

РЕСПУБЛИКА ДАГЕСТАН

МУНИЦИПАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«СРЕДНЯЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ШКОЛА №4 ГОРОДА КИЗИЛЮРТА»



УТВЕРЖДЕНО  
Директором МБОУ СОШ №4  
*Ибрагимовой Р.О.*

31.08.2023г.

**Реализация образовательных программ  
по биологии  
оборудования детского технопарка  
«Школьный кванториум»**



**БИОКВАНТУМ**

*2023-2024 у.г.*

**1. Реализация образовательных программ по биологии с использованием оборудования детского технопарка «Школьный кванториум» 5-9 классы**

# Содержание

## Глава 1. Биология 5–9 кл.

<b>Введение</b> .....	3
Нормативная база .....	4
Основные понятия и термины .....	4
Подходы к структурированию материалов .....	5
<b>Описание материально-технической базы «Школьного кабинета»</b> .....	7
<b>Примерная рабочая программа по биологии для 5–9 классов</b> .....	15
Планируемые результаты обучения по курсу «Биология. 5–9 класс» .....	15
Содержание и форма организации учебных занятий по биологии в 5–9 классах .....	17
Контрольно-измерительные материалы по биологии (примеры) .....	18
Тематическое планирование .....	23
Планы уроков .....	65
Оценка физиологических резервов сердечно-сосудистой системы .....	99
Оценка функционального состояния вегетативной нервной системы .....	126
Оценка физиологических резервов дыхательной системы .....	141
Микроскопические исследования .....	161
Конспектура: Изучение работы органов кровообращения .....	190
<b>Перечень тем учебно-исследовательской и проектной деятельности школьников</b> .....	196
<b>Перечень доступных источников информации</b> .....	197

## Глава 2. Биология 10–11 кл.

<b>Введение</b> .....	201
Цели и задачи «Школьного кабинета» .....	201
Нормативная база .....	204
Основные понятия и термины .....	204
Подходы к структурированию материалов .....	205
<b>Описание материально-технической базы «Школьного кабинета», используемого для реализации образовательных программ в рамках преподавания биологии</b> .....	207
<b>Примерная рабочая программа по биологии для 10–11 классов с использованием оборудования «Школьного кабинета»</b> .....	221
Планируемые результаты обучения по курсу «Биология. 10–11 класс» .....	222
Формы контроля .....	227
Тематическое планирование .....	241
Планы уроков .....	246
Планы лабораторных работ .....	279
<b>Перечень тем учебно-исследовательской и проектной деятельности школьников</b> .....	331
<b>Перечень доступных источников информации</b> .....	332

## 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 углубленном уровне, предполагаемом профилизацией обучения.

В рамках национального проекта «Образование» стало возможным оснащение школ современным оборудованием «Школьный кванториум». Внедрение этого оборудования позволяет качественно изменить процесс обучения биологии. Появляется возможность количественных наблюдений и опытов для получения достоверной информации биологических процессах и объектах. На основе полученных экспериментальных данных учащиеся могут самостоятельно делать выводы, обобщать результаты, выявлять закономерности, что на наш взгляд, способствует повышению мотивации обучения школьников. Высокая сложность работы с современным цифровым оборудованием, обеспечение его работоспособности, недостаточность методического обеспечения — всё это зачастую выступает 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 биологии, содержаниям Федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС) среднего (основного) общего образования.

Поставляемые в школы современные средства обучения, в рамках проекта «Школьный кванториум», содержат как уже известное оборудование, так и принципиально новое. Прежде всего, это цифровые лаборатории набора 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.

Настоящее пособие призвано помочь педагогам в реализации образовательных про-

грамм общего и дополнительного образования, в разрешении возникающих трудностей при работе с оборудованием «Школьного кванториума».

## 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., вступ. 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» (утверждена президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам, протокол от 24.12.2018 № 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).
4. 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).
5. 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 соц. защиты РФ от 25 декабря 2014 г. № 1115н и от 5 августа 2016 г. № 422н) — URL: [http://profstandartпедагога.рф](http://profstandartpeдагога.рф) (дата обращения: 10.04.2021).
6. Профессиональный стандарт «Педагог дополнительного образования детей и взрослых» (Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 5 мая 2018 г. № 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).
7. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования (утверждён приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 декабря 2010 г. № 1897) (ред. 21.12.2020) — URL: <https://fgos.ru> (дата обращения: 10.04.2021).
8. Федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования (утверждён приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 мая 2012 г. № 413) (ред. 11.12.2020) — URL: <https://fgos.ru> (дата обращения: 10.04.2021).
9. Методические рекомендации по созданию и функционированию детских технопарков «Кванториум» на базе общеобразовательных организаций (утверждены распоряжением Министерства просвещения Российской Федерации от 12 января 2021 г. № Р-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 обеспечить связь с регистратором данных, набором датчиков, регистрирующих значения различных физических величин.

**Программное обеспечение Releon Lite (ПО Releon)** — программное обеспечение, поставляемое в состав 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 экран регистратора данных графически отображается работа одновременно двух или более подключённых цифровых датчиков.

## Подходы к структурированию материалов

В образовательной программе представлены следующие разделы:

1. Методы исследований в биологии
2. Ботаника
3. Зоология
4. Анатомия и физиология человека
5. Цитология
6. Генетика
7. Экология

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 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 в ходе проведения урока.

Для изучения предмета «Биология» на этапе основного общего образования отводится 280 часов:

5—6 класс — по 35 часов в год, 7—

9 класс — по 70 часов в год.

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 отражает последовательность изучения и содержания биологии в 5—9 классах.

В 5—7 классах учащиеся узнают, чем живая природа отличается от неживой; получают общее представление о структуре биологической науки, её истории и методах исследования, царствах живых организмов, средах обитания организмов, нравственных нормах и принципах отношения к природе. Учащиеся получают сведения о клетке, тканях и органах, о процессах жизнедеятельности организмов, об условиях жизни и разнообразии живой природы, а также о строении, жизнедеятельности и многообразии бактерий, грибов, растений и животных.

Основное содержание курса 8 класса направлено на формирование у обучающихся знаний и умений в области основ анатомии, физиологии и гигиены человека, реализации установок на здоровый образ жизни. Содержание курса ориентировано на углубление и расширение знаний обучающихся о проявлении в организме человека основных жизненных свойств, первоначальные представления о которых были получены в 5—7 классах.

Основное содержание курса биологии 9 класса 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 содержании 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 и экологии

Материально-техническая база «Школьного кванториума» включает всебя 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>Влажностивоздуха</i>	<i>Влажностивоздуха</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>Температурыокружающейсреды</i>	<i>Температурыокружающейсреды</i>	<i>Температуры тела</i>
6		Нитрат-ионов	Частотыдыхания
7		Хлорид-ионов	Ускорения
8		Звука	ЭКГ
9		Влажностипочвы	Силы(эргометр)
10		Кислорода	
11		Оптическойплотности525 нм(колориметр)	
12		Оптическойплотности470 нм(колориметр)	
13		Мутности(турбидиметр)	
14		Оксиуглерода	



**Рис.1.** Комплект цифровой лаборатории



**Рис.2.** 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



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

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 сроки их службы.

В комплекте цифровых лабораторий содержатся мультидатчики и монодатчики. 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, растворимость твердых тел (рис.2).

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

## Общая характеристика цифровых датчиков

### Датчики физических параметров окружающей среды

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

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

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

**Датчик освещенности** — измеряет уровень освещенности и обладает спектральной чувствительностью, близкой к чувствительности человеческого глаза. 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 и источнику света.

**Датчик температуры окружающей среды** — измеряет температуру воздушной среды. Датчик оснащен выносным герметичным температурным зондом, устойчивым к лабораторным реагентам. Диапазон измерений от  $-40$  до  $+180^{\circ}\text{C}$ .

