В. Н. Ярыгина. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 378 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-09603-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/511618>
30. Колесников С.И. Общая биология. : учебное пособие / Колесников С.И. — Москва :КноРус, 2022. — 287 с. — (СПО). — ISBN 978-5-406-07383-4. — URL: <https://book.ru/book/949522> — Текст: электронный. <https://book.ru/book/949522> (Основное электронное издание – ОЭИ 4.).

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3

### Умственная работоспособность

1. **Цель работы:** получить практические навыки определения показателей умственной работоспособности, объяснения полученных результатов.

1. **Время выполнения работы:** 80 мин

#### 2. Краткие теоретические сведения

**Работоспособность (умственная)** определяется как способность человека к выполнению конкретной умственной деятельности, в рамках заданных временных лимитов и параметров эффективности. Основу работоспособности составляют уровень специальных знаний, умений, навыков, а также психофизиологических качеств (память, внимание, восприятие и др), физиологические функции (особенности ССС, эндокринной, мышечной систем), психологические особенности (сообразительность, добросовестность и т.д.).

*Кроме того, работоспособность определяется тремя группами факторов:*

- физиологического характера: состояние здоровья, половая принадлежность, общая нагрузка, питание, сон, организация отдыха и др.;
- физического характера: воздействующие на организм через органы чувств: степень и характер освещения рабочего места, температура воздуха, шум, вибрация и др.;
- психического характера: самочувствие, настроение, мотивация и т.д. На работоспособность в любой момент трудового процесса влияет не только каждый из них, но и различные их сочетания.

Исследованиями установлено, что умственная работоспособность на протяжении трудового дня отличается колебаниями продуктивности работы. На основе выявленных колебаний были выделены периоды работы, которые последовательно сменяют один другого.

1. Период вработываемости продолжительностью от нескольких минут до часа. Выражается он в постепенном повышении работоспособности с определенными колебаниями продуктивности работы. Эти колебания в начале работы связаны с поисками адекватных способов действий, выработкой и усвоением оптимального ритма работы и механизмов ее нервной регуляции.

2. Период оптимальной работоспособности отличается стабильными показателями качества работы. Все изменения показателей функций организма адекватны той нагрузке, которую испытывает человек, и находятся в пределах физиологической нормы.

3. Период полной компенсации отличается оптимальной работоспособностью. Особенность этого периода в том, что в нем начинают появляться первые признаки утомления, которые компенсируются волевым усилием человека и положительной мотивацией его к выполняемой работе. Снижение работоспособности внешне не наблюдается. Поскольку волевое усилие реализуется через физиологические механизмы усиления деятельности вегетативных функций, то по мере нарастания нервно-психического напряжения увеличиваются сдвиги со стороны внутренних органов.

Второй и третий периоды отличаются по наибольшей продолжительности во времени по сравнению с другими периодами.

4. Период неустойчивой компенсации характеризуется нарастанием утомления, когда человек волевым усилием какое-то время еще может поддерживать умственную работоспособность на необходимом уровне. Степень снижения работоспособности и ее компенсации во многом зависит от индивидуальных особенностей человека, его физического состояния и диапазона компенсаторных возможностей организма, а также типа нервной системы. В этот период отмечается выраженное чувство усталости, разнообразие в показателях изменения функций различных систем. Причем, величины одних показателей возрастают, других снижаются, а третьи остаются без изменения. Такое состояние отражает закономерности функционирования организма как единого целого включает реакции непосредственного обеспечения выполнения работы, компенсаторные, мобилизационные реакции и др.

5. Период прогрессивного снижения работоспособности характеризуется быстрым нарастанием утомления, а человек не в состоянии волевым усилием компенсировать утрачиваемую продуктивность умственной деятельности.

