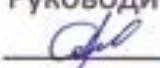
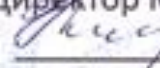


«Согласовано» Руководитель «Точка Роста»  /Абакарова С.А./ « 31 » 08 2021 г.	«Утверждаю» Директор МКОУ «Миатлинская сош»  /Камалдинов М.М./ « 31 » 08 2021 г.
--	--

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ПО ПРЕДМЕТУ БИОЛОГИЯ



*Педагог: Пирбудагова Патимат Магомедовна*

**Классы: 10, 11**

**Срок освоение программы: 1год**

**Объем учебного времени: 68 часов**

**Режим занятий: 2 часа в неделю**

**2021–2022 учебный год**

Центр образования естественно-научной направленности  
на базе МКОУ "Миатлинская сош"

**ТОЧКА РОСТА**

ОБРАЗОВАНИЕ  
НАЦИОНАЛЬНЫЕ  
ПРОЕКТЫ  
РОССИИ



МИНИСТЕРСТВО  
ПРОСВЕЩЕНИЯ  
РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

ОБРАЗОВАНИЕ

НАЦИОНАЛЬНЫЕ  
ПРОЕКТЫ  
РОССИИ



КВАНТОРИУМ

РЕАЛИЗАЦИЯ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ  
ПРОГРАММ

**ПО БИОЛОГИИ**

С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ  
ОБОРУДОВАНИЯ  
ДЕТСКОГО ТЕХНОПАРКА  
«ШКОЛЬНЫЙ КВАНТОРИУМ»

**10–11 КЛАССЫ**

УГЛУБЛЕННЫЙ  
УРОВЕНЬ

МОСКВА 2021



В. В. Буслаков

А. В. Пынеев

А. В. Мерциев

**Реализация образовательных программ по биологии с использованием  
оборудования детского технопарка «Школьный кванториум» 10-11 классы  
(углубленный уровень)**

*Методическое пособие*

Москва, 2021

## Содержание

<b>Введение</b> .....	<b>3</b>
<b>Цели и задачи «Школьного кванториума»</b> .....	<b>3</b>
<b>Нормативная база</b> .....	<b>6</b>
<b>Основные понятия и термины</b> .....	<b>6</b>
<b>Подходы к структурированию материалов</b> .....	<b>7</b>
<b>Описание материально-технической базы «Школьного кванториума», используемого для реализации образовательных программ в рамках преподавания биологии</b> .....	<b>9</b>
<b>Примерная рабочая программа по биологии для 10—11 классов с использованием оборудования «Школьного кванториума»</b> .....	<b>23</b>
<b>Планируемые результаты обучения по курсу «Биология. 10—11 класс»</b> .....	<b>24</b>
<b>Формы контроля</b> .....	<b>29</b>
<b>Тематическое планирование</b> .....	<b>43</b>
<b>Планы уроков</b> .....	<b>48</b>
<b>Планы лабораторных работ</b> .....	<b>81</b>
<b>Перечень тем учебно-исследовательской и проектной деятельности школьников</b> .....	<b>133</b>
<b>Перечень доступных источников информации</b> .....	<b>134</b>



## Введение

Оснащение общеобразовательных школ современным аналоговым и цифровым оборудованием является материальной базой реализации федеральных государственных образовательных стандартов. Это открывает новые возможности в урочной и внеурочной, внеклассной деятельности и является неотъемлемым условием формирования высокотехнологичной среды школы, без которой сложно представить не только профильное обучение, но и современный образовательный процесс в целом. Разрастается поле взаимодействия ученика и учителя, которое распространяется за стены школы в реальный и виртуальный социум. Использование учебного оборудования становится средством обеспечения этого взаимодействия, тем более в условиях обучения предмету на углублённом уровне, предполагаемом профилизацией обучения.

В рамках национального проекта «Образование» стало возможным оснащение школ современным оборудованием детского технопарка «Кванториум» («Школьный Кванториум»). Внедрение этого оборудования позволяет качественно изменить процесс обучения биологии. Появляется возможность количественных наблюдений и опытов для получения достоверной информации о биологических процессах и объектах. На основе полученных экспериментальных данных обучаемые смогут самостоятельно делать выводы, обобщать результаты, выявлять закономерности, что на наш взгляд, способствует повышению мотивации обучения школьников.

### Цели и задачи «Школьного кванториума»

**Целью создания «Школьного кванториума»** является организация образовательной деятельности в сфере общего и дополнительного образования, направленная на создание условий для расширения содержания общего образования и развития у обучающихся современных компетенций и навыков, в том числе естественно-научной грамотности, формирования критического и креативного мышления, совершенствования навыков естественно-научной и технологической направленностей, а также повышения качества образования.

Создание «Школьного кванториума» на базе общеобразовательной организации предполагает использование приобретаемого оборудования, средств обучения и воспитания для углубленного освоения основных образовательных программ основного общего и среднего общего образования, внеурочной деятельности, программ дополнительного образования, в том числе естественно-научной и технической направленностей.

**Задачами детского технопарка «Кванториум» являются:**

- реализация основных общеобразовательных программ по учебным предметам естественно-научной направленности, в том числе в рамках внеурочной деятельности обучающихся;
- разработка и реализация разноуровневых дополнительных общеобразовательных программ естественно-научной направленности, а также иных программ, в том числе в каникулярный период;
- вовлечение обучающихся и педагогических работников в проектную деятельность;
- организация внеучебной деятельности в каникулярный период, разработка и реализация соответствующих образовательных программ, в том числе для лагерей, организованных образовательными организациями в каникулярный период;
- повышение профессионального мастерства педагогических работников детского технопарка «Кванториум», реализующих основные и дополнительные общеобразовательные программы.



С материально-технической стороны в задачи создания «Школьного кванториума» входит развитие образовательной инфраструктуры общеобразовательной организации, в том числе оснащение общеобразовательной организации:

- оборудованием, средствами обучения и воспитания для расширения возможностей изучения (в том числе экспериментального) предметов, курсов, дисциплин (модулей) естественно-научной и технологической направленностей при реализации основных общеобразовательных программ и дополнительных общеобразовательных программ;
- оборудованием, средствами обучения и воспитания для начального знакомства обучающихся с проектированием и конструированием роботов, обучения основам конструирования и программирования, принципов функционирования и основы разработки информационных систем и аппаратно-программных комплексов и т. д.;
- компьютерным, презентационным и иным оборудованием, в том числе для реализации программ дополнительного образования естественно- научной и технической направленностей.

Высокая сложность работы с современным цифровым, обеспечение его работоспособности, недостаточность методического обеспечения — всё это зачастую вступает в противоречие с недостаточностью информационных и инструментальных компетенции педагога. Разрешение данного конфликта возможно в практической деятельности, в выполнении демонстрационных и лабораторных работ, организации лабораторного эксперимента, в организации проектной и учебно-исследовательской деятельности обучающихся. В процессе экспериментальной работы учащиеся приобретают опыт познания реальности, являющийся важным этапом формирования у них убеждений, которые, свою очередь, составляют основу научного мировоззрения. В то же время методика постановки эксперимента. Именно поэтому предлагаемые в данном пособии уроки, лабораторные и практические работы снабжены методическим комментарием, матрицей для собственного профессионального поиска, для адаптации материалов к условиям конкретного образовательного учреждения. Тематика рассматриваемых экспериментов, количественных опытов, соответствует структуре примерной образовательной программы по химии, содержанию Федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС) среднего (основного) общего образования.

Поставляемые в школы современные средства обучения в рамках «Школьного кванториума» содержат как уже известное оборудование, так и принципиально новое. Прежде всего, это цифровые лаборатории с наборами датчиков, позволяющие проводить измерения физических, химических, физиологических параметров окружающей среды и организмов.

В основу образовательной программы заложено применение цифровых лабораторий. Рассмотренные в пособии опыты прошли широкую апробацию. Многолетняя практика использования цифровых лабораторий и микроскопической техники в школе показала, что современные технические средства обучения нового поколения позволяют добиться высокого уровня усвоения знаний, формирования практических навыков биологических исследований, устойчивого роста познавательного интереса школьников и, как следствие высокого уровня учебной мотивации.

Важнейшей для учителя особенностью цифровых лабораторий является то, обстоятельство, что применение цифровых датчиков резко сокращает время, необходимое на проведение измерений и эксперимента. В результате появляются новые возможности по организации урока:

1. в течение одного урока, возможно, провести не одну, а две — три лабораторных работы;



2. изменить методику и провести более сложную лабораторную работу;
3. сделать лабораторную работу частью урока изучения новых знаний или обобщения.
4. широко использовать демонстрационный эксперимент.

В составлении планов лабораторных работ авторы постарались отразить первые две из перечисленных возможностей, а в планах уроков — последние две.

Настоящее пособие призвано помочь педагогам в реализации образовательных программ общего и дополнительного образования, в разрешении возникающих трудностей при работе с оборудованием детского технопарка «Кванториум».





## Нормативная база

1. Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ (ред. от 31.07.2020) «Об образовании в Российской Федерации» (с изм. и доп., вступил в силу с 01.09.2020) — URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_140174](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174) (дата обращения: 10.04.2020).
2. Паспорт национального проекта «Образование» (утверждён президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам, протокол от 24.12.2018 N 16) — URL: [http://do.sev.gov.ru/images/document/Pasport\\_naciona\\_proekta\\_Jbrazovanie\\_compressed.pdf](http://do.sev.gov.ru/images/document/Pasport_naciona_proekta_Jbrazovanie_compressed.pdf) (дата обращения: 10.04.2021).
3. Государственная программа Российской Федерации «Развитие образования» (Утверждена Постановлением Правительства РФ от 26.12.2017 N 1642 (ред. от 22.02.2021) «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие образования» — URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_286474](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_286474) (дата обращения: 10.04.2021).
4. Профессиональный стандарт «Педагог (педагогическая деятельность в дошкольном, начальном общем, основном общем, среднем общем образовании), (воспитатель, учитель)» (ред. от 16.06.2019 г.) (Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 18 октября 2013 г. № 544н, с изменениями, внесёнными приказом Министерства труда и соцзащиты РФ от 25 декабря 2014 г. № 1115н и от 5 августа 2016 г. № 422н) — URL: <http://профстандартпедагога.рф> (дата обращения: 10.04.2021).
5. Профессиональный стандарт «Педагог дополнительного образования детей и взрослых» (Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 5 мая 2018 г. N 298н «Об утверждении профессионального стандарта «Педагог дополнительного образования детей и взрослых») — URL: [https://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/reestr-professionalnykh-standartov/index.php?ELEMENT\\_ID=48583](https://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/reestr-professionalnykh-standartov/index.php?ELEMENT_ID=48583) (дата обращения: 10.04.2021).
6. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования (Утверждён приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 декабря 2010 г. N 1897) (ред. 21.12.2020) — URL: <https://fgos.ru> (дата обращения: 10.04.2021).
7. Федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования (Утверждён приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 мая 2012 г. N 413) (ред. 11.12.2020) — URL: <https://fgos.ru> (дата обращения: 10.04.2021).
8. Методические рекомендации по созданию и функционированию детских технопарков «Кванториум» на базе общеобразовательных организаций (Утверждены распоряжением Министерства просвещения Российской Федерации от 12 января 2021 г. N P-4) — URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_374695/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_374695/) (дата обращения: 10.04.2021).

## Основные понятия и термины

В методическом пособии используются следующие понятия и термины:

**Школьный кванториум** — комплект учебного оборудования детского технопарка, материальная база для создания инновационной образовательной среды в которой формируется и развивается изобретательское, креативное и критическое мышление обучающихся.

**Цифровая (компьютерная) лаборатория** — комплект учебного оборудования, включающий измерительный блок, интерфейс которого позволяет обеспечивать связь с





регистратором данных, и набор датчиков, регистрирующих значения различных физических величин.

**Программное обеспечение Releon Lite (ПО Releon)** — программное обеспечение, поставляемое в составе цифровой лаборатории, обеспечивающее работу датчиков, сохранение и первичную обработку полученных данных.

**Мультидатчик** — цифровой датчик, позволяющий вести одновременно учёт нескольких показателей окружающей среды и физиологических показателей организма человека.

**Монодатчик** — цифровой датчик, позволяющий вести одновременно учёт только одного показателя окружающей среды или физиологического показателя организма человека.

**Регистратор данных** — электронное устройство (интерактивная доска, персональный компьютер, ноутбук, планшет, мобильный телефон) поддерживающие работу ПО Releon.

**Логирование** — режим работы цифровой лаборатории, при котором датчик работает без регистратора данных, с возможностью последующей загрузки результатов измерений в память регистратора данных.

**Связка датчиков** — режим работы цифровой лаборатории, при котором на экране регистратора данных графически отображается работа одновременно двух и более подключенных цифровых датчиков.

## Подходы к структурированию материалов

В образовательной программе представлены следующие разделы:

1. Клетка
2. Размножение и развитие организмов
3. Основы генетики и селекции
4. Вид
5. Экосистемы

Данные разделы выбраны с учётом наиболее широких возможностей по применению оборудования «Школьного кванториума» как для проведения лабораторных работ, так и для демонстрационного эксперимента. Кроме того, перечисленные разделы обладают наибольшим потенциалом для организации проектной и исследовательской деятельности обучающихся. Биологическое наблюдение и эксперимент проводятся в форме лабораторных работ и демонстраций. Демонстрационный эксперимент проводится в следующих случаях:

- а) имеющееся в наличии количество приборов и цифровых датчиков не позволяет организовать индивидуальную, парную или групповую лабораторную работу;
- б) эксперимент имеет небольшую продолжительность и сложность и входит в структуру урока.

Для изучения предмета «Биология» на этапе основного общего образования на базовом уровне отводится 68 часов (1 час в неделю):

- 10 класс — 34 часа,
- 11 класс — 34 часа.

В практике российских школ на углублённом уровне на обучение биологии отводится от 3 до 5 часов в неделю.

Данная образовательная программа обеспечивает сознательное усвоение учащимися важнейших биологических понятий, законов и теорий, формирует представление о роли



биологии в познании живого мира и в жизни человека. Основное внимание уделяется сущности биологических явлений, процессов и методам их изучения.

Структура представленных в данном методическом пособии планов уроков и лабораторных работ отражается последовательность изучения и содержания биологии в 10—11 классах. Основное содержание курса биологии 10—11 классов посвящено основам общей биологии. Оно направлено на обобщение обширных фактических знаний и специальных практических умений, сформированных в предыдущих классах, тесно связано с развитием биологической науки в целом и характеризует современный уровень её развития.

Одним из основных принципов построения программы является принцип доступности. Экспериментальные данные, полученные учащимися при выполнении количественных опытов, позволяют учащимся самостоятельно делать выводы, выявлять закономерности. Подходы, заложенные в содержание программы курса, создают необходимые условия для системного усвоения учащимися основ науки, для обеспечения развивающего и воспитывающего воздействия обучения на личность учащегося. Формируемые знания должны стать основой системы убеждений школьника, ядром его научного мировоззрения.



## Описание материально-технической базы «Школьного кванториума», используемого для реализации образовательных программ в рамках преподавания биологии

Материально-техническая база «Школьного кванториума» включает в себя цифровые лаборатории, микроскопическую технику, наборы классического оборудования для проведения биологического практикума, в том числе по работе с микроскопами. Учитывая практический опыт применения данного оборудования на уроках биологии и в проектно-исследовательской деятельности, мы сделаем основной акцент на описании цифровых лабораторий и их возможностях. При этом цифровые лаборатории в комплектации «Биология», «Экология», «Физиология» содержат как индивидуальные датчики, так и повторяющиеся (табл. 1). Названия последних в приведенной таблице выделены курсивом. Наличие подобных повторяющихся датчиков расширяет возможности педагога по организации лабораторного практикума.

Таблица 1

### Датчики цифровых лабораторий по биологии, экологии и физиологии

№ п/п	Биология	Экология	Физиология
1	<i>Влажности воздуха</i>	<i>Влажности воздуха</i>	Артериального давления
2	<i>Электропроводимости</i>	<i>Электропроводимости</i>	Пульса
3	<i>Освещённости</i>	<i>Освещённости</i>	<i>Освещённости</i>
4	<i>pH</i>	<i>pH</i>	<i>pH</i>
5	<i>Температуры окружающей среды</i>	<i>Температуры окружающей среды</i>	<i>Температуры тела</i>
6		Нитрат-ионов	Частоты дыхания
7		Хлорид-ионов	Ускорения
8		Звука	ЭКГ
9		Влажности почвы	Силы (эргометр)
10		Кислорода	
11		Оптической плотности 525 нм (колориметр)	
12		Оптической плотности 470 нм (колориметр)	
13		Мутности (турбидиметр)	
14		Окси углерода	

Датчики и дополнительные материалы (переходники, чувствительные элементы, методические материалы, зарядное устройство и др.) комплектуются в коробки-чемоданы (рис. 1)



Ниже дана краткая характеристика цифровых датчиков, приведены выявленные на практике технологические особенности применения. Учёт этих особенностей позволит правильно использовать датчики и продлить срок их службы.

В комплекте цифровых лабораторий содержатся мультидатчики и монодатчики.



**Рис. 1.** Комплект цифровой лаборатории

Мультидатчик по биологии позволяет измерять следующие показатели: влажность воздуха электропроводимость освещённости pH температуру окружающей среды (воздуха), температуру растворов (рис. 2).



**Рис. 2.** Мультидатчик по биологии: 1 — температура растворов, 2 — электропроводимость, 3 — освещённость, 4 — относительная влажность воздуха, 5 — температура окружающей среды, 6 — pH

Мультидатчик по экологии позволяет измерять следующие показатели: водородный показатель водных сред, концентрации нитрат-ионов и хлорид-ионов, электропроводность, влажность, освещённость, температуру окружающей среды, температуру растворов, растворов и твёрдых тел (рис. 3).



**Рис. 3.** Мультидатчик по экологии: 1 — освещённость, 2 — относительная влажность воздуха, 3 — температура окружающей среды, 4 — температура растворов, 5 — нитрат-ионы, 6 — хлорид-ионы, 7 —  $pH$ , 8 — электропроводность

Мультидатчик по физиологии позволяет определять артериальное давление, пульс, температуру тела, частоту дыхания, ускорение движения (рис. 3).



**Рис. 3.** Мультидатчик по физиологии: 1 — температура тела, 2 — пульс, 3 — частота дыхания (надет съёмный мундштук)



## Общая характеристика цифровых датчиков

### Датчики физических параметров окружающей среды

**Датчик влажности воздуха** — предназначен для измерения относительной влажности воздуха. Датчик встроен в мультидатчики по биологии и экологии. Диапазон измерения влажности: от 0 до 100 %. Разрешение по влажности: 0,1 %. Время установления сигнала: 17 с.

**Датчик освещённости** — измеряет уровень освещенности и обладает спектральной чувствительностью близкой к чувствительности человеческого глаза. Датчик встроен в мультидатчики по биологии и экологии. Диапазон измерения: от 0 до 188 000 лк. Относительная погрешность: 15 %. Диапазон рабочих длин волн: от 350 до 780 нм. Технологические особенности: чувствителен к направлению на источник света.

**Датчик влажности почвы** — предназначен для измерения степени увлажнения почвы, выраженной в процентах. Применяется в агроэкологических и сельскохозяйственных исследованиях.



**Рис. 4.** Датчик влажности почвы

**Датчик электропроводимости** — предназначен для регистрации и измерения удельной электропроводности жидких сред, в том числе и водных растворов веществ (рис. 5). Применяется при изучении характеристик водных растворов, в том числе почвенных вытяжек.



*Рис. 5.* Датчик электропроводимости

**Датчик температуры окружающей среды** — измеряет температуру воздушной среды. Датчик встроен в мультидатчики по биологии и экологии.

**Датчик температуры растворов** — измеряет температуру растворов и сыпучих тел. Оснащён выносным и герметичным температурным зондом, устойчивым к лабораторным реагентам (рис. 6). Диапазон измерений от  $-40$  до  $+180$  °С. Технологические особенности: для получения достоверных данных весь зонд должен находиться в измеряемой среде, в противном случае возникает значительная погрешность из-за теплопередачи по металлическому зонду и рассеяния либо поглощения энергии в том месте, где он не находится в измеряемой среде.



*Рис. 6.* Датчик температуры растворов

**Датчик звука** — измеряет уровень шумов в окружающей среде и при оценке шумопоглощающих изоляторов. Динамический диапазон: от 30 до 130 дБ. Частотный диапазон: от 50 Гц до 8 кГц. Разрешение: 0,1 дБА (акустические децибелы). Технологические особенности: датчик чувствителен к резким звукам, которые могут дать завышенные результаты измерений.





Рис. 7. Датчик звука

**Датчик мутности (турбидиметр)** — определяет мутность раствора в инфракрасном диапазоне света на основании измерения интенсивности светового потока рассеянного частицами, взвешенными в контролируемом растворе (рис. 8). Диапазон измерения: от 0 до 200 NTU (Nephelometric Turbidity Units — нефелометрические единицы мутности). Разрешение: 1 NTU. Длина волны источника света: 940 нм. Технологические особенности: требуется хорошо промывать кювету для исследуемого раствора.

**Датчик оптической плотности (колориметр)** — предназначен для измерения оптической плотности растворов на заданной длине волны (измеряет количество пропускаемого света через исследуемый раствор при определенной длине волны). В комплект входят датчики с различной длиной волн полупроводниковых источников света: 465 и 525 нм (рис. 8). Диапазон измерения коэффициента пропускания света: от 0 до 100 %. Разрешение при измерении коэффициента пропускания: 0,1 %. Диапазон измерения оптической плотности: от 0 до 2 D. Разрешение при измерении оптической плотности: 0,01 D. Длина оптического пути кюветы: 10 мм. Объем кюветы: 4 мл. Технологические особенности: требуется хорошо промывать кювету для исследуемого раствора.



Рис. 8. Датчики мутности (слева), оптической плотности на 465 нм (в центре) и 525 нм (справа)

### Датчики химических параметров окружающей среды

**Датчик pH** — предназначен для измерения водородного показателя в водных растворах (рис. 4, пункт 2). Диапазон измерения: от 0 до 14 pH. Разрешение: 0,01 pH. Диапазон рабочих температур: от 10 до 80 °С. Длина измерительного электрода: 140 мм. Используется для измерения водородного показателя водных растворов, в различных исследованиях объектов окружающей среды.

Технологические особенности:

- а) стабилизация показаний наступает в течение от 2 до 7 мин (это время одного измерения);
- б) перед измерением и после него необходимо промывать в дистиллированной воде, чтобы не сбился калибровка;
- в) в нижней части электрода находится стеклянный шарик, чувствительный к ударам, что требует осторожности в обращении;
- г) при хранении обязательно помещать нижнюю часть электрода в специальный бюкс (вставляется через отверстие в крышке бюкса);
- д) в бюксе всегда должен быть трёхмолярный раствор хлорида натрия, следует заранее позаботиться о запасе раствора, т. к. он немного проливается при извлечении электрода, в сухом бюксе электрод скоро выйдет из строя.



Рис. 9. Датчик водородного показателя (pH)

**Датчик нитрат-ионов** — позволяет измерять концентрацию нитрат ионов в исследуемом растворе. Диапазон измерения: от  $2 \times 10^{-6}$  до 0,2 моль/л. Рабочий диапазон pH: от 0 до 12 единиц pH. Технологические особенности: стабилизация показаний наступает в течение от 2 мин. Предназначен для количественного определения нитратов в различных объектах окружающей среды: воде, овощах, фруктах, колбасных изделиях и т. д.

**Датчик хлорид-ионов** — служит для измерения концентрации ионов хлора в исследуемом растворе. Диапазон измерения: от 10—5 до 1 моль/л. Рабочий диапазон pH: от 0 до 12 единиц pH. Длина электрода: 140 мм. Для экологических исследований целесообразно использовать некоторые датчики из других комплектов поставки оборудования. Технологические особенности: стабилизация показаний наступает в течение 7 мин (это время одного измерения). Используется для количественного определения содержания ионов хлора в водных растворах, почве, продуктах питания.



При использовании датчиков нитрат-ионов и хлорид-ионов к специальному разъему мультидатчика по экологии необходимо подключать ионоселективный электрод (рабочий электрод), а также электрод сравнения (рис. 10).



**Рис. 10.** Ионоселективный датчик  
(присоединены электро хлорид-ионов и электрод сравнения)

Технологические особенности датчиков нитрат-ионов и хлорид-ионов:

- а) запрещается трогать мембрану электрода (находится в нижней части электрода) пальцами и приводить её в соприкосновение с твёрдыми поверхностями;
- б) при хранении электродов чувствительная часть датчика (мембрана) должна быть защищена специальным колпачком;
- в) не допускается использовать электроды с полимерной мембраной в средах, содержащих летучие вещества или органические растворители;
- г) не следует использовать электроды в сильных окислителях. Длительное нахождение ИСЭ в растворах крепких кислот или щелочей приводит к резкому и необратимому сокращению срока службы электрода.

**Датчик кислорода** — предназначен для определения относительной концентрации кислорода в воздухе (рис. 11). Диапазон измерения: от 0 до 100 %. Разрешение: 0,1 %. Технологические особенности: при измерении содержания газа в выдыхаемом воздухе необходимо держать мембрану максимально близко ко рту; восстановление показаний на воздухе происходит через 1—2 минуты (время диффузии через мембрану).

**Датчик окиси углерода** — измеряет концентрацию монооксида углерода (угарного газа) в окружающей среде (рис. 11). Диапазон измерения: от 0 до 1000 ppm (миллионные доли). Разрешение датчика: 1 ppm. Технологические особенности: при учёте в исследовании ещё и содержания кислорода потребуется пересчёт из миллионных долей в проценты для приведения к одной размерности (значение в ppm следует разделить на 10 000).



Рис. 11. Датчики кислорода (слева) и угарного газа (справа)

#### Датчики физиологических показателей организма человека

**Датчик температуры тела** — предназначен для непрерывного измерения температуры тела в подмышечной впадине. Оснащён выносным зондом (рис. 12). Диапазон измерения: от 25 до 50 °С. Разрешение датчика: 0,1 °С. Технологическая особенность: для точного измерения в подмышечной впадине должна находиться вся металлическая часть зонда.



Рис. 12. Датчик температуры тела

**Датчик артериального давления** — позволяет измерять артериальное давление в диапазоне от 0 до 250 мм рт. ст. Разрешение датчика: 0,1 мм рт. ст. Датчик позволяет определить систолическое, диастолическое давление, пульс. В комплект датчика входит специальная манжета с утягивающим механизмом, нагнетатель воздуха с воздушным клапаном и трубка для подключения к датчику (рис. 13). Технологические особенности: необходимо контролировать плотность подключения разъёмов, правильность положения манжеты на плече. Воздух из манжеты следует спускать равномерно, медленно, слегка приоткрыв клапан нагнетателя.



**Рис. 13.** Датчик артериального давления

**Датчик пульса** — позволяет непрерывно определять частоту сердечных сокращений. Имеет выносную клипсу, надеваемую на палец исследуемого (рис. 14). Диапазон измерения пульса: от 0 до 250 уд/мин. Разрешение: 1 уд/мин. Технологические особенности: следует контролировать правильность надевания клипсы, т. к. при излишне глубоком надевании она передавливает мелкие кровеносные сосуды пальца, что уменьшает точность измерений.



**Рис. 14.** Датчик пульса



**Датчик частоты дыхания** — предназначен для измерения частоты дыхательных движений (циклов «вдох-выдох») за единицу времени. Анализируется количество сокращений грудной клетки и передней брюшной стенки. В комплект датчика входит набор гигиенических насадок, плотно надеваемых на дыхательную трубку (рис. 15). Диапазон измерения: от 0 до 100 циклов/мин. Разрешение: 0,5 цикла/мин.



**Рис 15.** Датчик частоты дыхания

**Датчик ускорения** — определяет ускорение движущихся объектов по трём осям координат. Датчик встроен в мультидатчик по физиологии. Диапазон измерения: от  $-8$  до  $+8$  g. Разрешение датчика: 0,004 g.

**Датчик ЭКГ** — предназначен для измерения электрической активности сердца. Определяет параметры, необходимые для построения электрокардиограммы с помощью специальных одноразовых нательных медицинских электродов, поставляемых в комплекте с датчиком (рис. 16). Технологические особенности: график электрокардиограммы в программном обеспечении строится в одном отведении.



**Рис. 16.** Датчик электрокардиограммы (датчик ЭКГ)



**Датчик кистевой силы (эргометр, силомер)** — измеряет сжимающее усилие, создаваемое кистью руки (рис. 17). Диапазон измерений: от  $-50$  до  $+50$ Н. Разрешение:  $0,02$ Н.



*Рис. 17.* Датчик кистевой силы (эргометр)

### Работа в программном обеспечении Releon Lite

В комплекте цифровой лаборатории **Releon** поставляется программное обеспечение **Releon Lite** на USB-флеш-накопителе, а также Bluetooth-адаптер для связи регистратора данных с беспроводными датчиками (рис. 18).

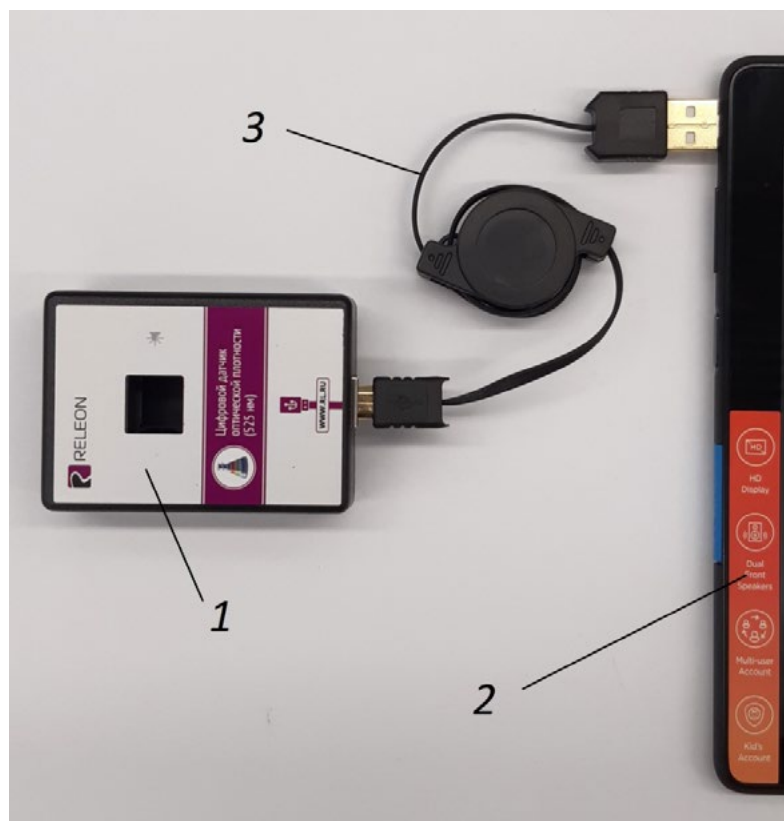


*Рис. 18.* Общий вид USB-флеш-накопителя (внизу) и Bluetooth-адаптера (вверху) Releon

Установка ПО Releon Lite на регистратор данных с операционной системой Windows может осуществляться как с USB-флеш-накопителя, так и с сайта производителя, установка на мобильные телефоны (смартфоны) — только с сайта производителя, ссылка на



который приводится в списке источников информации пособия. В последнем случае доступна установка на устройства с платформами Android и iOS. Порядок установки ПО Releon Lite описан в руководстве, которое входит в комплект поставки. Монодатчики присоединяются к регистратору данных с помощью переходника, подходящего к разъемам датчика и регистратора данных и включённого в комплект поставки (рис. 19).



**Рис. 19.** Монодатчик, подключённый к регистратору данных: 1 — датчик оптической плотности, 2 — регистратор данных (планшетный компьютер), 3 — переходник

Алгоритм работы в программном обеспечении несложен. Графически он представлен на следующей схеме на примере подключения беспроводного мультидатчика (рис. 20).



Рис. 20. Алгоритм работы с программным обеспечением Releon Lite



## Примерная рабочая программа по биологии для 10—11 классов с использованием оборудования «Школьного кванториума»

На базе Школьного Кванториума обеспечивается реализация образовательных программ естественно-научной и технологической направленностей, разработанных в соответствии с требованиями законодательства в сфере образования и с учетом рекомендаций Федерального оператора учебного предмета «Биология».

Образовательная программа позволяет интегрировать реализуемые здесь подходы, структуру и содержание при организации обучения биологии в 10—11 классах, выстроенном на базе любого из доступных учебно-методических комплексов.

Использование оборудования «Школьного кванториума» при реализации данной образовательной программы позволяет создать условия:

- для расширения содержания школьного биологического образования;
- для повышения познавательной активности обучающихся в естественно-научной области;
- для развития личности ребенка в процессе обучения биологии, его способностей, формирования и удовлетворения социально значимых интересов и потребностей;
- для работы с одарёнными школьниками, организации их развития в различных областях образовательной, творческой деятельности.



## Особенности содержания структурных компонентов рабочей программы по биологии в 10—11 классах с использованием оборудования детского технопарка «Школьный кванториум»

### Планируемые результаты обучения по курсу «Биология. 10—11 класс»

Освоение учебного предмета «Биология» на уровне среднего общего образования должно обеспечивать достижение следующих предметных, метапредметных и личностных образовательных результатов.

#### Предметные результаты

Предметные результаты обучения биологии должны обеспечивать:

- формирование ценностного отношения к живой природе, к собственному организму; понимание роли биологии в формировании современной естественнонаучной картины мира;
- умение применять систему биологических знаний: раскрывать сущность живого, называть отличия живого от неживого, перечислять основные закономерности организации, функционирования объектов, явлений, процессов живой природы, эволюционного развития органического мира в его единстве с неживой природой;
- сформированность представлений о современной теории эволюции и основных свидетельствах эволюции;
- владение основами понятийного аппарата и научного языка биологии: использование изученных терминов, понятий, теорий, законов и закономерностей для объяснения наблюдаемых биологических объектов, явлений и процессов;
- понимание способов получения биологических знаний; наличие опыта использования методов биологии с целью изучения живых объектов, биологических явлений и процессов: наблюдение, описание, проведение несложных биологических опытов и экспериментов, в том числе с использованием аналоговых и цифровых приборов и инструментов;
- умение характеризовать основные группы организмов в системе органического мира (в том числе вирусы, бактерии, растения, грибы, животные): строение, процессы жизнедеятельности, их происхождение, значение в природе и жизни человека;
- умение объяснять положение человека в системе органического мира, его происхождение, сходства и отличия человека от животных, характеризовать строение и процессы жизнедеятельности организма человека, его приспособленность к различным экологическим факторам;
- умение использовать приобретенные знания и навыки для здорового образа жизни, сбалансированного питания и физической активности; неприятие вредных привычек и зависимостей; умение противодействовать лженаучным манипуляциям в области здоровья;
- умение описывать клетки, ткани, органы, системы органов и характеризовать важнейшие биологические процессы в организмах растений, животных и человека;
- сформированность представлений о взаимосвязи наследования потомством признаков от родительских форм с организацией клетки, наличием в ней хромосом как носителей наследственной информации, об основных закономерностях наследования признаков;



- сформированность представлений об основных факторах окружающей среды, их роли в жизнедеятельности и эволюции организмов; представление об антропогенном факторе;
- сформированность представлений об экосистемах и значении биоразнообразия; о глобальных экологических проблемах, стоящих перед человечеством и способах их преодоления;
- умение решать учебные задачи биологического содержания, в том числе выявлять причинно-следственные связи, проводить расчеты, делать выводы на основании полученных результатов;
- умение создавать и применять словесные и графические модели для объяснения строения живых систем, явлений и процессов живой природы;
- понимание вклада российских и зарубежных учёных в развитие биологических наук;
- владение навыками работы с информацией биологического содержания, представленной в разной форме (в виде текста, табличных данных, схем, графиков, диаграмм, моделей, изображений), критического анализа информации и оценки ее достоверности;
- умение планировать под руководством наставника и проводить учебное исследование или проектную работу в области биологии; с учётом намеченной цели формулировать проблему, гипотезу, ставить задачи, выбирать адекватные методы для их решения, формулировать выводы; публично представлять полученные результаты;
- умение интегрировать биологические знания со знаниями других учебных предметов;
- сформированность основ экологической грамотности: осознание необходимости действий по сохранению биоразнообразия и охране природных экосистем, сохранению и укреплению здоровья человека; умение выбирать целевые установки в своих действиях и поступках по отношению к живой природе, своему здоровью и здоровью окружающих.