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 или поглощения энергии в том месте, где он находится в измеряемой среде.

**Датчик температуры термометрический** предназначен для измерения температур до 900. Используется при выполнении работ, связанных с измерением температур плавления и разложения веществ, а также для измерения температуры в экзотермических процессах.

**Датчик звука** — измеряет уровень шумов в окружающей среде и оценивает 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.

**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. Диапазон измерения коэффициента пропускания света: от 0 до 100%. Разрешение при измерении коэффициента пропускания: 0,1%. Диапазон измерения оптической плотности: от 0 до 2D. Разрешение при измерении оптической плотности: 0,01D. Длина оптического

путикюветы:10мм.Объёмкюветы:4мл.

Технологические особенности: требуется хорошо промывать кювету для исследуемого раствора.

**Датчик мутности (турбидиметр)** — определяет мутность раствора в инфракрасном диапазоне света на основании измерения интенсивности светового потока, рассеянного частицами, взвешенными в контролируемом растворе. 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.

#### **Датчики химических параметров окружающей среды**

**Датчик pH** — предназначен для измерения водородного показателя в водных растворах (рис. 4, пункт 2). Диапазон измерения pH: от 0 до 14. 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:

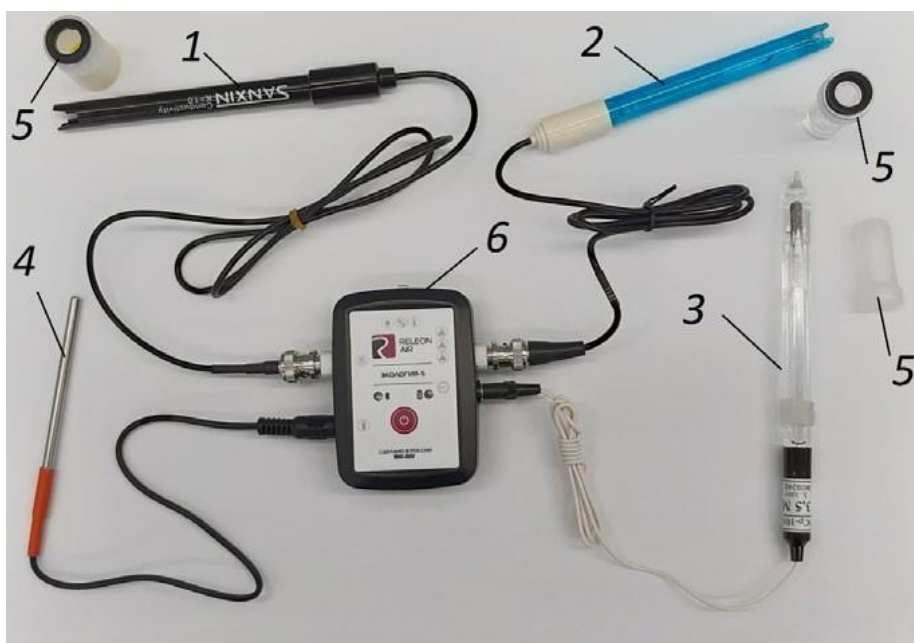
а) стабилизация показаний наступает в течение от 2 до 7 мин (это время одного измерения);

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 бюкс 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 выдет из строя.



**Рис. 4.** Снаряжённый мультидатчик экологии: 1 — щуп датчика электропроводности, 2 — щуп датчика pH, 3 — электрод сравнения, 4 — щуп датчика температуры, 5 — защитные колпачки (сняты)

**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. 4, пункт 3).

Технологические особенности:

а) запрещается трогать мембрану электрода (находится в нижней части электрода) пальцами и приводить её в соприкосновение с твердыми поверхностями;

б) при хранении электродов чувствительная часть датчика (мембрана) должна быть защищена специальным колпачком;

в) недопускается 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. 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 в воздухе происходит через 1—2 минуты (время диффузии через мембрану).

**Датчик окиси углерода** —

измеряет концентрацию монооксида углерода (угарного газа) в окружающей среде. Диапазон измерения: от 0 до 1000 ppm (миллионные доли). Разрешение датчика: 1 ppm.

Технологические особенности: при учёте в исследовании содержания кислорода потребуются пересчёты с миллионных долей в проценты для приведения к одной размерности (значение в ppm следует разделить на 10000).

**Датчики физиологических показателей организма человека**

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

**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.5.** Общий вид USB-флеш-накопителя (внизу) и Bluetooth-адаптера (вверху)

Технологические особенности: необходимо контролировать плотность подключения разъемов, правильность положения манжеты на плече. Воздух из манжеты следует спускать равномерно, медленно, слегка приоткрыв клапан нагнетателя.

**Датчик пульса** — позволяет непрерывно определять частоту сердечных сокращений. Имеет выносную клипсу, надеваемую на палец исследуемого. 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.

**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. Диапазон измерения: от 0 до 100 циклов/мин. Разрешение: 0,5 цикла/мин.

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

**Датчик ЭКГ** — предназначен для измерения электрической активности сердца. Определяет параметры, необходимые для построения электрокардиограммы с помощью специальных одноразовых нательных медицинских электродов, поставляемых в комплекте датчиком.

Технологические особенности: график электрокардиограммы в программном обеспечении строится в одном отведении.

**Датчик кистевой силы (эргометр, силомер)** — измеряет сжимающее усилие, создаваемое кистью руки. Диапазон измерений: от -50 Н до +50 Н в одной из двух вариантов -10 Н до +10 Н (либо в килограммах, граммах). Разрешение: 0,02 Н.

### 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 с беспроводными датчиками (рис.5).

#### 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 и пособия. В последнем случае допустима установка на устройства с платформами Android и iOS. Порядок установки ПО Releon Lite описан в руководстве, которое входит в комплект поставки. Алгоритм работы в программном обеспечении несложен. Графически он представлен на следующей схеме (рис.6)





## Начало работы с цифровой лабораторией RELEON



**Рис. 6.** Алгоритм работы с программным обеспечением Releon Lite

При изучении естественных наук в современной школе огромное значение имеет наглядность учебного материала. Наглядность даёт возможность быстрее и глубже усваивать изучаемую тему, помогает разобраться в трудных для восприятия вопросах, и повышает интерес к предмету.



Цифровые лаборатории «Школьного кванториума» — это качественный скачок в становлении современной естественно-научной лаборатории. Все программное обеспечение на русском языке. Методические материалы разработаны российскими методистами и учителями в соответствии с Федеральным компонентом государственного образовательного Стандарта по биологии.

Цифровые лаборатории являются новым, современным оборудованием для проведения самых различных школьных исследований естественно-научного направления. С их помощью можно проводить работы, как входящие в школьную программу, так и совершенно новые исследования.

# Примерная рабочая программа по биологии для 5—9 классов с использованием оборудования «Школьного кванториума»

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

Образовательная программа позволяет интегрировать реализуемые здесь подходы, структуру и содержание при организации обучения биологии в 5—9 классах, выстроенном на базе любого из доступных учебно-методических комплексов (УМК).

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

- для расширения содержания школьного биологического образования;
- для повышения познавательной активности обучающихся в естественно-научной области;
- для развития личности ребёнка 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.

Применяя цифровые лаборатории на уроках биологии, учащиеся смогут выполнить множество лабораторных работ и экспериментов по программе основной школы. Рассмотрим примеры.

## **Биология растений**

Дыхание листьев. Дыхание корней. Поглощение воды корнями растений. Корневое давление. Испарение воды растениями. Фотосинтез. Дыхание семян. Условия прорастания семян. Теплолюбивые и холодостойкие растения

## **Зоология**

Водные животные. Теплокровные и холоднокровные животные

## **Человек и его здоровье**

Изучение кровообращения. Реакция ССС на дозированную нагрузку. Зависимость между нагрузкой и уровнем энергетического обмена. Газообмен лёгких. Механизм лёгочного дыхания. Реакция ДС на физическую нагрузку.