Важным условием оптимальной работоспособности является то, насколько жизненный ритм человека согласуется с его биологическим ритмом. Наибольшее значение имеют суточные ритмы, под влиянием которых изменяется более 50 функций организма. Одним из самых важных датчиков времени и синхронизатором суточных ритмов является чередование дня и ночи. Показатели функционального состояния ССС, эндокринной, мышечной, выделительной и других систем достигают максимальных значений в период бодрствования, в то время как ночью происходят в основном восстановительные процессы. Чем точнее совпадает начало умственного труда с подъемом жизненно важных функций организма, тем продуктивнее он осуществляется.

Естественные для человека природные биоритмы функционирования организма - это наибольшая активность утром (8-12 часов), затем некоторый спад в середине дня (12-16 часов), снова некоторый подъем вечером (16-22 часа) и резкое снижение ночью (22-8 часов). Так называемые "жаворонки", которые встают рано утром, с утра бодры и жизнерадостны, наиболее работоспособны с 9 до 14 часов; люди вечернего типа - "совы" наиболее работоспособны после 18 часов,

поздно встают и поздно отходят ко сну, просыпаются заторможенными и нередко с головной болью).

Установлено, что ощущение повышенной работоспособности в вечерние и ночные часы у "сов" не опирается на суточную ритмику функциональной работоспособности. Это расхождение у отдельных людей может достигать 8 часов, что неблагоприятно для организма. Не случайно именно среди "сов" наиболее часты существенные отклонения в функционировании ССС. "Совы" формируются в определенных условиях жизни, труда и быта вопреки жизненным ритмам человека. В таких случаях требуется сознательное исправление этого отклонения от нормы.

При обычном ежедневном цикле работы наблюдается и недельная периодичность работоспособности, относительный максимум которой имеет место во вторник- среду-четверг. Однако типичная кривая работоспособности может изменяться под воздействием эмоционального подъема, мотивации и др.

Продолжительность продуктивной умственной работы у разных людей неодинакова и зависит от возраста, здоровья, профессиональной подготовленности, индивидуального режима, отношения к выделяемой деятельности.

#### **4. Перечень оборудования:**

1. Печатные бланки с цифрами
2. Бланки корректурной пробы,
3. Секундомер,
4. Заранее заготовленный текст связного рассказа.

#### **5. Порядок выполнения работы:**

1. Ознакомиться с краткими теоретическими сведениями.
2. Выполните опыты по определению умственной работоспособности с использованием разных методик (см. Приложение)

Работа выполняется в парах. Студенты поочередно определяют друг у друга уровень умственной работоспособности, пользуясь одной или несколькими предложенными методиками.

3. Оформить результаты проведения опытов.
4. Сделать вывод.

В выводе необходимо сравнить результаты испытуемого на 1 и 2 этапах исследования.

Сопоставление производительности с количеством ошибок позволяет сделать заключение о преобладании у испытуемого установки на скорость или на точность в работе.

Сравнение полноты письменного изложения рассказа и качества ошибок позволяет сделать вывод об особенностях распределения внимания испытуемого.

По количеству ошибок можно судить о степени концентрации внимания испытуемого и динамике его работоспособности.

По количеству материала, просмотренного за 30 секунд (по

производительности), можно составить предварительное суждение о темпе психических процессов испытуемого.

## **6. Содержание отчета:**

1. Наименование работы
2. Цель работы
3. Перечень оборудования
4. Порядок выполнения работы
5. Информация о проделанной работе (названия опытов, результаты, заполненные таблицы, графики, расчеты)
6. Вывод

## **7. Список литературы**

31. Агафонова, И. Б. Биология. Базовый уровень : учебник для образовательных организаций, реализующих образовательные программы среднего профессионального образования / И. Б. Агафонова, А. А. Каменский, В. И. Сивоглазов. — Москва : Просвещение, 2024. — 271, [1] с. : ил. — (Учебник СПО). — ISBN 978-5-09-113524-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2157269> (Основное электронное издание – ОЭИ 1.).