**Метапредметные результаты**

**Универсальные познавательные действия**

**Базовые логические действия:**

- выявлять и характеризовать существенные признаки биологических объектов (явлений);
- устанавливать существенный признак классификации биологических объектов, основания для обобщения и сравнения, критерии проводимого анализа;
- с учётом предложенной биологической задачи выявлять закономерности и противоречия в рассматриваемых фактах и наблюдениях; предлагать критерии для выявления закономерностей и противоречий;
- выявлять дефициты информации, данных, необходимых для решения поставленной задачи;
- выявлять причинно-следственные связи при изучении биологических явлений и процессов; делать выводы с использованием дедуктивных и индуктивных умозаключений, умозаключений по аналогии, формулировать гипотезы о взаимосвязях;
- самостоятельно выбирать способ решения учебной биологической задачи (сравнивать несколько вариантов решения, выбирать наиболее подходящий с учётом самостоятельно выделенных критериев).

**Базовые исследовательские действия:**

- использовать вопросы как исследовательский инструмент познания;
- формулировать вопросы, фиксирующие разрыв между реальным и желательным состоянием ситуации, объекта, и самостоятельно устанавливать искомое и данное;



- формировать гипотезу об истинности собственных суждений и суждений других, аргументировать свою позицию, мнение;
- проводить по самостоятельно составленному плану опыт, несложный биологический эксперимент, небольшое исследование по установлению особенностей биологического объекта изучения, причинно-следственных связей и зависимостей биологических объектов между собой;
- оценивать применимость и достоверность информации, полученной в ходе биологического исследования (эксперимента);
- самостоятельно формулировать обобщения и выводы по результатам проведённого наблюдения, опыта, исследования, владеть инструментами оценки достоверности полученных выводов и обобщений;
- прогнозировать возможное дальнейшее развитие биологических процессов и их последствия в аналогичных или сходных ситуациях, а также выдвигать предположения об их развитии в новых условиях и контекстах.

**Работа с информацией:**

- применять различные методы, инструменты и запросы при поиске и отборе биологической информации или данных из источников с учётом предложенной учебной биологической задачи;
- выбирать, анализировать, систематизировать и интерпретировать биологическую информацию различных видов и форм представления;
- находить сходные аргументы (подтверждающие или опровергающие одну и ту же идею, версию) в различных информационных источниках;
- самостоятельно выбирать оптимальную форму представления информации и иллюстрировать решаемые задачи несложными схемами, диаграммами, иной графикой и их комбинациями;
- оценивать надёжность биологической информации по критериям, предложенным учителем или сформулированным самостоятельно;
- эффективно запоминать и систематизировать информацию;
- овладеть системой универсальных познавательных действий обеспечивает сформированность когнитивных навыков обучающихся.

**Универсальные коммуникативные действия**

**Общение:**

- воспринимать и формулировать суждения, выражать эмоции в процессе выполнения практических и лабораторных работ; выражать себя (свою точку зрения) в устных и письменных текстах;
- распознавать невербальные средства общения, понимать значение социальных знаков, знать и распознавать предпосылки конфликтных ситуаций и смягчать конфликты, вести переговоры;
- понимать намерения других, проявлять уважительное отношение к собеседнику и в корректной форме формулировать свои возражения;
- в ходе диалога и/или дискуссии задавать вопросы по существу обсуждаемой биологической темы и высказывать идеи, нацеленные на решение биологической задачи и поддержание благожелательности общения;
- сопоставлять свои суждения с суждениями других участников диалога, обнаруживать различие и сходство позиций;
- публично представлять результаты выполненного биологического опыта (эксперимента, исследования, проекта);
- самостоятельно выбирать формат выступления с учётом задач презентации и особенностей аудитории и в соответствии с ним составлять устные и письменные тексты с использованием иллюстративных материалов.



**Совместная деятельность (сотрудничество):**

- понимать и использовать преимущества командной и индивидуальной работы при решении конкретной биологической проблемы, обосновывать необходимость применения групповых форм взаимодействия при решении поставленной учебной задачи;
- принимать цель совместной деятельности, коллективно строить действия по её достижению: распределять роли, договариваться, обсуждать процесс и результат совместной работы; уметь обобщать мнения нескольких людей, проявлять готовность руководить, выполнять поручения, подчиняться;
- планировать организацию совместной работы, определять свою роль (с учётом предпочтений и возможностей всех участников взаимодействия), распределять задачи между членами команды, участвовать в групповых формах работы (обсуждения, обмен мнениями, «мозговые штурмы» и иные);
- выполнять свою часть работы, достигать качественного результата по своему направлению и координировать свои действия с другими членами команды;
- оценивать качество своего вклада в общий продукт по критериям, самостоятельно сформулированным участниками взаимодействия; сравнивать результаты с исходной задачей и вклад каждого члена команды в достижение результатов, разделять сферу ответственности и проявлять готовность к предоставлению отчёта перед группой;
- овладеть системой универсальных коммуникативных действий, которая обеспечивает сформированность социальных навыков и эмоционального интеллекта обучающихся.

**Универсальные регулятивные действия****Самоорганизация:**

- выявлять проблемы для решения в жизненных и учебных ситуациях, используя биологические знания;
- ориентироваться в различных подходах принятия решений (индивидуальное, принятие решения в группе, принятие решений группой);
- самостоятельно составлять алгоритм решения задачи (или его часть), выбирать способ решения учебной биологической задачи с учётом имеющихся ресурсов и собственных возможностей, аргументировать предлагаемые варианты решений;
- составлять план действий (план реализации намеченного алгоритма решения), корректировать предложенный алгоритм с учётом получения новых биологических знаний об изучаемом биологическом объекте;
- делать выбор и брать ответственность за решение.

**Самоконтроль (рефлексия):**

- владеть способами самоконтроля, самомотивации и рефлексии;
- давать адекватную оценку ситуации и предлагать план её изменения;
- учитывать контекст и предвидеть трудности, которые могут возникнуть при решении учебной биологической задачи, адаптировать решение к меняющимся обстоятельствам;
- объяснять причины достижения (недостижения) результатов деятельности, давать оценку приобретённому опыту, уметь находить позитивное в произошедшей ситуации;
- вносить коррективы в деятельность на основе новых обстоятельств, изменившихся ситуаций, установленных ошибок, возникших трудностей;
- оценивать соответствие результата цели и условиям.

**Эмоциональный интеллект:**

- различать, называть и управлять собственными эмоциями и эмоциями других;
- выявлять и анализировать причины эмоций;





- ставить себя на место другого человека, понимать мотивы и намерения другого;
- регулировать способ выражения эмоций.

**Принятие себя и других:**

- осознанно относиться к другому человеку, его мнению;
- признавать своё право на ошибку и такое же право другого;
- открытость себе и другим; б осознавать невозможность контролировать всё вокруг;
- овладеть системой универсальных учебных регулятивных действий, которая обеспечивает формирование смысловых установок личности (внутренняя позиция личности), и жизненных навыков личности (управления собой, самодисциплины, устойчивого поведения).

**Личностные результаты**

**Патриотическое воспитание:**

- понимание ценности биологической науки, её роли в развитии человеческого общества, отношение к биологии как важной составляющей культуры, гордость за вклад российских и советских учёных в развитие мировой биологической науки.

**Гражданское воспитание:**

- готовность к разнообразной совместной деятельности при выполнении биологических опытов, экспериментов, исследований и проектов, стремление к взаимопониманию и взаимопомощи.

**Духовно-нравственное воспитание:**

- готовность оценивать свое поведение и поступки, а также поведение и поступки других людей с позиции нравственных норм и норм экологического права с учётом осознания последствий поступков.

**Эстетическое воспитание:**

- понимание эмоционального воздействия природы и её ценности. Ценности научного познания;
- ориентация в деятельности на современную систему биологических научных представлений об основных закономерностях развития природы, взаимосвязях человека с природной и социальной средой;
- развитие научной любознательности, интереса к биологической науке и исследовательской деятельности;
- овладение основными навыками исследовательской деятельности.

**Формирование культуры здоровья:**

- осознание ценности жизни; ответственное отношение к своему здоровью и установка на здоровый образ жизни (здоровое питание, соблюдение гигиенических правил, сбалансированный режим занятий и отдыха, регулярная физическая активность);
- осознание последствий и неприятие вредных привычек (употребление алкоголя, наркотиков, курение) и иных форм вреда для физического и психического здоровья;
- соблюдение правил безопасности, в том числе навыки безопасного поведения в природной среде;
- умение осознавать эмоциональное состояние своё и других людей, уметь управлять собственным эмоциональным состоянием;
- сформированность навыка рефлексии, признание своего права на ошибку и такого же права другого человека.

**Трудовое воспитание:**



- активное участие в решении практических задач (в рамках семьи, школы, города, края) биологической и экологической направленности, интерес к практическому изучению профессий, связанных с биологией.

**Экологическое воспитание:**

- ориентация на применение биологических знаний для решения задач в области окружающей среды, планирования поступков и оценки их возможных последствий для окружающей среды;
- повышение уровня экологической культуры, осознание глобального характера экологических проблем и путей их решения; активное неприятие действий, приносящих вред окружающей среде;
- готовность к участию в практической деятельности экологической направленности.

**Адаптация обучающегося к изменяющимся условиям социальной и природной среды:**

- освоение обучающимися социального опыта, норм и правил общественного поведения в группах и сообществах при выполнении биологических задач, проектов и исследований, открытость опыту и знаниям других;
- осознание необходимости в формировании новых биологических знаний, умение формулировать идеи, понятия, гипотезы о биологических объектах и явлениях, осознание дефицита собственных биологических знаний, планирование своего развития;
- умение оперировать основными понятиями, терминами и представлениями в области концепции устойчивого развития;
- умение анализировать и выявлять взаимосвязи природы, общества и экономики; оценивание своих действий с учётом влияния на окружающую среду, достижения целей и преодоления вызовов и возможных глобальных последствий;
- осознание стрессовой ситуации, оценивание происходящих изменений и их последствий; оценивание ситуации стресса, корректирование принимаемых решений и действий;
- уважительное отношение к точке зрения другого человека, его мнению, мировоззрению.

## Формы контроля

Контроль результатов обучения в соответствии с данной образовательной программой проводится в форме письменных работ, предполагается проведение промежуточной и итоговой аттестации.

**Промежуточная аттестация**

Для осуществления промежуточной аттестации используются контрольно-оценочные материалы, отбор содержания которых ориентирован на проверку усвоения системы знаний и умений — инвариантного ядра содержания действующих образовательной программы по биологии для общеобразовательных организаций. Задания промежуточной аттестации включают материал основных разделов курса биологии.

**Вариант работы по разделу «Клетка»**

Работа состоит из двух частей.

Часть 1 содержит 15 заданий с выбором одного варианта ответа.

Часть 2 содержит 4 задания: задания этой части подразумевают запись ответа в виде числа или последовательности цифр. Задания требуют мыслительных операций на соотношение, арифметический расчёт и применение знаний в новой учебной ситуации.



**Контрольно-оценочные материалы**

**Часть 1**

1. К неорганическим веществам клетки относятся
  - 1) жиры
  - 2) белки
  - 3) нуклеиновые кислоты
  - 4) вода
  
2. Глюкоза является мономером:
  - 1) гемоглобина
  - 2) глицерина
  - 3) гликогена
  - 4) адреналина
  
3. Какую функцию выполняют углеводы в клетке?
  - 1) каталитическую
  - 2) энергетическую
  - 3) хранение наследственной информации
  - 4) участие в биосинтезе белка
  
4. Из аминокислот состоят молекулы:
  - 1) белков
  - 2) углеводов
  - 3) липидов
  - 4) ДНК
  
5. При понижении температуры активность ферментов
  - 1) увеличивается
  - 2) не изменяется
  - 3) уменьшается
  - 4) сначала замедляется, потом увеличивается
  
6. Какую функцию выполняют в клетке молекулы ДНК?
  - 1) строительную
  - 2) защитную
  - 3) носителя наследственной информации
  - 4) поглощения энергии солнечного света
  
7. В состав нуклеотидов ДНК не входит:
  - 1) аденин
  - 2) гуанин
  - 3) урацил
  - 4) тимин
  
8. Вирусы могут размножаться
  - 1) только в клетке хозяина
  - 2) путём простого деления
  - 3) только бесполом путём
  - 4) только половым путём



9. В клетках человека и животных в качестве источника энергии используются
- 1) гормоны и витамины
  - 2) вода и углекислый газ
  - 3) неорганические вещества
  - 4) белки, жиры и углеводы
10. Углеводы при фотосинтезе синтезируются из:
- 1)  $O_2$  и  $H_2O$
  - 2)  $CO_2$  и  $H_2$
  - 3)  $CO_2$  и  $H_2O$
  - 4)  $CO_2$  и  $H_2CO_3$
11. В клетках животных запасным углеводом является:
- 1) целлюлоза
  - 2) крахмал
  - 3) глюкоза
  - 4) гликоген
12. Наибольшее количество энергии выделяется при расщеплении одного грамма
- 1) жира
  - 2) глюкозы
  - 3) белка
  - 4) целлюлозы
13. Где в клетках эукариот содержится ДНК?
- 1) в пероксисомах
  - 2) в рибосомах
  - 3) в комплексе Гольджи
  - 4) в строме митохондрий
14. Молекула РНК содержит азотистые основания:
- 1) аденин, гуанин, урацил, цитозин
  - 2) цитозин, гуанин, аденин, тимин
  - 3) тимин, урацил, аденин, гуанин
  - 4) аденин, урацил, тимин, цитозин
15. Неклеточная форма жизни только у
- 1) прокариот
  - 2) эукариот
  - 3) бактерий
  - 4) вирусов



**Часть 2**

16. Установите соответствие между строением, функцией вещества и его видом. В ответе запишите последовательность цифр.

СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИЯ	ВИД
А) состоят из остатков молекул глицерина и жирных кислот	1) липиды
Б) состоят из остатков молекул аминокислот	2) белки
В) защищают организм от переохлаждения	
Г) защищают организм от чужеродных веществ	
Д) обладают денатурацией	
Е) выполняют запасующую функцию	

17. Запишите буквы, обозначающие элементы верного ответа: какие функции в организме выполняют жиры?

- А) откладываются в запас
- Б) служат источником энергии
- В) ускоряют химические реакции
- Г) входят в состав клеточных мембран
- Д) в печени могут превращаться в белки
- Е) участвуют в хранении и передаче наследственных признаков от родителей к потомству

18. Определите количество водородных связей в двух построенных фрагментах нитей ДНК, если одна из нитей имеет структуру:



19. О каком количестве молекул тРНК может быть закодирована информация во фрагменте ДНК из задания 3.

**Критерии оценивания работы по разделу «Клетка»**

Верное выполнение каждого из заданий 1—15, 18 — оценивается 1 баллом.

За полный правильный ответ на каждое из заданий 16—17 ставится 2 балла; если допущена одна ошибка, то ответ оценивается в 1 балл. Если допущены две и более ошибки или ответа нет, то выставляется 0 баллов.

Общее количество баллов за работу — 21.

Ответы на вопросы:

**Часть 1**

Номер задания	Ответ	Номер задания	Ответ	Номер задания	Ответ
1	4	6	3	11	4
2	3	7	3	12	1
3	2	8	1	13	4
4	1	9	4	14	1
5	3	10	3	15	4



Часть 2

Номер задания	Ответ
16	121221
17	АБД
18	61
19	1

**Итоговая аттестация**

Для осуществления итоговой аттестации используются контрольно-оценочные материалы, содержание которых ориентировано на проверку усвоения системы знаний и определяется системой требований к подготовке выпускников основной школы. Эта система инвариантна по отношению ко всем действующим образовательным программам по биологии для общеобразовательных организаций. Задания итоговой аттестации включают материал основных разделов курса биологии. Для итоговой аттестации предлагаются варианты работ отдельно для 10 и 11 классов.

**Контрольно-оценочные материалы для 10 класса**

Работа содержит 15 заданий со множественным выбором, на соотношение понятий и процессов, анализ изображений.

1. Установите соответствие между процессом, происходящим в клетке, и методом его изучения

Процесс, происходящий в клетке		Метод изучения	
А	деление клетки	1	световая микроскопия
Б	строение рибосом	2	электронная микроскопия
В	матричный синтез РНК	3	метод меченных атомов
Г	репликация ДНК		
Д	фагоцитоз		
Е	строение ядерных пор		

2. Липиды в организме могут выполнять функцию

- запасующую
- ферментативную
- гормональную
- переносчика наследственной информации
- транспортную
- энергетическую





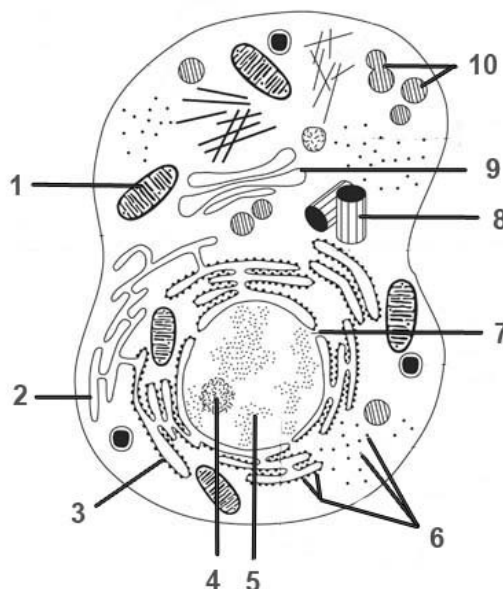
3. Установите соответствие между чертами строения и функцией органоида, для которого они характерны

Черты строения и функции		Органоиды	
А	расщепляют органические вещества до мономеров	1	лизосомы
Б	окисляют органические вещества до $CO_2$ и $H_2O$	2	митохондрии
В	отграничены от цитоплазмы одной мембраной	3	хлоропласты
Г	содержат кристы		
Д	содержат тилакоиды		
Е	образуют кислород		

4. Термины, характеризующие транспорт веществ через мембраны:

- 1) стабильный
- 2) циклический
- 3) активны
- 4) пассивный
- 5) сопряженный
- 6) периодический

5. Рассмотрите рисунок 21 и укажите органеллы клетки, в которых происходит биосинтез полипептидов и превращение их в белки. В ответе укажите последовательность цифр от меньшей к большей.



**Рис. 21.** Схема строения клетки

6. Установите соответствие между фазой фотосинтеза (обозначено цифрами) и процессом, происходящим в каждую из них (обозначено буквами).

	Характеристика	Фаза фотосинтеза
А	образуется НАДФН	1 световая
Б	образуется АТФ	2 темновая
В	происходит на свету и в темноте	
Г	происходит возбуждение электронов хлорофилла	
Д	синтезируется глюкоза	
Е	происходит в строме хлоропластов	

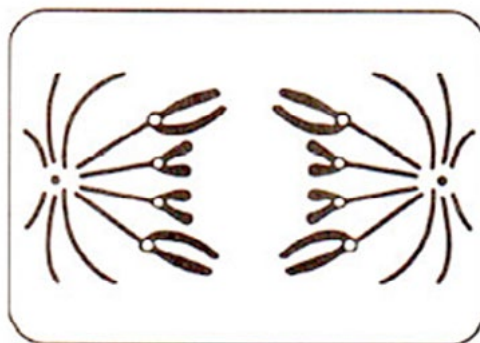
7. Установите соответствие между процессами, происходящими в клетке и стадией интерфазы для которой эти процессы характерны.

	Процессы, происходящие в клетке	Стадия интерфазы
А	рост клетки	1 постсинтетический
Б	деление митохондрий	2 пресинтетический
В	активный метаболизм клетки, запасание веществ	3 синтетический
Г	синтез белков микротрубочек	
Д	редупликация ДНК	
Е	удвоение центриолей	

8. Фрагмент смысловой (кодирующей) молекулы ДНК, в которой закодирован участок центральной петли тРНК, имеет следующую последовательность нуклеотидов: 5'-ГЦ-ТАТЦТЦА-3'. Установите антикодон тРНК, если ему соответствует второй триплет.

- 5'-АТЦ-3'
- 5'-ЦТА-3'
- 5'-АУГ-3'
- 5'-ГУА-3'
- 5'-УАГ-3'
- 5'-ГАУ-3'

9. Рассмотрите рисунок 22. Назовите тип и фазу деления ядра клетки. Укажите количество генетического материала в клетке в эту фазу. Заполните пустые ячейки таблицы, используя термины и процессы, приведенные в списке.



**Рис. 22.** Схема одной из фаз деления клетки



Тип деления	Фаза деления	Количество генетического материала
А	Б	В

Список терминов и понятий:

- 1) мейоз II
- 2) митоз
- 3) метафаза
- 4) анафаза
- 5) телофаза
- 6)  $2n4c$
- 7)  $4n4c$
- 8)  $n2c$

10. Число хромосом в диплоидном наборе у лука репчатого (*Allium cepa*) составляет 16. Какие три верных утверждения, относящиеся к митозу у данного растения, он должен выбрать из предложенных:

- 1) в профазе количество молекул ДНК в клетках составляет 32
- 2) в метафазе количество однохроматидных хромосом составляет 16
- 3) в анафазе количество хромосом составляет 16
- 4) в анафазе количество хромосом составляет 32
- 5) во время цитокинеза образуется перетяжка между дочерними клетками
- 6) во время цитокинеза образуется перегородка между дочерними клетками

11. Установите последовательность процессов, происходящих при мейотическом делении клетки:

- 1) образование двух клеток с гаплоидным набором хромосом
- 2) расхождение гомологичных хромосом
- 3) конъюгация с возможным кроссинговером гомологичных хромосом
- 4) расположение в плоскости экватора и расхождение сестринских хромосом
- 5) расположение пар гомологичных хромосом в плоскости экватора клетки
- 6) образование четырех гаплоидных ядер

12. У мух дрозофил гены, определяющие окраску тела и длину крыльев, сцеплены, причём серое тело и длинные крылья доминируют над чёрным телом и редуцированными крыльями. Гетерозиготного серого самца с длинными крыльями скрестили с чёрной самкой, имеющей редуцированные крылья. Определите возможное количество фенотипов потомства.

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 4
- 4) 6
- 5) 8

13. Назовите структурные компоненты клетки, который имеются у прокариот:

- 1) ядро
- 2) лизосомы
- 3) рибосомы
- 4) включения



- 5) наружная клеточная мембрана
- 6) псевдоподии

14. Установите соответствие между особенностями строения мхов и поколением, для которого они характерны

	<b>Особенности строения</b>		<b>Поколение</b>
А	Все клетки способны только к митотическому делению	1	Спорофит
Б	В тканях содержатся водоносные клетки	2	Гаметофит
В	Формирует антеридии и архегонии		
Г	Все клетки диплоидны		
Д	Образует споры мейозом		
Е	Является господствующим поколением		

15. Расположите последовательно этапы развития цветкового растения от опыления до распространения семян.

- 1) формирование семян
- 2) двойное оплодотворение
- 3) опыление
- 4) образование зародыша и эндосперма
- 5) образование пыльцевой трубки
- 6) распространение семян

**Критерии оценивания итоговой работы за 10 класс**

В ответах следует указать последовательность цифр, букв. Верное выполнение каждого из заданий 1—7, 9—11, 13—15 оценивается 2 баллами. За полный правильный ответ ставится 2 балла; если допущена одна ошибка, то ответ оценивается в 1 балл. Если допущены две и более ошибки или ответа нет, то выставляется 0 баллов. За задания 8 и 12 ставится 1 балл.

Общее количество баллов за работу — 28.

Ответы на задания:

<b>Номер задания</b>	<b>Ответ</b>
1	123312
2	136
3	121233
4	345
5	1369
6	112122
7	222131



Номер задания	Ответ
8	3
9	247
10	146
11	352146
12	2
13	345
14	222112
15	352416

### Контрольно-оценочные материалы для 11 класса

Работа содержит 15 заданий с множественным выбором, на соотношение понятий и процессов, анализ изображений.

1. К факторам эволюции относят:

- 1) кроссинговер
- 2) мутационный процесс
- 3) модификационную изменчивость
- 4) изоляцию
- 5) многообразие видов
- 6) естественный отбор

2. Почему популяцию считают единицей эволюции?

- 1) в ней происходит свободное скрещивание
- 2) многие виды состоят из ряда популяций
- 3) особи популяции подвергаются мутациям
- 4) особи популяции имеют различные приспособления к среде обитания
- 5) происходит саморегуляция численности популяций
- 6) под воздействием естественного отбора в популяции сохраняются особи с полезными мутациями

3. Установите соответствие между видами изменчивости и их характеристикой. Запишите в таблицу выбранные буквы.

#### Характеристика изменчивости

1. Изменение признака исчезает после прекращения действия вызвавшего его фактора
2. Изменение возникает внезапно
3. Изменение имеет ненаправленный характер
4. Возникающее изменение, как правило, соответствует изменениям среды
5. Проявляется у всех особей вида
6. Проявляется у отдельных особей вида

#### Виды изменчивости

- А) модификации
- Б) мутации



4. Установите соответствие между признаками отбора и его видами. Запишите в таблицу выбранные буквы.

<b>Признаки отбора</b>	<b>Вид отбора</b>
1. Сохраняет особей с полезными в данных условиях признаками	А) Естественный
2. Приводит к созданию новых пород животных и сортов растений	Б) Искусственный
3. Способствует созданию организмов с нужными человеку изменениями	
4. Проявляется внутри популяции и между популяциями одного вида	
5. Действует в природе миллионы лет	
6. Приводит к образованию новых видов	
7. Проводится человеком	

5. Установите соответствие между направлениями эволюции и их характеристиками. Запишите в таблицу выбранные буквы.

<b>Характеристики</b>	<b>Направления эволюции</b>
1. Расширение ареала	А) Биологический прогресс
2. Снижение приспособленности	Б) Биологический регресс
3. Возрастание численности	
4. Уменьшение численности	
5. Уменьшение разнообразия	
6. Увеличение разнообразия	

6. Установите соответствие между особенностями и группами растений, находящихся на противоположных краях эволюционной лестницы. К каждой позиции первого столбца подберите позицию из второго столбца, обозначенную цифрой. Запишите в таблицу выбранные цифры.

<b>Особенности</b>	<b>Группа</b>
А   тело представлено слоевищем	1) Водоросли
Б   бывают одноклеточными и многоклеточными	2) Покрывосеменные
В   размножаются при помощи спор	
Г   имеют разнообразные ткани и органы	
Д   женские половые клетки всегда неподвижны	

7. Установите хронологическую последовательность антропогенеза

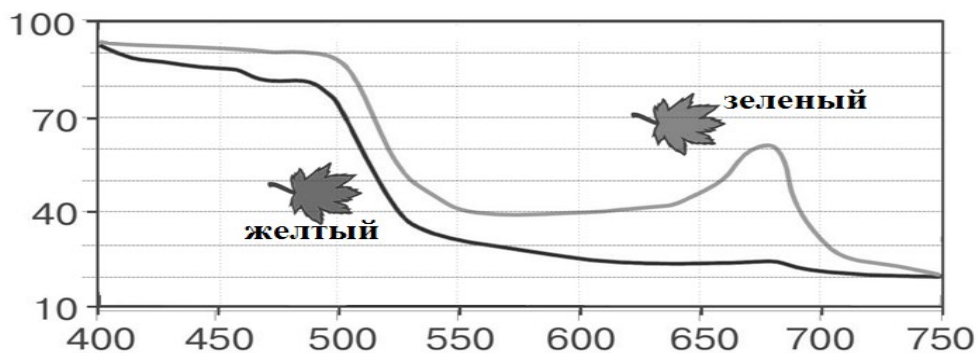
- 1) Человек умелый
- 2) Человек прямоходящий
- 3) Австралопитек афарский
- 4) Неандерталец
- 5) Кроманьонец





8. Экологическая ситуация: численность популяций окуней в реке сокращается в результате загрязнения воды сточными водами, уменьшения численности растительноядных рыб, уменьшения содержания кислорода в воде зимой. Запишите названия групп экологических факторов в той последовательности, в которой они упомянуты в описанной ситуации.

9. Изучите на рис. 23 график зависимости интенсивности поглощенного света от длины волны у зелёных (верхний график) и жёлтых (нижний график) листьев клёна (по оси  $x$  длина волны света в нанометрах, а по оси  $y$  — процент поглощения света). Какие **два** из нижеприведённых описаний наиболее точно характеризуют данную зависимость?



**Рис. 24.** Зависимости интенсивности поглощённого света от длины волны у зелёных и жёлтых листьев клёна (по оси  $x$  длина волны света в нанометрах, по оси  $y$  — процент поглощения света)

- 1) Зелёные листья поглощают больше света, чем жёлтые при данных длинах волн
- 2) Зелёный лист поглощают около 60% света с длиной волны в 500 нм
- 3) Свет с длиной волны больше 750 нм не поглощается жёлтыми листьями
- 4) Свет с длиной волны 650 нм больше поглощается зелёными листьями, чем жёлтыми
- 5) Свет с длиной волны 550 нм поглощается зелёными листьями сильнее, чем с длиной волны 760 нм

10. Какие из перечисленных объектов относят к экосистемам?

- 1) совокупность популяций белок в лесу
- 2) северную тайгу
- 3) пойменный луг
- 4) совокупность всех видов растений в озере
- 5) морских млекопитающих
- 6) пруд с обитающими в нем организмами

11. Саморегуляция в экосистеме тайги проявляется в том, что:

- 1) численность деревьев сокращается в результате лесного пожара
- 2) волки ограничивают рост численности кабанов
- 3) массовое размножение короедов приводит к гибели деревьев
- 4) численность белок зависит от урожая семян ели
- 5) популяция кабанов полностью уничтожается волками
- 6) совы и лисицы ограничивают рост численности мышей



12. Установите соответствие между организмами и направлениями эволюции. Запишите в таблицу выбранные буквы.

<b>Организмы</b>	<b>Направления эволюции</b>
1. Страус эму	А) биологический прогресс
2. Серая крыса	Б) биологический регресс
3. Домовая мышь	
4. Цианобактерии	
5. Орел беркут	
6. Уссурийский тигр	

13. Установите последовательность объектов в пастбищной пищевой цепи. Запишите в таблицу порядок цифр.

- 1) тля тополевая
- 2) паук-крестовик
- 3) божья коровка семиточечная
- 4) грач
- 5) листья осины

14. Установите последовательность процессов, составляющих круговорот азота в биосфере, начиная с усвоения атмосферного азота.

- 1) Использование растениями соединений азота
- 2) Поглощение молекулярного азота атмосферы клубеньковыми бактериями
- 3) Разрушение микроорганизмами органических остатков
- 4) Использование животными азотсодержащих органических веществ
- 5) Высвобождение свободного азота

15. Выберите основные источники загрязнения поверхностных и подземных вод.

- 1) Танкерный флот, добыча нефти на шельфе
- 2) Извержения вулканов
- 3) Автомобильный транспорт
- 4) Сельскохозяйственные поля и животноводческие комплексы
- 5) Хозяйственно-бытовые сточные воды
- 6) Теплоэлектростанции

**Критерии оценивания итоговой работы за 11 класс**

В ответах следует указать последовательность цифр, букв или список слов. В последнем случае оценивается правильная последовательность указания слов (терминов), встречающихся в тексте задания. Верное выполнение каждого из заданий оценивается 2 баллами. За полный правильный ответ ставится 2 балла; если допущена одна ошибка, то ответ оценивается в 1 балл. Если допущены две и более ошибки или ответа нет, то выставляется 0 баллов.

Общее количество баллов за работу — 30.