Жизненная ёмкость лёгких. Выделительная, дыхательная и терморегуляторная функция кожи. Действие ферментов на субстрат на примере каталазы. Приспособленность организмов к среде обитания.

## **Общая биология**

Действие ферментов на субстрат на примере каталазы. Разложение  $H_2O_2$ . Влияние pH среды на активность ферментов. Факторы, влияющие на скорость процесса фотосинтеза.

## Планируемые результаты обучения по курсу «Биология. 5— 9 класс»

Предметные результаты обучения биологии должны обеспечивать:

1. формирование ценностного отношения к живой природе, к собственному организму; понимание роли биологии в формировании современной естественно-научной карти-

нымира;

2. 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;

3. владение основами понятийного аппарата и научного языка биологии: использование изученных терминов, понятий, теорий, законов и закономерностей для объяснения наблюдаемых биологических объектов, явлений и процессов;

4. 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;

5. 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;

6. 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;

7. умение описывать клетки, ткани, органы, системы органов и характеризовать важнейшие биологические процессы в организмах растений, животных и человека;

8. 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;

9. сформированность представлений об основных факторах окружающей среды, их роли в жизнедеятельности и эволюции организмов; представление об антропогенном факторе;

10. сформированность представлений об экосистемах и значении биоразнообразия; о глобальных экологических проблемах, стоящих перед человечеством и способах их преодоления;

11. умение решать учебные задачи биологического содержания, в том числе выявлять причинно-следственные связи, проводить расчёты, делать выводы на основании полученных результатов;

12. умение создавать и применять словесные и графические модели для объяснения строения живых систем, явлений и процессов живой природы;

13. понимание вклада российских и зарубежных учёных в развитие биологических наук;

14. владение навыками работы с информацией биологического содержания, представленной в различной форме (в виде текста, табличных данных, схем, графиков, диаграмм, моделей, изображений), критического анализа информации и оценки её достоверности;

15. 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;

16. умение интегрировать биологические знания со знаниями других учебных предметов;

17. 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 в поступках по отношению к живой природе, своему здоровью и здоровью окружающих;

18. умение использовать приобретённые знания и навыки для здорового образа жизни, сбалансированного питания и физической активности; неприятие вредных привычек и вредных исомостей; умение противодействовать жёнаучным манипуляциям в области здоровья;

19. овладение приёмами оказания первой медицинской помощи, выращивания культурных растений и ухода за домашними животными.

## Содержание и форма организации учебных занятий по биологии в 5—9 классах

### Формы контроля

Контроль результатов обучения в соответствии с данной ОП проводится в форме письменных и экспериментальных 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 действующей образовательной программы по биологии для общеобразовательных организаций. Задания промежуточной аттестации включают материалы основных разделов курса биологии.

### Пакет оценочных материалов и критерии оценивания по предмету «Биология»

#### Контрольные и измерительные материалы

В данном разделе представляются контрольно-измерительные материалы, которые используются для определения уровня достижения обучающимися планируемых мета-предметных и предметных результатов в рамках организации текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

При организации текущего контроля успеваемости обучающихся следует учитывать требования ФГОС ООО к системе оценки достижения планируемых результатов ООП, ко-

торая должна предусматривать использование разнообразных методов и форм, взаимодополняющих друг друга (стандартизированные письменные и устные работы, проекты, практические и лабораторные работы, творческие работы, самоанализ и самооценка, наблюдение, испытания и иное).

Выбор указанных ниже типов и примеров контрольных измерительных материалов обусловлен педагогической и методической целесообразностью, с учётом предметных особенностей курса «Биология 5—9 класс».

Тесты и задания разработаны в соответствии с форматом ЕГЭ и ГИА, что позволяет даже в рамках усвоения практической части программы отрабатывать общеучебные и предметные знания и умения.

Перечень оценочных процедур должен быть оптимальным и достаточным для определения уровня достижения обучающимися предметных и метапредметных результатов. Фиксация результатов текущего контроля успеваемости обучающихся осуществляется в соответствии с принятой в образовательной организации системой оценивания.

Предложенные типы и примеры заданий:

- ориентируют учителя в диапазоне контрольных измерительных материалов по курсу, помогают разнообразить задания тренировочного, контрольного и дополнительного модулей, как интерактивного видео-урока, так и традиционного урока в рамках классно-урочной системы;
- учитывают возможности усвоения материала, с точки зрения его дифференциации для различных категорий обучающихся, разного уровня изучения предмета, возрастных особенностей младших школьников, а также мотивационного и психоэмоционального компонентов уроков;
- позволяют отрабатывать навыки, закреплять полученные знания и контролировать результаты обучения, как в ходе каждого урока, так и в рамках итогового урока по материалу раздела.

Специфической формой контроля является *работа с приборами, лабораторным оборудованием, моделями*. Основная цель этих проверочных работ: определение уровня развития умений школьников работать с оборудованием и проводить экспериментальные исследования, планировать наблюдение или опыт, самостоятельно вести практическую работу.

Задание может считаться выполненным, если записанный/выбранный ответ совпадает с верным ответом. Задания могут оцениваться как 1 баллом, так и большим количеством в зависимости от уровня сложности задания, от количества введенных/выбранных ответов, от типа задания.

*Нормы оценок за все виды проверочных работ*

- «5» — уровень выполнения требований значительно выше удовлетворительного: отсутствие ошибок, как в текущему, так и по предыдущему учебному материалу; не более одного недочёта.
- «4» — уровень выполнения требований выше удовлетворительного:
  - наличие 2–3 ошибок или 4–6 недочётов в текущем учебном материалу; не более 2 ошибок или 4 недочётов в пройденном материалу;
  - использование нерациональных приёмов решения учебной задачи.
- «3» — достаточный минимальный уровень выполнения требований, предъявляемых к конкретной работе:
  - не более 4–6 ошибок или 10 недочётов в текущем учебном материалу;
  - не более 3–5 ошибок или не более 8 недочётов в пройденном учебном материалу.
- «2» — уровень выполнения требований ниже удовлетворительного: наличие более 6 ошибок или 10 недочётов в текущем материалу; более 5 ошибок или более 8 недочётов в пройденном материалу.

### Контрольно-измерительные материалы по биологии (примеры)

- **Выбрать один или несколько правильных ответов из предложенных вариантов**
1. Наука, изучающая грибы
  - 1) Вирусология
  - 2) Микология
  - 3) Ботаника
  - 4) Микробиология

2. Установите соответствие между организмом и способом питания, для которого он характерен. К каждой позиции, данной в первом столбце, подберите соответствующую позицию из второго столбца.

ОРГАНИЗМ	СПОСОБ ПИТАНИЯ
А) Мятлик луговой	1) Автотрофное
Б) Синица большая	2) Гетеротрофное
В) Берёза повислая	3) Опёнок летний
Г) Щука обыкновенная	4) Сапротрофное
Д) Клевер красный	5) Паразитическое

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Ответ:

А	Б	В	Г	Д	Е
1	2	1	2	2	1

- **Выберите два верных ответа из пяти и запишите цифры, под которыми они указаны**

3. Живые организмы способны воспринимать воздействия внешней среды и реагировать на них. В приведённом ниже списке найдите два термина, которые описывают процессы, происходящие в организме.

- |                  |              |
|------------------|--------------|
| 1) Дыхание       | 4) Выделение |
| 2) Раздражимость | 5) Рефлекс   |
| 3) Размножение   |              |

- **Заполнить пропуски в тексте, выбрав один из вариантов ответов, представленных в виде выпадающего списка**

4. Вставьте в текст «Почвенное питание растений» пропущенные слова из предложенного списка. Слова вставляйте в нужном числе и падеже.