32. Агафонова, И. Б. Биология. Базовый уровень. Практикум : учебное пособие, разработанное в комплекте с учебником для образовательных организаций, реализующих образовательные программы среднего профессионального образования / И. Б. Агафонова, В. И. Сивоглазов. — Москва : Просвещение, 2024. — 112 с. — (Учебник СПО). — ISBN 978-5-09-112641-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2157267> (Основное электронное издание – ОЭИ 2.).

33. Андреева, Т. А. Биология : учебное пособие / Т.А. Андреева. — Москва : РИОР : ИНФРА-М, 2021. — 241 с. - ISBN 978-5-369-00245-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1209230>

34. Ахмедова, Т. И. Биология : учебное пособие / Т. И. Ахмедова. - Москва : РГУП, 2020. - 150 с. - ISBN 978-5-93916-859-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1689573>

35. Биология : учебник и практикум для среднего профессионального образования / В. Н. Ярыгин [и др.] ; под редакцией В. Н. Ярыгина. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 378 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-09603-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/511618>

36. Колесников С.И. Общая биология. : учебное пособие / Колесников С.И. — Москва : КноРус, 2022. — 287 с. — (СПО). — ISBN 978-5-406-07383-4. — URL: <https://book.ru/book/949522> — Текст: электронный. <https://book.ru/book/949522> (Основное электронное издание – ОЭИ 4.).

## Способы определения умственной работоспособности

### 1. Умственная работоспособность по Э.Крепелину

**Задача исследования:** изучение устойчивости внимания при простой, номонотонной работе.

**Оборудование:** печатные бланки с цифрами, секундомер.

**Порядок исследования:** данная работа может проводиться индивидуально или с группой по двум вариантам. Продолжительность работы 3 минуты.

**Инструкция испытуемому:**

#### *Вариант № 1*

«После команды «Начали!» Вы как можно быстрее, но без ошибок начните складывать пары чисел напечатанные на бланке. Если получаемая сумма больше 10, то, отбросив десяток, Вы записываете только единицы.

Например, даны числа 5 и 6. Полученная сумма будет равна 11. Отбросив десяток, Вы записываете только 1. Понятно?

Каждые 15 секунд будет даваться команда «Черта!», услышав которую Вы натов месте, где Вас застанет этот сигнал, должны поставить вертикальную черту и сразу же продолжить работу, пока не прозвучит команда «Стоп!». Вопросы есть? Переверните лист. Начали!».

#### *Вариант № 2*

Повторяет вариант № 1, с той лишь разницей, что вместо команды «Черта!» подается команда «С новой строки!»: «...Каждые 15 секунд будет даваться команда «С новой строки!», услышав которую Вы оставляете строку незаконченной и сразу же начинаете работать с новой строкой, пока не прозвучит команда «Стоп!». Вопросы есть? Переверните лист. Начали!».

**Обработка и анализ результатов:** в процессе наблюдения и опроса следует уточнить реакцию испытуемого на монотонность работы, степень усталости и потребовавшуюся степень волевого усилия, а также выяснить, что мешало работе.

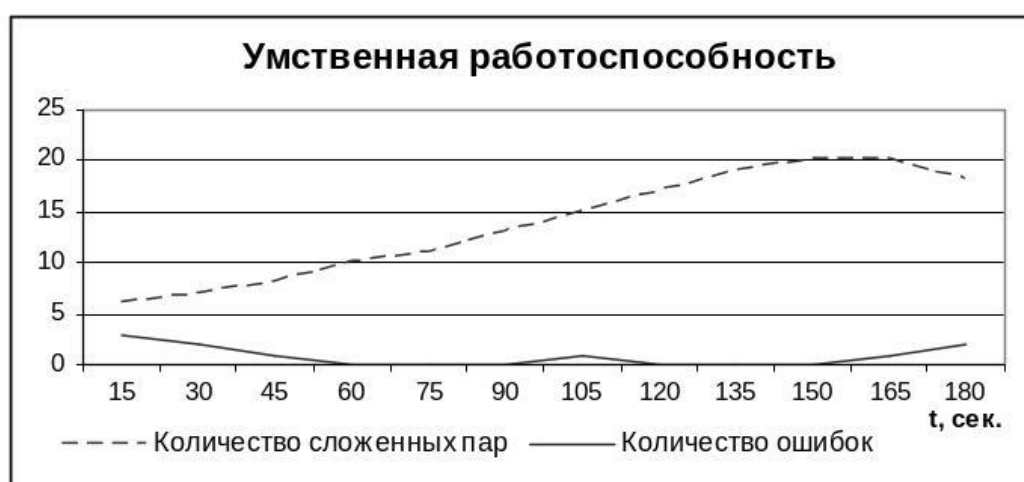
Количественным показателем, продуктивности работы является общее количество сложенных пар и количество ошибок. Полученные результаты заносятся в таблицу:

Время, сек	Количество сложенных пар	Количество ошибок
------------	--------------------------	-------------------



15		
30		
...		
180		
<b>Суммарный показатель</b>		

По полученным данным строятся графики зависимостей продуктивности работы и точности сложений от времени. Например:



Сравнение продуктивности за второй и последний 15-секундный интервал позволяет судить о степени утомляемости или упражняемости внимания, а суммарные показатели дают общую оценку работоспособности и выявляют установку исследуемого на скорость или на точность работы.

## 2. Устойчивость внимания по Бурдону

**Задача исследования:** изучение устойчивости внимания при длительной однообразной работе, способности произвольно распределять внимание между несколькими однородными объектами, темпа психических процессов, упражняемости в процессе выполнения работы и преобладающей в процессе выполнения работы установки (на скорость или на точность).

**Оборудование:** бланки корректурной пробы, секундомер.

**Порядок исследования:** испытуемый должен в течение 5 минут с возможно большей скоростью и точностью вычеркивать в бланке указанные экспериментатором буквы (две или три).

### **Инструкция испытуемому:**

«Ваша задача заключается в том, чтобы вычеркивать определенные буквы, просматривая бланк корректурной пробы построчно, слева направо так, как будто читаете. Работайте очень внимательно, но в то же время как можно быстрее. Если лист закончится, то, не задерживаясь, продолжайте работу на следующем листе и т.д. Работать начнете после моего сигнала.

Во время работы, каждые 30 секунд будет даваться команда «Черта!», услышав которую Вы на том месте, где Вас застанет этот сигнал, должны поставить вертикальную черту и сразу же продолжить работу дальше, пока не прозвучит команда «Стоп!». Во время работы разговаривать и задавать вопросы нельзя. Если есть вопросы, задайте их сейчас. Будете зачеркивать буквы «...» и «...». Приготовьтесь! Начали!».

**Ход работы:** запускается секундомер, каждые 30 секунд подается сигнал: «Черта!».

**Обработка и анализ результатов:** в процессе наблюдения следует отметить:

- сразу и прочно ли запомнил испытуемый буквы, которые надо зачеркивать;
- проявляется ли нетерпение и в чем это выражается;
- обнаруживаются ли признаки утомления (на какой минуте?) и в чем они выражаются;
- полностью ли испытуемый сосредоточен на работе или трудился вяло;
- работает с уверенностью или сомневается, возвращается к сделанному, много раз проверяет.

После окончания работы, в процессе опроса испытуемого, необходимо выяснить:

- было ли трудно выполнять задание и в чем заключались затруднения;
- устал ли испытуемый и в чем это проявлялось;

– мог бы дальше продолжать ту же работу.