Ответы на задания:



Номер задания	Ответ
1	246
2	156
3	АБАБАБ
4	АББАААБ
5	АБАББА
6	11122
7	31245
8	антропогенные, биотические, абиотические (факторы должны быть указаны в правильной последовательности)
9	14
10	236
11	246
12	БАААББ
13	51324
14	21435
15	145



## Тематическое планирование

### Тематическое планирование в 10 классе

№ п/п	Наименование разделов и тем	Содержание	Целевая установка урока	Кол-во часов	Основные виды деятельности обучающихся	Использование оборудования
Введение						
1	Методы биологических исследований	Урок № 1 «Практическое применение общенаучных методов в биологических исследованиях»	Формирование навыков практического использования научных методов исследования	1	Выдвижение гипотезы, измерение концентрации кислорода во вдыхаемом, выдыхаемом воздухе	Датчик кислорода
Раздел 1. Клетка						
1	Белки	Лабораторная работа № 1 «Изучение ферментативной активности слюны»	Выяснить условия активности ферментов	1	Определяют активность пероксидазы слюны, измеряют оптическую плотность раствором	Датчик оптической плотности
2	Нуклеиновые кислоты	Лабораторная работа № 2 «Выделение и очистка ДНК из клеток растений»	Получить препарат очищенной ДНК	1	Приготовление гомогената образца, обработка детергентами, осаждение нуклеопротеидов, очистка ДНК	Датчик pH
3	Органеллы клетки	Лабораторная работа № 3 «Плазмолиз и деплазмолиз в растительной клетке»	Наблюдать плазмолиз и деплазмолиз в клетке	1	Приготовление микропрепарата, обработка реактивами, работа с микроскопом	Микроскоп, набор для препарирования
4	Фотосинтез	Урок № 2 «Газовые эффекты фотосинтеза»	Дозазать выделение кислорода и поглощение углекислого газа при фотосинтезе	1	Наблюдают демонстрационный опыт, зарисовывают схему установки, фиксируют ход и результаты опыта	Датчики кислорода, pH



Продолжение

№ п/п	Наименование разделов и тем	Содержание	Целевая установка урока	Кол-во часов	Основные виды деятельности обучающихся	Использование оборудования
5	Фотосинтез	Лабораторная работа № 4 «Определение интенсивности процесса фиксации углекислого газа клетками водоросли хлореллы»	Выявить процесс фиксации углекислого газа водным растением по сдвигу pH	1	Собирают установку для опыта, измеряют показатели среды, фиксируют и анализируют результаты	Датчики кислорода, pH
6	Строение и функции наружной клеточной мембраны	Лабораторная работа № 5 «Влияние осмоса на тургорное состояние клеток»	Доказать зависимость тургора от интенсивности осмотических процессов	1	Готовят препараты, измеряют объекты, работают с датчиком, обрабатывают результаты опыта	Датчик электропроводности, линейка
8	Строение и функции наружной клеточной мембраны	Лабораторная работа № 6 «Сравнение диффузионной способности клеточной мембраны и клеточной оболочки»	Выяснить роль кутикулы и пробки в защите от испарения воды с поверхности корней и клубней	1	Собирают установку для опыта, работают с датчиком, обрабатывают результаты опыта	Датчик влажности воздуха
11	Энергетический обмен в клетке	Лабораторная работа № 7 «Выделение углекислого газа и теплоты дрожжевыми клетками при брожении»	Доказать углекислого газа и теплоты при спиртовом брожении	1	Собирают установку, работают с датчиками, обрабатывают результаты опыта	Датчик температуры, pH
12	Митоз	Лабораторная работа № 8 «Поведение хромосом при митотическом делении в клетках растений»	Описать изменения хромосомного аппарата при митозе	1	Приготавливают временные микропрепараты, изучают их под микроскопом, обрабатывают результаты наблюдений	Микроскоп, набор микропрепаратов, набор для препарирования



Продолжение

№ п/п	Наименование разделов и тем	Содержание	Целевая установка урока	Кол-во часов	Основные виды деятельности обучающихся	Использование оборудования
13	Мейоз	Лабораторная работа № 9 «Поведение хромосом при мейотическом делении в клетках растений»	Описать изменения хромосомного аппарата при мейозе	1	Приготавливают временные микропрепараты, изучают их под микроскопом, обрабатывают результаты наблюдений	Микроскоп, набор микропрепаратов, набор для препарирования
<b>Раздел 2. Размножение и развитие организмов</b>						
14		Лабораторная работа № 10 «Сравнительная характеристика одноклеточных организмов»	Выявить сходства и различия клеток одноклеточных организмов	1	Приготавливают временные микропрепараты, изучают их под микроскопом, обрабатывают результаты наблюдений	Микроскоп, набор микропрепаратов
15	Жизненные циклы растений	Лабораторная работа № 11 «Особенности развития папоротниковидных»	Изучить развитие спорифита и гаметофита споровых растений	1	Изучают под микроскопом постоянные микропрепараты, работают с изображениями, обрабатывают результаты наблюдений	Микроскоп, набор микропрепаратов
<b>Раздел 3. Основы генетики и селекции</b>						
16	Хромосомы. Строение хромосом	Лабораторная работа № 12 «Внешнее строение поллитенных хромосом комаров-звонцов»	Изучить особенности внешнего строения поллитенных хромосом в связи с транскрипционной активностью	1	Приготавливают временные микропрепараты, изучают их под микроскопом, обрабатывают результаты наблюдений	Микроскоп, набор для препарирования
17	Генетика человека	Лабораторная работа № 13 «Определение полового	Определить половой хроматин в клетках	1	Изучают под микроскопом постоянные микропрепараты,	Микроскоп, набор для препарирования





№ п/п	Наименование разделов и тем	Содержание	Целевая установка урока	Кол-во часов	Основные виды деятельности обучающихся	Использование оборудования
		хроматина в клетках буккального эпителия человека»	здорового человека		работают с изображениями, обрабатывают результаты наблюдений	
	Закономерности наследования	Лабораторная работа № 14 «Определение генотипа плодовой мушки дрозофилы по фенотипу»	Научиться распознавать фенотипические признаки на натуральных препаратах и определять возможные генотипы организма по его фенотипу	1	Изучают под микроскопом постоянные микропрепараты, работают с изображениями, обрабатывают результаты наблюдений	

### Тематическое планирование материала в 11 классе

№ п/п	Тема	Содержание	Целевая установка урока	Кол-во часов	Основные виды деятельности обучающихся	Использование оборудования
Раздел 4. Вид						
	Изменчивость природных популяций	Лабораторная работа № 15 «Определение нормы реакции признака на примере скорости произвольных движений»	Опытным путем выявить норму реакции признака	1	Работа с бланками, выполнение действий на время, расчеты на калькуляторе	Бланк учета скорости произвольной реакции, секундомер
	Генетическая структура популяций	Лабораторная работа № 16 «Расчет частоты встречаемости аллелей и генотипов в популяции»	Рассчитать частоту встречаемости аллелей и генотипов популяции	1	Работа с бланками, описание фенотипов, расчеты на калькуляторе	Бланк учёта фенотипических признаков, калькулятор



Продолжение

№ п/п	Тема	Содержание	Целевая установка урока	Кол-во часов	Основные виды деятельности обучающихся	Использование оборудования
Раздел 5. Экосистемы						
1	Экологические факторы	Урок № 3 «Определение силы воздействия экологических факторов»		1	Наблюдают демонстрационный опыт, зарисовывают схему установки, фиксируют ход и результаты опыта	Датчики кислорода, рН, хлорид-ионов, освещенности, температуры, относительной влажности
2	Закономерности действия экологических факторов	Урок № 4 «Влияние сочетания экологических факторов на интенсивность фотосинтеза»	Доказать закон совместно действия факторов	1	Наблюдают демонстрационный опыт, зарисовывают схему установки, фиксируют ход и результаты опыта	Датчики температуры, рН, кислорода, освещенности
3	Экологические законы и правила	Лабораторная работа № 17 «Доказательство физического механизма правила Аллена»	Выявить физических механизм правила Аллена	1	Собирают установку, работают с датчиками, обрабатывают результаты опыта	Датчик температуры
4	Экологические законы и правила	Лабораторная работа № 18 «Доказательство физического механизма правила Бергмана»	Выявить физических механизм правила Аллена	1	Собирают установку, работают с датчиками, обрабатывают результаты опыта	Датчик температуры
6	Агроэкосистемы	Лабораторная работа № 19 «Оценка содержания нитратов в растениях»	Определить содержание нитратов в продуктах питания	1	Собирают установку, работают с датчиками, обрабатывают результаты опыта	Датчик нитрат-ионов
7	Глобальные экологические	Урок № 5 «Парниковый эффект»	Доказать связь парникового	1	Наблюдают демонстрационный опыт,	Температуры, относительной



№ п/п	Тема	Содержание	Целевая установка урока	Кол-во часов	Основные виды деятельности обучающихся	Использование оборудования
	ские проблемы	и глобальное потепление»	эффекта с глобальным потеплением		зарисовывают схему установки, фиксируют ход и результаты опыта	влажности воздуха, кислорода, pH

## Планы уроков

### Урок № 1

#### Практическое применение общенаучных методов в биологических исследованиях

##### 1. ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность:** Для организации лабораторного практикума и проектно-исследовательской деятельности на уровне среднего общего образования целесообразно добиться сформированности навыков обучающихся по владению методами научных исследований в реальной работе с цифровыми лабораториями. Понимание методов собственно биологических исследований базируется на владении общенаучными методами. Поэтому урок, включающий работу с цифровым оборудованием, демонстрирующий применение методов исследования обучающимися актуален в начале обучения биологии в 10 классе.

**Тип урока:** систематизации и обобщения знаний, с элементами лабораторного исследования.

**Класс:** 10.

**Цель урока:** формирование у обучающихся навыков практического использования научных методов исследования — наблюдения, измерения, моделирования, эксперимента.

**Продолжительность урока:** один академический час.

**Планируемые результаты:**

**Предметные:**

- называть общенаучные и частные биологические методы исследований;
- объяснять различие между методами примененных методов исследования;
- установить содержание кислорода во вдыхаемом и выдыхаемом воздухе;
- установить физиологический смысл искусственного дыхания при сердечно-легочной реанимации.

**Метапредметные:**

- познавательные: осознать единство физических процессов в живой и неживой природе на примере связи внешнего дыхания с физическими процессами газообмена в лёгких;
- регулятивные: контролировать и оценивать результаты деятельности, вносить коррективы в их выполнение;
- коммуникативные: полно и точно выражать свои мысли, аргументировать собственную точку зрения, вступать в диалог; эффективно работать в паре и группе при решении учебной задачи.



**Личностные:**

- развивать практические навыки работы с цифровыми датчиками и обработке результатов работы;
- проявлять познавательный интерес, направленный на изучение связи процессов дыхания с изменением состава воздуха.

**Оборудование, программное обеспечение и расходные материалы:** интерактивная доска либо компьютер и мультимедийный проектор, электронные таблицы, программное обеспечение Releon Lite, цифровой датчик концентрации кислорода в воздухе Releon.

**2. ХОД УРОКА**

**Этап урока 1. Организационный**

**Предполагаемая продолжительность:** 1—2 мин.

**Педагогическая деятельность учителя:**

проверяет готовность к уроку, организует внимание класса к работе на уроке, создает положительный эмоциональный настрой у обучающихся.

**Учебная деятельность обучающихся:**

эмоционально настраиваются на предстоящую учебную деятельность.

**Этап урока 2. Актуализация знаний**

**Предполагаемая продолжительность:** 10 мин.

**Педагогическая деятельность учителя:**

проводит фронтальную беседу; актуализирует имеющиеся терминологические и понятийные знания научных методах исследования, специальных

**Учебная деятельность обучающихся:**

отвечают на вопросы, высказывают свои предположения. предлагают и согласовывают с учителем тему и цель урока; предлагают способы и средства достижения цели.

**Этап урока 3. Обобщение и систематизация знаний**

**Предполагаемая продолжительность:** 10 мин.

**Педагогическая деятельность учителя:**

*Работа с терминами и понятиями.* Повторить и обобщить знания учащихся об общенаучных методах исследования (наблюдение, измерение, эксперимент, моделирование, прогнозирование) и различных частных биологических методах.

Создаёт для обучающихся проблемную ситуацию; побуждает к высказыванию предложений о способе и средствах достижения поставленной цели.

*Описание проблемной ситуации.* При сердечно-легочной реанимации (СЛР) выполняется искусственное дыхание. Обычно делается выдох изо рта рот пострадавшему, чтобы насытить кровь кислородом. В выдыхаемом воздухе, как мы знаем, 16% кислорода. У пострадавшего, очевидно, такая же концентрация кислорода в лёгких. Получается, что в пострадавшего не поступает более свежий воздух. Каков же физиологический смысл искусственного дыхания при СЛР? Такая проблемная ситуация позволяет при её решении практически использовать общенаучные методы в биологическом исследовании.

**Учебная деятельность обучающихся:**

*Предполагаемое объяснение проблемной ситуации.* У пострадавшего при отсутствии дыхания в лёгкий продолжается газообмен, и концентрация кислорода может быть ниже чем при выдохе в норме.

**Этап урока 3. Обобщение и систематизация знаний**

*Способ решения.* Для проверки гипотезы необходимо измерить концентрацию кислорода в воздухе помещения, в выдыхаемом воздухе и в выдыхаемом воздухе модельного пострадавшего (выдох после задержки дыхания)

**Этап урока 4. Применение знаний в новой ситуации**

**Предполагаемая продолжительность:** 17 мин

**Педагогическая деятельность учителя:**

знакомит учеников с методиками проведения лабораторного исследования, делит класс на рабочие группы по 4—6 человек, раздает задание и оборудование и дает инструкцию по работе. Модерирует выполнение исследования рабочими группами.

**Учебная деятельность обучающихся:**

выполняют лабораторную работу;

работая в группах по инструкции, измеряют концентрацию кислорода с помощью цифровых лабораторий, заполняют таблицу результатов; рассчитывают средние данные по группе; оформляют результаты измерений и расчеты в тетради или на специальных бланках (см. Материалы для копирования);

в процессе лабораторной деятельности обучающиеся используют различные методы исследований:

- 1) измерение — при каждом определении концентрации кислорода в воздухе;
- 2) наблюдение — при отслеживании на экране регистратора данных изменений цифровых значений и движения кривой на графике;
- 3) моделирование — моделью, заменяющей пострадавшего, нуждающегося в сердечно-лёгочной реанимации, служат сами ученики в момент задержки дыхания и выдоха на мембрану датчика;
- 4) эксперимент — постановка ученика в искусственные условия (задержка дыхания) является наглядным признаком эксперимента (измерение концентрации кислорода на выдохе в норме (без задержки дыхания) является в этом случае контрольным измерением)

**Этап урока 5. Контроль усвоения, обсуждение допущенных ошибок и их коррекция**

**Предполагаемая продолжительность:** 10 мин.

**Педагогическая деятельность учителя:**

организует обсуждение результатов исследования, наводящими вопросами помогает выявить причинно-следственные связи между изменением парциального давления (напряжения) кислорода в воздухе альвеол и капиллярах легких, подводит обучающихся к выводу о важности понимания физиологических механизмов оказания первой помощи пострадавшему; отмечает противоречия между ожидаемыми и полученными результатами, помогает выяснить причины допущенных инструментальных или статистических ошибок, определить пути их исправления.

**Учебная деятельность обучающихся:**

сравнивают средние результаты своей группы с результатами полученными другими группами; выясняют уровень различий концентрации кислорода в выдыхаемом воздухе в норме и после задержки дыхания по данным, полученным разными группами; делают выводы и оформляют результаты опыта в тетради или на специальных бланках.

**Этап урока 6. Информация о домашнем задании и рефлексия**

**Предполагаемая продолжительность:** 6—7 мин.

**Педагогическая деятельность учителя:**

информирует о домашнем задании, дает комментарий по его выполнению; предлагает анкету рефлексии к уроку и предлагает рассчитать «Индивидуальный индекс качества урока»; подводит рефлексивную статистику урока по количеству учеников, у которых индекс качества выше значения 5; демонстрирует запись проблемы и цели урока, спрашивает: «Как вы думаете, решена ли проблема, достигнута ли цель?». Если проблема не решена и цель не достигнута, предлагает объяснение, и предлагает в дополнение к домашнему заданию подумать над причинами этого.

**Учебная деятельность обучающихся:**

задают уточняющие вопросы о выполнении домашнего задания; рассчитывают индивидуальный индекс качества урока; определяют степень соответствия поставленной цели и результатов деятельности; степень своего продвижения к цели; высказывают оценочные суждения и соотносят результаты своей деятельности с целью урока.

**МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К УРОКУ****Инструкция к лабораторному исследованию «Определение содержания кислорода во вдыхаемом и выдыхаемом воздухе»**

1. Запустите на регистраторе данных программное обеспечение Releon Lite.
2. Подключите датчик кислорода из комплекта цифровой лаборатории Releon к регистратору данных, в режиме USB (через соединительный кабель).
3. Измерьте концентрацию кислорода в воздухе класса (вдыхаемый воздух), нажав «Пуск» на экране регистратора данных. Полученный результат запишите в таблицу 1.
4. Займите удобное положение сидя на стуле, сделайте равномерный продолжительный выдох на мембрану датчика в режиме измерения. Наблюдайте за построением графической модели на экране.
5. Нажмите паузу и перейдите в режим таблицы. Найдите наименьшее из значений концентрации кислорода и запишите его в таблицу результатов работы 1.
5. Проведите аналогичные измерения для всех членов своей рабочей группы.
6. Задержите дыхание на 20—30 секунд и снова выдохните на мембрану датчика, продолжая делать измерения. Наблюдайте за построением графической модели на экране. Наименьшее значение вновь внесите в таблицу 1.
7. Проведите аналогичные измерения с задержкой выдоха для всех членов своей рабочей группы.
8. Рассчитайте разницу в концентрациях выдыхаемого воздуха в норме и после задержки выдоха.
9. Сделайте вывод, подтвердилась ли гипотеза о физиологическом значении искусственного дыхания при СЛР.
10. Заполните групповую таблицу 2 и сделайте вывод, какие методы научных исследований были использованы в вашей работе.

**Материалы для копирования**

*Таблица результатов работы 1. Содержание кислорода во вдыхаемом и выдыхаемом воздухе.*





Концентрация кислорода	Номер ученика					
	1	2	3	4	5	6
Вдыхаемый воздух						
Выдыхаемый воздух в норме ( $C_1$ )						
Выдыхаемый воздух после задержки выдоха ( $C_2$ )						
Разность концентрация $C_1 - C_2$						

Таблица результатов работы 2. Используемые научные методы и операции

Методы исследования	В каких операциях были использованы
Наблюдение	
Измерение	
Моделирование	
Эксперимент	

Анкета для расчета индивидуального индекса качества урока (табл. 3):

Выберите подходящие Вам утверждения и подсчитайте сумму баллов			
№	Утверждение	0 баллов	1 балл
1	На уроке я работал	не активно	активно
2	Своей работой на уроке я	не доволен	доволен
3	За урок я	устал	не устал
4	Мое настроение	стало хуже	стало лучше
5	Материал урока мне был	не понятен	понятен
6		бесполезен	полезен
7		скучен	интересен
8		труден	не труден
9	Связь урока с другими науками	не заметна	заметна

### Теоретическое пояснение

Весь процесс дыхания можно разделить на три этапа: внешнее дыхание, транспорт газов кровью и тканевое дыхание.

Внешнее дыхание — это газообмен между организмом и окружающим его воздухом, т. е. атмосферой. Внешнее дыхание в свою очередь можно разделить на два этапа: обмен газов между атмосферным и альвеолярным воздухом; газообмен между кровью легочных капилляров и альвеолярным воздухом.



На основе определения процентного содержания газов в альвеолярном воздухе рассчитывают их парциальное давление. При расчётах давление водяного пара в альвеолярном газе принимают равным 47 мм рт. ст. Например, если содержание кислорода в альвеолярном газе равно 14,4%, а атмосферное давление 740 мм рт. ст., то парциальное давление кислорода ( $p_{O_2}$ ) составит:  $p_{O_2} = [(740 - 47) / 100] \times 14,4 = 99,8$  мм рт. ст. В условиях покоя парциальное давление кислорода в альвеолярном газе колеблется около 100 мм рт. ст., а парциальное давление углекислого газа около 40 мм рт. ст.

Несмотря на чередование вдоха и выдоха при спокойном дыхании состав альвеолярного газа изменяется лишь на 0,2—0,4%, поддерживается относительное постоянство состава альвеолярного воздуха и газообмен между ним и кровью идет непрерывно. Постоянство состава альвеолярного воздуха поддерживается благодаря малой величине коэффициента вентиляции легких (КВЛ). Этот коэффициент показывает, какая часть функциональной остаточной емкости (ФОЕ) обменивается на атмосферный воздух за 1 дыхательный цикл. В норме КВЛ равен 0,13—0,17 (т.е. при спокойном вдохе обменивается приблизительно 1/7 часть ФОЕ). Состав альвеолярного газа по содержанию кислорода и углекислого газа на 5—6% отличается от атмосферного.

С возрастом величина парциального давления кислорода в альвеолах практически не меняется, несмотря на значительные возрастные изменения многих показателей внешнего дыхания. Сохранению устойчивости показателя  $p_{O_2}$  в альвеолах способствует возрастное увеличение частоты дыхания.

Данный теоретический материал позволяет поставить проблемную задачу урока: физиологически и физически обосновать необходимость выполнения искусственного дыхания при СЛР.

**Методические замечания**

Лабораторный опыт структурирован таким образом, чтобы показать в практической деятельности использование различных общенаучных методов в биологическом исследовании.

При постановке проблемы учителю целесообразно вводить данные о концентрации газов во вдыхаемом и выдыхаемом воздухе не сразу, а после демонстрационного измерения концентрации кислорода во вдыхаемом и выдыхаемом воздухе. Содержание газов во вдыхаемом и выдыхаемом воздухе приведено в таблице 4:

*Таблица 4*

**Содержание основных газов во вдыхаемом и выдыхаемом воздухе**

Воздух	Содержание газов, %		
	кислород	углекислый газ	азот
Вдыхаемый	20,94	0,03	79,03
Выдыхаемый	16,3	4	79,7
Альвеолярный	14,2	5,2	80,6

При обсуждении результатов опыта следует проанализировать данные по разности парциальных давлений кислорода (табл. 5). Это позволит провести межпредметную связь с физикой.



Таблица 5

## Парциальное давление (напряжение) газов при газообмене в лёгких

Газы	Парциальное давление (напряжение), мм. рт. ст.			
	Вдыхаемый воздух	Альвеолярный воздух	Венозная кровь (в капиллярах лёгких)	Артериальная кровь
Кислород	159	110	40	102
Углекислый газ	0,2-0,3	40	47	40

**ЗАДАНИЯ К УРОКУ**

*Задание на развитие функциональной грамотности*

1. В последнее время при сердечно-лёгочной реанимации при отсутствии дыхательного аппарата для ручной ИВЛ медики зачастую выполняют только непрямой массаж сердца без искусственного дыхания. Почему они так делают? Как в таком случае происходит насыщение крови кислородом? Ответ поясните.

Решение:

Критерий 1. Медики не всегда делают искусственное дыхание, поскольку опасаются заразиться некоторыми инфекционными заболеваниями, особенно при наличии ранок во рту пострадавшего (туберкулёз, коронавирусная инфекция, гепатит и др.).

Критерий 2. Насыщение крови кислородом происходит путем засасывания воздуха в легкие при непрямом массаже сердца, когда после надавливания грудина поднимается за счет упругости грудной клетки

*Задание для подготовки к ГИА, ВПР*

1. При использовании экспериментального метода исследований ученому следует описать:

- а) ожидаемый результат
- б) ожидаемый продукт
- в) предполагаемый продукт
- г) **рабочую гипотезу**

2. Целью сердечно-лёгочной реанимации пострадавшего до прибытия скорой медицинской помощи является:

- а) появление пульса и сознания
- б) появление дыхания и пульса
- в) появление признаков жизни — пульса, дыхания, сознания
- г) **поддержание жизни пострадавшего до прибытия скорой медицинской помощи**

3. Физиологический смысл выполнения искусственного дыхания при сердечно-легочной реанимации:

- а) поддержание дыхательной деятельности пострадавшего
- б) возбуждение дыхательного центра повышенной концентрацией углекислого газа, содержащегося в выдыхаемом воздухе
- в) поддержание тонуса межреберных мышц и диафрагмы
- г) **насыщение крови пострадавшего кислородом**



4. При задержке выдоха парциальное давление (напряжение) углекислого газа в крови легочных капилляров

- а) снижется
- б) повышается**
- в) снижается незначительно, не более чем на 1—3 мм рт. ст.
- г) не меняется

5. Концентрация кислорода в выдыхаемом воздухе составляет около:

- а) 16%**
- б) 6%
- в) 4%
- г) 0,04%

*Темы возможных проектных и исследовательских работ.*

1. Изменение состава воздуха в учебном помещении в течение урока.
2. Зависимость концентрации кислорода в выдыхаемом воздухе от возраста и пола.
3. Зависимость концентрации кислорода в выдыхаемом воздухе от тренированности/детренированности организма.
4. Зависимость концентрации кислорода в выдыхаемом воздухе от наличия вредных привычек.

## **Урок № 2** **Газовые эффекты фотосинтеза**

### **1. ВВЕДЕНИЕ**

**Актуальность:** изучение химизма фотосинтеза является одной из наиболее теоретически насыщенных тем курса общей биологии. При этом опыты, демонстрирующие газовые эффекты этого процесса, хорошо описанные в школьном учебнике (например, опыты Дж. Пристли) на практике сложно осуществимы: требуют длительной подготовки, имеют большую продолжительность (до 5—7 часов) и в некоторых вариантах не соответствуют понятиям биоэтики (использование в опытах мышей). Использование цифровых датчиков позволяет обойти все три перечисленные затруднения и продемонстрировать выделение кислорода и поглощение углекислого газа в течение урока.

**Тип урока:** усвоения новых знаний, с элементами лабораторного исследования.

**Класс:** 10.

**Цель урока:** доказать, что при фотосинтезе выделяется кислород и поглощается углекислый газ.

**Продолжительность урока:** один академический час.

**Планируемые результаты:**

**Предметные:**

- объяснять различие между методами примененных методов исследования;
- концентрацию кислорода во вдыхаемом и выдыхаемом воздухе.

**Метапредметные:**

- познавательные: ориентироваться в графиках и таблицах, текстах, анализировать, обрабатывать и интерпретировать информацию, использовать её для решения поставленных учебных задач;
- регулятивные: контролировать и оценивать результаты деятельности, вносить коррективы в их выполнение;



- коммуникативные: полно и точно выражать свои мысли, аргументировать собственную точку зрения, вступать в диалог; эффективно работать в паре и группе при решении учебной задачи.

**Личностные:**

- развивать практические навыки работы с цифровыми датчиками и обработке результатов работы;
- проявлять познавательный интерес, направленный на изучение связи артериального давления с пульсом.

**Оборудование, программное обеспечение и расходные материалы:**

- интерактивная доска либо компьютер и мультимедийный проектор, электронные таблицы, программное обеспечение Releon Lite, цифровой датчик концентрации кислорода в воздухе Releon, датчик углекислого газа (либо датчик pH, и химический стакан с водой комнатное растение, полиэтиленовые пакеты (прозрачные и чёрные), ножницы, шпагат.

**2. ХОД УРОКА****Этап урока 1. Организационный**

**Предполагаемая продолжительность:** 1—2 мин.

**Педагогическая деятельность учителя:**

проверяет готовность к уроку, организует внимание класса к работе на уроке, создает положительный эмоциональный настрой у обучающихся.

**Учебная деятельность обучающихся:**

эмоционально настраиваются на предстоящую учебную деятельность

**Этап урока 2. Актуализация знаний обучающихся, целеполагание и мотивация учебной деятельности**

**Предполагаемая продолжительность:** 7 мин.

**Педагогическая деятельность учителя:**

проводит фронтальную беседу; актуализирует имеющиеся знания о суммарном уравнении фотосинтеза и процессах световой и темновой фаз, изученных в 9 классе; формулирует с обучающимися цель урока, создает для обучающихся проблемную ситуацию; побуждает к высказыванию предложений о способе и средствах достижения поставленной цели.

*Работа с терминами и понятиями.* Повторить и обобщить знания учащихся об общенаучных методах исследования (наблюдение, измерение, эксперимент, моделирование, прогнозирование) и различных частных биологических методах.

*Описание проблемной ситуации.* Опыты Джозефа Пристли, раскрывающие газовые эффекты фотосинтеза очень наглядны. Но их невозможно повторить на уроке, поскольку они имеют большую длительность и, кроме того, в опыте предполагается гибель лабораторного животного при недостатке кислорода в экспериментальной установке. Возможно ли с применением цифровой лаборатории поставить опыт таким образом, чтобы он укладывался по времени в формат урока и соответствовал понятиям биоэтики?

**Учебная деятельность обучающихся:**

отвечают на вопросы, высказывают свои предположения. предлагают и согласовывают с учителем тему и цель урока; предлагают способы и средства достижения цели.

*Предполагаемое объяснение проблемной ситуации.* В опытах Дж. Пристли горящая свеча и мышь служили индикаторами наличия необходимого для дыхания компонента воздуха — кислорода. Следовательно, в опытной установке можно заменить их цифровым датчиком

**Этап урока 2. Актуализация знаний обучающихся, целеполагание и мотивация учебной деятельности**

кислорода. Цифровые датчики позволяют выявлять даже небольшие изменения измеряемых параметров. Возможно, это позволит сократить время эксперимента и провести его в течение урока.

*Способ решения.* Для проверки предположения необходимо собрать опытную установку необходимо измерить концентрацию кислорода в воздухе помещения, в выдыхаемом воздухе и в выдыхаемом воздухе модельного пострадавшего (выдох после задержки дыхания).

**Этап урока 3. Первичное усвоение новых знаний**

**Предполагаемая продолжительность:** 20 мин

**Педагогическая деятельность учителя:**

знакомит учеников с методиками проведения лабораторного исследования, делит класс на рабочие группы по 4—6 человек, раздает задание и оборудование и дает инструкцию по работе. Модерирует выполнение исследования рабочими группами.

**Учебная деятельность обучающихся:**

выполняют лабораторную работу;

работая в группах по инструкции, собирают опытные установки, измеряют концентрацию кислорода и углекислого газа (либо рН воды в химическом стакане) с помощью цифровых лабораторий, заполняют таблицу результатов, сравнивают изменения состава воздуха в установке на свету и темноте; рассчитывают средние данные по группе;

оформляют результаты измерений и расчеты в тетради или на специальных бланках (см. Материалы для копирования)

**Этап урока 5. Проверка понимания и первичное закрепление**

**Предполагаемая продолжительность:** 12 мин.

**Педагогическая деятельность учителя:**

организует обсуждение результатов исследования, наводящими вопросами помогает выявить изменения состава воздуха вследствие фотосинтеза, подводит обучающихся к выводу о необходимости света для фотосинтеза, о протекании процессов и световой и темновой фазы фотосинтеза на свету;

отмечает противоречия между ожидаемыми и полученными результатами, помогает выяснить причины допущенных инструментальных или статистических ошибок, определить пути их исправления.

**Учебная деятельность обучающихся:**

сравнивают средние результаты своей группы с результатами полученными другими группами; выясняют уровень различий концентрации кислорода и углекислого газа при постановке опыта с освещением и без доступа света; делают выводы и оформляют результаты опыта в тетради или на специальных бланках.

**Этап урока 6. Информация о домашнем задании и рефлексия**

**Предполагаемая продолжительность:** 4—5 мин.

**Педагогическая деятельность учителя:**

информирует о домашнем задании, даёт комментарий по его выполнению;

предлагает анкету рефлексии к уроку и предлагает рассчитать «Индивидуальный индекс качества урока» (см. материал для копирования в уроке № 1);



**Этап урока 6. Информация о домашнем задании и рефлексия**

подводит рефлексивную статистику урока по количеству учеников, у которых индекс качества выше значения 5;

демонстрирует запись проблемы и цели урока, спрашивает: «Как вы думаете, решена ли проблема, достигнута ли цель?». Если проблема не решена и цель не достигнута, предлагает объяснение, и предлагает в дополнение к домашнему заданию подумать над причинами этого.

**Учебная деятельность обучающихся:**

задают уточняющие вопросы о выполнении домашнего задания;

рассчитывают индивидуальный индекс качества урока;

определяют степень соответствия поставленной цели и результатов деятельности; степень своего продвижения к цели;

высказывают оценочные суждения и соотносят результаты своей деятельности с целью урока.

**МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К УРОКУ****Инструкция к лабораторному исследованию «Выделение кислорода и поглощение углекислого газа при фотосинтезе»****Порядок выполнения работы**

1. Выберите два здоровых, заранее политых комнатных растения небольшого размера и поместите их вместе с горшками в прозрачные полиэтиленовые пакеты.

2. Откройте программное обеспечение Releon Lite на регистраторе данных и в настройках установите период опроса — 1 измерение в секунду.

3. Включите датчик кислорода и с помощью регистратора данных измерьте концентрацию кислорода в воздухе помещения. Внесите в таблицу в тетради пять измерений подряд и рассчитайте среднее значение.

4. Включите датчик углекислого газа и также сделайте измерения. При отсутствии такого датчика изменение концентрации углекислого газа оценивайте по сдвигу pH в химическом стакане с водой.

5. Соберите первую опытную установку. Для этого поместите включённые датчики в пакет с первым растением. Закройте пакет и выдавите из него, насколько возможно, чтобы не повредить растение, воздух. Возьмите резинку или отрежьте кусок шпагата длиной 20—30 см и, перевязав выход, загерметизируйте пакет (рис. 25).

6. Поместите пакет с растением на яркий свет на 10—15 мин.

7. Соберите таким же образом вторую экспериментальную установку, но дополнительно накройте сверху непрозрачным полиэтиленовым пакетом. И также оставьте на 10—15 мин.

8. По истечении заданного времени опыта проведите измерение концентрации кислорода и углекислого газа (либо pH) в обеих экспериментальных установках. Внесите в таблицу в тетради пять измерений подряд и рассчитайте среднее значение.

9. Извлеките растение и датчик из пакета. Отключите цифровой датчик.

10. Рассчитайте разницу между средними данными концентрации кислорода в начале и в конце опыта.



**Рис. 25.** Общий вид растения и необходимых материалов перед началом опыта (слева) и после сбора экспериментальной установки (справа)

**Материалы для копирования**

*Таблица результатов работы 1. Содержание кислорода в опытной установке*

Концентрация кислорода, %	Номер измерения					Среднее значение
	1	2	3	4	5	
В начале опыта						
В конце опыта (на свету)						
В конце опыта (без освещения)						

*Таблица результатов работы 2. Содержание углекислого газа в опытной установке*

Концентрация углекислого газа, ppm	Номер измерения					Среднее значение
	1	2	3	4	5	
В начале опыта						
В конце опыта (на свету)						
В конце опыта (без освещения)						



При использовании датчика рН вместо датчика углекислого газа заполняется таблица 3.

*Таблица результатов работы 3. Оценка изменений содержания углекислого газа в опытной установке по сдвигу рН*

Концентрация кислорода, %	Номер измерения					Среднее значение
	1	2	3	4	5	
В начале опыта						
В конце опыта (на свету)						
В конце опыта (без освещения)						

### Выводы

Сформулируйте выводы по вопросам:

1. На величину изменилась концентрация кислорода в течение опыта в экспериментальных установках?
2. Удалось ли определить, как изменилась концентрация углекислого газа в течение опыта в экспериментальных установках?
3. О чём свидетельствуют результаты опыта?

### Теоретическое пояснение

Первые опыты по фотосинтезу были проведены Джозефом Пристли в XVIII века, когда он обратил внимание на «порчу» воздуха в герметичном сосуде горящей свечой (воздух переставал быть способен поддерживать горение, помещенные в него животные задыхались) и «исправление» его растениями. Пристли сделал вывод, что растения выделяют кислород, который необходим для дыхания и горения.

Процесс фотосинтеза включает две фазы: световую и темновую.

Световая фаза происходит на свету, на мембранах тилакоидов. Энергия света запасается в световой фазе фотосинтеза в виде двух типов молекул: восстановленного переносчика НАДФ\*Н и макроэргического соединения АТФ. Кислород, выделяющийся при этом, является с точки зрения фотосинтеза побочным продуктом. Роль световой фазы в фотосинтезе состоит в том, что осуществляется перенос протонов водорода через систему переносчиков с образованием энергии АТФ, образование НАДФ\*Н и выделение молекулярного кислорода в атмосферу.

Темновая фаза происходит на свету и в темноте, в строме хлоропласта. Для темновой фазы фотосинтеза обязательными компонентами являются АТФ и НАДФ\*Н (из световой фазы), углекислый газ (из атмосферы) и вода. Происходит в строме хлоропласта. В темновой фазе с участием АТФ и НАДФ\*Н происходит восстановление углекислого газа до глюкозы. Несмотря на то, что свет не требуется для осуществления данного процесса, он участвует в его регуляции.

Суммарное уравнение фотосинтеза выглядит следующим образом:



### Методические замечания

Если вместо датчика углекислого газа используется датчик рН, то учителю перед началом опыта необходимо объяснить обучающимся, почему это возможно. Углекислый газ



хорошо растворим в воде: при повышении своей концентрации в воздухе он дополнительно растворяется в воде, что вызывает сдвиг рН к меньшим значениям; при уменьшении концентрации — сдвиг к большим значениям. Это даёт возможность по сдвигу рН качественно оценивать изменение концентрации углекислого газа в атмосфере. К сожалению, этот метод гораздо менее чувствителен, чем использование датчика углекислого газа.

Опыт проводится при комнатной температуре 20—25°C. Если температура в пакете с растением превысит 40°C фотосинтез может приостановиться, и процессы дыхания начнут преобладать, что приведёт к падению концентрации кислорода. Высокая температура в пакете может объясняться тем, что температура в помещении была изначально достаточно высока либо воздух в пакете нагрелся от лампы, если растение дополнительно подсвечивалось.

### ЗАДАНИЯ К УРОКУ

*Задание на применение знаний в новой учебной ситуации*

Задание 1. Учитель решил использовать в установках описанного опыта вместо датчика рН стакан с известковой водой. Как это может сказаться на течении опыта в первой и второй экспериментальных установках. Объясните почему? С помощью какого датчика цифровой лаборатории можно точнее и быстрее, чем визуально, оценивать изменения в составе известковой воды?