*Почвенное питание растений*

Большинству растений присуще почвенное питание. Его ещё называют

- \_\_\_\_\_ (А), так как растения осуществляют его с помощью \_\_\_\_\_ (Б). Важную роль в этом процессе играют \_\_\_\_\_ (В). Они поглощают из почвы \_\_\_\_\_ (Г). По сосудам под действием \_\_\_\_\_ (Д) поглощённый раствор поднимается в другие органы растения.

Список слов:

- 1) стеблевое
- 2) корневое
- 3) корень
- 4) стебель
- 5) корневой волосок
- 6) верхушечная почка
- 7) вода растворёнными минеральными веществами
- 8) питательный раствор
- 9) корневое давление

В таблицу под соответствующими буквами запишите цифры.

А	Б	В	Г	Д

• **Восстановление правильной последовательности**

**Задания базового уровня—составить последовательность из 3-х элементов ответов**

**5.** Установите, в какой последовательности работают микроскопом.

- 1) поставьте микроскоп штативом к себе
- 2) поместите на предметный столик микропрепарат
- 3) пользуясь винтом, плавно опустите окуляр
- 4) при помощи винтов медленно поднимайте тубус, пока не появится чёткое изображение

**Задание относится к повышенному уровню сложности (составить последовательность их библиоответов)**

**6.** Установите последовательность усложнения растительного мира на Земле, начиная с одноклеточного организма. Запишите в таблицу соответствующую последовательность цифр.

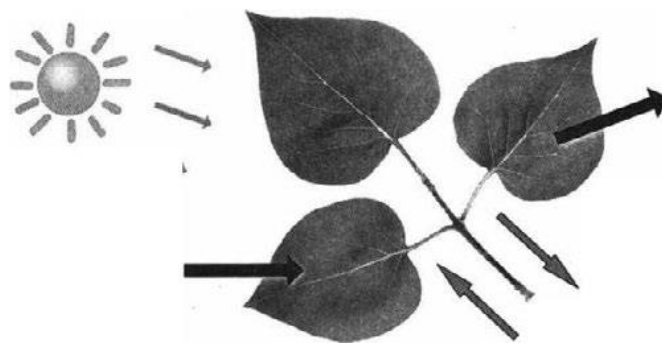
- 1) Мхи
- 2) Цианобактерии
- 3) Водоросли
- 4) Покрытосеменные
- 5) Голосеменные
- 6) Папоротники

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
2	3	1	6	5	4

• **Восстановите подписи (последовательности) к рисунку, на котором изображена система органов дыхания**

**7.** Сделайте подписи к рисунку. Запишите в таблицу цифры/буквы, под которыми они указаны.

- А. Вода  
 Б. Углекислый газ  
 В. Кислород  
 Г. Энергия Солнца



<b>А</b>	<b>Б</b>	<b>В</b>	<b>Г</b>



• Подстановка элементов в пропуски в тексте

8. Дополните схему «Биологические науки».

Учение о клетке	?	Генетика	?	Молекулярная биология	?
?	Биология развития тканей	<i>Изменчивость и наследственность</i>	Улучшение пород животных и сортов растений	?	Учение о происхождении жизни

## ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

### 1. Тематическое планирование материала в 5 классе «БИОЛОГИЯ—НАУКА О ЖИВОМ МИРЕ»

Часть 1. Биология — наука о живом мире  
 Часть 2. Многообразие живых организмов  
 Часть 3. Жизнь организмов на планете Земля  
 Часть 4. Человек на планете Земля

№ п/п	Тема	Содержание	Целевая установка урока	Кол-во часов	Основные виды деятельности обучающихся на уроке/внеурочном занятии	Использование оборудования
<b>1. Биология—наука о живом мире(8ч)</b>						
1	Методы изучения живых организмов: наблюдение, измерение, эксперимент.  <b>Лабораторная работа № 1</b> «Изучение устройства увеличительных приборов»	Использование увеличительных приборов при изучении объектов живой природы. Увеличительные приборы: лупы ручная, штативная, микроскоп. Р. Гук, А. Левенгук. Части микроскопа. Микропрепарат. Правила работы с микроскопом	Объяснять назначение увеличительных приборов. Различать ручную и штативную лупы, знать величину увеличения.	1	Умение работать с лабораторным оборудованием, увеличительными приборами. Изучать устройство микроскопа и соблюдать правила работы с микроскопом. Сравнить увеличение лупы и микроскопа. Получать навыки работы с микроскопом при изучении готовых микропрепаратов. Соблюдать правила работы в кабинете, обращения с лабораторным оборудованием	<b>Микроскоп световой, цифровой.</b>
2	Клеточное строение организмов. Многообразие клеток. Методы изучения живых организмов: наблюдение, измерение, эксперимент.	<b>Строение клетки. Ткани</b> Клеточное строение живых организмов. Клетка	Выявлять части клетки на рисунках учебника, характеризовать их значение. Сравнить животную и растительную клетки.	1	Умение работать с лабораторным оборудованием, увеличительными приборами. Наблюдать за процессом деления клетки на готовых микропрепаратах под малым и большим увеличением микроскопа и описывать их.	<b>Микроскоп цифровой, микропрепараты.</b>

	<p>дение, измерение, эксперимент</p> <p><b>Лабораторная работа № 2</b> «Знакомство с клетками растений»</p>	<p>ка. Части клетки и их назначение. Понятие о ткани. Ткани животных и растений. Их функции</p>	<p>тельную клетку, находить черты сходства и различия. Различать ткани животных и растений на рисунках учебника, характеризовать их строение, объяснять их функции</p>		<p>Различать отдельные клетки, входящие в состав ткани. Обобщать и фиксировать результаты наблюдений, делать выводы. Соблюдать правила работы в кабинете биологии, обращения с лабораторным оборудованием</p>	
3	<p>Особенности химического состава живых организмов: неорганические и органические вещества, их роль в организме</p>	<p><b>Химический состав клетки</b> Химические вещества клетки. Неорганические вещества клетки, их значение для клетки и организма. Органические вещества клетки, их значение для жизни организма и клетки</p>	<p>Различать неорганические и органические вещества клетки, минеральные соли, объяснять их значение для организма</p>	1	<p>Наблюдать демонстрацию опытов, анализировать их результаты, делать выводы. Анализировать представленную на рисунках учебника информацию о результатах опыта, работать в паре. Умение работать с лабораторным оборудованием</p>	
<b>2. Многообразие живых организмов (11ч)</b>						
3	<p>Бактерии. Многообразие бактерий</p>	<p><b>Бактерии: строение и жизнедеятельность</b> Бактерии — примитивные одноклеточные организмы. Строение бактерий. Размножение бактерий делением клетки надвое. Бактерии как самая древняя группа организмов.</p>	<p>Характеризовать особенности строения бактерий.</p>	1	<p>Описывать разнообразные формы бактерий на рисунке учебника. Различать понятия: «автотрофы», «гетеротрофы», «прокариоты», «эукариоты». Характеризовать процессы жизнедеятельности бактерии как прокариот.</p>	<p>Рассматривание бактерий на готовых микропрепаратах с использованием микроскопа.</p>