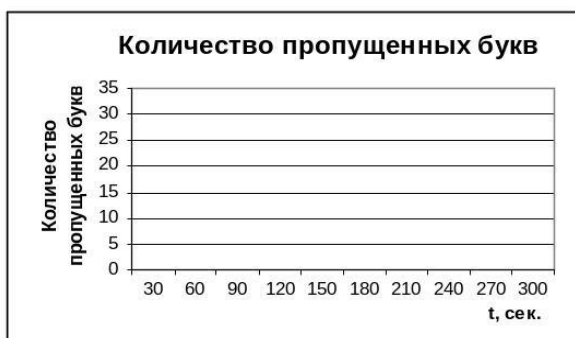
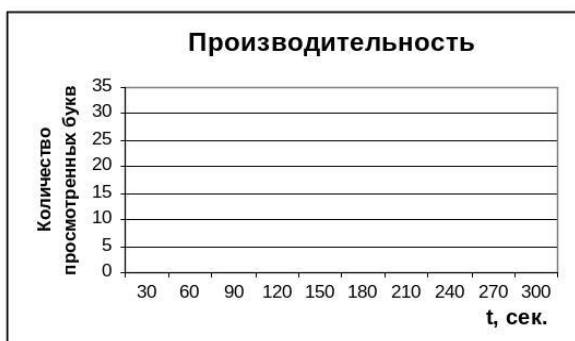
Важно также установить, способен ли испытуемый правильно судить о результатах своей работы и о количестве сделанных ошибок.

При определении количественных показателей учитывается, сколько букв просмотрено за каждые 30 секунд и число ошибок за это же время (число пропущенных букв из заданных и число зачеркнутых из незаданных).

Результаты заносятся в таблицу:

№ п/п	Время	Количество просмотренных букв	Количество допущенных ошибок		
			Количество пропущенных букв	Количество неправильно зачеркнутых	Общее количество ошибок
1	30 секунд)				
2	60 секунд				
3	90 секунд				
	....				
10	300 секунд				

По результатам исследования строится 4 графика, в каждом из которых, по оси абсцисс откладывается время в 30-ти секундных интервалах, а по оси ординат соответственно: количество просмотренных букв; общее число ошибок; число пропущенных букв из заданных и число неправильно зачеркнутых букв.



Далее высчитываются показатели:

- производительность в начале выполнения задания (среднее арифметическое количества просмотренных букв за 1-й и 2-й тридцатисекундный интервалы);
- производительность в середине выполнения задания (среднее арифметическое за 5-й и 6-й тридцатисекундный интервалы);
- производительность в конце выполнения задания (среднее арифметическое за 9-й и 10-й тридцатисекундный интервалы);
- производительность за всю работу (общее количество просмотренных букв);
- количество ошибок на указанных этапах (начало, середина и конец) и общее количество ошибок;
- отношение производительности в конце работы к производительности в ее начале (в %).

По количеству материала, просмотренного за 30 секунд (по производительности), можно составить предварительное суждение о темпе психических процессов испытуемого.

Сопоставление производительности с количеством ошибок позволяет сделать заключение о преобладании у испытуемого установки на скорость или на точность в работе.

По количеству ошибок можно судить о степени концентрации внимания испытуемого и динамике его работоспособности.

Качество ошибок, в частности, сколько раз пропущена каждая из заданных букв в отдельности на разных этапах выполнения задания, дает

представление о распределении внимания испытуемого.

### **3. Устойчивость и распределение внимания**

**Задача исследования:** исследование временной динамики устойчивости внимания и некоторых особенностей распределения внимания в условиях смысловой помехи методом корректурной пробы.

**Оборудование:** бланки корректурной пробы, заранее заготовленный текст связного рассказа.

**Порядок исследования:** работа проводится в два этапа, каждый продолжительностью по 5 минут. Первый этап совпадает с заданием «Устойчивость внимания по Бурдону». Во время второго этапа испытуемый продолжает работать с бланком корректурной пробы и одновременно слушает чтение рассказа. По завершении этого этапа работы испытуемому необходимо письменно изложить рассказ в рабочей тетради. Таким образом, во время второго этапа исследования испытуемый выполняет одновременно два вида деятельности.

#### **Инструкция испытуемому:**

##### *Этап № 1*

«Просматривайте буквы построчно, слева направо, как будто читаете, и зачеркивайте буквы «...» и «...». Работайте очень внимательно, но в то же время как можно быстрее. Во время работы, по команде: «Черта», в том месте, где Вас застанет этот сигнал, поставьте вертикальную черту и, не останавливаясь, продолжайте работать. Начали!».