*Решение:*

*Критерий 1. В опытной установке на свету известковая вода поглотит углекислый газ и помутнеет. Без углекислого газа фотосинтез прекратится. Изменения концентрации кислорода не произойдет.*

*Критерий 2. В опытной установке без освещения фотосинтез происходить не будет, но станет выделяться углекислый газ в результате дыхания растения. Известковая вода помутнеет сильнее.*

*Критерий 3.*

*Задание для подготовки к ГИА, ВПР*

1. В результате фотосинтеза в хлоропластах образуется:

- 1) углекислый газ и кислород
- 2) хлорофилл, вода, кислород
- 3) глюкоза, АТФ, кислород**
- 4) углекислый газ, АТФ, кислород

2. В световой фазе фотосинтеза **не** происходит:

- 1) образования глюкозы**
- 2) синтез АТФ
- 3) фотолиз воды
- 4) образования НАДФ\*Н

3. Энергия возбужденных электронов в световой стадии фотосинтеза используется для:

- 1) синтеза глюкозы
- 2) синтеза АТФ**
- 3) синтеза белков
- 4) расщепления углеводов



4. Кислород в ходе фотосинтеза образуется в результате процесса:

- 1) разложения углекислого газа
- 2) фотолиза воды**
- 3) синтеза АТФ
- 4) синтеза НАДФ

5. Исходным материалом для фотосинтеза служит:

- 1) вода и кислород
- 2) кислород и углекислый газ
- 3) углекислый газ и вода**
- 4) углеводы

*Темы возможных проектных и исследовательских работ*

1. Оценка эффективности фотосинтеза в зависимости от размещения растений в учебном помещении.
2. Оценка интенсивности фотосинтеза от спектрального состава искусственной подсветки.
3. Зависимость интенсивности фотосинтеза от режима полива комнатных/сельскохозяйственных растений.

### Урок № 3

#### Определение силы воздействия экологических факторов

##### 1. ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность:** Изучение классификации экологических факторов обычно носит теоретический характер. В результате у обучающихся не формируется представление об их количественном влиянии на организм. Это затрудняет переход к изучению закономерностей воздействия экологических факторов на организм. Решением может послужить использование датчиков цифровой лаборатории для оценки силы воздействия на организм экологических факторов

**Тип урока:** усвоения новых знаний, с элементами лабораторного исследования.

**Класс:** 11.

**Цель урока:** сформировать представление у обучающихся о количественном влиянии экологических факторов на организм.

**Продолжительность урока:** один академический час.

**Планируемые результаты:**

**Предметные:**

- соотносить вид экологического фактора с классификацией по происхождению факторов;
- приводить примеры экологических факторов, воздействующих на организм;
- измерять силу воздействия физических и химических экологических факторов.

**Метапредметные:**

- познавательные: ориентироваться в графиках и таблицах, текстах, анализировать, обрабатывать и интерпретировать информацию, использовать её для решения поставленных учебных задач;
- регулятивные: контролировать и оценивать результаты деятельности, вносить коррективы в их выполнение;
- коммуникативные: полно и точно выражать свои мысли, аргументировать собственную точку зрения, вступать в диалог; эффективно работать в паре и группе при решении учебной задачи.



**Личностные:**

- развивать практические навыки работы с цифровыми датчиками и обработке результатов работы;
- проявлять познавательный интерес, направленный на изучение связи артериального давления с пульсом.

**Оборудование, программное обеспечение и расходные материалы:**

- интерактивная доска либо компьютер и мультимедийный проектор, электронные таблицы, программное обеспечение Releon Lite, настольный светильник, прозрачный полиэтиленовый пакет, шпагат, ножницы, цифровые датчики концентрации кислорода в воздухе, рН, влажности воздуха, влажности почвы, освещенности, температуры.

**2. ХОД УРОКА**

**Этап урока 1. Организационный**

**Предполагаемая продолжительность:** 1—2 мин.

**Педагогическая деятельность учителя:**

проверяет готовность к уроку, организует внимание класса к работе на уроке, создает положительный эмоциональный настрой у обучающихся.

**Учебная деятельность обучающихся:**

эмоционально настраиваются на предстоящую учебную деятельность.

**Этап урока 2. Актуализация знаний обучающихся, целеполагание и мотивация учебной деятельности**

**Предполагаемая продолжительность:** 7 мин.

**Педагогическая деятельность учителя:**

проводит фронтальную беседу; актуализирует имеющиеся знания о экологических факторах, полученные в 9 классе;

формулирует с обучающимися цель урока, создаёт для обучающихся ситуацию применения знаний в новых учебных условиях; побуждает к высказыванию предложений о способе и средствах достижения поставленной цели.

*Работа с терминами и понятиями.* Повторить классификацию экологических факторов по происхождению.

*Описание новой учебной ситуации.* С помощью цифровых датчиков можно измерить силу воздействия различных абиотических факторов. Например, для комнатного растения можно оценить силу воздействия физических (температура, влажность воздуха, влажность почвы) и химических (концентрация кислорода в воздухе, рН почвенной вытяжки) абиотических факторов. Какие из этих факторов изменят силу воздействия при помещении организма в искусственные условия?

**Учебная деятельность обучающихся:**

отвечают на вопросы, высказывают свои предположения, предлагают и согласовывают с учителем тему и цель урока; предлагают способы и средства достижения цели.

*Способ решения учебной ситуации.* Для ответа на учебный вопрос необходимо измерить силу воздействия факторов на растение в обычных условиях учебной аудитории, затем собрать опытную установку и через определенный промежуток времени снова измерить силу воздействия факторов. Затем сравнить полученные данные в первой и второй серии измерений и сделать выводы.

*При недостаточном количестве датчиков опыт проводится учителем демонстрационно с выводением данных на экран. Ученики заполняют таблицу из материалов для копирования по ходу работы*



**Этап урока 3. Первичное усвоение новых знаний**

**Предполагаемая продолжительность:** 20 мин

**Педагогическая деятельность учителя:**

знакомит учеников с методикой проведения демонстрационного эксперимента, раздает бланки для описания исследования, дает инструкцию по работе. Контролирует заполнение бланков.

**Учебная деятельность обучающихся:**

наблюдают за получением результатов опыта; оформляют результаты измерений и расчёты в тетради или на специальных бланках (см. Материалы для копирования)

**Этап урока 5. Проверка понимания и первичное закрепление**

**Предполагаемая продолжительность:** 12 мин.

**Педагогическая деятельность учителя:**

организует обсуждение результатов исследования, наводящими вопросами помогает выяснить, почему они из факторов изменяют силу воздействия при антропогенном воздействии, а другие — нет;

отмечает противоречия между ожидаемыми и полученными результатами, помогает выяснить причины допущенных инструментальных или статистических ошибок, определить пути их исправления.

**Учебная деятельность обучающихся:**

сравнивают результаты, полученные в первой и второй сериях измерений, выясняют направленность изменений, прогнозируют результат изменений для жизнедеятельности растения; делают выводы и оформляют результаты опыта в тетради или на специальных бланках

**Этап урока 6. Информация о домашнем задании и рефлексия**

**Предполагаемая продолжительность:** 4—5 мин.

**Педагогическая деятельность учителя:**

информирует о домашнем задании, дает комментарий по его выполнению;

предлагает анкету рефлексии к уроку и предлагает рассчитать «Индивидуальный индекс качества урока» (см. материал для копирования в уроке № 1);

подводит рефлексивную статистику урока по количеству учеников, у которых индекс качества выше значения 5;

демонстрирует запись проблемы и цели урока, спрашивает: «Как вы думаете, решена ли проблема, достигнута ли цель?». Если проблема не решена и цель не достигнута, предлагает объяснение, и предлагает в дополнение к домашнему заданию подумать над причинами этого.

**Учебная деятельность обучающихся:**

задают уточняющие вопросы о выполнении домашнего задания;

рассчитывают индивидуальный индекс качества урока;

определяют степень соответствия поставленной цели и результатов деятельности; степень своего продвижения к цели;

высказывают оценочные суждения и соотносят результаты своей деятельности с целью урока.



**МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К УРОКУ:****Инструкция к демонстрационному опыту «Определение силы воздействия экологических факторов на комнатное растение»**

До начала опыта соберите набор оборудования и материалов и продемонстрируйте его обучающимся с комментариями о назначении каждого элемента (рис. 26)



**Рис. 26.** Набор оборудования и материалов для демонстрационного опыта по оценке силы воздействия экологических факторов

1. Запустите на регистраторе данных программное обеспечение Releon Lite.
2. Используйте мультидатчик «Экология» из комплекта цифровой лаборатории Releon для измерения температуры, освещенности, относительной влажности воздуха, влажности почвы, pH. Подключите к датчику необходимые щупы.
3. Щуп датчика pH поместите в химический стакан с почвенной вытяжкой, заранее приготовленной из грунта, взятого из горшка с исследуемым растением.
4. Щуп датчика влажности почвы аккуратно, чтобы в наименьшей степени повредить корни, воткните в грунт под растением.
5. Подключите мультидатчик «Экология» к регистратору данных, в режиме Bluetooth.
6. Подключите монодатчик «Кислород» USB ко второму регистратору данных (либо ко второй вкладке приложения Releon Lite).
7. Измерьте все 6 параметров окружающей растение среды, нажав «Пуск» на экране регистратора данных. Остановите измерения, нажав на паузу.



8. Соберите опытную установку: поместите датчики с щупами в горшок под растение; на растение наденьте полиэтиленовый пакет и загерметизируйте его, перевязав горловину пакета по корпусу горшка шпагатом (рис. 27).

9. Включите подсветку растения и подождите 10—15 мин. В это время занесите результаты первой серии измерений в таблицу результатов работы.



**Рис. 27.** Установка в сборе (датчики подключены)

10. Проведите аналогичные измерения с по окончании ожидания и внесите данные в таблицу.

11. Сравните данные обеих серий измерений и сделайте выводы.

**Материалы для копирования**

*Бланк работы «Определение силы воздействия экологических факторов на комнатное растение»*

Фамилия, имя _____ _____		Класс _____ Дата _____	
Название работы _____			
Цель работы _____			
Материалы и оборудование _____			
Результаты измерения силы воздействия экологических факторов на растение			
Группа факторов	Виды факторов	Значение	Единицы измерения



Фамилия, имя _____ _____		Класс _____ Дата _____	
Абиотические физические	Относительная влажность воздуха		
	Влажность почвы		
	Освещённость		
	Температура		
Абиотические химические	Концентрация кислорода		
	pH (почвенной вытяжки)		
Антропогенные			
Выводы:			
1. Какие группы экологических факторов были исследованы?			
2. Действие каких факторов изменилось после помещения растения в герметичную установку?			
3. Как изменение силы воздействия может сказаться на жизнедеятельности растения?			

**Теоретическое пояснение**

Существование определенного вида зависит от сочетания множества различных факторов. Причём для каждого вида значение отдельных факторов, а также их комбинации весьма специфичны.

По происхождению экологические факторы классифицируются на три группы:

1. Абиотические — факторы неживой природы:

- химические: газовый состав воздуха, солевой состав воды, концентрация, кислотность,
- физические: шум, магнитные поля, теплопроводность и теплоёмкость, радиоактивность, интенсивность солнечного излучения,
- климатические: годовая сумма температур, среднегодовая температура, влажность, давление воздуха,
- орографические: рельеф, высота над уровнем моря, крутизна и экспозиция склона,
- эдафические (эдафогенные): механический состав почвы, воздухопроницаемость почвы, кислотность почвы, химический состав почвы,
- гидрографические: плотность воды, течение, прозрачность,
- пирогенные: факторы огня,



2. Биотические — связанные с деятельностью живых организмов:

- фитогенные — влияние растений,
- микогенные — влияние грибов,
- зоогенные — влияние животных,
- микробиогенные — влияние микроорганизмов,

3. Антропогенные (антропические) факторы

- прямое антропогенное воздействие — непосредственное влияние человека на компоненты экосистемы (биогеоценоза). Это сбор ягод, грибов, вырубка деревьев и т.п.
- косвенное антропогенное воздействие — влияние человека через промежуточный уровень, воздействие биотических и абиотических факторов, усиленных или ослабленных воздействием человека.

Для каждого вида растений существует свой комплекс оптимальных значений абиотических факторов, при соблюдении которых растения будут находиться в нормальном состоянии, их иммунные реакции на поражения возбудителями болезней и повреждения вредителями будут оптимальными. Чем более ослаблено растение из-за несоблюдения оптимальных условий произрастания, тем оно более подвержено вредителям и болезням.

### Методические замечания

Демонстрационный эксперимент требует подготовки.

Используемое растение за день до опыта необходимо умеренно полить.

Для оценки рН почвы учителю необходимо заранее приготовить почвенную вытяжку, почвенная вытяжка — экстракт, полученный после обработки почвы раствором заданного состава, действовавшим на почву определенное время при определенном соотношении почва — раствор.

Существует несколько видов почвенных вытяжек в зависимости от используемого в качестве растворителя вещества:

1) водная вытяжка — фильтрат водного раствора, полученного после взбалтывания почвы с дистиллированной водой. В вытяжке определяют общее содержание воднорастворимых веществ (сухой остаток), содержание воднорастворимых органических веществ и различных ионов.

2) кислотная вытяжка — фильтрат от обработки почвы какой-либо кислотой, взятой в определенной концентрации и в определенном соотношении с почвой и взаимодействующей с ней заданное время;

3) солевая вытяжка — вытяжка, полученная в результате взаимодействия раствора соли с почвой;

4) ацитатно-аммонийная — используется для определения наличия тяжелых металлов в почве.

Для задач данного исследования достаточно использовать водную вытяжку.

Методика её приготовления следующая:

1. Образец почвы измельчите, пропустив через сито с ячейками диаметром 1 мм.
2. Навеску почвы массой 50 г поместите в сухую колбу объёмом 500 мл.
3. Добавьте воду в массовом соотношении 1 часть почвы на 5 частей дистиллированной воды.
4. Колбу с образцом почвы и водой плотно закройте пробкой и встряхивайте в течение двух-трёх минут.
5. Далее полученный раствор профильтруйте через бумажный фильтр.



При анализе результатов опыта следует обратить внимание на то, что были исследованы не все, а только некоторые экологические факторы, воздействующие на растение. При этом в искусственных условиях изменятся только некоторые из них. Именно эти изменившиеся абиотические факторы станут косвенными антропогенными, и их следует вносить в бланк исследования.

### ЗАДАНИЯ К УРОКУ

*Задание на развитие функциональной грамотности*

**Задание 1.** При внесении в почву азотных удобрений удается повысить урожайность растений в 2—3 раза. При этом избыточное внесение азотных удобрений приводит к накоплению нитратов в растениях. К каким отрицательным изменениям биотических факторов, воздействующих на растение, может оказать избыток азотных удобрений в почве?

*Решение:*

*Критерий 1. Накопление нитратов в растении способно ослабить растение и сделать его более восприимчивым к вредителям и болезням.*

*Критерий 2. Избыток нитратов в почве изменяет условия обитающих в ней микроорганизмов. Изменение микрофлоры почвы может отрицательно сказаться на условиях почвенного питания растения.*

*Задание для подготовки к ГИА, ВПР*

1. Какой абиотический фактор может привести к резкому сокращению численности популяции речного бобра?

- 1) обильные дожди летом
- 2) увеличение численности водных растений
- 3) пересыхание водоема**
- 4) интенсивный отстрел животных

2. Какой антропогенный фактор может привести к увеличению численности популяции зайцев в лесу?

- 1) рубка деревьев
- 2) отстрел волков и лисиц**
- 3) вытаптывание растений
- 4) разведение костров

3. Какой фактор среды служит сигналом для подготовки птиц к перелётам?

- 1) понижение температуры воздуха
- 2) изменение продолжительности светового дня**
- 3) увеличение облачности
- 4) изменение атмосферного давления

4. К абиотическим факторам относят

- 1) подрывание кабанами корней деревьев
- 2) нашествие саранчи
- 3) образование колоний птиц
- 4) обильный снегопад**

*Темы возможных проектных и исследовательских работ.*

1. Динамика концентрации кислорода в естественных экосистемах в течение суток.
2. Картирование района города N по загрязнению воздуха угарным газом.
3. Шумовое зонирование жилого квартала города N.



## Урок № 4

Влияние сочетания экологических факторов  
на интенсивность фотосинтеза

## 1. ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность:** Изучение закономерностей действия экологических факторов на организм носит, как правило, теоретический характер, что не способствует глубокому их пониманию и прочности формируемых понятий. Решение этой проблемы может быть практической деятельностью обучающихся по обнаружению экологических закономерностей в эксперименте, в частности закона совместного действия экологических факторов.

**Тип урока:** систематизации и обобщения знаний, с элементами лабораторного исследования.

**Класс:** 10.

**Цель урока:** обнаружить эффект совместного действия нескольких экологических факторов на организм растения.

**Продолжительность урока:** один академический час.

**Планируемые результаты:**

**Предметные:**

- объяснять эффекты совместного действия экологических факторов;
- понимать связь экологических факторов с жизнедеятельностью растения;

**Метапредметные:**

- познавательные: ориентироваться в графиках и таблицах, текстах, анализировать, обрабатывать и интерпретировать информацию, использовать её для решения поставленных учебных задач;
- регулятивные: контролировать и оценивать результаты деятельности, вносить коррективы в их выполнение;
- коммуникативные: полно и точно выражать свои мысли, аргументировать собственную точку зрения, вступать в диалог.

**Личностные:**

- развивать практические навыки обработки данных, полученных с использованием цифровых датчиков;
- проявлять познавательный интерес, направленный на изучение воздействия экологических факторов с жизнедеятельностью организма.

**Оборудование, программное обеспечение и расходные материалы:**

- интерактивная доска либо компьютер и мультимедийный проектор, электронные таблицы, программное обеспечение Releon Lite, цифровые датчики концентрации кислорода в воздухе, температуры, влажности воздуха, освещенности, влажности почвы Releon, полиэтиленовые пакеты, настольная лампа, шпагат, ножницы, лед, химический стакан с горячей водой.

## 2. ХОД УРОКА

Этап урока 1. Организационный
<p><b>Предполагаемая продолжительность:</b> 1—2 мин.</p> <p><b>Педагогическая деятельность учителя:</b> проверяет готовность к уроку, организует внимание класса к работе на уроке, создает положительный эмоциональный настрой у обучающихся.</p> <p><b>Учебная деятельность обучающихся:</b> эмоционально настраиваются на предстоящую учебную деятельность.</p>



### Этап урока 2. Актуализация знаний обучающихся, целеполагание и мотивация учебной деятельности

**Предполагаемая продолжительность:** 7 мин.

**Педагогическая деятельность учителя:**

проводит фронтальную беседу; актуализирует имеющиеся знания о экологических факторах и изученных ранее экологических законах;

формулирует с обучающимися цель урока, создаёт учебную ситуацию, требующую применения знаний; побуждает к высказыванию предложений о способе и средствах достижения поставленной цели.

*Работа с терминами и понятиями.* Повторить понятия об экологических факторах (абиотических, биотических, антропогенных), экологическом законе оптимума, законе минимума. Сформировать понятие о совместном действии факторов.

*Описание учебной ситуации.*

Комнатные растения в озеленении школ используются в различных целях: эстетической, санитарно-гигиенической (выделение кислорода при фотосинтезе, увлажнение воздуха, испарение фитонцидов). От интенсивности фотосинтеза зависит и эстетическая привлекательность растений, и их влияние на оздоровление воздуха в помещении. Насколько сильно интенсивность фотосинтеза зависит от основных условий содержания растения в учебном помещении?

**Учебная деятельность обучающихся:**

отвечают на вопросы, высказывают свои предположения, предлагают и согласовывают с учителем тему и цель урока; предлагают способы и средства достижения цели.

*Способ решения учебной ситуации.* Для решения поставленной задачи следует использовать знание закона совокупного действия факторов. Следует собрать несколько установок с растениями одного вида, различающиеся по силе воздействия основных абиотических факторов содержания растений — освещенности, температуры, регулярности полива (влажности почвы)

### Этап урока 3. Первичное усвоение новых знаний

**Предполагаемая продолжительность:** 20 мин

**Педагогическая деятельность учителя:**

знакомит учеников законом совокупного действия экологических факторов, методиками проведения лабораторного исследования, делит класс на рабочие группы по 4—5 человек, раздает задание и оборудование, даёт инструкцию по работе. Модерирует выполнение исследования рабочими группами.

**Учебная деятельность обучающихся:**

выполняют лабораторный опыт;

работая в группах по инструкции, собирают опытные установки, измеряют концентрацию кислорода, относительную влажность воздуха, температуру, освещенность, влажность почвы с помощью цифровых лабораторий, заполняют таблицу результатов, сравнивают изменения состава воздуха в установке в начале и в конце опыта;

оформляют результаты измерений и расчеты в тетради или на специальных бланках (см. Материалы для копирования)

### Этап урока 5. Проверка понимания и первичное закрепление

**Предполагаемая продолжительность:** 12 мин.

**Педагогическая деятельность учителя:**

организует обсуждение результатов исследования, наводящими вопросами помогает выявить зависимость интенсивности фотосинтеза от изменения действия экологических, подводит обучающихся к выводу о зависимости фотосинтеза от комплекса факторов;



**Этап урока 5. Проверка понимания и первичное закрепление**

отмечает противоречия между ожидаемыми и полученными результатами, помогает выявить причины допущенных инструментальных или статистических ошибок, определить пути их исправления.

**Учебная деятельность обучающихся:**

сравнивают средние результаты своей группы с результатами полученными другими группами; выясняют степень зависимости фотосинтеза от факторов освещенности, температуры, влажности почвы; делают выводы и оформляют результаты опыта в тетради или на специальных бланках.

**Этап урока 6. Информация о домашнем задании и рефлексия**

**Предполагаемая продолжительность:** 4—5 мин.

**Педагогическая деятельность учителя:**

информирует о домашнем задании, даёт комментарий по его выполнению; предлагает анкету рефлексии к уроку и предлагает рассчитать «Индивидуальный индекс качества урока» (см. материал для копирования в уроке № 1); подводит рефлексивную статистику урока по количеству учеников, у которых индекс качества выше значения 5; демонстрирует запись проблемы и цели урока, спрашивает: «Как вы думаете, решена ли проблема, достигнута ли цель?». Если проблема не решена и цель не достигнута, предлагает объяснение, и предлагает в дополнение к домашнему заданию подумать над причинами этого.

**Учебная деятельность обучающихся:**

задают уточняющие вопросы о выполнении домашнего задания; рассчитывают индивидуальный индекс качества урока; определяют степень соответствия поставленной цели и результатов деятельности; степень своего продвижения к цели; высказывают оценочные суждения и соотносят результаты своей деятельности с целью урока.

**МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К УРОКУ****Инструкция к лабораторному исследованию «Определение функциональных резервов сердца»****Организационный этап**

Учитель делит класс на группы по 4—6 чел. Каждая группа работает со своей комбинацией датчиков и ставит свой вариант опыта. После проведения опыта данные, полученные разными группами сопоставляются, сравниваются. Каждый ученик делает выводы по всему массиву проведенных классом опытов.

1 группа. Опыт «Влияние повышения освещенности на интенсивность фотосинтеза». Используются датчики: кислорода, освещённости.

2 группа. Опыт «Влияние понижения освещенности на интенсивность фотосинтеза». Используются датчики: кислорода, освещённости.

3 группа. Опыт «Влияние повышения температуры на интенсивность фотосинтеза». Используются датчики: кислорода, температуры.

4 группа. Опыт «Влияние понижения температуры на интенсивность фотосинтеза». Используются датчики: кислорода, температуры.

5 группа. Опыт «Влияние повышения влажности почвы на интенсивность фотосинтеза». Используются датчики: кислорода, влажности почвы.



6 группа. Опыт «Влияние понижения влажности почвы на интенсивность фотосинтеза». Используются датчики: кислорода, влажности почвы.

7 группа. Контрольный опыт «Интенсивность фотосинтеза в стабильных условиях». Используются датчики: кислорода, освещенности, температуры, влажности почвы.

**Практический этап**

1. Запустите на регистраторе данных программное обеспечение Releon Lite.

2. Подключите датчик кислорода и второй датчик (освещенности, температуры или влажности почвы, в зависимости от группы) из комплекта цифровой лаборатории Releon к регистратору данных.

3. Измерьте концентрацию кислорода и второй показатель в начале опыта, нажав «Пуск» на экране регистратора данных. Группа 7 измеряет все 4 параметра. Полученный результат запишите в таблицу 1.

4. Соберите экспериментальную установку: поместите включенные датчики в горшок с растением, на растение наденьте полиэтиленовый пакет и загерметизируйте его, перевязав на стенке горшка шпагатом. При этом каждая группа дополнительно осуществляет изменение действующего экологического фактора:

- а) группа 1 подсвечивает установку настольной лампой;
- б) группа 2 затемняет установку черным полиэтиленовым пакетом;
- в) группа 3 нагревает установку, поместив в неё стакан с горячей водой;
- г) группа 4 охлаждает установку, поместив в неё стакан со льдом;
- д) группа 5 работает с растением, заранее избыточно политым;
- е) группа 6 работает с растением, не поливавшимся в течение недели;

Группа 7 помещает в установку все четыре датчика.

5. Через 15—20 минут сделайте повторные измерения кислорода и второго параметра. Группа 7 измеряет все 4 параметра. Внесите данные в таблицу.

6. Сравните данные полученные в начале и в конце опыта. Сделайте вывод вашей группы о том, насколько изменилась концентрация кислорода под влиянием оцениваемого вами экологического фактора.

10. Выясните, какие данные были получены другими группами и внесите их в таблицу.

11. Сделайте выводы о том, насколько значительно изменение различных факторов влияет на интенсивность фотосинтеза.

**Материалы для копирования**

*Таблица результатов работы 1. Влияние изменения освещенности, температуры воздуха и влажности почвы на интенсивность фотосинтеза*

Но- мер груп- пы	Характер воздей- ствия	Концентрация кислорода, %			Исследуемый параметр		
		В начале опыта	В конце опыта	Δ	В начале опыта	В конце опыта	Δ
1	Повышение освещённости						
2	Понижение освещённости						
3	Повышение темпе- ратуры						



Но- мер груп- пы	Характер воздей- ствия	Концентрация кислорода, %			Исследуемый параметр		
		В начале опыта	В конце опыта	Δ	В начале опыта	В конце опыта	Δ
4	Понижение темпе- ратуры						
5	Повышение влажно- сти почвы						
6	Понижение влажно- сти почвы						
7	Контроль						

### Теоретическое пояснение

Закон совместного, или совокупного, действия экологических факторов также называется законом физиологических взаимодействий. Он выявлен, немецким агрохимиком и физиологом растений Альфредом Митчерлихом в 1909 г. и назван «законом эффективности факторов». Закон, выражается в том, что величина урожая ( $\varphi$ ) зависит не только от какого-нибудь одного (даже лимитирующего) фактора, но и от всей совокупности действующих факторов одновременно, т. е.  $\varphi = \varphi(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$ . В 1918 г. Бернхардом Бауле была обоснована универсальность закона для живых организмов, и он стал называться «закон совокупного действия факторов». Поэтому иногда его называют законом Митчерлиха-Бауле.

Экспериментально установлено, что в природе один экологический фактор может воздействовать на другой; поэтому успех вида в окружающей среде зависит от взаимодействия факторов. Так, повышенная температура способствует ускорению испарения влаги, снижение освещенности обуславливает снижение потребностей растений в содержании цинка в почве, человек труднее переносит высокие температуры при большой влажности. Поэтому при выяснении истинной реакции организмов (популяций) на воздействие окружающей среды обязательно следует учитывать этот закон. Математическая формула этого закона, предложенная Митчерлихом и Бауле, стала первым математическим выражением явления взаимодействия экологических факторов. Эти работы дали толчок к изучению многофакторных зависимостей.

### Методические замечания

Деление класса на группы с индивидуальной программой опыта вызвано тем, что продолжительность каждого опыта составляет около 20 мин. Учителю рекомендуется на основе общей инструкции составить инструкции для каждой группы во избежание путаницы. Установку с контрольным растением лучше на время опыт поместить ближе к окну или источнику света, чтобы компенсировать снижение освещенности (часть света поглощается полиэтиленовой пленкой).

Для оценки влияния влажности почвы экспериментальное растение группы 5 следует избыточно полить за сутки до начала опыта, а растение группы 6 не поливать в течение нескольких дней или недели (в зависимости от вида растения).

При интегрировании результатов, полученных разными группами, целесообразно вывести обсуждение на уровень практического применения полученного знания в жизни учеников.



### ЗАДАНИЯ К УРОКУ

*Задание на развитие функциональной грамотности.*

Задание 1. При катастрофе «Титаника» многие люди, спасшиеся с тонущего корабля, оказались в холодной морской воде с температурой  $-2^{\circ}\text{C}$  и погибли от переохлаждения. Они не дождались помощи, которая подоспела через полтора часа с парохода «Карпатия». В то же время на суше человек может переносить подобную температуру гораздо дольше. С точки зрения физики и физиологии механизм гибели людей в холодной воде понятен. Как объяснить более быструю гибель людей в таких условиях, по сравнению с сушей, с точки зрения экологических закономерностей.

*Решение:*

*На человека в холодной морской воде действуют различные экологические факторы. Некоторые из них могут быть благоприятными: достаточная освещенность, концентрация кислорода, атмосферное давление, запас еды (сэндвич в кармане). Но жизнедеятельность организма зависит от сочетания факторов. В данном случае низкая температура воды оказалась фактором, лимитирующим выживание пассажиров с «Титаника».*

*Задание для подготовки к ГИА, ВПР*

1. Для характеристики организмов, способных выдерживать только незначительные колебания какого-либо экологического фактора, используют приставку:

- 1) ксеро-
- 2) мезо-
- 3) стено-**
- 4) эври-

2. Экологический фактор, количественное значение которого выходит за пределы выносливости вида, называется:

- 1) лимитирующим**
- 2) основным
- 3) фоновым
- 4) витальным

3. К какому закону относится формулировка: «Даже единственный фактор за пределами зоны своего оптимума приводит к стрессовому состоянию организма и в пределе к его гибели»?

- 1) закон минимума Либиха
- 2) закон незаменимости фундаментальных факторов Вильямса
- 3) закон лимитирующего фактора Шелфорда**
- 4) закон Бергмана

*Темы возможных проектных и исследовательских работ.*

1. Определение оптимального сочетания доз удобрений для комнатных/ сельскохозяйственных растений.

2. Гибель комнатных растений: освещенность как лимитирующий фактор.

3. Разработка оптимального состава питательного раствора для культивирования различных штаммов дрожжей.



## Урок № 5

## «Парниковый эффект и глобальное потепление»

**1. ВВЕДЕНИЕ**

**Актуальность:** Средний уровень содержания углекислого газа в атмосфере Земли в 2015 году впервые за время наблюдений достиг критической отметки в 400 ppm (долей на миллион) в 2015 году. Это соответствует 0,04%. Уровень содержания CO<sub>2</sub> в атмосфере Земли регулярно поднимался выше 400 долей на миллион в период от трех до пяти миллионов лет назад в эпоху плейстоцена. Повышение концентрации CO<sub>2</sub> в атмосфере способствует возникновению парникового эффекта. Подавляющее число экспертов считает, что деятельность человека, который сжигает ископаемое топливо, — одна из основных причин потепления климата на Земле. Изучение механизма парникового эффекта в школе имеет большое значение для воспитания экологической культуры и формирования общественной поддержки мер в защиту климата на планете.

**Тип урока:** систематизации и обобщения знаний, с элементами лабораторного исследования.

**Класс:** 11.

**Цель урока:** доказать влияние парникового эффекта на изменение условий обитания организма в смоделированной экосистеме.

**Продолжительность урока:** один академический час.

**Планируемые результаты:**

**Предметные:**

- объяснять механизм возникновения парникового эффекта;
- характеризовать основные последствия глобального потепления для экосистем;
- оценивать степень изменения действия абиотических факторов в условиях глобального потепления.

**Метапредметные:**

- познавательные: ориентироваться в графиках и таблицах, текстах, анализировать, обрабатывать и интерпретировать информацию, использовать ее для решения поставленных учебных задач;
- регулятивные: контролировать и оценивать результаты деятельности, вносить коррективы в их выполнение;
- коммуникативные: полно и точно выражать свои мысли, аргументировать собственную точку зрения, вступать в диалог; эффективно работать в паре и группе при решении учебной задачи.

**Личностные:**

- повышать уровень экологической культуры, осознание глобального характера экологических проблем и путей их решения; активное неприятие действий, приносящих вред окружающей среде;
- развивать умение анализировать и выявлять взаимосвязи природы и общества;
- развивать готовность оценивать своё поведение и поступки, а также поведение и поступки других людей с позиции нравственных норм и норм экологического права с учётом осознания последствий поступков.

**Оборудование, программное обеспечение и расходные материалы:**

- интерактивная доска либо компьютер и мультимедийный проектор, программное обеспечение Releon Lite, цифровые датчики температуры, относительной влажности воздуха, кислорода, pH, стакан с водой, ножницы, шпагат, полиэтиленовый пакет, настольная лампа, комнатное растение.



## 2. ХОД УРОКА

### Этап урока 1. Организационный

**Предполагаемая продолжительность:** 1—2 мин.

**Педагогическая деятельность учителя:**

проверяет готовность к уроку, организует внимание класса к работе на уроке, создает положительный эмоциональный настрой у обучающихся.

**Учебная деятельность обучающихся:**

эмоционально настраиваются на предстоящую учебную деятельность.

### Этап урока 2. Актуализация и обобщение знаний

**Предполагаемая продолжительность:** 10 мин.

**Педагогическая деятельность учителя:**

проводит фронтальную беседу; актуализирует имеющиеся знания, помогает обобщению терминологических и понятийных знания в представлениях о физиологических процессах; создает для обучающихся проблемную ситуацию; побуждает к высказыванию предложений о способе и средствах достижения поставленной цели.

*Работа с терминами и понятиями.* Повторить и обобщить знания учащихся об экологических факторах (биотических, абиотических, антропогенных), и глобальных экологических проблемах.

*Описание проблемной ситуации.* По мнению большинства учёных, глобальное потепление в целом неблагоприятно сказывается на биосфере Земли. На 2020 год глобальная концентрация углекислого газа в атмосфере достигла 427 ppm (0,0427%). Однако возможно ли в быту наблюдать действие парникового эффекта? Реально ли оценить, как он влияет на условия обитания домашних животных, растений и качество жизни человека?

**Учебная деятельность обучающихся:**

отвечают на вопросы, высказывают свои предположения, предлагают и согласовывают с учителем тему и цель урока; предлагают способы и средства достижения цели.

*Способ решения проблемной ситуации.* Необходимо собрать установку, которая могла бы продемонстрировать действие парникового эффекта в быту

### Этап урока 3. Применение знаний в новой ситуации

**Предполагаемая продолжительность:** 17 мин

**Педагогическая деятельность учителя:**

Организует демонстрационный эксперимент. Для этого комнатное растение помещается в полиэтиленовый пакет вместе с работающими цифровыми датчиками, затем пакет герметизируется и дополнительно подсвечивается светильником. Все свои действия учитель комментирует. Раздает обучающимся карточки с описанием этапов работы, контролирует ведение учениками записей хода эксперимента.

**Учебная деятельность обучающихся:**

Знакомятся с описанием хода эксперимента, заполняют таблицу, отражающую ход эксперимента, делают расчеты изменений показателей окружающей среды в экспериментальной установке.

**Этап урока 5. Контроль усвоения, обсуждение допущенных ошибок и их коррекция**

**Предполагаемая продолжительность:** 10 мин.

**Педагогическая деятельность учителя:**

организует обсуждение результатов исследования, наводящими вопросами помогает сделать вывод опыта о том, что глобальное потепление способно таким образом изменить условия обитания, что это отрицательно скажется на жизнедеятельности организмов; отмечает противоречия между ожидаемыми и полученными результатами, помогает выяснить причины допущенных инструментальных, определить пути их исправления.

**Учебная деятельность обучающихся:**

анализируют результаты демонстрационного эксперимента; в дискуссии предполагают, как в быту сказывается изменение уровня естественного освещения на самочувствии человека и условиях обитания домашних растений и животных делают выводы и оформляют результаты опыта в тетради.