№ п/п	Тема	Содержание	Целевая установка урока	Кол-во часов	Основные виды деятельности обучающихся на уроке/внеурочном занятии	Использование оборудования
		Процессы жизнедеятельности бактерий. Понятие об автотрофах и гетеротрофах, прокариотах и эукариотах			Сравнивать и оценивать роль бактерий-автотрофов и бактерий-гетеротрофов в природе. Умение работать с лабораторным оборудованием, увеличительными приборами.	Электронные таблицы, плакаты.
4	Растения. Многообразие растений. Значение растений в природе и жизни человека	<b>Растения</b> Представление о флоре. Отличительное свойство растений. Хлорофилл. Значение фотосинтеза. Сравнение клеток растений и бактерий. Деление царств растений на группы: водоросли, цветковые (покрытосеменные), голозерные, мхи, плауны, хвощи, папоротники. Строение растений. Корень и побег. Слоевище водорослей. Основные различия покрытосеменных и голозерных растений. Роль цветковых растений в жизни человека	Характеризовать главные признаки растений.	1	Различать части цветкового растения на рисунке учебника, выдвигать предположения об их функциях. Сравнивать цветковые и голозерные растения, характеризовать их сходство и различия. Характеризовать мхи, папоротники, хвощи, плауны как споровые растения, определять термин «спора». Выявлять на рисунке учебника различия между растениями разных систематических групп. Сопоставлять свойства растительной и бактериальной клеток, делать выводы. Характеризовать значение растений разных систематических групп в жизни человека. Умение работать с лабораторным оборудованием, увеличительными приборами.	Обнаружение хлоропластов в клетках растений с использованием цифрового микроскопа. Электронные таблицы, плакаты.

5	Животные. Строение животных. Многообразие животных, их роль в природе и жизни человека	<b>Животные</b> Представление фауны. Особенности животных. Одноклеточные и многоклеточные организмы. Роль животных в природе и жизни человека. Зависимость от окружающей среды	Распознавать одноклеточных и многоклеточных животных на рисунках учебника.	1	Характеризовать простейших по рисункам учебника, описывать их различия, называть части тела. Сравнить строение тела амёбы с клеткой эукариота, делать выводы. Называть многоклеточных животных, изображённых на рисунках учебника. Различать беспозвоночных и позвоночных животных. Объяснять роль животных в жизни человека и в природе. Характеризовать факторы неживой природы, оказывающие влияние на жизнедеятельность животных. Умение работать с лабораторным оборудованием, увеличительными приборами.	Готовить микропрепарат культуры амёб. Обнаружение одноклеточных животных (простейших) в водной среде с использованием микроскопа. Электронные таблицы и плакаты.
6	«Наблюдение за передвижением животных»	<b>Лабораторная работа №3</b> «Наблюдение за передвижением животных»	Готовить микропрепарат культуры инфузорий. Изучать живые организмы под микроскопом при малом увеличении.	1	Наблюдать за движением животных, отмечать скорость и направление движения, сравнивать передвижение двух-трёх особей. Формулировать вывод о значении движения для животных. Фиксировать результаты наблюдений в тетради. Соблюдать правила работы в кабинете, обращения с лабораторным оборудованием. Умение работать с лабораторным оборудованием, увеличительными приборами.	Готовить микропрепарат культуры инфузорий. Изучать живые организмы под микроскопом при малом увеличении. Наблюдать за движением животных, отмечать скорость и направление движения, сравнивать. Электронные таблицы и плакаты.

№ п/п	Тема	Содержание	Целевая установка урока	Кол-во часов	Основные виды деятельности обучающихся на уроке/внеурочном занятии	Использование оборудования
7	Многообразие грибов, их роль в природе и жизни человека.	<b>Многообразие и значение грибов</b> Строение шляпочных грибов. Плесневые грибы, их использование в здравоохранении (антибиотик пенициллин). Одноклеточные грибы — дрожжи. Их использование в хлебопечении и пивоварении. Съедобные и ядовитые грибы. Правила сбора и употребления грибов в пищу. Паразитические грибы. Роль грибов в природе и жизни человека	Характеризовать строение шляпочных грибов.	1	Подразделять шляпочные грибы на пластинчатые и трубчатые. Описывать строение плесневых грибов в рисунке учебника. Объяснять термины «антибиотик» и «пенициллин». Распознавать съедобные и ядовитые грибы на таблицах и рисунках учебника. Участвовать в совместном обсуждении правил сбора и использования грибов. Объяснять значение грибов для человека и для природы	Готовить микропрепарат культуры дрожжей. Изучать плесневые грибы под микроскопом при малом увеличении и готовых микропрепаратах. Электронные таблицы, плакаты.
<b>3. Жизнь организмов на планете Земля (7ч)</b>						
8	Влияние экологических факторов на организмы	<b>Экологические факторы среды</b> Условия, влияющие на жизнь организмов в природе, — экологические факторы среды. Факторы неживой природы, факторы живой природы и антропогенные. Примеры экологических факторов	Различать понятия: «экологический фактор», «фактор неживой природы», «фактор живой природы», «антропогенный фактор». Характеризовать действие различных	1	Изучить действие различных факторов среды (свет, влажность, температура) на организмы, приводить примеры собственных наблюдений. Аргументировать деятельность человека в природе как антропогенный фактор. Выполнение лабораторной работы.	<b>Цифровая лаборатория по экологии (датчик освещенности, влажности и температуры)</b>

			факторов среды организмы, привести примеры собственных наблюдений.			
--	--	--	--	--	--	--

## 2. Тематическое планирование материала в классе «БИОЛОГИЯ—НАУКА О РАСТЕНИЯХ»

Часть 1. Наука о растениях Час

Часть 2. Органы растений

Часть 3. Основные процессы жизнедеятельности растений Часть

4. Многообразие и развитие растительного

мира Часть 5. Природные сообщества

№ п/п	Тема	Содержание	Целевая установка урока	Кол-во часов	Основные виды деятельности обучающихся на уроке/внеурочном занятии	Использование оборудования
<b>1. Наука о растениях—ботаника(4ч)</b>						
1	Клеточное строение организмов. Клетки растений. Половое размножение. Рост и развитие организмов	<b>Клеточное строение растений. Свойства растительной клетки</b> Клетка как основная структурная единица растения.	Строение растительной клетки: клеточная стенка, ядро, цитоплазма, вакуоли, пластиды. Жизнедеятельность клетки. Деление клетки. Клетка как живая система. Особенности растительной клетки	1	Приводить примеры одноклеточных и многоклеточных растений. Различать и называть органоиды клеток растений. Характеризовать основные процессы жизнедеятельности клетки. Обобщать знания и делать выводы о взаимосвязи работы всех частей клетки. Выявлять отличительные признаки растительной клетки. Умение работать с лабораторным оборудованием, увеличительными приборами.	<b>Микроскоп цифровой, микропрепараты</b>

Продолжение

№ п/п	Тема	Содержание	Целевая установка урока	Кол-во часов	Основные виды деятельности обучающихся на уроке/внеурочном занятии	Использование оборудования
2	Клетки, ткани органы растений. Отличительные признаки живых организмов	<p><b>Ткани растений</b> Понятие о тканях растений. Виды тканей: основная, покровная, проводящая, механическая. Причины появления тканей.</p> <p><b>Обобщение и систематизация знаний по материалам темы «Наука о растениях — ботаника»</b></p>	<p>Понятие о тканях растений. Виды тканей: основная, покровная, проводящая, механическая. Причины появления тканей. Растение как целостный живой организм, состоящий из клеток и тканей.</p>	1	<p>Определять понятие «ткань». Характеризовать особенности строения и функции тканей растений. Устанавливать взаимосвязь строения и функций тканей. Объяснять значение тканей в жизни растения. Обобщать, систематизировать знания по теме, делать выводы. Отвечать на итоговые вопросы темы, выполнять задания.</p>	<p><b>Микроскоп цифровой, микропрепараты</b></p>
<b>2. Органы растений (8ч)</b>						
3	<b>Семя, его строение и значение</b>	<p>Семя как орган размножения растений. Значение семян в природе и жизни человека <b>Лабораторная работа №1</b> «Строение семени фасоли»</p>	<p>Строение семени: кожура, зародыш, эндосперм, семядоли. Строение зародыша растения. Двудольные и однодольные растения. Прорастание семян. Проросток, особенности его строения.</p>	1	<p>Объяснять роль семян в природе. Характеризовать функции частей семени. Описывать строение зародыша растения. Устанавливать сходство проростка с зародышем семени. Описывать стадии прорастания семян. Выявлять отличительные признаки семян двудольных и однодольных растений. Использовать информационные ресурсы для подготовки сообщения о роли семян в жизни человека.</p>	<p>Работа «Строение семени фасоли» <b>Цифровая лаборатория по экологии (датчик освещенности, влажности и температуры)</b> Электронные таблицы, плакаты.</p>