##### *Этап № 2*

«Сейчас Вы будете продолжать работу с бланком корректурной пробы – задание остается прежним: Вам необходимо как можно более точно и быстро вычеркивать те же самые буквы. Одновременно Вам будет зачитываться рассказ. Во время работы, по команде: «Черта», в том месте, где Вас застанет этот сигнал, поставьте вертикальную черту и, не останавливаясь, продолжайте работать. По окончании работы Вам будет необходимо письменно воспроизвести в своих рабочих тетрадях содержание рассказа как можно более подробно. Вопросы есть? Начали!».

**Ход работы:** запускается секундомер, каждые 30 секунд подается сигнал: «Черта!». Во время второго этапа исследования зачитывается рассказ.

#### **Обработка и анализ результатов:**

При определении количественных показателей учитывается, сколько букв просмотрено за каждые 30 секунд и количество ошибок за это же время (количество пропущенных букв из заданных и количество зачеркнутых из незаданных). Результаты выполнения работы заносятся в

таблицу:

№ п/п	Время	Количество просмотренных букв		Количество допущенных ошибок					
				Количество пропущенных букв		Количество неправильно зачеркнутых		Общее количество ошибок	
		1 этап	2 этап	1 этап	2 этап	1 этап	2 этап	1 этап	2 этап
				Количество допущенных ошибок					
				Количество пропущенных букв		Количество неправильно зачеркнутых		Общее количество ошибок	
		1 этап	2 этап	1 этап	2 этап	1 этап	2 этап	1 этап	2 этап
1	30 секунд								
2	60 секунд								
3	90 секунд								
	....								
10	300 секунд								
<b>Суммарный показатель</b>									

По результатам исследования строится 2 графика:

- график производительности работы (кривые зависимости количества просмотренных букв от времени на первом и втором этапе исследования);
- график количества ошибок (кривые зависимости общего количества ошибок от времени на первом и втором этапах исследования).

Далее рассчитывается показатель устойчивости внимания:

$$\dot{A}_n = \frac{C_n^2}{M_n}$$

$A_n$  – показатель устойчивости внимания на 1 или 2 этапе исследования;

$C_n$  – суммарное количество просмотренных букв на 1 или 2 этапе исследования;

$M_n$  – суммарное количество ошибок на 1 или 2 этапе исследования;

$n$  – этап исследования.

В процессе опроса испытуемого необходимо выяснить:

- какой этап исследования был более трудным и в чем заключались затруднения;
- устал ли испытуемый и в чем это проявлялось;
- мог бы дальше продолжать такую же работу;
- насколько полно (точно и подробно) отображен рассказ.

## Список используемой литературы

### 1. Печатные издания

1. Агафонова, И. Б. Биология. Базовый уровень : учебник для образовательных организаций, реализующих образовательные программы среднего профессионального образования / И. Б. Агафонова, А. А. Каменский, В. И. Сивоглазов. — Москва : Просвещение, 2024. — 271, [1] с. : ил. — (Учебник СПО). — ISBN 978-5-09-113524-4. (*Основное печатное издание – ОПИ 1.*)

2. Агафонова, И. Б. Биология. Базовый уровень. Практикум : учебное пособие, разработанное в комплекте с учебником для образовательных организаций, реализующих образовательные программы среднего профессионального образования / И. Б. Агафонова, В. И. Сивоглазов. — Москва : Просвещение, 2024. — 112 с. — (Учебник СПО). — ISBN 978-5-09-112641-9. (*Основное печатное издание – ОПИ 2.*)

### 3.2.2. Электронные издания (электронные ресурсы)

3. Агафонова, И. Б. Биология. Базовый уровень : учебник для образовательных организаций, реализующих образовательные программы среднего профессионального образования / И. Б. Агафонова, А. А. Каменский, В. И. Сивоглазов. — Москва : Просвещение, 2024. — 271, [1] с. : ил. — (Учебник СПО). — ISBN 978-5-09-113524-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2157269> (*Основное электронное издание – ОЭИ 1.*)