**Этап урока 6. Информация о домашнем задании и рефлексия**

**Предполагаемая продолжительность:** 6—7 мин.

**Педагогическая деятельность учителя:**

информирует о домашнем задании, даёт комментарий по его выполнению; предлагает анкету рефлексии к уроку и предлагает рассчитать «Индивидуальный индекс качества урока» (см. Материалы для копирования в уроке № 1); подводит рефлексивную статистику урока по количеству учеников, у которых индекс качества выше значения 5; демонстрирует запись проблемы и цели урока, спрашивает: «Как вы думаете, решена ли проблема, достигнута ли цель?». Если проблема не решена и цель не достигнута, предлагает объяснение, и предлагает в дополнение к домашнему заданию подумать над причинами этого.

**Учебная деятельность обучающихся:**

задают уточняющие вопросы о выполнении домашнего задания; рассчитывают индивидуальный индекс качества урока; определяют степень соответствия поставленной цели и результатов деятельности; степень своего продвижения к цели; высказывают оценочные суждения и соотносят результаты своей деятельности с целью урока.

**МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К УРОКУ****Инструкция к демонстрационному опыту «Моделирование парникового эффекта»**

1. Запустите на регистраторе данных программное обеспечение Releon Lite.
2. Подключите датчики кислорода, pH, температуры, влажности из комплекта цифровой лаборатории Releon к регистратору данных, в режиме Bluetooth USB (через соединительный кабель). Щуп датчика pH поместите в стакан с водой.
3. Измерьте концентрацию всех четырех параметров рядом с растением, нажав «Пуск» на экране регистратора данных. Полученный результат запишите в таблицу 1.
4. Соберите опытную установку: поместите датчики с щупами в горшок под растение; на растение наденьте полиэтиленовый пакет и загерметизируйте его, перевязав горловину пакета по корпусу горшка шпагатом (рис. 27).
5. Установите рядом с установкой настольную лампу и включите, направив световой поток на растение.





6. В течение 10—15 минут (продолжительность опыта) обсудите с учениками механизм парникового эффекта, влияние глобального потепления на климат, экосистемы и отдельные виды, меры, предпринимаемые человечеством для ограничения потепления на планете.

7. Проведите повторные измерения параметров в установке. Внесите данные в таблицу.

8. Обсудите результаты опыта, сделайте выводы.

**Материалы для копирования**

*Таблица результатов работы 1. Содержание кислорода во вдыхаемом и выдыхаемом воздухе.*

Параметры	Значение параметра		
	В начале опыта	В конце опыта	Δ
Концентрация кислорода, %			
Водородный показатель (pH)			
Температура, °C			
Относительная влажность воздуха, %			

**Теоретическое пояснение**

Парниковый эффект — это естественное явление, которое повышает температуру на нашей планете для комфортного существования. Солнце питает климат Земли, излучая энергию на очень коротких волнах, преимущественно в видимой или почти видимой (т. е. ультрафиолетовой) области спектра. Приблизительно треть солнечной энергии, достигающей верхних слоев атмосферы Земли, непосредственно отражается обратно в космос. Остальные две трети поглощает земная поверхность и, в меньшей степени, атмосфера. Чтобы уравновесить поглощаемую поступающую энергию, Земля должна в среднем излучать обратно в космос то же количество энергии. Поскольку Земля гораздо холоднее Солнца, она излучает энергию на гораздо более длинных волнах, преимущественно в инфракрасной области спектра. Большая часть этого теплового излучения, испускаемого сушей и океаном, поглощается атмосферой, в том числе облаками, и вновь излучается на Землю. Это явление называют парниковым эффектом. Стеклопленочные парники уменьшают поток воздуха и повышают температуру воздуха внутри парника. Аналогичным образом, но при другом физическом процессе парниковый эффект на Земле нагревает её поверхность. Без естественного парникового эффекта средняя температура на поверхности Земли была бы ниже точки замерзания воды. Таким образом, естественный парниковый эффект Земли делает жизнь, какой мы ее знаем, возможной. Вместе с тем, деятельность человека, главным образом сжигание ископаемых видов топлива и сведение лесов, значительно усилила естественный парниковый эффект, вызвав глобальное потепление.

На Земле основными парниковыми газами являются: водяной пар (ответственен примерно за 36—70% парникового эффекта, без учёта облаков), углекислый газ (9—26%), метан (4—9%) и озон (3—7%). Азот, кислород и любые другие газы, молекулы которых имеют строго симметричное распределение электрического потенциала, прозрачны для инфракрасного излучения и никакого значения для парникового эффекта не имеют. Особенностью водяного пара является способность конденсироваться и зависимость его концентрации в атмосфере от температуры воздуха, что придаёт ему свойство положительной обратной связи в климатической системе.



Начиная с 1850 года, в десятилетнем масштабе температура воздуха в каждое десятилетие была выше, чем в любое предшествующее десятилетие. С 1750—1800 годов человек ответственен за повышение средней глобальной температуры на 0,8—1,2 С. Вероятная величина дальнейшего роста температуры на протяжении XXI века на основе климатических моделей составляет 0,3—1,7 С для минимального сценария выбросов парниковых газов, 2,6—4,8 С — для сценария максимальных выбросов.

### Методические замечания

При обсуждении механизма парникового эффекта важно акцентировать внимание на том, что существование жизни на Земле стало возможным благодаря парниковому эффекту. Также следует развести понятия «парниковый эффект» и следствие его усиления — «глобальное потепление». Следует подчеркнуть, что русский термин «парниковый эффект» не вполне удачен. Правильнее говорить о тепличном, или оранжерейном, эффекте, иначе в практическом отношении у школьников стирается различие в понимании устройства парника с естественным подогревом грунта от разлагающихся органических остатков и теплицей (отапливаемой и неотапливаемой).

Результаты опыта не всегда могут быть ожидаемы учителем. Например, если в помещении прохладно, а в экспериментальной установке находится растение из влажных тропиков, то моделирование парникового эффекта может привести к усилению фотосинтеза благодаря выходу микроклимата установки к оптимуму температуры и влажности. Подобный результат также доказывает действие парникового эффекта, но придает нотки драматизма уроку и требует готовности учителя обсудить его с опорой на знания учеников о законе оптимума, полученные в 9 классе.

### ЗАДАНИЯ К УРОКУ

#### *Задание на развитие функциональной грамотности*

По известному высказыванию французского писателя Антуана де Сент-Экзюпери, «все мы пассажиры одного корабля по имени Земля, а значит, пересечь из него просто некуда. Вот почему все жители планеты должны сообща спасать свой общий дом» Вопросы для обсуждения:

Вопросы:

1. Какие, по Вашему мнению, проблемы требуют от людей «спасать свой общий дом»?
2. Согласны ли вы с французским писателем? Почему?

#### *Задание для подготовки к ГИА, ВПР*

1. Усилению парникового эффекта в биосфере способствует:

- а) появление озоновых дыр в атмосфере
- б) опустынивание земель
- в) осушение болот
- г) развитие промышленности и транспорта**

2. К парниковым газам относят:

- а) азот
- б) диоксид углерода**
- в) кислород
- г) водород
- д) метан**
- е) водяной пар**



3. «Парниковый эффект» вызывает:

- а) похолодание климата
- б) образование озоновых дыр
- в) потепление климата**
- г) кислотный дождь

*Темы возможных проектных и исследовательских работ.*

1. Зависимость температуры воздуха в учебном помещении от уровня естественного освещения.
2. Моделирование парникового эффекта замкнутых экосистемах.
3. Влияние светоотражение стен строений на условия развития растений.
4. Влияние теплотрасс на сдвиг фенофаз растений в условиях города.

## Планы лабораторных работ

### Лабораторная работа № 1 Изучение ферментативной активности слюны человека

#### Теоретическая часть

Ротовая полость является начальным отделом пищеварительного тракта, где осуществляется: анализ вкусовых свойств, измельчение, смачивание слюной пищи, начальный гидролиз углеводов и формирование пищевого комка; всасывание небольшого количества воды, глюкозы и лекарственных веществ. Секреция слюны осуществляется тремя парами крупных, а также множеством мелких желез. В сутки секретруется 1,5—2,0 л слюны. В слюне находится высокоактивная  $\alpha$ -амилаза, активность других ферментов (липазы, мальтозы, протеазы, нуклеазы, ингибитора трипсина) низкая, также имеются глипопротеин муцин, факторы роста эпидермиса и нервов. Бактериальная активность обеспечивается лизоцимом, пероксидазой, IgA, лейкоцитов.

Начальный гидролиз крахмала и гликогена ограничен временем акта жевания и осуществляется под действием  $\alpha$ -амилазы (образуемой преимущественно в околоушной железе), которая расщепляет 1,4-глюкозидные связи с образованием декстринов, а затем мальтозы и сахарозы, которые в свою очередь мальтазой расщепляются до моносахаридов. Оптимум действия ферментов находится в пределах нейтральной реакции среды при температуре 37°.

#### Практическая часть

**Цель работы.** Изучение факторов влияющих на переваривание крахмала ферментами слюны.

**Оборудование и материалы.** Термостат или водяная баня с температурой 37—38° С, спиртовка, штатив с пробирками, пипетки, слюна человека, 1 %-ный раствор вареного крахмала, 1 %-ный раствор сырого крахмала, растворы йода или Люголя, 0,5 %-ный раствор HCl, лакмусовая бумага, стеклограф, лед или холодильник, цифровой

#### Техника безопасности

1. Соблюдайте осторожность при работе с реактивами.
2. Не допускайте попадания реактивов на кожу, глаза и одежду.

**Обратите внимание!**

В школе могут быть не все реактивы и растворы. Для приготовления раствора Люголя необходимо 0,1 г кристаллического йода и 0,15 г йодистого калия растереть в ступке пестиком, а затем растворить порошок в 150 мл дистиллированной воды. В качестве реактива на крахмал можно использовать 5 %-ный спиртовой раствор йода, но его нужно в 8 раз разбавить водой. Реактив Фелинга состоит из двух растворов, которые готовят и сохраняют отдельно и смешивают в равных объёмах только перед употреблением: 1) 5 г NaOH и 17,5 г сегнетовой соли растворяют в 50 мл воды; 2) 3,5 г  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  растворяют в 50 мл воды.

**Ход работы:**

1. Соберите слюну с помощью капсулы или естественным путём, выпуская её через воронку в пробирку. Для постановки опыта необходимо около 12 мл слюны.
2. Пронумеруйте пробирки, поставьте их в штатив. В пробирки с 1 по 6 отмеривают по 1 мл слюны.
3. В первую пробирку добавьте 3 мл 1 %-ного раствора вареного крахмала.
4. Вторую пробирку нагрейте на спиртовке до кипения, охладите до комнатной температуры и добавьте 3 мл 1 %-ного раствора вареного крахмала.
5. В третью пробирку добавьте 1 мл 0,5 %-ный раствора HCl и 3 мл 1 %-ного раствора варёного крахмала.
6. В четвёртую пробирку добавьте 3 мл 1 %-ного раствора сырого крахмала
7. В пятую пробирку добавьте 3 мл 1 %-ного охлаждённого раствора вареного крахмала и поместите её в стакан со льдом.
8. В шестую пробирку добавьте 3 мл 1 %-ного раствора вареного крахмала и 1 мл воды.
9. Пробирки 1—6 поместите в термостат или на водяную баню при температуре 37—38°C.
10. Через 30 мин содержимое пробирок разделите на две части в пробирки 7—12 (для чего нумеруют столько же пробирок) и исследуйте на наличие крахмала и простых сахаров.
11. Через 30 мин добавьте в каждую пробирку 1—6 по 2 капли Люголя. Содержимое пробирок, в которых присутствует крахмал, при добавлении раствора Люголя приобретает синий цвет.
12. Определите в какой из пробирок с посиневшим содержимым гидролиз прошел наиболее полно. Для этого подключите датчик оптической плотности цифровой лаборатории Releop к регистратору данных и поочередно сделайте измерения содержимого пробирок 1—6.
13. При добавлении к содержимому пробирок реактива Фелинга и нагревании их до кипения определяют наличие простых сахаров, т. е. продуктов расщепления крахмала ферментами слюны. При наличии простых сахаров содержимое пробирки окрашивается в буро-красный цвет.
14. Внесите в неё результаты опыта и объясните, почему содержимое пробирок при добавлении реактива Фелинга и раствора Люголя приобретают различную окраску:



**Представление результатов наблюдений**

Номер пробирки	Цвет пробирки		Оптическая плотность
	С раствором Люголя	С реактивом Фелинга	
1, 7			
2, 8			
3, 9			
4, 10			
5, 11			
6, 12			

**Выводы**

1. Дайте оценку условиям, необходимым для эффективного переваривания углеводов ферментами слюны.

2. В каких условиях гидролиз крахмала был наиболее полным?

**Контрольные вопросы**

1. Ферменты — это катализаторы:

- 1) углеводной природы
- 2) белковой природы**
- 3) неорганической природы
- 4) липидной природы

2. Ферменты человека проявляют наибольшую активность при температуре:

- 1) 18—20 °С
- 2) 26—27 °С
- 3) 36—37 °С**
- 4) 56—58 °С

3. Укажите верное суждение:

А) Ферменты ускоряют химические реакции в организме независимо от температуры и реакции среды.

Б) Способность фермента ускорять одну реакцию или группу однотипных реакций называется селективностью.

- 1) верно только А
- 2) верно только Б**
- 3) верны оба суждения
- 4) оба суждения неверны

**Лабораторная работа № 2**  
**Выделение и очистка ДНК из клеток растений**

**Теоретическая часть**

В клетках растений геномная ДНК находится в ядре, цитоплазматическая — в митохондриях и пластидах. Кроме того клетках присутствуют различные виды РНК. Молекулы



геномной ДНК имеют большой размер и в клетке находятся в комплексе с белками — гистонами, образуя дезоксирибонуклеопротеин. Благодаря этому ДНК упакована в компактные структуры хроматина. Различные виды РНК также связаны с белками, образуя рибонуклеопротеины. Вместе с ДНК из клеток частично выделяется и РНК, от которой избавляются с помощью фермента РНКазы.

Для выделения (экстрагирования) нуклеиновых кислот применяются различные методы. Сначала был разработан фенол-хлороформный метод, который успешно используется и в настоящее время, но неприменим для школ из-за опасности реактивов. Метод на основе СТАВ-буфера (содержит цетилтриметиламмоний бромид) часто применяют при получении ДНК из растительных образцов, поскольку он позволяет отделить полисахариды. Существует метод твёрдофазного выделения ДНК и другие методы. Однако любой метод получения нуклеиновых кислот состоит из четырёх основных этапов:

1. Гомогенизация образца. При этом для разрушения тканей и клеток могут использоваться механическое воздействие и химические вещества, в том числе лизирующие ферменты.
2. Фильтрация полученного гомогената для очистки от не растворившихся фрагментов.
3. Отделение белков от нуклеиновых кислот.
4. Осаждение нуклеиновых кислот и очистка от примесей.

При выделении ДНК из тканей растений важным фактором является эффективное разрушение клеточных стенок. Многие методы, используемые для этого, приводят к сильной фрагментации ДНК (из-за гидродинамических разрывов в цепи). Это существенно для дальнейшего электрофореза, но не столь важно для данной лабораторной работы. Ткани растений обычно разрушают механическим растиранием в присутствии детергентов, растворяющих мембраны клеток. Плазматическая мембрана состоит из двух слоёв фосфолипидов, которые ведут себя как жиры, не смешиваясь с водой. Клеточные мембраны разрушаются детергентами (моющими средствами) После разрушения мембраны клетки и внутриклеточных мембран нуклеиновые кислоты становятся доступными для выделения.

От белков нуклеин-протеинового комплекса избавляются фенольной депротеинизацией образца. Некоторые методики для освобождения ДНК от белков хроматина предусматривают использование протеиназ. Для отделения ДНК и РНК от белков используется ацетат аммония. Ацетат аммония продаётся как биоразлагаемый реагент — антиобледенитель для обработки автодорог. В данной работе рекомендуется использовать детергенты, включающие в свой состав додецисульфат натрия (SDS,  $C_{12}H_{25}NaO_4S$ ).

Метод, используемый в лабораторной работе, основан на способности нуклеопротеидов растворяться в солевых растворах большой ионной силы и выпадать в осадок неполярных растворителей. В результате работы выделяются нуклеиновые кислоты в смеси с белками — дезоксирибонуклеопротеиды и рибонуклеопротеиды. Используемые реактивы и методика не требуют специализированного оборудования и дорогих реактивов, но и не позволяют добиться полного разрушения белков и очистки от них нуклеиновых кислот. Поэтому в заключительной части работы оценивается чистота выделенных нуклеиновых кислот с помощью качественных реакций.

### Практическая часть

**Цель работы:** получить препарат нуклеиновых кислот из клеток растений и доказать наличие в нём нуклеиновых кислот

**Оборудование:** штатив с пробирками, ступка с пестиком, стеклянный порошок или мелкий прокалённый песок, кристаллизатор, мерные цилиндры объёмом 50 и 300 мл, деревянные или стеклянные палочки, марля для фильтрования, пипетки ёмкостью 1 мл, водяная баня.





**Реактивы и материалы:** хлорид натрия, гидрокарбонат натрия, детергент (моющее средство для посуды), дистиллированная вода, колотый лёд, 96%-ный этиловый спирт (охлаждённый до  $-20^{\circ}\text{C}$ ), дифениламинный реактив (1 г дифениламина растворить в 100 мл ледяной уксусной кислоты и к раствору прилить 2,75 мл концентрированной серной кислоты), 10%-ный раствор гидроксида натрия, 1%-ный раствор сульфата меди (II), образцы растительных тканей.

#### **Техника безопасности**

Соблюдайте осторожность при работе реактивами, не допускайте их попадания на кожу, глаза и одежду.

*Приготовление буферного раствора для гомогенизации образца растительных тканей.* Буфер для гомогенизации имеет нейтральный pH. Для приготовления буферного раствора в стеклянный химический стакан наливаем 120 мл дистиллированной воды, добавляем 1,5 г хлорида натрия (1/4 ч.л. поваренной соли) и 5 г гидрокарбоната натрия (1 ч.л. питьевой соды).

#### **Ход работы:**

1. Приготовьте смесь для гомогенизации образца. Для этого к 50 мл солевого буфера прилейте 5 мл детергента (моющего средства). Смесь перемешайте в течение 3 мин и дайте отстояться 2 мин для осаждения пены и выхода пузырьков воздуха.

2. Поставьте охлаждённый в морозильной камере этиловый спирт в кристаллизатор со льдом.

3. Измельчите растительный образец. Наденьте перчатки. Перчатки предотвращают попадание ферментов дезоксирибонуклеазы с рук в образец не допускают разрушения ДНК на фрагменты. Порежьте мытый фрукт или овощ среднего размера на кубики не более 3 см шириной. Измельчите в ступке 5—10 г образца. Для растирания образца добавляется песок или стеклянный порошок. Если образец содержит мало сока, добавьте немного воды.

4. Перенесите измельчённый образец в химический стакан и прилейте к нему полученную для гомогенизации смесь. Аккуратно размешайте раствор и дайте ему отстояться 10—15 мин, чтобы произошёл лизис клеточных структур. В это время сделайте записи в таблице.

5. Профильтруйте раствор через марлю, сложенную в 4 слоя. Следите за тем, чтобы пена осталась на марле. После разрушения клеточных стенок и клеточных мембран полученный раствор, содержит ДНК, РНК, полисахариды, белки, жиры и другие высокомолекулярные соединения. Кроме того в нём есть твердые фрагменты, от которых необходимо избавиться.

6. Поставьте полученный фильтрат на 5—10 мин в ёмкость со льдом. Это необходимо для того, чтобы, во-первых замедлить процесс деградации ДНК, её разрушения на фрагменты, а во-вторых, чтобы уменьшить разницу температур при добавлении спирта и не допустить его перемешивания с фильтратом. В это время продолжите заполнять таблицу.

7. Отберите 5 мл охлажденного фильтрата в пробирку. Аккуратно, чтобы не перемешать с воздухом. И также аккуратно и медленно влейте в пробирку 2—3 мл охлаждённого этилового спирта. Должен образоваться слой спирта поверх фильтрата, с чёткой границей раздела слоёв различной плотности.

8. Сделайте наблюдение за пробиркой. Из компонентов, находящихся в фильтрате, только нуклеиновые кислоты нерастворимы в этаноле, выдержанном в морозильной камере. При добавлении спирта ДНК и РНК изменяют свою пространственную структуру, превращаются в большие конгломераты (комплексы) и выпадает в виде осадка. Этот осадок образуется на границе слоёв спирта и фильтрата.



**Обратите внимание!**

В данном опыте мы наблюдаем, как толстые белёсые нити всплывают в спирт. На всех этапах нам нужно по возможности избавляться от пузырьков воздуха в смеси, иначе это затруднит в дальнейшем наблюдение ДНК. Нити ДНК и РНК являются хорошими центрами формирования пузырьков воздуха, поэтому при небрежном выполнении работы в спирт всплывает беловатая бесформенная масса. Всплытие нитей можно ускорить осторожным помешиванием границы слоев стеклянной палочкой.

9. Извлеките из спирта нуклеопротеиды. Для этого намотайте волокнистую массу на деревянную или стеклянную палочку, вращая её в стакане только в одном направлении. Продемонстрируйте результат опыта учителю.

10. Определите наличие нуклеиновой кислоты в выделенном веществе. Для этого перенесите  $\frac{1}{2}$  часть выделенного вещества в чистую пробирку и прилейте 1мл раствора гидроксида натрия (до растворения). Затем добавьте 0,5 мл дифениламинового реактива. Содержимое пробирки перемешайте и нагрейте на кипящей водяной бане в течение 15—20 мин. При наличии в пробирке ДНК появляется характерное синее окрашивание, при наличии РНК — зелёное, при наличии обоих нуклеиновых кислот — окрашивание промежуточного цвета (сине-зелёное, в зависимости от соотношения ДНК и РНК).

11. Определите наличие или отсутствие белков в выделенном веществе с помощью биуретовой реакции (на обнаружение пептидной группы). Перенесите другую часть выделенного вещества в чистую пробирку и разведите 1 мл дистиллированной воды. Затем в пробирку внесите 1 мл раствора гидроксида натрия и несколько капель сульфата меди (II). Перемешайте содержимое пробирки. При наличии белков содержимое пробирки приобретает сине-фиолетовую окраску.

12. Снимите перчатки и завершите заполнение таблицы с описанием хода работы.

**Оформление результатов**

Этап работы	Наблюдения	Объяснение результата
1.		
2.		
...		

**Выводы**

Сделайте выводы:

1. Удалось ли выделить нуклеиновые кислоты из клеток растений?
2. Содержит выделенное вещество только ДНК, только РНК или смесь нуклеиновых кислот?
3. Содержит ли выделенное вещество белки?

**Лабораторная работа № 3**  
**«Плазмолиз и деплазмолиз в растительной клетке»****Теоретическая часть**

Плазмолиз — это отделение протопласта (живое содержимое растительной клетки) от клеточной стенки растительной клетки вследствие потери воды. Обычно процесс плазмолиза обратим и не причиняет значительного вреда клетке. Восстановление объёма цито-



плазмы до исходного уровня при переносе клеток в чистую воду или раствор с более высоким водным потенциалом называют деплазмолизом.

Лабораторное изучение процесса плазмолиза на примере растительных клеток кожицы лука, позволяет изучить основные свойства клеточной мембраны, а также провести сравнительный анализ между клетками растений и животных.

Для изучения плазмолиза можно использовать разные сорта лука (белый и красный). В зависимости от выбранного сорта определяется необходимость использования красителя. Если для приготовления микропрепарата используется красный сорт лука репчатого (*Allium cepa*), то краситель не нужен. Во-втором случае, когда используется белый сорт лука, лучше всего готовить временные препараты, с добавлением йода в исходный водный раствор. Для визуализации плазмолиза в клетке используют раствор NaCl в малых концентрациях.

Причиной плазмолиза является понижение водного потенциала раствора, в котором находятся клетки лука. Вследствие чего вода покидает пределы клетки, и протопласт отстает от клеточной стенки. Если водный потенциал клетки и раствора выровнять, то протопласт восстановит свой объем и произойдет деплазмолиз. При продолжительном плазмолизе возможно нарушение проницаемости мембран клеток и как следствие, отсутствие деплазмолиза.

### Практическая часть

**Цель работы:** изучить свойство полупроницаемости клеточной мембраны.

**Оборудование и материалы:** предметные стека, покровные стекла, препаровальная игла, пинцет, пипетка, раствор йода, раствор NaCl, дистиллированная вода, фильтровальная бумага, микроскоп, сочные чешуи лука.

#### Техника безопасности

1. Перед началом работы освободите рабочее место от посторонних предметов.
2. Соблюдайте осторожность при работе с препаровальными иглами, предметными и покровными стёклами во избежание уколов и порезов.
3. Не допускайте попадания красителя на кожу, глаза и одежду.
4. Приступайте к работе только тогда, когда убедитесь в исправности микроскопа. Точно выполняйте указания учителя при работе с ним в отношении порядка действий.
5. По окончании работы приведите в порядок рабочее место.

#### Ход работы:

##### Приготовление микропрепаратов

1. На предметное стекло нанести каплю воды с помощью автоматического дозатора или обыкновенной пипетки.
2. Необходимо отделить тонкую кожицу от чешуи лука.
3. Поместить в каплю воды на предметном стекле кожицу лука и аккуратно расправить препаровальной иглой, накрыть покровным стеклом.
4. Настройте микроскоп. Столик должен быть опущен, свет сфокусирован в окуляре, диафрагма полностью открыта, установлено малое увеличение (4x10).
5. Разместите микропрепарат на предметном столике и поднимите его до конца. При этом следите, чтобы покровное стекло и объектив не соприкоснулись.
6. Глядя в окуляр, медленно с помощью макровинта опускайте столик до появления чёткого изображения.
7. Рассмотрите состояние протопласта по отношению к клеточной стеке при большом увеличении (10x10), используя макровинт для настройки резкости. Зарисуйте микропрепарат с обозначением всех видимых органоидов клетки используя рисунок №1.



8. Произведите плазмолиз: каплю раствора NaCl пипеткой перенести к краю покровного стекла, а с противоположной стороны оттянуть жидкость фильтрованной бумагой.

9. Рассмотрите изменения произошедшие в клетках, также при большом увеличении (10x10). Зарисуйте микропрепарат используя рисунок № 2.

10. Произведите деплазмолиз: каплю дистиллированной воды нанесите на край покровного стекла, а с противоположной стороны необходимо оттянуть жидкость фильтрованной бумагой.

11. Сделайте описание процессов, происходящих в клетках в гипертоническом и гипотоническом растворах.

### Обратите внимание!

В рамках школьной лабораторной работы удобнее всего использовать красный сорт лука, не тратя время на приготовление раствора с красителем. Если вы решите работать с белым сортом лука, то для приготовления цитологического красителя к 5 мл водного раствора добавьте 2 капли раствора йода. Для того чтобы произошел процесс деплазмолиза лучше всего использовать раствор дистиллированной воды, но если её нет, можно использовать водопроводную.

### Представление результатов наблюдений

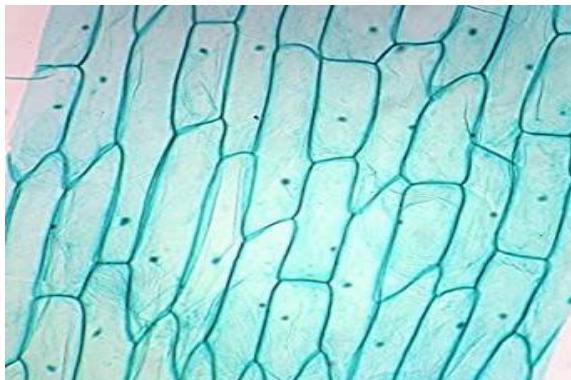


Рис. 1

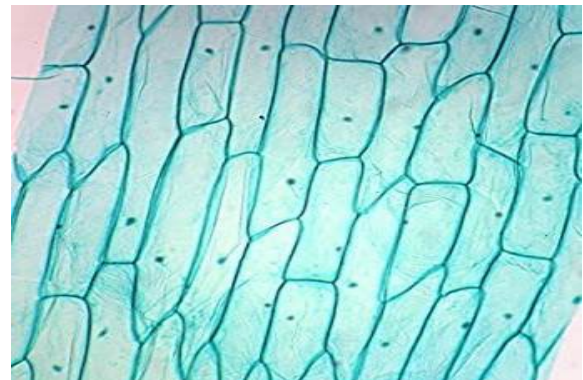


Рис. 2

### Выводы

Сформулируйте выводы по вопросам:

1. Какие изменения происходят с протопластом растительной клетки в растворе NaCl?
2. Какие изменения происходят с клеткой в дистиллированной воде?
3. Благодаря какой особенности клеточной структуры, сохраняется форма растительной клетки в процессе плазмолиза?

### Контрольные вопросы

1. В каком растворе объём протопласта уменьшается:
  - а) изотонический
  - б) гипотонический
  - в) **гипертонический**
  - г) раствор не влияет



2. Наличие, какого органоида обеспечивает сохранение формы растительной клетки при потере влаги:

- а) вязкая цитоплазма
- б) плазмолемма
- в) пластиды
- г) **клеточная стенка**

3. Какие отличия имеет оболочка растительной и животной клетки. Укажите не менее 2-ух особенностей:

Ответ:

- 1. У растительной клетки имеется клеточная стенка из целлюлозы и плазмодесмы, которые объединяют содержимое всех протопластов растительных клеток.
- 2. У животной клетки имеется гликокаликс на поверхности мембраны, а клеточная стенка отсутствует.

**Лабораторная работа № 4**  
**«Определение интенсивности процесса фиксации углекислого газа клетками водоросли хлореллы»**

**Теоретическая часть**

Одноклеточные зелёные водоросли довольно часто применялись ранее и используются сейчас для изучения процессов фотосинтеза в растениях. Уместно в этой связи упомянуть классические эксперименты Эмерсона и Арнольда, проведённые в 1932 г. с суспензиями водоросли *Chlorella* (хлорелла), которые продемонстрировали неодинаковую функциональную роль разных молекул хлорофилла фотосинтетического аппарата растений. Ввиду неприхотливости и простоты организации этих организмов их весьма удобно использовать для различного рода модельных экспериментов, посвящённых физиологии и биохимии растительной клетки. Процессы фотосинтеза, происходящие в зелёных водорослях и высших растениях, схожи. Это относится как к световой стадии фотосинтеза, так и к его темновому этапу.

Напомним, что в биохимических превращениях, именующихся темновой стадией фотосинтеза, происходит ассимиляция углекислого газа, т. е. в хлоропластах синтезируются органические соединения из экзогенного CO<sub>2</sub>. Таким образом, убыль углекислоты из среды, в которой суспендированы водоросли, должна означать ассимиляцию CO<sub>2</sub>.

Поскольку углекислый газ, растворяясь в воде, образует угольную кислоту, это должно приводить к сдвигу pH:



Возможна и иная схема диссоциации угольной кислоты до карбонат-иона, однако этот процесс характерен лишь для щелочных сред. При значениях pH, близких к нейтральному, в растворах преобладают бикарбонат-ионы. Угольная кислота относится к слабым кислотам, поэтому степень диссоциации её разбавленных растворов определяется в значительной мере концентрацией ионов H<sup>+</sup>, а в качестве коэффициента пропорциональности выступает константа равновесия K<sub>a</sub>:





где  $[\text{HCO}_3^-]$ ,  $[\text{H}^+]$  и  $[\text{CO}_2]$  — молярные концентрации бикарбонат иона, иона водорода и углекислого газа соответственно. На практике удобнее пользоваться величинами  $\text{pH} = -\lg [\text{H}^+]$  и  $\text{pK}_a = -\lg [\text{K}_a] = 6,4$ . В этом случае уравнение преобразуется:

$$\text{pH} - \text{pK}_a^{\text{HCO}_3} = \lg [\text{HCO}_3^-] - \lg [\text{CO}_2]. \quad (3)$$

Растворимость  $\text{CO}_2$  в воде достаточно высока, что, например, приводит к относительно низкому значению pH дистиллированной воды, хранящейся на воздухе. При удалении из неё углекислого газа значение pH возрастает. На этом явлении и основывается предлагаемый метод оценки скорости поглощения углекислого газа водными растениями в процессах фотосинтеза.

Исходно предполагается, что величина сдвига pH водной среды, содержащей водоросли, определяется лишь концентрацией растворённого в ней  $\text{CO}_2$ . В этом случае молярная концентрация  $\text{CO}_2$ , растворённого в воде, может быть оценена по величине pH с учётом значения  $\text{pK}_a^{\text{HCO}_3}$ :

$$[\text{CO}_2]_{\text{общ}} = (10^{\text{pK}_a} + 10^{\text{pH}}) / 10^{2\text{pH}}. \quad (4)$$

Следует отметить, что в соответствии с формулой (4) концентрацию  $\text{CO}_2$  можно определить весьма приблизительно, поскольку при её выводе не учитывалось ни влияние других факторов на величину показателя кислотности, ни буферная ёмкость воды.

### Практическая часть

**Цель работы:** определить интенсивности процесса фиксации углекислого газа клетками водоросли.

**Оборудование и материалы:** Суспензия культуры водоросли *Chlorella* (хлорелла) известной плотности; секундомер; стакан химический вместимостью 50 мл; pH-метр; электроды для pH-метрии; магнитная мешалка, осветитель для микроскопии; черная бумага.

#### Техника безопасности

1. Перед началом работы освободите рабочее место от посторонних предметов.
2. Соблюдайте осторожность при работе с лабораторным оборудованием, предметными и покровными стёклами во избежание уколов и порезов.
3. Соблюдайте осторожность при работе с электрооборудованием оборудованием.
4. Соблюдайте правила работы со спиртовкой во избежание ожогов.
5. Приступайте к работе только тогда, когда убедитесь в исправности микроскопа. Точно выполняйте указания учителя при работе с ним в отношении порядка действий.
6. По окончании работы приведите в порядок рабочее место.

#### Ход работы:

##### Часть 1. Приготовление культуры водоросли *Chlorella* (хлорелла)

1. Налейте по 30 мл суспензии клеток в стакан.
2. Стакан с суспензией клеток водоросли поставьте на магнитную мешалку, предварительно положив в него магнитный брусок (можно без магнитной мешалки, но необходимо периодически встряхивать).
3. Погрузите в стакан pH-метрические электроды и закройте сосуд полоской чёрной бумаги.



**Часть 2. Работа с программой измерения рН**

1. Включите приборы (магнитную мешалку) и запустите программу измерения рН.
2. Инструкцию по работе и настройке рН-метра приведена в методичке с лабораторным оборудованием.
3. Подождите 10 мин до установления показаний рН-метра.
4. Запишите показания рН-метра (рН<sub>0</sub>).
5. Удалите полоску черной бумаги со стакана и включите осветитель и секундомер.
6. Наблюдайте за изменениями рН в течение 15 мин после начала освещения снимайте показания рН-метра (рН<sub>t</sub>).

**Представление результатов наблюдений**

Пользуясь формулой (4), определите содержание CO<sub>2</sub> в среде суспензии до освещения культуры водоросли и через 10—15 мин после его начала. Вычислите скорость поглощения углекислого газа на свету клетками водоросли (Ф) по формуле

$$\Phi = ([CO_2]_0 - [CO_2]_t) / (tP), \tag{5}$$

где [CO<sub>2</sub>]<sub>0</sub> — концентрация углекислого газа в среде до освещения;

[CO<sub>2</sub>] — концентрация углекислого газа через 10—15 мин после начала освещения; t — время освещения культуры; P — плотность суспензии (мг сырой массы/л). Результаты занесите в таблицу.