					Проводить наблюдения, фиксировать их результаты в течение времени выполнения лабораторной работы. Соблюдать правила работы в кабинете, обращения лабораторным оборудованием. Умение работать лабораторным оборудованием, увеличительными приборами.	
4	<b>Условия прорастания семян</b>	Значение воды и воздуха для прорастания семян. Запасные питательные вещества в семени. Температурные условия прорастания семян. Роль света. Сроки посева семян	Изучить роль запасных питательных веществ в семени. Температурные условия прорастания семян. Роль света.	1	Характеризовать роль воды и воздуха в прорастании семян. Объяснять значение запасных питательных веществ в прорастании семян. Объяснять зависимость прорастания семян от температурных условий. Прогнозировать сроки посева семян отдельных культур. Умение работать лабораторным оборудованием, увеличительными приборами.	Работа « <b>Условия прорастания семян</b> » Значение воды и воздуха для прорастания семян. <b>Цифровая лаборатория по экологии (датчик освещенности, влажности и температуры)</b> Электронные табло и плакаты.
5	<b>Корень, его строение и значение</b>	Типы корневых систем растений. <b>Строение корня — зоны корня: конус нарастания, всасывания, проведения, деления, роста.</b> Рост корня, геотропизм. Видоизменения корней.	Изучить внешнее и внутреннее строение корня	1	Различать и определять типы корневых систем на рисунках, гербарных экземплярах, натуральных объектах. Называть части корня. Устанавливать взаимосвязь строения и функций частей корня.	<b>Микроскоп цифровой, микропрепараты.</b> Электронные табло и плакаты.

№ п/п	Тема	Содержание	Целевая установка урока	Кол-во часов	Основные виды деятельности обучающихся на уроке/внеурочном занятии	Использование оборудования
		<p>Значение корней в природе.</p> <p><b>Лабораторная работа № 2</b> «Строение корня проростка»</p>			<p>Объяснять особенности роста корня. Проводить наблюдения за изменениями в верхушечной части корня в период роста.</p> <p>Характеризовать значение видоизменённых корней для растений.</p> <p>Проводить наблюдения и фиксировать их результаты в течение лабораторной работы.</p> <p>Соблюдать правила работы в кабинете, обращения лабораторным оборудованием</p> <p>Умение работать с лабораторным оборудованием, увеличительными приборами.</p>	
6	<b>Лист, его строение и значение</b>	<p><b>Лист, его строение и значение</b></p> <p>Внешнее строение листа.</p> <p><b>Внутреннее строение листа.</b> Типы жилкования листьев.</p> <p>Строение и функции устьиц. Значение листа для растения: фотосинтез, испарение, газообмен. Листопад, его роль в жизни растения. Видоизменения листьев</p>	Изучить внешнее и внутреннее строение листа.	1	<p>Определять части листа на гербарных экземплярах, рисунках. Различать простые и сложные листья. <b>Характеризовать внутреннее строение листа, его чашки.</b></p> <p>Устанавливать взаимосвязь строения и функций листа. Характеризовать видоизменения листьев растений</p> <p>Умение работать с лабораторным оборудованием, увеличительными приборами.</p>	<p><b>Микроскоп цифровой, микропрепараты.</b></p> <p><b>Внутреннее строение листа.</b></p> <p>Электронные таблицы, плакаты.</p>

7	<b>Стебель, его строение и значение</b>	<b>Стебель, его строение и значение</b> <i>Лабораторная работа №4</i> «Внешнее строение корневища, клубня, луковицы»	Изучить внешнее строение стебля. Типы стеблей. Внутреннее строение стебля. Функции стебля. Видоизменения стебля у наземных и подземных побегов.	1	Описывать внешнее строение стебля, приводить примеры различных типов стеблей. Называть внутренние части стебля растений и их функции. Определять видоизменения наземных и подземных побегов на рисунках, фотографиях, натуральных объектах. Изучать и описывать строение подземных побегов, отмечая их различия. Фиксировать результаты исследований. Соблюдать правила работы в кабинете, обращения лабораторным оборудованием	<b>Микроскопическая, микропрепараты. «Стебель и двудольных растений»</b> Электронные таблицы и плакаты.
<b>3. Основные процессы жизнедеятельности растений (6ч)</b>						
8	<b>Минеральное питание растений и значение воды</b>	<b>Минеральное питание растений и значение воды</b> Вода как необходимое условие минерального (почвенного) питания. Извлечение растением из почвы растворённых в воде минеральных солей. Функция корневых волосков. Перемещение воды и минеральных веществ в растение. Значение минерального (почвенного) питания. Типы удобрений и их роль	Устанавливать взаимосвязь почвенного питания растений и условий внешней среды.	1	Объяснять роль корневых волосков в механизме почвенного питания. Обосновывать роль почвенного питания в жизни растений. Сравнивать и различать составы органических и минеральных удобрений для растений. Использовать информационные ресурсы для подготовки презентации проекта о приспособленности к воде растений разных экологических групп	<b>Цифровая лаборатория по экологии (датчик влажности, освещенности)</b>

№ п/п	Тема	Содержание	Целевая установка урока	Кол-во часов	Основные виды деятельности обучающихся на уроке/внеурочном занятии	Использование оборудования
		жизни растения. Экологические группы растений по отношению к воде				
9	<b>Воздушно-питание растений — фотосинтез</b>	<b>Воздушно-питание растений — фотосинтез</b> Условия образования органических веществ в растении. Зелёные растения – автотрофы. Гетеротрофы как потребители готовых органических веществ. Значение фотосинтеза в природе	Характеризовать условия, необходимые для воздушного питания растений. Объяснять роль зелёных листьев в фотосинтезе.	1	Приводить примеры организмов — автотрофов и гетеротрофов, находить различия в их питании. Обосновывать роль зелёных растений. Использовать информационные ресурсы для подготовки сообщения о роли фотосинтеза на нашей планете Выполнять наблюдения и измерения	<b>Цифровая лаборатория по экологии (датчик углекислого газа и кислорода)</b>
11	<b>Дыхание и обмен веществ у растений</b>	<b>Дыхание и обмен веществ у растений</b> Роль дыхания в жизни растений. Сравнительная характеристика процессов дыхания и фотосинтеза. Обмен веществ в организме как важнейший признак жизни. Взаимосвязь процессов дыхания и фотосинтеза	Характеризовать сущность процесса дыхания у растений. Устанавливать взаимосвязь процессов дыхания и фотосинтеза, проводить их сравнение. Определять понятие «обмен	1	Воспитание бережного отношения к своему здоровью, привитие интереса к изучению предмета. Выполнять опыт, наблюдать результаты и делать выводы по результатам исследования	<b>Цифровая лаборатория по экологии (датчик углекислого газа и кислорода)</b>