4. Агафонова, И. Б. Биология. Базовый уровень. Практикум : учебное пособие, разработанное в комплекте с учебником для образовательных организаций, реализующих образовательные программы среднего профессионального образования / И. Б. Агафонова, В. И. Сивоглазов. — Москва : Просвещение, 2024. — 112 с. — (Учебник СПО). — ISBN 978-5-09-112641-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2157267> (*Основное электронное издание – ОЭИ 2.*)

5. Андреева, Т. А. Биология : учебное пособие / Т.А. Андреева. — Москва : РИОР : ИНФРА-М, 2021. — 241 с. - ISBN 978-5-369-00245-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1209230>

6. Ахмедова, Т. И. Биология : учебное пособие / Т. И. Ахмедова. - Москва : РГУП, 2020. - 150 с. - ISBN 978-5-93916-859-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/1689573>

7. Биология : учебник и практикум для среднего профессионального образования / В. Н. Ярыгин [и др.] ; под редакцией В. Н. Ярыгина. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 378 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-09603-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/511618>

8. Колесников С.И. Общая биология. : учебное пособие / Колесников С.И. — Москва :КноРус, 2022. — 287 с. — (СПО). — ISBN 978-5-406-07383-4. — URL: <https://book.ru/book/949522> — Текст: электронный. <https://book.ru/book/949522> (*Основное электронное издание – ОЭИ 4.*)



9. <https://resh.edu.ru/subject/5/> Российская электронная школа
10. [www.sbio.info](http://www.sbio.info) (Вся биология. Современная биология, статьи, новости, библиотека).
11. [www.window.edu.ru](http://www.window.edu.ru) (Единое окно доступа к образовательным ресурсам Интернета по биологии).
12. [www.biology.ru](http://www.biology.ru) (Биология в Открытом колледже. Сайт содержит электронный учебник по биологии, On-line тесты).
13. [www.virtulab.net](http://www.virtulab.net) – виртуальная образовательная лаборатория
14. <https://elementy.ru/catalog?type=47> Биология. Каталог научных сайтов
15. <https://www.kop.ru/handbook/v-pomoshch-uchitelyu/obrazovatelnye-internet-resursy-po-biologii/> образовательные интернет-ресурсы по биологии

### 3.2.3. Дополнительные источники

1. Биология. 10 класс (базовый уровень) : учебник / В. В. Пасечник, А. А. Каменский, А. М. Рубцов [и др.] ; под ред. В. В. Пасечника. — 5-е изд., стер. — Москва : Просвещение, 2023. — 223, [1] с. : ил. — (Линия жизни). - ISBN 978-5-09-103624-4. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2089928>
2. Биология. 11-й класс. Базовый уровень : учебник / В. В. Пасечник, А. А. Каменский, А. М. Рубцов [и др.] ; под ред. В. В. Пасечника. — 6-е изд., стер. — Москва : Просвещение, 2024. — 272 с. : ил. — (Линия жизни). — ISBN 978-5-09-112165-0. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2157271>
3. Сивоглазов, В. И. Биология. 11 класс. Общая биология (базовый уровень) : учебник / В. И. Сивоглазов, Е. Т. Захарова, И. Б. Агафонова. - 10-е изд., стер. - Москва : Просвещение, 2022. - 209 с. - ISBN 978-5-09-101675-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.ru/catalog/product/2090584>
4. Мустафин А.Г. Биология : учебник / Мустафин А.Г., Захаров В.Б. — Москва : КноРус, 2022. — 423 с. — (СПО). — ISBN 978-5-406-07514-2. — URL: <https://book.ru/book/932501> — Текст: электронный. <https://book.ru/book/932501> Основное электронное издание – ОЭИ 5.).