**Таблица записи результатов**

рН <sub>0</sub>	рН <sub>t</sub>	[CO <sub>2</sub> ] <sub>0</sub>	[CO <sub>2</sub> ] t	t	Ф

**Выводы**

1. Сформулируйте выводы по вопросам:
2. Какие процессы происходят вовремя темновой стадии фотосинтеза?
3. Почему при освещении суспензии клеток водорослей увеличивается рН?
4. Какую роль в планетарном масштабе играет фотоассимиляция CO<sub>2</sub> растениями?

**Контрольные вопросы**

1. Учёный выделил пигменты фотосинтеза из листа растения. Каким методом он мог бы разделить их? На чём основан этот метод?
2. Найдите три ошибки в приведённом тексте. Укажите номера предложений, в которых допущены ошибки, исправьте их.

(1) Фотосинтез и клеточное дыхание играют важнейшую роль в жизнедеятельности растений. Фотосинтез необходим для синтеза органических веществ из неорганических. (3) Первая стадия фотосинтеза — световая, при ней энергия света запасается в виде АТФ. (4) При этом выделяется кислород в качестве побочного продукта. (5) Темновая стадия, при которой АТФ расходуется на синтез глюкозы, у всех растений происходит ночью, в темноте. (6) Клеточное дыхание, в свою очередь, происходит только днём, поскольку для него необходим кислород, выделяющийся при фотосинтезе. (7) Ночью же для жизнедеятельности растения используется запасённая в виде АТФ энергия солнечного света.





3. Все перечисленные ниже признаки, кроме трех, можно использовать для описания световой фазы фотосинтеза. Определите три признака, «выпадающих» из общего списка, и запишите цифры, под которыми они указаны.

1. происходит в строме хлоропласта
2. расщепляется НАДФ·Н<sub>2</sub>
3. продуктами являются АТФ, атомы водорода и молекулярный кислород
4. происходит фотолиз воды
5. продуктами являются глюкоза и крахмал
6. происходит в тилакоидах гран

### Лабораторная работа № 5 «Влияние осмоса на тургорное состояние клеток»

#### Теоретическая часть

Тургор — напряженное состояние клеточной оболочки. Он зависит от содержания воды в клетках. Уменьшение количества воды в клетках ведёт к понижению тургора, и в результате этого растения становятся вялыми, увядшими.

На содержании в клетках воды сказывается концентрация растворенных веществ в окружающей водной среде. При концентрации солей, сахаров и других веществ, равной их концентрации в цитоплазме (изотонической), тургор поддерживается на физиологически оптимальном уровне. При повышенной концентрации солей (гипертонической) тургор ослабевает, при пониженной (гипотонической) — повышается.

Тургор имеет большое значение для жизни растений. Он определяет упругость клеток и тканей взрослых растений, проростков, поддерживает листья и другие органы растения в тургесцентном состоянии, и обеспечивает определённое положение в пространстве.

#### Практическая часть

**Цель работы:** выяснить зависимость тургорного состояния от количества воды в клетках.

**Оборудование и материалы:** цифровой датчик электропроводности, вода, 1 М раствор хлорида натрия, пробирки, штатив, химические стаканы, фильтровальная бумага, нож или скальпель, линейка или штангенциркуль. Предметные стёкла, покровные стёкла, препаровальная игла, пинцет, спиртовка, спички, пипетка, метиленовый синий, фильтровальная бумага, микроскоп, пророщенные семена или луковицы с корешками.

#### Техника безопасности

Соблюдайте осторожность при работе с реактивами и не допускайте попадания красителя на кожу, глаза и одежду.

#### Ход работы:

1. Из мякоти клубня картофеля вырежьте два одинаковых брусочка размером 50х5х5 мм и точно измерьте их длину.
2. Подготовьте два химических стакана. В один налейте чистую воду, а во второй — 1 м раствор хлорида натрия (поваренная соль).
3. Измерьте электропроводность воды и раствора поваренной соли с помощью цифрового датчика электропроводности.
4. Один брусочек картофеля (образец 1) поместите в пробирку с водой, а второй (образец 2) — в 1 М раствор хлорида натрия.





3. Через 20—30 мин выньте брусочки из пробирок и обсушите на фильтровальной бумаге.
4. Вырежьте из картофеля третий брусочек такого же размера. Он послужит контрольным образцом в вашем опыте.
5. Сравните упругость трёх образцов и результаты внесите в таблицу.
6. Измерьте, а затем сравните длину брусочков и результаты внесите в таблицу.
7. По результатам измерений сделайте вывод, какой тип раствора (гипотонический, изотонический, гипертонический) находился в каждой пробирке.
8. Перелейте содержимое пробирок в два отдельных маленьких стакана и измерьте электропроводность в них. Данные внесите в таблицу.
9. По данным таблицы рассчитайте изменение электропроводности в обоих случаях.

**Обратите внимание!**

Важно в начале работы проконтролировать точность измерения брусочков из клубня картофеля, чтобы в дальнейшем различия в длине были хорошо заметны

Следует обратить внимание учеников на том, зачем был взят третий брусочек картофеля для контроля (объективное сравнение тургесцентного состояния), почему третий брусок был вырезан не сразу, а после проведения опыта, перед самым сравнением (чтобы предотвратить потерю тургора из-за высыхания).

Если в школе достаточное количество датчиков электропроводности, то данные по длине образцов в таблицу не заносятся, поскольку выводы от типе раствора можно сделать по изменению электропроводности. В этом случае время опыта можно уменьшить до 10 мин, достаточных для изменения показателя электропроводности. Электропроводность возрастает при использовании гипотонического раствора и уменьшается в растворе гипертоническом, оставаясь неизменной — в изотоническом.

Если в школе недостаточно датчиков электропроводности, то рекомендуется использовать один датчик в демонстрационном варианте, а остальные учение будут определять только изменение упругости и длины образцов.

**Представление результатов наблюдений**

Показатели	Образец 1	Образец 2	Контроль
Тип раствора	гипотонический	гипертонический	-
Изменение упругости			
Длина в начале опыта, мм	50	50	-
Длина в конце опыта, мм			50
Изменение длины, мм			-
Электропроводность в начале опыта, мкСм			
Электропроводность в конце опыта, мкСм			
Изменение электропроводности			



### Выводы

Сформулируйте выводы по вопросам:

1. Остались ли первый и второй брусочки в тургесцентом состоянии и почему?
2. Как тургорное давление зависит от количества воды в клетках?
3. Как тургорное давление зависит от концентрации солей в окружающей среде?

### Контрольные вопросы

1. Почему в жаркие летние дни листья разных растений, например, огурцов, помидоров, увядают?

Правильный ответ:

- 1) в жаркую погоду увеличивается испарение, и клетки листьев растений теряют воду;
- 2) уменьшение количества воды в клетках приводит к снижению тургора, что выражается в увядании листьев.

2. Почему увядают растения при засолении почв?

Правильный ответ:

- 1) при засолении почв повышается концентрация солей в окружающей водной среде становится гипертонической, и вода из корней начинает поступать в почву;
- 2) потеря воды корнями нарушает восходящий ток воды по всему растению, которое постоянно теряет воду на фотосинтез и транспирацию;
- 3) уменьшение количества воды в клетках приводит к снижению тургора, что выражается в увядании растения.

3. Тургор представляет собой

- а) разновидность осмотического давления
- б) результат действия сосущих сил
- в) напряженное состояние клеточной оболочки**
- г) измеряемый уровень осмотического давления

## Лабораторная работа № 6 «Сравнение диффузионной способности клеточной мембраны и клеточной оболочки»

### Теоретическая часть

Листья, стебли травянистых, однолетние побеги древесных растений покрыты эпидермисом. На наружной поверхности эпидермиса находится слой кутикулы, очень мало проницаемой для воды. На стеблях многолетних растений под эпидермисом формируется многослойная пробка. Оболочки клеток пробки пропитаны суберином (пробковым веществом). Клетки пробки отмирают и не пропускают воду.

Для выяснения защитной роли кутикулы и пробки можно взять клубни картофеля, покрытые пробковой тканью, и яблоки, покрытые кутикулой (либо однолетние и двух-трехлетние побеги одного вида растения одинаковые по массе). Лучше ветки резать на куски определённого возраста, одинаковые по массе и парафинов замазывать срезы. Проект

### Практическая часть

**Цель работы:** выяснить роль кутикулы и пробки в защите от испарения воды с поверхности корней и клубней.

**Оборудование и материалы:** два свежих яблока и два клубня картофеля, весы, нож, полиэтиленовые пищевые пакеты, датчик относительной влажности воздуха.



**Техника безопасности**

Соблюдайте осторожность при нарезании клубней картофеля и яблок ножом во избежание уколов и порезов.

**Ход работы:**

Возьмите по два примерно одинаковых по массе клубня картофеля и яблока. По одному из них очистьте, то есть снимите слой покровной ткани ножом.

Измерьте с помощью цифрового датчика влажность воздуха в помещении. Внесите данные о влажности в начале опыта в таблицу (одинаковая для всех образцов).

Раскройте полиэтиленовый пакет и поместите в него первый образец и включенный цифровой датчик относительной влажности воздуха.

Закройте пакет и выдавите из него воздух, а затем герметизируйте пакет, перевязав его резинкой, шпагатом или скотчем.

Через 5 мин отметьте показания датчика и внесите их в таблицу.

Повторите пункты №№ 3— 5 для остальных образцов.

Рассчитайте на сколько процентов возросла относительная влажность воздуха в каждом пакете.

**Обратите внимание!**

Если количество датчиков позволяет, можно сделать измерения одновременно во всех четырех пакетах. Если датчиков немного, то целесообразно разделить класс на группы по 4—5 чел на время работы.

**Представление результатов наблюдений**

Исследуемые образцы	Относительная влажность воздуха		
	в начале опыта, мм. рт. ст.	в конце опыта, мм. рт. ст.	изменение, %
Очищенное яблоко			
Очищенный картофель			
Неочищенное яблоко			
Неочищенный картофель			

**Выводы**

Сформулируйте выводы по вопросам:

1. Какое значение имеют кутикула и пробка в испарении воды растением?
2. Какая покровная ткань в большей степени влияет на испарение воды растением?

**Контрольные вопросы**

1. К первичным покровным тканям относится:

**а) эпидермис**

б) пробка

в) ксилема

г) флоэма

2. К вторичным покровным тканям относится:

а) эпидермис

**б) пробка**



- в) ксилема
- г) флоэма
- 3. Кутикулой порыты клетки
- а) перицикла
- б) осевого цилиндра
- в) эпibleмы
- г) эпидермиса

### Лабораторная работа № 7

#### «Выделение углекислого газа и теплоты дрожжевыми клетками при брожении»

#### Теоретическая часть

Человек издавна использует дрожжи для хлебопечения. Уже в середине 19 века в России было более 50 дрожже-винокурных заводов, на которых получали дрожжевую биомассу. В современное время биомассу дрожжей выращивают на мелассе — отходе производства сахара из сахарной свеклы, содержащем сахарозу. Сахароза является дисахаридом, который не может транспортироваться через цитоплазматическую мембрану. Для вовлечения сахарозы в метаболизм дрожжи вырабатывают фермент инвертазу (сахаразу), которая расщепляет этот дисахарид на глюкозу и фруктозу.

Дрожжи *Saccharomyces cerevisiae*, выпускаемые для хлебопечения, по органолептическим и физико-химическим качествам должны соответствовать определенным нормам, которые прописаны в ГОСТ 171-81. В таблице 1 представлены некоторые нормы физико-химических показателей дрожжей.

Таблица 1.

#### Нормы физико-химических показателей хлебопекарных дрожжей (по ГОСТ 171-81)

Наименование показателя	Норма
Влажность в день выработки, не более, %	75
Подъёмная сила, мин, не более	70
Кислотность 100 г. дрожжей в пересчёте на уксусную кислоту, в день выработки, мг, не более	120
Кислотность 100 г. Дрожжей в пересчёте на уксусную кислоту, на 12-е сутки хранения при температуре от 0 до +4°C, мг, не более	300

#### Практическая часть

**Цель работы:** определить подъёмную силу дрожжей ускоренным методом; определить кислотность дрожжей; определить фермент инвертазу в биомассе дрожжей

**Оборудование и материалы:**

1. Материал для исследования: биомасса брикетированных дрожжей различного срока хранения (свежие, 10—12 дней, свыше 12 дней хранения), сухие дрожжи и раствор фермента.

2. Раствор фермента готовится перед занятием. Для этого сухие дрожжи растирают в ступке с трехкратным количеством кварцевого песка, прибавляют десятикратное количество воды и оставляют при 35°C. После этого смесь фильтруют через бумажный фильтр. Прозрачный фильтрат употребляют в качестве раствора сахаразы.



3. Электронные весы.
4. Цифровой микроскоп, программное обеспечение, ПК,
5. Датчики pH температуры.
6. Химическая посуда, мерные цилиндры, фарфоровые чашки, химические пробирки.
7. Химические реактивы: мука, кварцевый песок; 2,5% раствора хлорида натрия, 6.5% раствора сахарозы, 8%-ногораствор сульфата меди, 3%-го раствора сегнетовой соли.

#### **Техника безопасности**

1. Соблюдайте осторожность при работе с химической посудой во избежание уколов и порезов.
2. Не допускайте попадания реактивов на кожу, глаза и одежду.
3. Приступайте к работе только тогда, когда убедитесь в исправности микроскопа. Точно выполняйте указания учителя при работе с ним в отношении порядка действий.

#### **Ход работы:**

##### **А) Определение подъёмной силы дрожжей ускоренным методом (по ГОСТ 171-81)**

Разные дрожжи с различным сроком годности.

Методика эксперимента: на электронных весах взвесить 0,31 г дрожжей, перенести в фарфоровую чашку, прилить 4,8 мл 2,5% раствора хлорида натрия, нагретого до 35 °С, и тщательно перемешать шпателем или пестиком. К полученному раствору добавить 7 г муки, замешать тесто и придать ему форму шарика. Шарик опустить в стакан с 200 мл воды, нагретой до температуры 35 °С, и поместить в термостат с той же температурой. Отметить время, прошедшее с момента погружения шарика на дно стакана, до момента его всплытия. Время подъема шарика в минутах умножить на коэффициент 3,5, полученный эмпирически для определения подъёмной силы.

##### **Б) Определение кислотности дрожжей (по ГОСТ 171-81)**

Методика эксперимента: Взвесить 10 г дрожжей, поместить в колбу вместимостью 100 мл, залить 50 мл дистиллированной воды и перемешать. Опустить pH-метр и определить кислотность растворов (дрожжи разного срока хранения).

Все результаты опытов А и Б зафиксировать в тетради, сравнивают и делают соответствующие выводы о соответствии дрожжей различного срока годности стандартам, а также о влиянии условий хранения дрожжей на их физико-химические показатели.

##### **В) Качественное определение фермента инвертазы**

В пробирку налить 2 мл 6,5% раствора сахарозы, добавить 0,5 мл раствора фермента. Через 10 минут в пробирку добавить 3 мл раствора 8%-ного сульфата меди, 3 мл 3%-го раствора сегнетовой соли (двойной виннокислой соли калия-натрия) в 2 н. растворе гидроксида натрия, перемешать и поставить пробирку на 3 минуты в кипящую водяную баню. В качестве контроля взять пробирку, в которой вместо фермента добавлено 0,5 мл дистиллированной воды. Контрольную пробирку также поставить на 3 минуты в водяную баню.

Необходимо отметить изменения, произошедшие в растворе: изменение цвета осадка, самостоятельно написать уравнение процесса, отметить отсутствие изменений в контрольном растворе, написать причину изменений в опытном и отсутствия изменений в контрольном растворе.

#### **Выводы**

Сформулируйте выводы по вопросам:

1. Какие энергетические процессы протекают в клетках дрожжей в анаэробных и аэробных условиях?
2. Что с биологической точки зрения означает выражение «дрожжи поднимают тесто»?



## Лабораторная работа № 8 «Поведение хромосом при митотическом делении в клетках растений»

### Теоретическая часть

Митоз служит механизмом размножения, при котором возникает потомство, генетически идентичное родителям. Как правило, митоз является основой бесполого размножения. Однако следует помнить, что у растений половые клетки на гаметофите также возникают митозом. Лабораторное изучение митоза позволяет наблюдать поведение хромосом во время его фаз и глубже понять биологическое значение этого вида деления клеток.

В клетках высших растений отсутствуют центриоли, поэтому в них видны только хромосомы. В клетке в состоянии интерфазы хорошо различимо ядро, ядрышко, гранулы хроматина. В профазе видны хромосомы, образующие плотный, а затем рыхлый клубок (в поздней фазе). В метафазе хромосомы расположены в плоскости экватора клетки. В анафазе происходит отщепление хроматид друг от друга и расхождение их к полюсам, в результате чего в клетке видны две группы дочерних хромосом, имеющих вид звезды. Телофаза продолжается до полной реконструкции ядра. Удобнее наблюдать раннюю телофазу. Цитокинез лучше рассматривать на специальных препаратах. Необходимо отметить, что в растительных клетках формируется не перетяжка цитоплазмы, а перегородка, которая возникает за счёт остатков нитей веретена (фрагмопласта), от центра к периферии клетки.

Для изучения митоза можно использовать постоянные микропрепараты. К сожалению, они имеются не во всех школах, однако микропрепараты легко могут быть приготовлены как учениками на занятиях, так и учителями при подготовке к занятиям. В первом случае лучше всего готовить временные препараты, во втором — постоянные. Для приготовления микропрепаратов из растительных объектов удобны корешки лука репчатого (*Allium cepa*), гороха посевного (*Pisum sativum*), бобов конских (*Vicia faba*) и видов фасоли, например, фасоли обыкновенной (*Phaseolus vulgaris*). Для этого нужно прорастить луковицу или семена бобовых до появления корешков длиной около 1 см. Приготовление препаратов желательно проводить утром, поскольку в это время клетки наиболее митотически активны.

### Практическая часть

**Цель работы:** изучить поведение хромосом во время фаз митоза.

**Оборудование и материалы:** предметные стёкла, покровные стёкла, препаровальная игла, пинцет, спиртовка, спички, пипетка, метиленовый синий, фильтровальная бумага, микроскоп, пророщенные семена или луковицы с корешками.

#### Техника безопасности

1. Соблюдайте осторожность при работе с препаровальными иглами, предметными и покровными стёклами во избежание уколов и порезов.
2. Не допускайте попадания красителя на кожу, глаза и одежду.
3. Соблюдайте правила работы со спиртовкой во избежание ожогов.
4. Приступайте к работе только тогда, когда убедитесь в исправности микроскопа. Точно выполняйте указания учителя при работе с ним в отношении порядка действий.



### Ход работы:

#### Часть 1. Приготовление временных микропрепаратов (при работе с готовыми микропрепаратами переходите сразу ко второй части работы)

1. Отделите корешок длиной 1 см и перенесите его на предметное стекло.
2. На предметном стекле с помощью препаровальной иглы или лезвия отделите самый кончик корня.
3. Нанесите на кончик корня несколько капель метиленового синего. Окрашивание и фиксация длится 5—10 мин.
4. Проведите мацерацию (размягчение) тканей, для чего препарат слегка и недолго подогрейте на спиртовке (не до кипячения!). Повторите операцию 2—3 раза. Если краска испарится, её нужно добавить.
5. Накройте окрашенный корешок покровным стеклом и умеренно сильно надавите большим пальцем для распределения клеток тонким слоем (можно рекомендовать затем слегка покатавать ручку или карандаш по стеклу). Если из-под стекла выступит избыток краски, удалите его фильтровальной бумагой или салфеткой.

#### Обратите внимание!

В школе может не быть цитологических красителей. Их нетрудно приобрести. Дешевле всего обойдётся кармин, который продаётся как пищевой краситель, но для его приготовления требуется колба с обратным холодильником, а также ледяная уксусная кислота, которая является прекурсором. Орсеин реализуется в торговле как цитологический краситель и сравнительно недешев. Метиленовый синий продаётся в аптеках как антисептик (метиленовая синька, медицинская синька) и в зоомагазинах как средство для обработки воды в аквариумах). Он может продаваться как порошок, как 1%-ный спиртовой раствор в стеклянных флаконах объёмом 10—15 мл и как 1%-ный раствор, разведённый 25%-ным раствором глюкозы, в ампулах по 20 или 50 мл. Последняя форма для цитологических целей не пригодна. Для приготовления цитологического красителя к 5 мл насыщенного спиртового раствора метиленового синего добавьте 195 мл дистиллированной воды и хорошо перемешайте.

#### Часть 2. Работа с микропрепаратами

6. Настройте микроскоп. Столик должен быть опущен, свет сфокусирован в окуляре, диафрагма полностью открыта, установлено малое увеличение (4x10).
7. Разместите микропрепарат на предметном столике и поднимите его до конца. При этом следите, чтобы покровное стекло и объектив не соприкоснулись.
8. Глядя в окуляр, медленно с помощью макровинта опускайте столик до появления чёткого изображения.
9. Рассмотрите микропрепарат. Найдите ядра клеток с различными стадиями митоза.
10. Рассмотрите ядра клеток при большом увеличении (10x10), используя микровинт для настройки резкости. Зарисуйте клетки в соответствующих ячейках таблицы.
11. Подсчитайте числа хромосом на метафазных пластинках. Укажите в таблице число хромосом в диплоидном наборе.
12. Сделайте описание процессов, происходящих в клетках в разные фазы митотического деления.

#### Обратите внимание!

Число хромосом в диплоидном наборе у лука репчатого составляет 16, гороха посевного — 14, бобов конских — 12, фасоли обыкновенной — 22.





## Представление результатов наблюдений

Фаза митоза	Рисунок	Процессы, происходящие в клетке
Профаза		
Метафаза		
Анафаза		
Телофаза		
Число хромосом в диплоидном наборе		

**Выводы**

Сформулируйте выводы по вопросам:

1. Какие фазы митоза удалось наблюдать?
2. По какому главному признаку удалось распознать фазы митоза?
3. Сколько хромосом в диплоидном наборе у исследованного организма?

**Контрольные вопросы**

1. Оба окуляра бинокулярного микроскопа дают увеличение 10х, объектив имеет увеличение 4х. Объект на этом микроскопе можно рассмотреть при увеличении:

- а) 10х
- б) 20х
- в) 40х
- г) 400х

Правильный ответ: в.

2. Число хромосом в диплоидном наборе у лука репчатого (*Allium cepa*) составляет 16.

Выберите три верных утверждения, относящиеся к митозу у данного растения.

- а) в профазе количество молекул ДНК в клетках составляет 32;
- б) в метафазе количество однохроматидных хромосом составляет 16;
- в) в анафазе количество хромосом составляет 16;
- г) в анафазе количество хромосом составляет 32;
- д) во время цитокинеза образуется перетяжка между дочерними клетками;
- е) во время цитокинеза образуется перегородка между дочерними клетками.

Правильные ответы: а, г, е.

3. Число хромосом в диплоидном наборе у бобов конских (*Vicia faba*) составляет 12.

Выберите три верные утверждения, относящиеся к митозу у данного растения.

- а) в профазе количество хромосом в клетках составляет 24
- б) в профазе количество молекул ДНК в клетках составляет 24
- в) в метафазе количество молекул ДНК составляет 24
- г) в анафазе количество двуххроматидных хромосом составляет 24
- д) в клетках пыльцевого зерна количество хромосом составляет 6
- е) в клетках тычиночной нити количество хромосом составляет 12

Правильные ответы: б, в, е.



## Лабораторная работа № 9 «Поведение хромосом при мейотическом делении в клетках растений»

### Теоретическая часть

Мейоз — это форма ядерного деления, сопровождающаяся уменьшением числа хромосом с диплоидного до гаплоидного и изменением генетического материала. Результат мейоза — образование клеток с гаплоидным набором хромосом — половых клеток. Биологическое значение мейоза:

1. Благодаря редукции числа хромосом в результате мейоза в ряду поколений при половом размножении обеспечивается постоянство числа хромосом.
2. Независимое распределение хромосом обеспечивает рекомбинацию генов, относящихся к одной группе сцепления (находящихся в одной хромосоме).
3. Кроссинговер в профазе I мейоза обеспечивает рекомбинацию генов, относящихся к одной группе сцепления (находящихся в одной хромосоме).
4. Случайное сочетание гамет при оплодотворении вкуче с вышеперечисленными процессами способствует генетической изменчивости.

Мейоз состоит из двух последовательных делений, первое из которых называется редукционным, а второе — эквационным. В приложении 2 представлены события, происходящие в клетке на разных фазах мейоза.

### Практическая часть

**Цель работы:** изучить поведение хромосом во время мейоза.

**Материалы и оборудование:** предметные стёкла, покровные стёкла, препаровальная игла, пинцет, спиртовка, спички, пипетка, метиленовый синий, фильтровальная бумага, микроскоп, пророщенные свежие пыльники лилии.

#### Техника безопасности

1. Соблюдайте осторожность при работе с препаровальными иглами, предметными и покровными стёклами во избежание уколов и порезов.
2. Не допускайте попадания красителя на кожу, глаза и одежду.
3. Соблюдайте правила работы со спиртовкой во избежание ожогов.
4. Приступайте к работе только тогда, когда убедитесь в исправности микроскопа. Точно выполняйте указания учителя при работе с ним в отношении порядка действий.

#### Приготовление микропрепаратов

Как и в случае с митозом, в школе могут отсутствовать постоянные микропрепараты промышленного производства для изучения мейоза. Для приготовления цитологических препаратов в этом случае можно использовать пыльники многих растений: лука, ржи, лилии, традесканции, конских бобов. Материал для фиксации следует брать с учётом его биологии, то есть в то время когда идёт мейоз в пыльниках. Например, у лука и лилии мейоз в пыльниках идёт в ещё не распутившемся бутоне, у ржи — в то время, когда колос находится ещё в трубке.

Методика приготовления препаратов сходна с таковой для митоза. Для приготовления постоянных препаратов из растительных объектов можно рекомендовать фиксацию по Кларку (3 части абсолютного этилового спирта и 1 часть ледяной уксусной кислоты).

#### Приготовление красителей

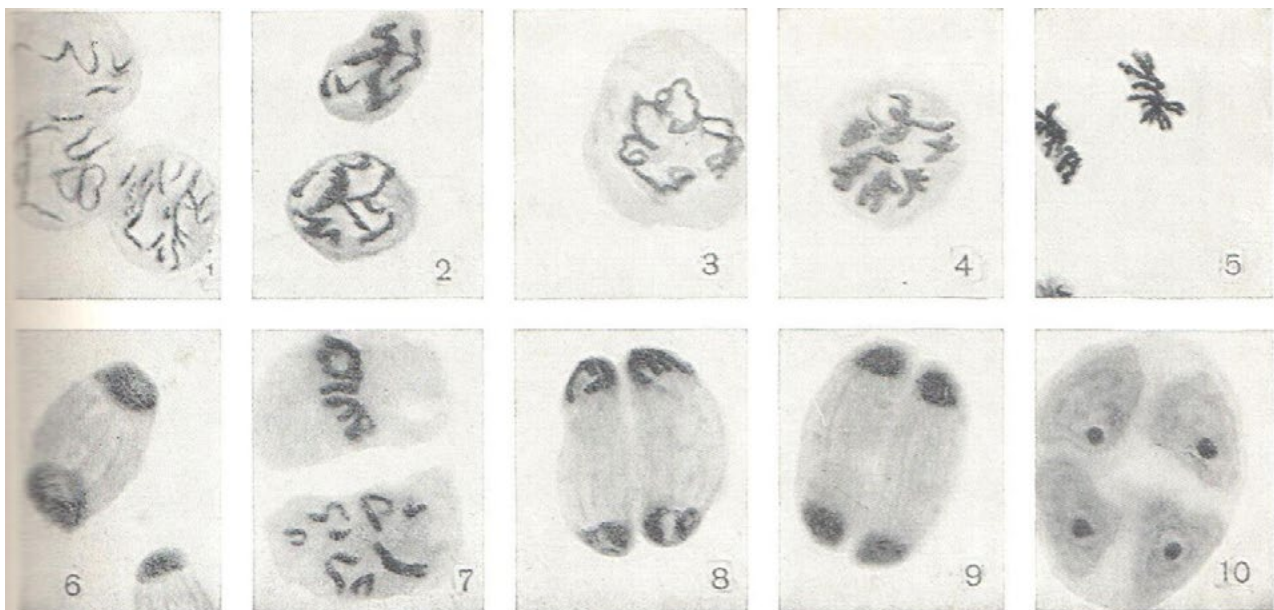
Если в школе не имеется цитологических красителей, то можно их приготовить самостоятельно. Методика приготовления различных красителей описана в лабораторной работе «Поведение хромосом при мейозе в клетках растений».



**Ход работы:**

1. Настройте микроскоп. Столик должен быть опущен, свет сфокусирован в окуляре, диафрагма полностью открыта, установлено малое увеличение (4x10).
2. Разместите микропрепарат на предметном столике и поднимите его.
3. Глядя в окуляр, медленно с помощью макровинта опускайте столик до появления чёткого изображения.
4. Рассмотрите микропрепарат. Найдите ядра клеток с различными стадиями мейоза. Видны разные стадии и фазы мейоза на срезах пыльников. Встречается асинхронность в стадиях в соседних гнездах одного пыльника.
5. Рассмотрите ядра клеток при большом увеличении (10x10 и более). Настройте чёткость изображения с помощью микровинта. Зарисуйте ядра клеток в соответствующих ячейках таблицы.
6. Подсчитайте числа хромосом на метафазных пластинках.
7. Сделайте описание процессов, происходящих в клетках в разные фазы мейотического деления.
8. Укажите в таблице число хромосом и молекул ДНК на каждой стадии мейоза для этого вида растений.

*Примечание:* число хромосом в диплоидном наборе у лука репчатого (*Allium cepa*) составляет 16, ржи (*Secale cereale*) — 14, традесканции (*Tradescantia virginiana*) — 24, лилейных (*Lilium sp.*) — 24, томата (*Lycopersicum esculentum*) — 24, картофель (*Solanum tuberosum*) — 48 (тетраплоид; у диких форм — 24).



**Рис. 1.** Микрофотографии стадий мейоза в пыльниках лука (*Allium cepa*):

- 1— 3 — профазы I (1 — лептотема, 2 — пахитема, 3 — диплотема); 4 — метафаза I; 5 — анафаза I; 6 — телофаза I; 7 — метафаза II; 8 — анафаза II; 9 — телофаза II; 10 — тетрада пыльцы



**Оформление результатов**

Фаза митоза	Рисунок	Процессы в клетке, количество хромосом и ДНК
Профаза I: лептотена		
Профаза I: зиготена		
Профаза I: пахитена		
Профаза I: диплотена		
Профаза I: диакинез		
Метафаза I		
Анафаза I		
Телофаза I		
Профаза II		
Метафаза II		
Анафаза II		
Телофаза II		

**Выводы**

Сделайте выводы:

1. Какие фазы мейоза вам удалось наблюдать?
2. По какому главному признаку удалось распознать фазы митоза?
3. Сколько хромосом в диплоидном наборе и молекул ДНК в начале деления у исследованного организма?

**Материалы для копирования**

События и микроскопическая картина фаз мейоза

Фаза, кол-во хромосом (n) и ДНК (c)	События	Микроскопическая картина
1	2	3
ПРОФАЗА I Лептотена (стадия тонких нитей) 2n4c	Сетчатая структура интерфазного ядра исчезает. Происходит конденсация ДНК с образованием хромосом в виде тонких нитей	В ядре наблюдаются тонкие нити, расположенные неупорядоченно
Зиготена <sup>1</sup> (стадия сливающихся нитей) 2n4c (в начале) 1n <sub>бив.</sub> 4c (в конце)	Гомологичные хромосомы притягиваются друг к другу сходными участками. Соединение их в пары (конъюгация)	В ядре наблюдаются тонкие нити, расположенные попарно



Продолжение

1	2	3
	происходит чаще с концов. Пара гомологичных хромосом образует структуру, которая называется бивалентом или тетрадой	
Пахитена <sup>1</sup> (стадия толстых нитей) $1n_{\text{бив.}} 4c$	Стадия завершённой или полной конъюгации хромосом. Происходит утолщение и укорочение хромосом в составе бивалента за счёт их спирализации. Гомологичные хромосомы перекрещиваются, между ними возникают хизмы	В ядре наблюдаются толстые нити, расположенные попарно
Диплотена <sup>1</sup> (стадия двойных нитей) $1n_{\text{бив.}} 4c$	Между гомологичными хромосомами в составе бивалента происходит кроссинговер — обмен участками. Происходит частичная деконденсация хромосом, при этом часть генов может работать, происходят процессы транскрипции (образование РНК), трансляции (синтез белка); гомологичные хромосомы остаются соединёнными между собой	В ядре наблюдаются толстые нити, расположенные неупорядоченно
Диакinesis <sup>1</sup> (стадия обособления двойных нитей) $1n_{\text{бив.}} 4c$	ДНК снова максимально конденсируется, исчезает ядерная оболочка и ядрышки; гомологичные хромосомы остаются соединёнными между собой; центриоли расходятся к полюсам клетки и начинают формировать веретено деления	Ядро исчезает, на его месте заметен клубок толстых нитей, расположенных неупорядоченно
МЕТАФАЗА I <sup>2</sup> $2n 4c$ (школа) $1n_{\text{бив.}} 4c$ (вуз)	Биваленты выстраиваются в экваториальной плоскости клетки; центриоли находятся на полюсах и формируют веретено деления, которое присоединяется к центромерам	Клетка становится округлой, ядро не наблюдается, биваленты в виде парных толстых нитей собираются у экваториальной пластинки
АНАФАЗА I $2n 4c$ (у каждого полюса — $1n 2c$ )	Происходит разделение бивалентов, и веретено деления растягивает гомологичные хромосомы к противоположным полюсам клетки	Клетка имеет округлую или вытянутую форму, ядро не наблюдается, хромосомы в виде толстых нитей располагаются у противоположных полюсов клетки
ТЕЛОФАЗА I $1n 2c$	Очень короткая по продолжительности; происходит разделение	Наблюдаются две более мелкие по размерам



1	2	3
	цитоплазмы и образование двух дочерних клеток, формирование ядерной оболочки и ядрышек. Число хромосом у каждого полюса в два раза меньше, чем у материнской клетки	дочерние клетки. В них заметны ядра с толстыми нитями внутри или с большими глыбами хроматина
ИНТЕРКИНЕЗ 1n2c	Синтетический период отсутствует, репликации (удвоения) ДНК не происходит	Клетка приобретает присущую ей форму, в ядре наблюдаются хроматин в виде точек, зёрен, глыбок; заметно ядрышко
ПРОФАЗА II 1n2c	Происходит конденсация хроматина с образованием хромосом, исчезает ядерная оболочка, ядрышко, центриоли расходятся к полюсам клетки	Клетка начинает терять нормальную форму, на месте ядра наблюдается клубок толстых нитей — хромосом
МЕТАФАЗА II 1n2c	Хромосомы выстраиваются в экваториальной плоскости, к их центромерам прикрепляется веретено деления, которое образуют центриоли	Клетка приобретает округлую форму, ядро не наблюдается, хромосомы в виде толстых нитей собираются у экваториальной пластинки
АНАФАЗА II 2n2c	Центромера разрывается, и сестринские хроматиды нитями веретена деления растягиваются к противоположным полюсам.	Клетка округлой или вытянутой формы, ядро не наблюдается, хромосомы в виде толстых нитей расположены у противоположных полюсов клетки
ТЕЛОФАЗА 1n1c	Происходит процесс реконструкции интерфазного ядра: появляется ядерная оболочка, ядрышко, хромосомы деконденсируются. В итоге из одной диплоидной материнской клетки в результате мейоза образуются четыре дочерние клетки с гаплоидным набором хромосом.	Наблюдаются четыре более мелкие по размерам дочерние клетки, внутри ядра заметны толстые нити или большие глыбы хроматина

*Примечание:* 1 — в школе для упрощения картины и более лёгкого понимания темы принимается, что во всей фазе профазы I и в метафазе I количество хромосом и ДНК составляет  $2n4c$ . Этого упрощения следует придерживаться и при подготовке к ЕГЭ. В действительности биваленты на цитологической картине выглядят как единые хромосомы, поэтому в университетском курсе цитологии для зиготены (конец стадии), пахитены, диплотены, диакинеза и метафазы I используется обозначение  $1n_{\text{бив.}}4c$ , где  $1n_{\text{бив.}}$  — количество хромосом в форме бивалентов.