			веществ». Характеризовать обмен веществ как важный признак жизни			
<b>4. Многообразие и развитие растительного мира (10ч)</b>						
12	<b>Водоросли, их многообразие в природе</b>	Общая характеристика. Строение, размножение водорослей. Разнообразие водорослей. Отделы: Зелёные, Красные, Бурые водоросли. Значение водорослей в природе. Использование водорослей человеком	Изучить строение и размножение водорослей	1	Выделять и описывать существенные признаки водорослей. Характеризовать главные черты, лежащие в основе систематики водорослей. Распознавать водоросли на рисунках, гербарных материалах. Сравнить водоросли с наземными растениями и находить общие признаки. Объяснять процессы размножения у одноклеточных и многоклеточных водорослей. Использовать информационные ресурсы для подготовки сообщения о значении водорослей в природе и жизни человека	<b>Микроскопцифровой, микропрепараты. (Одноклеточная водоросль – хламидомонада)</b>
13	<b>Отдел Моховидные. Общая характеристика и значение</b>	Моховидные, характерные черты строения. Классы: Печёночники и Листостебельные, их отличительные черты. Размножение (бесполое и половое) и развитие моховидных. Моховидные как споровые растения.	Изучить строение и размножение мхов	1	Сравнивать представителей различных групп растений отдела, делать выводы. Называть существенные признаки мхов. Распознавать представителей моховидных на рисунках, гербарных материалах, живых объектах.	<b>Микроскопцифровой, микропрепараты. (Сфагнум – клеточное строение)</b>

№ п/п	Тема	Содержание	Целевая установка урока	Кол-во часов	Основные виды деятельности обучающихся на уроке/внеурочном занятии	Использование оборудования
		<p>Значение мхов в природе и жизни человека.</p> <p><b>Лабораторная работа №6</b> «Изучение внешнего строения мховидных растений»</p>			<p>Выделять признаки принадлежности мховидных к высшим споровым растениям. Характеризовать процессы размножения и развития мховидных, их особенности. Устанавливать взаимосвязь строения мхов и их воздействия на среду обитания. Сравнить внешнее строение зелёного мха (кукушкина льна) и белого мха (сфагнума), отмечать их сходства и различия. Фиксировать результаты исследований. Соблюдать правила работы в кабинете, обращения с лабораторным оборудованием</p>	
14	<b>Отдел Голосеменные. Общая характеристика и значение</b>	<p>Общая характеристика голосеменных. Расселение голосеменных по поверхности Земли. Образование семян как свидетельство более высокого уровня развития голосеменных по сравнению со споровыми. Особенности строения и развития представителей</p>	Изучить общую характеристику голосеменных растений	1	<p>Выявлять общие черты строения и развития семенных растений. Осваивать приёмы работы с определителем растений. Сравнить строение споры и семени. Характеризовать процессы размножения и развития голосеменных. Прогнозировать последствия нерациональной деятельности человека для жизни голосеменных.</p>	<b>Работа с гербарным материалом</b>

		<p>класса Хвойные. Голо-семенные на террито-рии России. Их значе-ние в природе и жизни человека</p>			<p>Использовать информаци-онные ресурсы для подго-товки презента-ции проекта о значении хвой-ных лесов России</p>	
15	<b>Семейства класса Двудольные</b>	<p>Общая характеристика. Семейства: Розоцветные, Мотыльковые, Крестоцветные, Паслёновые, Сложноцветные. Отличительные признаки семейств. Значение в природе и жизни человека. Сельскохозяйственные культуры</p>	<p>Изучить общую характеристику семейств класса Двудольные.</p>	1	<p>Выделять основные признаки класса Двудольные. Описывать отличительные признаки семейств класса. Распознавать представителей семейств в рисунках, гербарных материалах, натуральных объектах. Применять приёмы работы с определителем растений. Использовать информационные ресурсы для подготовки презентации проекта о роли растений класса Двудольные в природе и жизни человека</p>	<b>Работа с гербарным материалом</b>
16	<b>Семейства класса Однодольные</b>	<p>Общая характеристика. Семейства: Лилейные, Луковые, Злаки. Отличительные признаки. Значение в природе, жизни человека. Исключительная роль злаковых растений</p>	<p>Изучить общую характеристику семейств класса Однодольные.</p>	1	<p>Выделять признаки класса Однодольные. Определять признаки деления классов Двудольные и Однодольные на семейства. Описывать характерные черты семейств класса Однодольные. Применять приёмы работы с определителем растений. Приводить примеры охраняемых видов. Использовать информационные ресурсы для подготовки презентации проекта о практическом использовании растений семейства Однодольные, о значении злаков для живых организмов</p>	<b>Работа с гербарным материалом</b>

**3. Тематическое планирование материалов в 7 классе**  
 «БИОЛОГИЯ. РАЗНООБРАЗИЕ ОРГАНИЗМОВ: ЖИВОТНЫЕ»

Часть 1. Общие сведения о мире животных Часть 2  
 . Строение тела животных  
 Часть 3. Подцарство Простейшие, или Одноклеточные Часть 4  
 Подцарство Многоклеточные  
 Часть 5 Типы Плоские черви, Круглые черви, Кольчатые черви Часть 6 Тип  
 Моллюски  
 Часть 7. Тип Членистоногие  
 Часть 8. Тип Хордовые. Бесчерепные. Надкласс Рыбы Часть 9. К  
 ласс Земноводные, или Амфибии  
 Часть 10. Класс Пресмыкающиеся, или Рептилии Часть 11  
 . Класс Птицы  
 Часть 12. Класс Млекопитающие, или  
 Звери Часть 13. Развитие животного мира на Земле

№ п/п	Тема	Содержание	Целевая установка урока	Кол-во часов	Основные виды деятельности обучающихся на уроке /внеурочном занятии	Использование оборудования
<b>2. Строение тела животных (2ч)</b>						
1	<b>Клетка</b>	<b>Клетка</b> Наука цитология. Строение животной клетки: размеры и формы, клеточные структуры, их роль в жизнедеятельности клетки. Сходство и различия строения животной и растительной клеток	Выявить сходство и различия в строении животной и растительной клеток	1	Сравнивать клетки животных и растений. Называть клеточные структуры животной клетки. Делать выводы о причинах различия и сходства животной и растительной клеток. Устанавливать взаимосвязь строения животной клетки и типа питания	<b>Микроскоп цифровой, микропрепараты</b>



					Умение работать с лабораторным оборудованием, увеличительными приборами	
2	<b>Ткани, органы и системы органов</b>	<b>Ткани, органы и системы органов</b> Ткани: эпителиальные, соединительные, мышечные, нервные, их характерные признаки. Органы и системы органов, особенности строения и функций. Типы симметрии животного, их связь с образом жизни	Изучить ткани: эпителиальные, соединительные, мышечные, нервные, их характерные признаки	1	Называть типы тканей животных. Устанавливать взаимосвязь строения тканей с их функциями. Характеризовать органы и системы органов животных. Приводить примеры взаимосвязи систем органов в организме. Высказывать предположения о последствиях нарушения взаимосвязи органов и систем органов для организма. Описывать взаимосвязь образа жизни животного и типа симметрии тела	<b>Микроскопцифровой, микропрепараты</b>
<b>3. Подцарство Простейшие, или Одноклеточные (4ч)</b>						
3	<b>Общая характеристика подцарства Простейшие. Тип Саркодовые и жгутиконосцы. Класс Саркодовые</b>	Среда обитания, внешнее строение. Строение и жизнедеятельность саркодовых на примере амёбы-протея. Разнообразие саркодовых	Дать общую характеристику Простейшим, на примере Типа Саркодовые жгутиковые	1	Выявлять характерные признаки подцарства Простейшие, или Одноклеточные, типа Саркодовые и жгутиконосцы. Распознавать представителей класса Саркодовые на микропрепаратах, рисунках, фотографиях. Устанавливать взаимосвязь строения и функций организма на примере амёбы-протея.	<b>Микроскопцифровой, микропрепараты (амёба)</b>