## Лабораторная работа № 10 «Сравнительная характеристика одноклеточных организмов»

### Теоретическая часть

К простейшим относятся одноклеточные организмы. Встречаются практически во всех средах обитания: водной, почвенной, организменной. Размеры тела могут сильно варьировать, наиболее мелкие будут 2—15 мкм, большинство от 50 до 150 мкм, а есть настоящие «гиганты». Инфузории рода *Busaria* около 1,5 мм в длину, грегарина *Porosporagigantea* до 1 см, а раковины некоторых фораминифер достигают диаметра 5—6 см. Клетка простейшего является самостоятельным организмом, которому свойственны все жизненные функции: обмен веществ, движение, раздражимость, размножение. Один из критериев, по которому классифицировали простейших был способ их передвижения. Движение одноклеточного организма осуществляется с помощью разных органоидов и выростов цитоплазмы. У саркодовых для передвижения и захвата пищи при необходимости образуются ложноножки — псевдоподии. Они представляют собой выросты цитоплазмы, укрепленные волокнами цитоскелета. Жгутиковые передвигаются с помощью одного или нескольких жгутиков, а инфузории — благодаря многочисленным ресничкам.

Важнейшим условием для жизни простейших организмов является наличие жидкой среды (вода, влага почвы, кровь, межклеточная жидкость и др.). Большинство из них — свободно живущие организмы, характеризующиеся различными способами передвижения. Также в природе встречаются и паразитические группы. Многие из них возбудители тяжелых заболеваний человека, например: *Plasmodium*, вызывающий болезнь (малярия), убившая по средним оценкам больше людей, чем любая другая.

Для изучения простейших можно использовать постоянные микропрепараты, а также рассматривать водные растворы из природных водоемов. Благодаря фиксированным микропрепаратам возможно рассмотреть внутреннюю структуру клеток простейших организмов, однако временные микропрепараты могут быть приготовлены как учениками на занятиях, так и учителями при подготовке к занятиям. Для приготовления микропрепаратов с живыми организмами удобнее всего использовать воду из прудов или озер с органической взвесью.

### Практическая часть

**Цель работы:** изучить особенности строения и жизнедеятельности простейших (Protozoa).

**Оборудование и материалы:** предметные стека, покровные стекла, препаровальная игла, пинцет, пипетка, фильтровальная бумага, микроскоп, микропрепарат инфузория-туфелька, эвглена, мерный стакан с водой из природного водоема, вата.

#### Техника безопасности

1. Соблюдайте осторожность при работе с препаровальными иглами, предметными и покровными стёклами во избежание уколов и порезов.
2. Приступайте к работе только тогда, когда убедитесь в исправности микроскопа. Точно выполняйте указания учителя при работе с ним в отношении порядка действий.

#### Ход работы:

**Часть 1. Приготовление временных микропрепаратов (при работе с готовыми микропрепаратами переходите сразу ко второй части работы)**

1. На предметное стекло нанести каплю водного раствора (водоём, аквариум и др.) с помощью обыкновенной пипетки.





2. Поместите в каплю воды на предметном стекле несколько волокон ваты, затем аккуратно распределить их по капле препаровальной иглой и накрыть покровным стеклом.

3. Настройте микроскоп. Столик должен быть опущен, свет сфокусирован в окуляре, диафрагма полностью открыта, установлено малое увеличение (4x10).

### **Обратите внимание!**

Для приготовления временных микропрепаратов с простейшими, можно использовать не только воду из водоёмов, но и аквариумную воду или развести в 50 мл водопроводной воды 1 столовую ложку цветочного грунта (из горшка в котором давно произрастает растение). Лучше сразу приготовить 5—8 предметных стёкол на которые вы нанесёте капли воды, чтобы увеличить шансы на нахождение простейших. Ватные волокна необходимы для уменьшения скорости передвижения организмов в капле воды. Если это не помогает, с помощью фильтровальной бумаги нужно уменьшить объём жидкости.

### **Часть 2. Работа с микропрепаратами**

4. Настройте микроскоп. Столик должен быть опущен, свет сфокусирован в окуляре, диафрагма полностью открыта, установлено малое увеличение (4x10).

5. Разместите микропрепарат на предметном столике и поднимите его до конца. При этом следите, чтобы покровное стекло и объектив не соприкоснулись.

6. Глядя в окуляр, медленно с помощью макровинта опускайте столик до появления чёткого изображения.

7. Рассмотрите микропрепарат. Найдите клетки простейших.

8. Рассмотрите структуру клеток при большом увеличении (10x10), используя макровинт для настройки резкости. Зарисуйте строение эвглены в соответствующей ячейке таблицы № 1.

9. Проведите смену микропрепарата. Необходимо опустить предметный столик, отжать лапки фиксации предметного стекла и аккуратно за боковые стороны стекла изъять микропрепарат.

10. Установите следующий микропрепарат (инфузория-туфелька), на большом увеличении (10x10) рассмотрите строение организма. Зарисуйте инфузорию в соответствующей ячейке таблицы № 1.

11. Проведите сравнительный анализ строения клеток простейших организмов и заполните таблицу № 3, опираясь на рисунки №1—3.




**Представление результатов наблюдений**

**Задание 1.** Рассмотреть микропрепараты одноклеточных организмов и выявить их структурно-функциональные особенности. Заполнить таблицу № 1.

Таблица 1

**Строение простейших организмов**

Рисунок микропрепарата	Описание клеточных структур
 <p>Амёба</p>	
Эвглена зелёная	
Инфузория-туфелька	

**2.** Используя материалы учебника и теоретическую часть данной работы заполните таблицу № 2.

Таблица 2

**Особенности жизнедеятельности простейших**

Простейшие	Форма тела	Тип питания	Передвижение
Амёба обыкновенная			
Эвглена зелёная			
Инфузория-туфелька			

**3.** Сравните одноклеточных организмов по рисункам № 1—3 (наличие или отсутствие признака обозначьте знаком + или –) и заполните таблицу № 3.

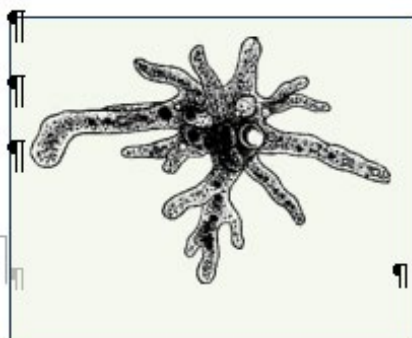


Рис. 1. Амёба

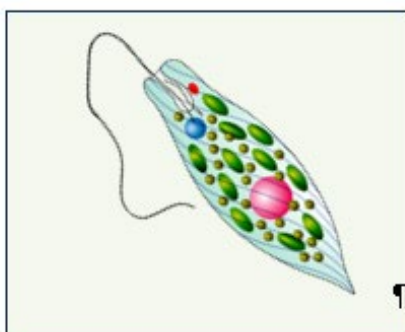


Рис. 2. Эвглена

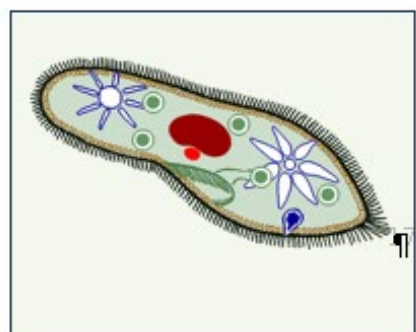


Рис. 3. Инфузория



Таблица 3  
Сравнительная характеристика одноклеточных

Признаки для сравнения	Организмы		
	Амёба обыкновенная	Эвглена зелёная	Инфузория-туфелька
Клеточная мембрана			
Цитоплазма			
Ядро			
Пищеварительная вакуоль			
Сократительная вакуоль			
Пластиды			
Светочувствительный глазок (стигма)			
Органеллы движения			

**Выводы**

1. Что общего у одноклеточных животных?
2. Чем они отличаются изучаемые объекты?
3. Какие существуют органеллы передвижения у простейших?
4. С помощью чего осуществляется осморегуляция у простейших?
5. Как различаются исследуемые объекты по типу питания?

**Контрольные вопросы**

1. Какие черты строения инфузории-туфельки свидетельствуют об усложнении строения данного организма по сравнению с другими изучаемыми организмами?

Ответ: ядерный дуализм, несколько сократительных вакуолей, трихоцисты (как элемент охоты или защиты), порошица.

2. Передвижение амёбы осуществляется с помощью:

1. пароподий
2. псевдоподий
3. ресничек
4. жгутиков

Ответ: 2.

3. Из перечисленных органоидов имеются у инфузории и отсутствуют у амёбы

1. ядро
2. реснички
3. трихоцисты
4. ложноножки
5. пищеварительная вакуоль
6. пелликула
7. порошица

Ответ: 2, 3, 6, 7.

3. Установите соответствие между организмами и их характеристикой: к каждой позиции, данной в первом столбце, подберите соответствующую позицию из второго столбца.



## ХАРАКТЕРИСТИКА

- А) пластиды
- Б) ядерный дуализм
- В) реснички
- Г) стигма
- Д) жгутики

## ОРГАНИЗМЫ

- 1) Эвглена
- 2) Инфузория

Запишите цифры в таблицу под соответствующими буквами.

А	Б	В	Г	Д

Ответ:

А	Б	В	Г	Д
1	2	2	1	1

### Лабораторная работа № 11 «Особенности развития папоротниковидных»

#### Теоретическая часть

Жизненный цикл папоротника, например, щитовника мужского *Dryopteris filix-mas* представляет собой чередование бесполого и полового поколений. Доминирующим поколением является спорофит. На специализированных листьях — вайях, развиваются сорусы (скопления спорангиев). Эти скопления находятся на нижней стороне вайи. В спорангиях путем мейоза формируются споры. С помощью кольца спорангия споры разбрасываются и в благоприятных условиях прорастают. Из спор развивается половое поколение (заросток), представленное зелёной пластинкой диаметром около 1 см. Заросток не расчленен на органы и не имеет корней (есть ризоиды). На нижней стороне заростка формируются мужские и женские половые органы (антеридии и архегонии), в которых митозом развиваются гаметы. Одним из важнейших и необходимых условий для слияния половых клеток является вода. Благодаря капельной влаги, сперматозоиды переплывают к архегониям и оплодотворяют яйцеклетку. Из образовавшейся зиготы развивается молодой спорофит. Молодой зародыш потребляет питательные вещества из заростка до тех пор, пока у него не сформируются собственные листья и корни.

Лабораторное изучение цикла развития папоротника, позволяет наглядно разобрать все основные стадии развития растения. Появляется возможность выявить черты морфолого-анатомического сходства с низшими растениями, а также определить ароморфозы впервые появившиеся у споровых растений. Практико-ориентированный подход способствует наиболее качественному разбору данной темы, при подготовке к экзаменационным работам.

#### Практическая часть

**Цель работы:** изучить развитие спорофита и гаметофита споровых растений.

**Оборудование и материалы:** предметные стёкла, покровные стёкла, ноутбук, биноклярный микроскоп, камера, препарат спорангий папоротника, препарат поперечный срез листа папоротника, препарат заросток папоротника.

**Техника безопасности**

1. Соблюдайте осторожность при работе с предметными и покровными стёклами во избежание порезов.

2. Приступайте к работе только тогда, когда убедитесь в исправности микроскопа. Точно выполняйте указания учителя при работе с ним в отношении порядка действий.

**Ход работы:****Работа с микропрепаратами**

1. Настройте микроскоп. Столик должен быть опущен, свет сфокусирован в окуляре, диафрагма полностью открыта, установлено малое увеличение (4х10).

2. Разместите микропрепарат на предметном столике и поднимите его до конца. При этом следите, чтобы покровное стекло и объектив не соприкоснулись.

3. Глядя в окуляр, медленно с помощью макровинта опускайте столик до появления чёткого изображения.

4. Рассмотрите микропрепарат при большом увеличении (10х10), используя микро-винт для настройки резкости. Изучите морфологические особенности строения спорангия папоротника. Выполните задание № 2 (пункт №1—4).

5. Проведите смену микропрепарата. Необходимо опустить предметный столик, отжать лапки фиксации предметного стекла и аккуратно за боковые стороны стекла изъять микропрепарат.

6. Установите следующий микропрепарат, на большом увеличении (10х10) рассмотрите строение вайи папоротника. Выполните задание № 2 (пункт № 5—8).

7. Установите следующий микропрепарат, на большом увеличении (10х10) рассмотрите строение заростка папоротника.

Выполните задание № 3.

8. Сделайте описание процессов, происходящих в структурах папоротника на разных стадиях жизненного цикла.

**Обратите внимание!**

Хромосомный набор ножки, кольца спорангия, плаценты, индузия и вайи диплоидный (2n), а спор гаплоидный (n).

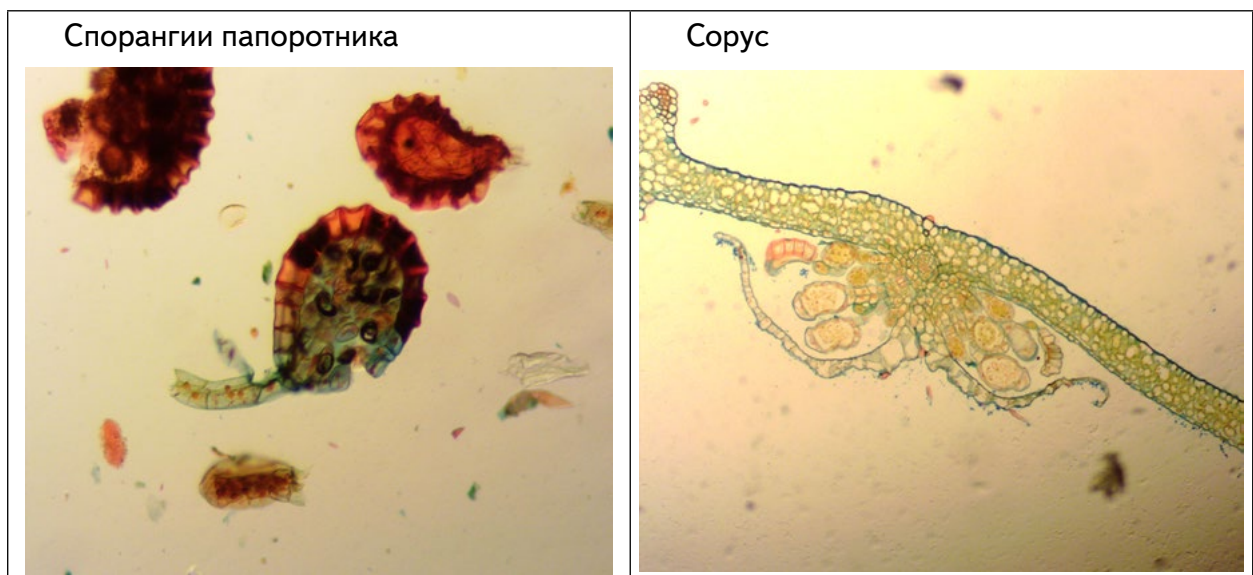
**Представление результатов наблюдений**

**Задание 1.** Сделайте соответствующие подписи к предложенному рисунку.



1	—	5	—
2	—	6	—
3	—	7	—
4	—	8	—

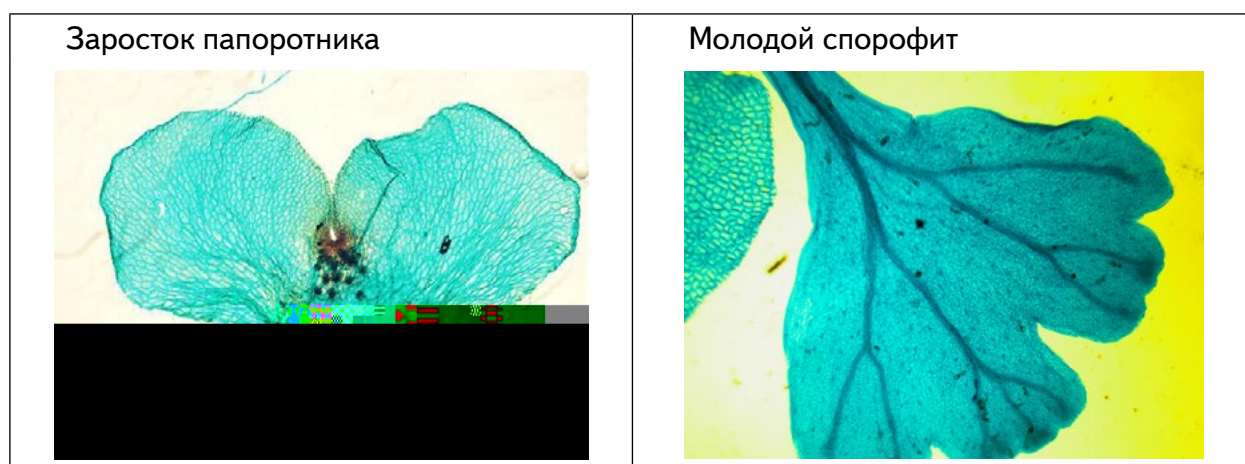
**Задание 2.** Рассмотрите микропрепарат спорогония и сделайте следующие подписи: ножка спорангия, кольцо спорангия, устье, споры, плацента, индузий, спорангии, вайя.





1	—	5	—
2	—	6	—
3	—	7	—
4	—	8	—

**Задание 3.** Рассмотрите микропрепарат заросток папоротника и микрофотографию молодого спорофита. Сделайте следующие подписи: слоевище, ризоиды, архегонии, антеридии.



1	—	3	—
2	—	4	—

**Выводы**

1. Какова функция индузия?
2. Для чего необходимо кольцо спорангия?
3. Где образуются гаметы у папоротника?
4. Как происходит половое размножение у папоротников?
5. Где образуются споры у папоротника?
6. Где образуется зародыш нового растения у папоротника?

**Контрольные вопросы**

1. Определить хромосомный набор заростка папоротника?  
 Ответ: гаплоидный (n).
2. Все приведённые ниже характеристики, кроме двух, используют для описания жизненного цикла папоротника. Определите две характеристики, «выпадающие» из общего списка.

- 1) сорусы прикрыты индузием
  - 2) из споры развивается предросток (протонема)
  - 3) спорангии развиваются на вайях
  - 4) архегонии и антеридии развиваются на разных гаметофитах
  - 5) из споры развивается заросток
- Ответ: 2,4.





3. Установите соответствие между структурами папоротника и набором хромосом: к каждой позиции, данной в первом столбце, подберите соответствующую позицию из второго столбца.

## СТРУКТУРЫ ПАПОРОТНИКА

## НАБОР ХРОМОСОМ

А) вайя

1) гаплоидный

Б) ризоиды заростка

2) диплоидный

В) клетки корневища

Г) клетки архегония

Д) спора

Запишите цифры в таблицу под соответствующими буквами.

А	Б	В	Г	Д
2	1	2	1	1

## Лабораторная работа № 12

## «Внешнее строение политенных хромосом комаров-звонцов»

## Теоретическая часть

Впервые политенные хромосомы были описаны Эдуардом Бальбиани в 1881 году в клетках слюнных желёз представителя рода *Chironomus* из семейства комары-звонцы (*Chironomidae*). Природа этих структур стала известна после их изучения у плодовой мушки *Drosophila melanogaster* Эмилем Хайтцем и Хансом Бауэром в начале 1930-х. В дальнейшем такие гигантские хромосомы были описаны у личинок двукрылых (*Diptera*) в ядрах клеток кишечника, мальпигиевых сосудов и жирового тела, а также у некоторых растений в ядрах эндосперма, антиподов, синергид и гаусторий, у инфузорий — при формировании макронуклеуса, у аскариды — в клетках пищеварительных желёз и эпителия матки, у моллюсков — в гигантских нейронах, у млекопитающих — в трофобластах. Клетки, в которых есть политенные хромосомы, теряют способность к делению, они являются дифференцированными и активно секретизирующими, то есть, политенизация хромосом является способом увеличения числа копий генов для синтеза какого-либо продукта. Например, в клетках слюнных желёз личинок дрозофилы политенизация хромосом необходима для образования большого количества клейкого вещества перед окукливанием. Самый высокий уровень политениции наблюдается у хромосом в ядрах клеток слюнных желёз. Именно эти хромосомы используют для кариологического анализа.

Политенные хромосомы представляют собой гигантские интерфазные хромосомы, возникающие в некоторых типах специализированных клеток в результате двух процессов:

- а) многократной репликации ДНК, не сопровождаемой делением клетки (эндомитоз);
- б) боковой конъюгации хроматид.

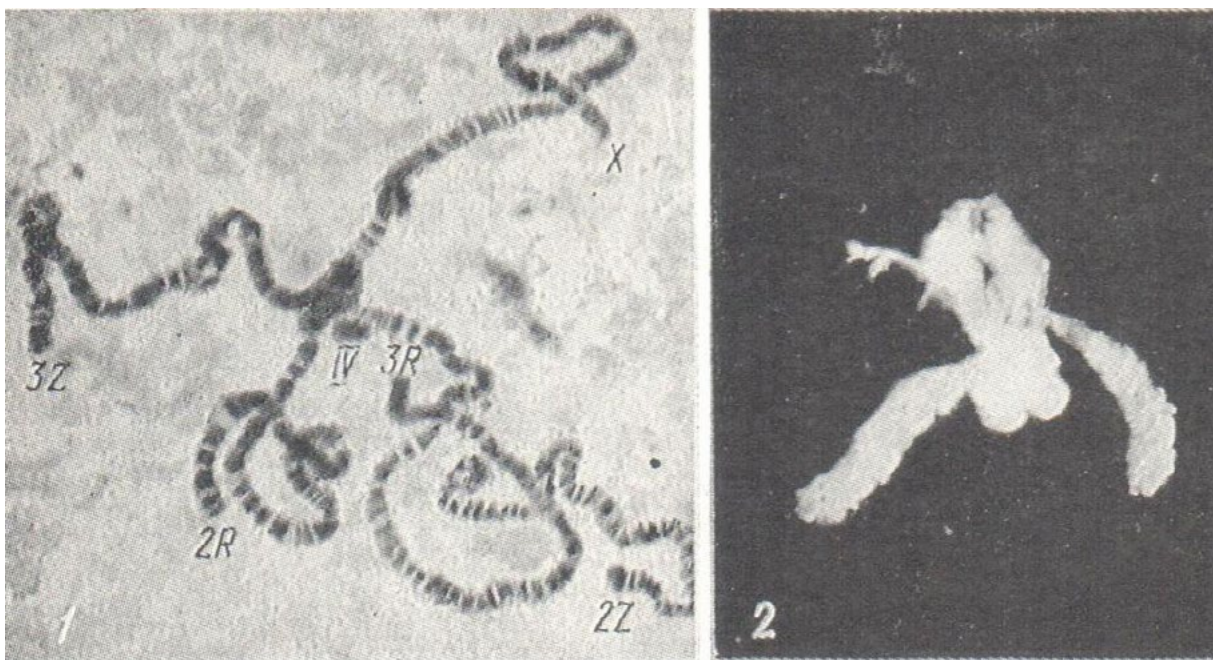
Кроме того, в слюнных железах двукрылых между собой конъюгируют ещё и гомологичные хромосомы каждой пары, поэтому в клетках можно наблюдать гаплоидное число хромосом.

Политенные хромосомы во много раз превышают по размеру хромосомы обычных соматических клеток. Они, как правило, в 100 — 200 раз длиннее и в 1000 раз толще (содержат до 1000 хромосом), чем хромосомы многих интерфазных клеток. Политенные хромосомы имеют характерную поперечную исчерченность. В тёмных участках с более плотной спирализацией (хромомерах) располагается неактивный хроматин, в то время

как светлые полосы имеют повышенную транскрипционную активность. Кроме того активными районами политенных хромосом являются пуфы и ядрышки. Пуфы — это участки политенных хромосом, в которых проходит активная транскрипция, приводящая к разрыхлению хроматина и вздутию (распуфливанию) хромосомы. Некоторые пуфы получили собственное название — кольца Бальбиани. Основные различия между обычными пуфами и кольцами Бальбиани заключаются во внешнем виде и продуктах синтеза. В кольцах Бальбиани синтезируется РНК белков слюнного секрета и происходит высокоактивная транскрипция, в результате которой нити ДНК сильно выпетливаются и образуют муфтообразную структуру вокруг хромосомы. Ядрышки представляют собой специализированный пуф, основу которого составляет ядрышковый организатор — участок хромосомы, ответственный за синтез всей рибосомной РНК клетки. Накопление веществ ядрышка происходит не только в области боковых выростов ядрышкового организатора, но и внутри самой хромосомы.

Генетические исследования политенных хромосом позволяют провести картирование точек разрывов хромосомных перестроек, картирование генов при, установить характер влияния различных факторов (в том числе экологических) на процессы репликации, транскрипции.

У дрозофилы обыкновенной наблюдается в диплоидном наборе четыре пары хромосом ( $2n = 8$ ). На микропрепарате слюнных желёз дрозофилы можно увидеть, что хромосомы дрозофилы агрегируют в области центромер с образованием хромоцентра. Из этого хромоцентра образования выходит пять, реже шесть концов — лент, каждая лента представлена двумя гомологичными хромосомами, как результат конъюгации (рис. 1).



**Рис. 1.** Политенные хромосомы (1) в ядре клетки слюнных желёз плодовой мушки *Drosophila melanogaster*: 1 — хромосомы с обозначением номеров и названий плеч, 2 — общий вид отпрепарированных слюнных желёз

Все хромосомы отличаются по морфологическому типу. Для идентификации политенных хромосом у дрозофилы можно пользоваться следующими признаками.

- 1) первая хромосома — X, акроцентрическая, образует одну ленту.



2) вторая хромосома очень длинная, метацентрическая, образует две ленты (два плеча) от хромоцентра (2Z-левое, 2R-правое).

3) третья хромосома также очень длинная, метацентрическая и образует два плеча (3Z-левое, 3R-правое). У Z плеча концы веерообразные: у 3Z плеча конец более расширенный с дисками у основания, у 2L — более ровный, диски отсутствуют. У R плеча концы бульбообразные: у 3R плеча — больших размеров, чем у 2R плеча.

4) четвёртая хромосома очень маленькая, она образует малую, едва выступающую из хромоцентра ленту.

У некоторых видов и родов наблюдается уменьшение до трёх и даже до двух пар хромосом. Большинство видов этого рода *Chironomus* имеет  $2n = 8$ , но встречаются и виды с  $2n=6$ . У видов с  $2n=8$  три пары крупных мета- или субметацентрических хромосом (двуплечие хромосомы I, II и III) и одну пару коротких телоцентрических хромосом (одноплечая хромосома IV). В более примитивных подсемействах (*Podonominae*, *Tanytoidinae*, *Telmatogeninae*, *Diamesinae*) числа хромосом в кариотипе сильно варьируют у разных видов, и хромосомные наборы могут насчитывать до 14—16 хромосом. Как правило, в лабораторных работах используется личинки рода *Chironomus*.

### Практическая часть

**Цель работы:** приготовить временный микропрепарат политенных хромосом и изучить особенности их внешнего строения в связи с транскрипционной активностью.

#### Обратите внимание!

Микропрепараты политенных хромосом дрозофилы поставляются в комплекте по общей биологии. Поскольку они имеются не в каждой школе, мы приводим методику приготовления микропрепаратов, а работу разделяем на две части, препараторскую и исследовательскую. Эта сравнительно несложная методика требует определённой подготовки. Данная лабораторная работа может проводиться с использованием слюнных желёз личинок плодовых мушек либо комаров-звонцов (мотыля). Плодовых мушек можно наловить в сезон, а мотыль намыть в водоёме, либо приобрести (что зачастую удобнее) в рыболовном или зоомагазине. Препараты политенных хромосом можно приготовить из 4—5-дневных личинок 3-го возраста 2-й стадии (активно двигающиеся по стеклу) дрозофилы или личинок мотыля (из сем. *Chironomidae*). Легче работать с личинками мотыля, чем с личинками дрозофилы, поскольку они крупнее. Пробирки с 4—5-дневными личинками дрозофилы предварительно перед началом работы желательно поместить в термостат с температурой 16—18°C на сутки (в этом случае легче освободить слюнные железы от других тканей, и препарат получается более качественным).

Не всегда удастся долгое время хранить живых личинок. Для успешного сохранения материала для исследования личинок фиксируют в смеси 96 % этанола и ледяной уксусной кислоты (или 95% уксусной кислоты) в соотношении 3:1. При этом пойманных личинок опускают в сосуд с холодным фиксатором, которого должно быть в 10 раз больше, чем фиксируемого материала. Меняют фиксатор несколько раз в течение суток, когда он приобретает светло-коричневый цвет. Фиксированных личинок хранят в холодильнике или морозильной камере в герметичной ёмкости с этикеткой места и времени сбора материала. Перед работой учителю или лаборанту следует промыть личинок, выдержав их 15—30 мин в физиологическом растворе.

### Часть 1. Методика приготовления временного микропрепарата политенных хромосом

**Оборудование:** микроскоп или бинокулярная лупа, предметные и покровные стекла, препаровальные иглы, пипетки, фильтровальная бумага, салфетки, медицинские перчатки, термостат.

**Материалы и реактивы:** личинки дрозофилы или комара-звонца (мотыль), ацетоорсеин или ацетокармин, 45%-ная уксусная кислота; физиологический раствор.

#### Техника безопасности

1. Соблюдайте осторожность при работе с препаровальными иглами, предметными и покровными стёклами во избежание уколов и порезов.
2. Не допускайте попадания реактивов на кожу, глаза и одежду.

#### Приготовление физиологического раствора

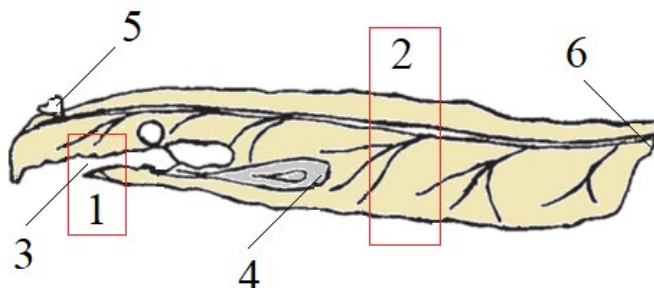
Вариант для лабораторных работ: растворить в 1 л дистиллированной воды 7,5 г NaCl, 0,35 г KCl, 0,21 г CaCl<sub>2</sub>.

Вариант для учебно-исследовательских работ: растворить в 1 л дистиллированной воды 85 мг Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>, 50 мг KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, 620 мг NaCl, 200 мг KCl, 130 мг MgCl<sub>2</sub>, 28 мг CaCl<sub>2</sub>.

#### Ход работы:

##### Часть 1. Приготовление временного микропрепарата политенных хромосом

1. Наденьте перчатки. Это необходимо для защиты рук от случайного попадания капель реактивов
2. С помощью препаровальной иглы перенесите личинки из пробирки на предметное стекло в каплю физиологического раствора.
3. С помощью двух препаровальных игл отделите слюнные железы личинки — парные образования удлинённой формы, расположенные по обе стороны пищевода в переднем отделе тела (ротовая часть личинки заострена и покрыта тёмным слоем хитина). Для этого прижмите одной иглой ротовую часть личинки, а другой надавите плашмя на середину тела, оттягивая задний конец личинки и скользящим движением резко отделяя две части друг от друга (рис. 2). При этом слюнные железы обычно вычлняются вместе с головным отделом и жировыми телами. Если это не удалось, то значит, слюнные железы остались в переднем отделе. В этом случае осторожно иглой выдавите содержимое передних сегментов тела.



**Рис. 2.** Личинка дрозофилы: 1 — район наложения первой препаровальной иглы; 2 — район наложения второй иглы; 3 — ротовое отверстие; 4 — слюнные железы; 5 — переднее дыхальце; 6 — заднее дыхальце





4. Препарат поместите на предметный столик бинокулярной лупы или стереомикроскопа и под увеличением 4x4 найдите слюнные железы (в крайнем случае можно обойтись и без увеличительных приборов). Их клетки с крупными ядрами можно увидеть даже на неокрашенном препарате.

5. Попытайтесь освободить железы от других тканей с помощью препаровальных игл. На предметное стекло (желательно стекло с лункой) нанесите несколько капель ацеторсеина или ацетокармина и с помощью препаровальной иглы перенесите железы в краску. Для того чтобы уксусная кислота из красителя не испарилась, часовое стекло поместите в чашку Петри.

6. Окрашивайте железы 15—30 минут. Если возможно, поместите их на это время в термостат при температуре 37°C.

7. После окрашивания железы следует промыть для удаления излишка красителя и дифференцировки хромосом. Для этого на чистое предметное стекло пипеткой нанесите каплю 45% уксусной кислоты и перенесите в неё железы с помощью препаровальной иглы. Несколько раз промойте железы в растворе кислоты. При промывке кислота удаляется с помощью фильтровальной бумаги и заменяется свежей каплей.

8. Чтобы рассмотреть хромосомы, нужно добиться того, чтобы они вышли за пределы ядра и расправились. Для этого делают давленный препарат. Накройте препарат покровным стеклом. Затем на покровное стекло сверху положите полоску фильтровальной бумаги. Двумя пальцами левой руки придержите покровное стекло, чтобы оно не скользило по предметному (иначе клеточные структуры будут скомканы), большим пальцем правой руки надавите на препарат (направление силы должно быть перпендикулярно объекту). Важно не допустить сдвига покровного стекла!

9. Уберите фильтровальную бумагу и поместите препарат на столик микроскопа.

10. Уберите реактивы и снимите перчатки.

## **Часть 2. Методика изучения политенных хромосом**

### **Ход работы:**

1. Настройте микроскоп на увеличение 4x10 и рассмотрите микропрепарат.

2. На микропрепарате найдите место, где хромосомы хорошо распределены и четко виден окрашенный узел — хромоцентр, соединяющий центромеры всех хромосом.

3. Выполните схематичный рисунок 1 (клетка слюнной железы с политенными хромосомами). Обратите внимание на хромосомы ядра: их число, форму районов с эухроматином и гетерохроматином. Укажите под рисунком количество политенных хромосом в клетке личинок ванного вида, а также количество хромосом в диплоидном наборе.

### **Обратите внимание!**

В клетках слюнных желёз дрозофилы или комара-звонца заметны большие ядра с крупными хромосомами и прозрачной кариоплазмой. У дрозофилы хромосом чаще всего четыре, что соответствует гаплоидному набору хромосом. Длина хромосом различна, они часто переплетены между собой, образуя клубок. Хромосомы имеют вид лент с вздутиями и поперечной исчерченностью в каждой хромосоме тёмных (гетерохроматиновых) и светлых (эухроматиновых) дисков (хромомеров), имеющих различную форму и величину.

4. Рассмотрите участки отдельных хромосом при увеличении 10x10 и 40x10. Обратите внимание на расположение, величину дисков, пuffed, кольца Бальбиани, ядрышко, район ядрышкового организатора (он хорошо заметен у субметацентрической четвёртой хро-



мосомы — самой маленькой). Сравните картину поперечной исчерченности, создаваемую чередованием различных дисков у отдельных хромосом.

5. Выполните схематичный рисунок 2 «Участок отдельной политенной хромосомы I—III». На рисунке обозначьте терминами: хромоцентр, гетерохроматиновые и эухроматиновые участки, пуф, кольцо Бабиани. Если работа выполнялась с использованием личинок комара-звонца с большим количеством хромосом, то количество цифр в названии рисунка будет на одну меньше, чем в гаплоидном наборе.

6. Выполните схематичный рисунок 3 «Короткая политенная хромосома». У дрозофилы это хромосома IV. На рисунке обозначьте терминами: хромоцентр, район ядрышкового организатора.

7. Внесите в таблицу результатов работы данные о функциях обозначенных вами структур.

**Обратите внимание!**

При наличии достаточного времени работу можно усложнить, добавив описание каждой хромосомы, с указанием её морфологического типа (расположение центромеры, соотношение длины плеч, размеры).

**Оформление результатов**

По результатам работы выполняется три рисунка и заполняется таблица.

Рис. 1. «Клетка слюнной железы с политенными хромосомами».

Рис. 2. «Участок отдельной политенной хромосомы I—III».

Рис. 3. «Короткая политенная хромосома».

Таблица. Функции структур политенных хромосом (названия структур соответствуют обозначениям на рис. 1 и 2)

Структуры	Функции
1. Хромоцентр	
2. Гетерохроматиновые диски	
3. Эухроматиновые диски	
4. Пуф	
5. Кольцо Бабиани	
6. Ядрышковый организатор	

**Выводы**

Сделайте выводы:

1. Сколько политенных хромосом у исследованного вами организма?
2. Какие функциональные структуры политенных хромосом удалось вам обнаружить?

**Лабораторная работа № 13**

**«Определение полового хроматина в клетках букального эпителия человека»**

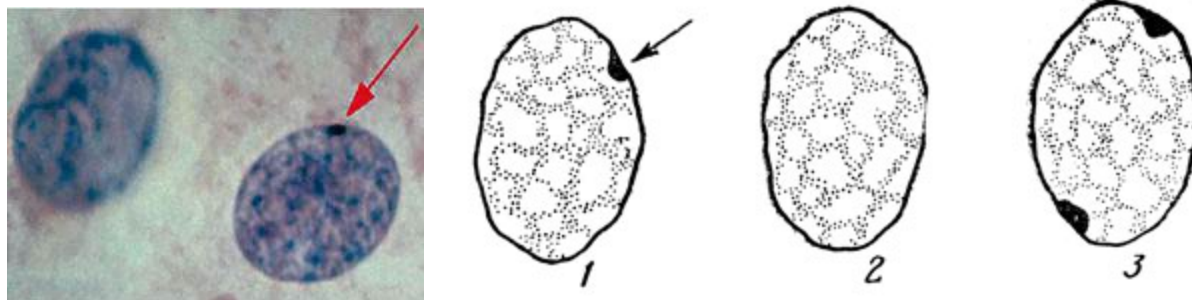
**Теоретическая часть**

Половой хроматин (тельце Барра) является продуктом закономерной гетерохроматизации одной из двух X-хромосом нормальных соматических клеток женского организма и может быть выявлен в ядрах интерфазных клеток, что значительно облегчает цито-



логическую диагностику пола индивидуума и различных аномалий, связанных с изменением нормального числа X-хромосом в кариотипе.

При выполнении работы следует иметь в виду, что в случае женского кариотипа (46, XX) тельце полового хроматина обычно выявляется в ядрах 20—70 % нормальных клеток эпителия слизистой оболочки рта (буккальный эпителий), тогда как у лиц с нормальным мужским кариотипом (46, XY) оно обнаруживается очень редко (вероятность выявления составляет менее 5 % исследованных клеток). Однако в патологических случаях (при аномалиях числа X-хромосом в кариотипе индивидуума) картина может существенно меняться (рис. 1).



**Рис. 1.** Мокрофотография (слева) и схема положения полового хроматина (тельце Барра) в соматических клетках (справа): 1 — соматические клетки нормальной женщины содержат одно тельце Барра (указано стрелкой); 2 — в клетках нормальных мужчин тельца Барра отсутствуют; 3 — у людей с синдромом трисомии (XXX или XXXY) присутствует два тельца Барра

### Практическая часть

**Цель работы:** определить половой хроматин в клетках здорового человека.

**Оборудование:** стерильные салфетки, шпатель, штатив с пробирками, микроскоп, препаровальная игла, предметные и покровные стёкла, пипетка

**Реактивы и материалы:** вода, ацетоорсеин (или ацетокармин), соскоб буккального эпителия.

#### Техника безопасности

1. Соблюдайте осторожность при работе с препаровальными иглами, предметными и покровными стёклами во избежание уколов и порезов.

2. Не допускайте попадания красителя на кожу, глаза и одежду.

3. Приступайте к работе только тогда, когда убедитесь в исправности микроскопа. Точно выполняйте указания учителя при работе с ним в отношении порядка действий.

#### Ход работы:

##### Часть 1. Приготовление временного препарат клеток слизистой оболочки ротовой полости

Подготовьте микроскоп к работе.

С помощью стерильной сухой салфетки тщательно протрите участок слизистой оболочки щеки в целях удаления слоя слущивающегося поверхностного эпителия.

Шпателем с тонким загнутым концом сделайте соскоб слоя эпителия слизистой щеки.

Полученный материал поместите в виде мазка на поверхность сухого обезжиренного предметного стекла.

Нанесите на мазок каплю красителя (ацеторсеина) и накройте препарат покровным стеклом.





**Часть 2. Исследование препарата клеток буккального эпителия**

Изучите приготовленный препарат при малом увеличении микроскопа для обнаружения эпителиальных клеток (клетки имеют: крупные ядра, слабо окрашивающиеся ацеторсеином).

Используя иммерсионное увеличение микроскопа, проведите исследование отдельных клеток в препарате на наличие или отсутствие в них полового хроматина, который в виде интенсивно окрашивающихся глыбок локализуется под ядерной оболочкой.

Зарисуйте ядро клетки в соответствующей ячейке таблицы результатов.

Подсчитайте число телец полового хроматина в ядрах 50 эпителиальных клеток. Считать необходимо только ядра с четкими контурами, слабо окрашенные ацеторсеином и имеющие целую (неразрушенную) ядерную оболочку.

Внесите данные по результатам подсчёта в таблицу и на основе наблюдаемой цитологической картины сделайте заключение о половой принадлежности исследуемого индивидуума.

**Оформление результатов**

Результаты исследования буккального эпителия

Этап работы	Наблюдения	Объяснение результата
1.	<i>(даётся рисунок клетки с обозначениями: граница ядра, карิโอплазма, хроматин, тельце Барра)</i>	
2. Исследование клеток на наличие телец Барра	Количество исследованных клеток — ... Количество клеток с тельцами Барра — ... Процент клеток с тельцами Барра — ...	

**Выводы**

Сделайте выводы о том, удалось ли обнаружить половой хроматин в клетках и определить пол по результатам цитологического исследования.

**Лабораторная работа № 14  
«Определение генотипа плодовой мушки дрозофилы по фенотипу»**

**Теоретическая часть**

Дрозофила — род семейства плодовые мушки, содержащий более 500 видов. Классическим объектом генетики является вид *Drosophila melanogaster*, которой сошествуют русские синонимы дрозофила фруктовая, дрозофила малая, дрозофила обыкновенная. В биологической литературе часто упоминается как просто «дрозофила» «плодовая мушка» или «винная мушка». Последнее название связано с тем, что дрозофил привлекает запах бродящих фруктов и овощей, которые служат субстратом для развития их потомства. Дрозофила стала удобным объектом генетических исследований благодаря следующим особенностям:

1. Короткое время размножения (десять дней от яйца до половозрелой мухи).
2. Большое число потомков.
3. Малый размер и неприхотливость в содержании.



4. Большое количество спонтанных мутаций.
5. Наличие политенных хромосом в органах личинок.

Жизненный цикл дрозофилы при 25 °С занимает 10 дней, при 18 °С — один месяц. Самки откладывают около 400 яиц, каждое из которых порядка 0,5 мм в длину. Яйца раскрываются через 24 часа. Вылупившиеся личинки растут на протяжении 5 дней, дважды линяя за это время: через 24 и 48 часов после рождения. Затем личинки выползают на поверхность и, подсыхая, покрываются твердой оболочкой — пупарием. Пупарий, или ложнококон, представляет собой покров взрослой личинки, под которым она претерпевает пятидневную стадию метаморфоза, в результате которого возникает взрослая особь — имаго. Самки могут быть оплодотворены только один раз за свою жизнь, после чего они откладывают яйца, при этом сперма хранится внутри тела самки. После нескольких часов после вылета (5—8) самки остаются стерильными. Именно в этот промежуток экспериментаторы собирают вылетевших мух для скрещиваний.

Глаз дрозофилы состоит из 800 омматидиев, каждый из которых состоит из 8 проторецепторных клеток, поддерживающих клеток, пигментных клеток и роговицы. Мухи дикого типа имеют тускло-красный (кирпично-красный) цвет глаз. Окраска тела у мух дикого типа — серая. Под микроскопом она выглядит как светло-коричневая, при этом тергиты брюшка имеют серую окраску или частично серую окраску. Размер и форма крыльев определяется несколькими генами, но в коллекциях школьных микропрепаратов имеется только мутация «зачаточные крылья», определяемая геном *vg*. Общепринятые обозначения аллелей и соответствующие им фенотипы приведены в табл. 1.

Таблица 1

### Наследование некоторых признаков у дрозофилы

Признак	Фенотипы и гены	
	доминантный аллель	рецессивный аллель
Цвет глаз	красный $cn^+$	киноварный $cn$
Цвет тела	серый $b^+$	чёрный $b$
Форма (развитие) крыльев	нормальные $vg^+$	зачаточные $vg$

### Практическая часть

**Цель работы:** научиться распознавать фенотипические признаки на натуральных препаратах и определять возможные генотипы организма по его фенотипу.

**Оборудование:** микроскоп, рабочая тетрадь, таблица «Наследование некоторых признаков у дрозофилы», постоянные микропрепараты плодовой мушки:

- Дрозофила «норма»,
- Мутация дрозофилы (чёрное тело),
- Мутация дрозофилы (бескрылая форма).

### Ход работы:

Рассмотрите последовательно микропрепараты «Дрозофила «норма», «Мутация дрозофилы (чёрное тело)», «Мутация дрозофилы (бескрылая форма)» при малом увеличении (4х10) и определите фенотипы зафиксированных особей по признакам окраски тела, цвета глаз, развития крыльев.



Внесите в таблицу результатов работы данные по фенотипам дрозофил на микропрепаратах.

Используя таблицу «Наследование некоторых признаков у дрозофилы», составьте возможные генотипы рассмотренных дрозофил в генном выражении и в хромосомном выражении.

Запишите составленные генотипы в соответствующие ячейки таблицы результатов работы.

**Обратите внимание!**

Примеры записи тригетерозиготного генотипа по признакам окраски тела, цвета глаз, развития крыльев:

а) в генном выражении —  $cn^+cn\ b^+b\ vg^+vg$ ;

б) в хромосомном выражении —  $\frac{cn^+}{cn}\ \frac{b^+}{b}\ \frac{vg^+}{vg}$ .

**Оформление результатов**

Таблица 2

**Результаты работы**

Признаки и генотипы	Дрозофила «норма»	Мутация дрозофилы (чёрное тело)	Мутация дрозофилы (бескрылая форма)
Окраска тела			
Цвет глаз			
Форма крыльев			
Вероятные генотипы (в генной форме)			
Вероятные генотипы (в хромосомной форме)			

**Выводы**

Сделайте вывод о том, какое количество вероятных генотипов соответствует дрозофилам на ваших микропрепаратах.

**Лабораторная работа № 15**

**Определение нормы реакции признака на примере скорости произвольных движений**

**Теоретическая часть**

Работа по определению нормы реакции скорости произвольных движений позволяет оценить проявление гена, ответственного за количественный признак, в фенотипе.

Скорость и точность произвольных движений зависит от степени развития нервной и мышечной систем организма, от совершенства механизма координации. Поэтому эти признаки обладают большой шириной варьирования у школьников одного возраста и существенно изменяются с возрастом, особенно в подростковый период. Благодаря этому



признаки координации движений удобны для изучения в условиях школы. При этом нужно учитывать, что достоверные данные могут быть получены только в том случае, когда изучаемые группы школьников имеют однородный возрастной состав. Для отбора групп школьников следует учитывать их возрастные физиологические изменения. У младших школьников диаметр мышечных волокон меньше, чем у взрослых, а их утомляемость в 2,5 раза больше. В этом возрасте координация движений ещё недостаточна, так как в центральной нервной системе не полностью миелинизированы проводящие пути. Дифференциация мышечной ткани и миелинизация проводящих путей заканчивается к 11—12 годам. При этом быстро совершенствуется координация движений, особенно при занятиях спортом. Движения становятся гармоничными: точными, быстрыми, и вместе с тем плавными. В 12—13 лет проявляются половые различия в силе, тонусе и выносливости мышц. В 14—15 лет связи с быстрым половым созреванием и изменением гормонального баланса в организме возникает повышенная возбудимость центральной нервной системы, нарушается координация движений, они становятся угловатыми, скованными. На время нарушается ловкость движений, достигнутая в предыдущие годы. Однако к 16—17 годам устанавливается новый гормональный баланс в организме, возбудимость центральной нервной системы снижается. Вновь улучшается координация движений, появляется ловкость, резко возрастает сила и выносливость мышц. В 18—19 лет все показатели произвольных движений достигают наибольшей величины. Таким образом, с физиологической точки зрения наиболее показательные различия, а также наиболее достоверное значение широты варьирования признака можно получить при сравнении групп учеников 8—9 лет (2 класс), 10—11 (4), 12—13 (6), 14—15 (8), 16—17 (10).

Наиболее лёгкий для регистрации признак, свидетельствующий о степени развития нервной и мышечной систем, — скорость произвольных движений кисти. Её можно оценить с помощью стандартной методики С. Ф. Баранова по числу точек, поставленных с максимальной быстротой карандашом в прямоугольнике  $6 \times 10$  см за 10 секунд.

### Практическая часть

**Цель работы:** выявить норму реакции скорости произвольных движений школьников.

**Оборудование:** карандаши, листы бумаги с вычерченным на каждом листе прямоугольником  $6 \times 10$  см, секундомер или часы с секундной стрелкой, рабочая тетрадь.

#### Ход работы:

Работа проводится со школьниками одной возрастной группы. Чем больше школьников примет участие в исследовании, тем точнее будут результаты. Исследование можно вести в разные дни, чтобы получить средние данные по каждому ученику. Для обработки результатов рекомендуется суммировать данные, полученные в разных параллельных классах. Каждому ученику, участвующему в эксперименте, выдают карандаш и листок бумаги с прямоугольником.

1. Возьмите карандаш, поставьте руку на локоть и ждите команду. По команде «Начали!» постарайтесь поставить как можно больше точек в поле прямоугольника. Через 10 с по команде «Стоп!» прекратите ставить точки.

2. Подсчитайте количество поставленных вами точек, зачёркивая или отмечая карандашом другого цвета.

3. Выясните, какое количество точек поставили другие ученики и занесите свои и чужие данные в таблицу 1.

4. Найдите наибольшее ( $N_{\max}$ ) и наименьшее ( $N_{\min}$ ) значение признака и определите норму реакции признака  $N = N_{\max} - N_{\min}$ .



5. Полученный интервал нормы реакции (N) разделите на 7—9 отрезков. Распределите данные по всем ученикам на группы (варианты), соответствующие выбранным интервалам. Посчитайте, сколько учеников оказалось в каждой группе. Занесите полученные данные в таблицу 2.

5. Постройте на основе таблицы 2 график, отражающий связь выраженности признака с частотой встречаемости вариантов. Для этого на оси абсцисс отметьте варианты, а на оси ординат — частоту их встречаемости.

6. Проанализируйте, какие варианты встречаются чаще или реже, какой вид имеет кривая распределения вариантов.

**Обратите внимание!**

Если количество учеников невелико, то при обработке результатов не следует учитывать пол, так как в этом случае размер выборки может оказаться недостаточным для получения достоверного распределения частот встречаемости вариантов. Если же работу удалось провести в многочисленном классе в трёхкратной повторности или во всей параллели, то анализ результатов отдельно по мальчикам и девочкам целесообразен.

**Оформление результатов**

*Таблица 1*

**Варианты скорости произвольных движений в исследуемой группе**

Пол учеников	мужской					женский				
	1	2	3	...	15	1	2	3	...	15
Номера ученика										
Количество точек										

*Таблица 2*

**Встречаемость вариантов признака**

Варианты признаков,	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Кол-во точек в варианте (укажите интервал)									
Частота варианта									

**Выводы**

Сделайте выводы о широте изменчивости скорости произвольных движений и о том, как распределяются частоты вариантов данного признака.

**Обратите внимание!**

В подобных лабораторных работах можно изучать и другие признаки. Однако к их выбору следует относиться с осторожностью, особенно к морфологическим признакам: рост, размах рук, длина стопы (по размеру обуви), масса тела, объём грудной клетки. Дело в том, что эти признаки имеют широкую норму реакции, и для достоверной картины распределения частот вариантов требуется достаточно крупная выборка. Кроме того у подростков, даже одного возраста, могут быть различными сроки начала полового созревания и его интенсивности. Из-за этого можно получить такой разброс значений формирующегося признака, который не встречается во взрослой популяции.

Эти замечания относятся и к некоторым физиологическим показателям, таким как жизненная ёмкость лёгких, время задержки дыхания, частота сердечных сокращений в покое и при дозированной нагрузке. Эти показатели значительно зависят от образа жизни под-

ростков и состояния здоровья, что также может сказаться на результатах лабораторной работы. Поэтому исследование нормы реакции на основе морфологических и физиологических признаков учеников требует особенно внимательной подготовки и проведения.

## Лабораторная работа № 16 «Доказательство физического механизма правила Аллена»

### Теоретическая часть

Правило Аллена сформулировано Джозефом в Алленом, 1877 г. согласно этому правилу выступающие части тела теплокровных животных (конечности, хвост, уши и др.) относительно увеличиваются по мере продвижения от севера к югу в пределах ареала одного вида. С физической точки зрения данное явление вытекает из принципа уменьшения теплоотдачи при сокращении отношения поверхности тела к объёму. Теплокровному животному, обитающему в регионах с холодным климатом, необходимо, чтобы сильно выступающие части были короткими, а животным, обитающим в регионах с теплым климатом, напротив, сильно выступающие части тела создают возможность отдавать относительно большее количество тепла. Например, у арктической лисицы морда, ноги и хвост короче, чем у лисицы умеренного пояса.

### Практическая часть

**Цель работы:** доказать зависимость скорости потери тепла телом от его площади.

**Оборудование и материалы:** химические стаканы с горячей водой, датчик температуры Releon, ложки.

### Техника безопасности

Соблюдайте осторожность при работе горячей водой во избежание ожогов.

### Ход работы:

1. Налейте в один стакан емкостью 50 мл горячую воду объемом 40 мл.
2. Откройте программное обеспечение Releon Lite на регистраторе данных и в настройках установите период опроса — 1 измерение в секунду.
3. Подключите датчик температуры и с помощью щупа измерьте температуру в стакане с водой (рис. 1).



**Рис. 1.** Измерение температуры в первом стакане с горячей водой



4. Наблюдайте на экране приложения Releon Lite за понижением температуры и отметьте время, за которое она снижается на один градус. Данные внесите в таблицу.

5. Налейте во второй стакан емкостью 50 мл горячую воду объемом 40 мл и поместите в него две чайные ложки (рис. 2).

6. Повторите измерение и наблюдение за падением температуры. Данные внесите в таблицу.

7. Сравните время падения температуры на один градус в первом и втором случаях и сделайте выводы.



**Рис. 2.** Измерение температуры в первом стакане с горячей водой

**Представление результатов наблюдений**

Номер стакана	Температура, °С		Время падения температуры на один градус
	Первое измерение	Второе измерение	
1			
2			

**Выводы**

Сформулируйте выводы по вопросам:

1. В каком из стаканов температура снижалась быстрее?
2. От чего в данном опыте зависело различие в скорости падения температуры?
3. Приведите пример, как эта закономерность реализуется в живой природе.

**Контрольные вопросы.**

1. Для какой пары животных правило Аллена, скорее всего, будет соблюдаться:
  - 1) заяц и капибара
  - 2) енотовидная собака и агама



**3) песец и фенек**

4) африканский и индийский слон

2. Для какой пары животных правило Аллена, скорее всего, **не** будет соблюдаться:**1) бурый медведь и очковый медведь**

2) эскимос и коренной кениец

2) живородящая ящерица и плюющаяся кобра

4) овцебык и жираф

**Лабораторная работа № 18****«Доказательство физического механизма правила Бергмана»****Теоретическая часть**

Правило Бергмана сформулировано в 1847 г. немецким биологом Карлом Бергманом. Оно гласит, что в пределах вида или достаточно однородной группы близких видов животных, например, теплокровных, животные с более крупными размерами тела встречаются в более холодных областях. Это правило подтверждается у позвоночных животных в 50% случаев, из которых 75—90% — птицы.

При увеличении размеров организмов объём тела растёт быстрее, чем его поверхность. Экспериментально это правило впервые было проверено на собаках разного размера. Оказалось, что теплопродукция у мелких собак выше на единицу массы, но независимо от размера она остаётся практически постоянной на единицу площади поверхности. Правило отражает адаптацию животных к поддержанию постоянной температуры тела в различных климатических условиях: у более крупных животных отношение площади поверхности тела к его объёму меньше, чем у мелких, поэтому меньше расход энергии для поддержания той же температуры тела. Это особенно важно при низких температурах. Чем крупнее животное и чем компактнее форма тела, тем легче ему поддерживать постоянную температуру. Соответственно, чем мельче животное, тем выше уровень его основного обмена.

*Примеры подтверждения правила Бергмана:*

1. Амурская форма тигра с Дальнего Востока крупнее суматранской из Индонезии.

2. Северные подвиды волка в среднем крупнее южных.

3. Среди близких видов рода медведь наиболее крупные обитают в северных широтах (белый медведь, бурые медведи), а наиболее мелкие виды (очковый медведь) — в районах с тёплым климатом.

4. Племена пигмеев, неоднократно и независимо формировались в разных районах с тропическим климатом.

*Примеры, нарушающие правило Бергмана:*

1. Дальневосточный подвид леопарда, обитающий на Амуре, существенно меньше, чем африканский.

2. Многие лесные подвиды волка крупнее тундровых.

3. Наиболее мелкая раса шерстистого мамонта известна с заполярного острова Врангеля.

4. Средний рост мужчин у остяков (север Западной Сибири) менее 160 сантиметров, несмотря на то, что этот народ обитает в северных широтах.

В случаях, нарушающих правило Бергмана, сравниваемые формы отличаются по образу жизни (островные и континентальные популяции; тундровый подвид, питающийся более мелкой добычей и лесной, питающийся более крупной).

Таким образом, правило не может иметь общего характера, так как на размеры млекопитающих и птиц влияют многие другие факторы, кроме температуры. Кроме того, адаптации к суровому климату на популяционном и видовом уровне часто происходят не за счёт изменений размеров тела, а за счёт изменений размеров внутренних органов (увеличение размера сердца и лёгких) или за счёт биохимических адаптаций. Правило Бергмана носит статистический характер и проявляет своё действие отчётливо при прочих равных условиях.

### Практическая часть

**Цель работы:** доказать зависимость скорости потери тепла телом от его объёма.

**Оборудование и материалы:** химические стаканы с горячей водой, датчик температуры Releon.

#### Техника безопасности

Соблюдайте осторожность при работе горячей водой во избежание ожогов.

#### Ход работы:

1. Налейте в один стакан емкостью 600 мл горячую воду объемом 400 мл.
2. Откройте программное обеспечение Releon Lite на регистраторе данных и в настройках установите период опроса — 1 измерение в секунду.
3. Подключите датчик температуры и с помощью щупа измерьте температуру в стакане с водой (рис. 1).



**Рис. 1.** Измерение температуры в первом стакане с горячей водой

4. Наблюдайте на экране приложения Releon Lite за понижением температуры и отметьте время, за которое она снижается на один градус. Данные внесите в таблицу.

5. Налейте во второй стакан емкостью 250 мл горячую воду объемом 200 мл и повторите измерение температуры и времени её падения на один градус. Данные внесите в таблицу.



6. Налейте в третий стакан емкостью 50 мл горячую воду объемом 40 мл и снова повторите измерения. Данные внесите в таблицу.

7. Сравните время падения температуры на один градус во всех трёх стаканах между собой и сделайте выводы.

### Представление результатов наблюдений

Номер стакана	Температура, °С		Время падения температуры на один градус
	Первое измерение	Второе измерение	
1			
2			
3			

### Выводы

Сформулируйте выводы по вопросам:

1. В каком из стаканов температура снижалась быстрее?
2. От чего в данном опыте зависело различие в скорости падения температуры?
3. Приведите пример, как эта закономерность реализуется в живой природе.

### Контрольные вопросы

1. Для какой пары животных правило Бергмана, скорее всего, будет соблюдаться:
  - 1) тупик и гигантский ворон
  - 2) живородящая ящерица и комодский варан
  - 3) бурый медведь и очковый медведь**
  - 4) синий кит и дельфин афалина
2. Для какой пары животных правило Бергмана, скорее всего, **не** будет соблюдаться:
  - 1) галапагосский пингвин и императорский пингвин
  - 2) серый варан и комодский варан**
  - 3) волк обыкновенный и волк красный
  - 4) амурский тигр и суматранский тигр
3. Вычислите площадь поверхности и объём для кубов, с длиной стороны 10 см, 20 см и 30 см. У какого из кубов отношение площади поверхности к объёму наименьшее? Какой из кубов будет охлаждаться быстрее?  
Ответы:
  1. Отношение площади поверхности к объёму наименьшее у куба с длиной стороны 30 см.
  2. Быстрее всего будет охлаждаться куб с наибольшим отношением поверхности к объёму — куб с длиной стороны 10 см.

## Лабораторная работа № 19 «Оценка содержания нитратов в растениях»

### Теоретическая часть

Азот имеет большое значение в жизни растений. Он входит в состав белковых веществ, липоидов, нуклеиновых кислот, хлорофилла и других важных органических соединений. Азот поступает из почвы в основном в виде нитратов и солей аммония. Соли



азотной кислоты (нитраты), поступая в корни растений, восстанавливаются в живых клетках корня до аммиака и, связываясь с кетокислотами, образуют аминокислоты, которые затем могут использоваться на построение белков. Однако часть нитратов с водным током может подниматься в листья. В листьях происходит фотохимическое восстановление нитратов и дальнейшее его включение в синтетические процессы.

Опыт требует подготовки. Половину побегов за день до проведения работы необходимо срезать (лишить корневого питания) и поставить в воду на свету (для фотохимического восстановления нитратов). Вторую половину побегов срезают непосредственно перед опытом.

### Практическая часть

**Цель работы:** выяснить, соответствует ли содержание нитратов в продуктах питания предельно допустимым концентрациям.

**Оборудование и материалы:** образцы овощей, зелени или фруктов, нож, ступка с пестиком, ножницы, воронка, марля или бинт, химический стакан на 50 мл, цифровой датчик концентрации ионов, электрод нитрат-анионов, электрод сравнения.

#### Техника безопасности

1. Соблюдайте осторожность при работе с ножницами во избежание уколов и порезов.
2. Соблюдайте правила работы со электродами, не касайтесь мембран пальцами, после работы промойте рабочие части электродов в дистиллированной воде и закройте защитными колпачками.
5. Приступайте к работе только тогда, когда убедитесь в исправности микроскопа. Точно выполняйте указания учителя при работе с ним в отношении порядка действий.
6. По окончании работы приведите в порядок рабочее место.

#### Ход работы:

1. Отделите листья от побегов, а затем с помощью ножа на поддоне или специальной дощечке мелко порежьте листовые пластинки и черешки свежесрезанного растения так, чтобы заполнить ступку на две трети.
2. Размельите образец в ступке до кашицеобразной массы.
3. Уложите кусок марли, сложенный вдвое на воронку, установленную над стаканом.
4. Перенесите кашу на марлю и отожмите её, собрав «узелком» четыре конца марли.
5. Если слой растительного сока получился менее 2 см, повторите действия сначала.
6. Присоедините к датчику ионов Электрод нитрат-анионов и электрод сравнения, а затем подключите датчик к регистратору данных.
7. Опустите в стакан с соком листьев электроды, произведите пять измерений и внесите данные в таблицу.
8. Повторите действия №№ 1—7 с листьями растения, выдержанного в течение суток на водном питании.
9. Рассчитайте среднее арифметическое концентрации нитратов для обоих проб сока и сравните полученные значения между собой.

#### Обратите внимание!

Помимо побегов можно использовать листья растений с укороченными побегами (хлорофитум, дримиопсис, нефролепис), а вместо комнатных растений — и приобретенную зелень (салат, петрушка, укроп) либо листья сельскохозяйственных растений, принятые учениками.



Для ускорения подготовительной части работы учитель может на глазах класса измельчить листья в блендере и раздать ученикам готовую кашу либо сразу отжатый сок листьев. В этом случае на уроке может быть выполнена вторая лабораторная работа либо исследовано несколько видов растений.

### Представление результатов наблюдений

Исследуемые образцы	Концентрация нитратов, моль/л					Сумма, моль/л	Среднее, моль/л
	1	2	3	4	5		
Свежесрезанные листья							
Выдержанные листья							

### Выводы

Сформулируйте выводы по вопросам:

1. Обнаружены ли нитраты в исследованных образцах?
2. В каких продуктах питания концентрация нитратов наибольшая и наименьшая?
3. Соответствует ли содержание нитратов в исследованных образцах ПДК?

### Контрольные вопросы

1. Наименьшее количество нитратов будет отмечено в следующих органах растения
  - а) корни
  - б) листья
  - в) плоды**
  - г) черешки листьев
2. Избыток нитратов в организме человека приводит к:
  - а) легкому состоянию эйфории
  - б) легкой степени наркотического опьянения
  - в) расстройству пищеварения**
  - г) сонливости
3. Одно из биохимических последствий нитратного отравления – образование метгемоглобина, который:
  - а) вызывает агглютинацию эритроцитов
  - б) неспособен связываться с кислородом**
  - в) неспособен связываться с азотом
  - г) является катализатором маслянокислого брожения



## Перечень тем учебно-исследовательской и проектной деятельности школьников

1. Оценка качества воздушной среды в учебных кабинетах школы.
2. Оценка качества воздушной среды при содержании животных в закрытом помещении.
3. Оценка качества воздушной среды в клетках крольчатника при открытом и закрытом содержании животных.
4. Определение необходимости полива сельскохозяйственных растений.
5. Определение плодородия почвы в личном приусадебном хозяйстве.
6. Фенология с датчиками предсказание грибных слоёв, урожаев дикоросов.
7. Определение качества воздушной среды в парниках и теплицах.
8. Определение условий хранения пищевых продуктов в естественно-прохладных помещениях (подпол, погреб, ледник).
9. Зависимость качества воздушной среды жилых помещений от режима проветривания и влажной уборки.
10. Скорость порчи плодов и корнеплодов при несоблюдении условий хранения.
11. Определение *pH* органических удобрений (навоз, гуано) разных сроков разложения.
12. Создание системы домашнего мониторинга качества содержания сельскохозяйственных животных в ЛПХ.
13. Создание доступной системы мониторинга плодородия почвы в ЛПХ/ фермерском хозяйстве.
14. Срок порчи свежесобранных, мытых и протёртых яблок.
15. Разогревание семян, овощей и фруктов при хранении.





## Перечень доступных источников информации

В разделе представлен список книг и ссылок на сайты, в которых более подробно описаны различные аспекты рассматриваемых вопросов. Их можно рекомендовать как учителю, так и обучаемым, проявившим интерес к изучаемой теме.

Жеребцова Е. Л. ЕГЭ. Биология: теоретические материалы. — СПб.: Тригон, 2009. — 336 с.

Калинина А. А. Поурочные разработки по биологии «Бактерии. Грибы. Растения», 6 класс. — М.: ВАКО, 2005.

Кириленко А. А., Колесников С. И. Биология. 9-й класс. Подготовка к итоговой аттестации — 2009: учебно-методическое пособие — Ростов н/Д: Легион, 2009. — 176 с.

Латюшин В. В. Биология. Животные. 7 класс: рабочая тетрадь для учителя. — М.: Дрофа, 2004. — 160 с.

Латюшин В. В., Уфинцева Г. А. Биология. Животные. 7 класс: тематическое и поурочное планирование к учебнику В. В. Латюшина и В. А. Шапкина «Биология. Животные»: пособие для учителя. — М.: Дрофа 2003. — 192 с.

Никишов А. И. Как обучать биологии: Животные: 7 кл. — М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2004. — 200 с.

Никишов А. И., Петросова Р. А. и др. Биология в таблицах. — М.: «ИЛЕКСА», 1998.

Никишов А. И., Теремов А. В. Дидактический материал по зоологии. — М.: РАУБ «Цитадель», 1996. — 174 с.

Пасечник В. В. Биология. Методика индивидуально-групповой деятельности. — М.: Просвещение, 2016.

Теремов А. В., Рохлов В. С. Занимательная зоология: книга для учащихся, учителей и родителей. — М.: АСТ-ПРЕСС, 1999. — 258 с.: ил.

Фросин В. Н., Сивоглазов В. И. Готовимся к единому государственному экзамену: биология. Животные. — М.: Дрофа, 2004 — 272 с.

Сайт ФИПИ. Открытый банк заданий для формирования естественно-научной грамотности [Электронный ресурс]: — URL: <https://fipi.ru/otkrytyy-bank-zadaniy-dlya-otsenki-yeestvennonauchnoy-gramotnosti> (дата обращения: 10.05.2021).

Сайт Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов [Электронный ресурс]: — URL: <http://school-collection.edu.ru/catalog> (дата обращения: 10.05.2021).

Сайт Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов [Электронный ресурс]: — URL: <http://fcior.edu.ru/> (дата обращения: 10.05.2021).

Цифровые лаборатории Releon [Электронный ресурс]: — URL: <https://rl.ru/> (дата обращения: 10.05.2021).

Круглый стол: Цифровые лаборатории в современной школе [Электронный ресурс]: — URL: <https://www.youtube.com/watch?v=qVj-tolw2N4> (дата обращения: 10.05.2021).

Научная электронная библиотека «Киберленинка» [Электронный ресурс]: — URL: <https://cyberleninka.ru/> (дата обращения: 10.05.2021).

Электронная библиотека диссертаций и авторефератов [Электронный ресурс]: — URL: <http://www.dissercat.com/> (дата обращения: 10.05.2021).

Научная электронная библиотека «Elibrary.ru» [Электронный ресурс]: — URL: <https://elibrary.ru> (дата обращения: 10.05.2021).

Образовательный портал для подготовки к ВПР [Электронный ресурс]: — URL: <https://bio6-vpr.sdamgia.ru/> (дата обращения: 10.05.2021).



Буслаков Владимир Владимирович  
Пынеев Александр Владимирович  
Мерциев Александр Валерьевич

**Реализация образовательных программ по биологии  
с использованием оборудования детского технопарка  
«Школьный кванториум» 10—11 (углублённый уровень)**

*Методическое пособие*

Центр Естественно-научного и математического образования  
Руководитель Центра *З. Г. Гапонюк*  
Ответственный за выпуск *Д. Р. Вайнштейн*  
Редактор *Д. Р. Вайнштейн*  
Художественное оформление *Т. В. Глушкова*  
Компьютерная вёрстка и техническое редактирование *Н. А. Артемьева*  
Корректор *О. Н. Леонова*