№ п/п	Тема	Содержание	Целевая установка урока	Кол-во часов	Основные виды деятельности обучающихся на уроке/внеурочном занятии	Использование оборудования
					Обосновывать роль простейших в экосистемах Умение работать с лабораторным оборудованием, увеличительными приборами	
4	<b>Тип Саркодовые и жгутиконосцы. Класс Жгутиконосцы</b>	Среда обитания, строение и передвижение на примере эвглены зелёной. Характер питания, его зависимость от условий среды. Дыхание, выделение и размножение. Сочетание признаков животного и растения у эвглены зелёной. Разнообразие жгутиконосцев	На примере эвглены зелёной показать взаимосвязь строения и характера питания от условий окружающей среды.	1	Характеризовать среду обитания жгутиконосцев. Устанавливать взаимосвязь характера питания и условий среды. Обосновывать вывод о промежуточном положении эвглены зелёной. Приводить доказательства о сложной организации колониальных форм жгутиковых. Раскрывать роль жгутиконосцев в экосистемах	<b>Микроскоп цифровой, микропрепараты (эвглена зелёная)</b>
5	<b>Тип Инфузории</b>	Среда обитания, строение и передвижение на примере инфузории туфельки. Связь строения инфузорий с процессами их жизнедеятельности. Разнообразие инфузорий.	Установить характерные признаки типа Инфузории и показать черты усложнения в клеточном строении.	1	Выявлять характерные признаки типа Инфузории. Приводить примеры их характеристики черты усложнения организации инфузорий по сравнению с саркожгутиконосцами. Наблюдать простейших под микроскопом. Фиксировать результаты наблюдений.	<b>Микроскоп цифровой, микропрепараты (инфузория)</b>

		<b>Лабораторная работа №1</b> «Строение и передвижение инфузории-туфельки»			Обобщать их, делать выводы. Соблюдать правила поведения в кабинете, обращения с лабораторным оборудованием	
<b>4. Подцарство Многоклеточные (2ч)</b>						
6	<b>Тип Общая характеристика многоклеточных животных. Тип Кишечно-полостные. Строение и жизнедеятельность</b>	Общие черты строения. Гидра — одиночный полип. Среда обитания, внешнее и внутреннее строение. Особенности жизнедеятельности, уровень организации в сравнении с простейшими	Изучить строение и жизнедеятельность кишечнополостных на примере гидры, выделить основные черты усложнения организации по сравнению с простейшими.	1	Описывать основные признаки подцарства Многоклеточные. Называть представителей типа кишечнополостных. Выделять общие черты строения. Объяснять на примере наличие лучевой симметрии у кишечнополостных. Характеризовать признаки более сложной организации в сравнении с простейшими	<b>Микроскоп цифровой, микропрепараты (внутреннее строение гидры)</b>
<b>5. Типы Плоские черви, Круглые черви, Кольчатые черви (5ч)</b>						
7	<b>Тип Кольчатые черви. Общая характеристика. Класс Многощетинковые черви</b>	Места обитания, строение и жизнедеятельность систем внутренних органов. Уровни организации органов чувств свободной и паразитической групп кольчатых червей <b>Лабораторная работа №2</b> «Внешнее строение дождевого червя, его	Изучить особенности усложнения строения и кольчатых червей как более высокоорганизованной группы по сравнению с плоскими и круглыми червями.	1	Называть черты более высокой организации кольчатых червей по сравнению с круглыми. Распознавать представителей класса на рисунках, фотографиях. Характеризовать черты усложнения строения систем внутренних органов. Формулировать вывод об уровне строения органов чувств	<b>Цифровой микроскоп, лабораторное оборудование. Электронные таблицы</b>

№ п/п	Тема	Содержание	Целевая установка урока	Кол-во часов	Основные виды деятельности обучающихся на уроке/внеурочном занятии	Использование оборудования
		<p>передвижение, раздражимость».</p> <p><b>Лабораторная работа №3</b> (по усмотрению учителя)</p> <p>«Внутреннее строение дождевого червя».</p>				
<b>6. Тип Моллюски (4ч)</b>						
8	<b>Класс Двустворчатые моллюски</b>	<p>Среда обитания, внешнее строение на примере беззубки. Строение и функции систем внутренних органов. Особенности размножения и развития. Роль в природе и значение для человека</p> <p><b>Лабораторная работа №4</b> «Внешнее строение раковин пресноводных и морских моллюсков»</p>	Изучить особенности строения класса Двустворчатые моллюски	1	<p>Различать и определять двустворчатых моллюсков на рисунках, фотографиях, натуральных объектах. Объяснять взаимосвязь образа жизни и особенностей строения двустворчатых моллюсков. Характеризовать черты приспособленности моллюсков к среде обитания. Формулировать вывод о роли двустворчатых моллюсков в водных экосистемах, в жизни человека. Устанавливать сходство и различия в строении раковин моллюсков. Соблюдать правила работы в кабинете, обращения с лабораторным оборудованием</p>	<b>Цифровой микроскоп, лабораторное оборудование. Влажные препараты, коллекция раковин моллюсков. Электронные таблицы</b>

<b>7. Тип Членистоногие (7ч)</b>						
9	<b>Класс Насекомые</b>	Общая характеристика, особенности внешнего строения. Разнообразие ротовых органов. Строение и функции систем внутренних органов. Размножение. <b>Лабораторная работа №5</b> «Внешнее строение насекомого»	Выявить основные характерные признаки насекомых	1	Выявлять характерные признаки насекомых, описывать их при выполнении лабораторной работы. Устанавливать взаимосвязь внутреннего строения и процессов жизнедеятельности насекомых. Наблюдать, фиксировать результаты наблюдений, делать выводы. Соблюдать правила работы в кабинете, обращения с лабораторным оборудованием	<b>Гербарный материал — строение насекомого</b>
10	<b>Типы развития насекомых</b>	Развитие с неполным превращением. Группы насекомых. Развитие с полным превращением. Группы насекомых. Роль каждой стадии развития насекомых	Изучить типы развития насекомых	1	Характеризовать типы развития насекомых. Объяснять принципы классификации насекомых. Устанавливать систематическую принадлежность насекомых. Выявлять различия в развитии насекомых с полным и неполным превращением	<b>Гербарный материал — типы развития насекомых</b>
<b>8. Тип Хордовые. Бесчерепные. Надкласс Рыбы (6ч)</b>						
11	<b>Надкласс Рыбы. Общая характеристика, внешнее строение</b>	Особенности внешнего строения, связанные с обитанием в воде. Строение и функции конечностей. Органы	Изучить особенности внешнего строения, связанные с обитанием в воде	1	Характеризовать особенности внешнего строения рыб в связи с средой обитания. Осваивать приемы работы с определителем животных. Выявлять черты приспособ-	Влажные препараты «Рыбы»

№ п/п	Тема	Содержание	Целевая установка урока	Кол-во часов	Основные виды деятельности обучающихся на уроке/внеурочном занятии	Использование оборудования
		<p>боковой линии, органы слуха, равновесия.  <b>Лабораторная работа №6</b>  «Внешнее строение и особенности передвижения рыбы»</p>			<p>ленности внутреннего строения рыб к обитанию в воде. Наблюдать и описывать внешнее строение и особенности передвижения рыб в ходе выполнения лабораторной работы. Соблюдать правила поведения в кабинете, обращения с лабораторным оборудованием</p>	
12	<b>Внутреннее строение рыб</b>	<p>Опорно-двигательная система. Скелет непарных и парных плавников. Скелет головы, скелет жабр. Особенности строения и функций систем внутренних органов. Черты более высокого уровня организации рыб по сравнению с ланцетником.  <b>Лабораторная работа №7</b>  <i>(по усмотрению учителя)</i>  «Внутреннее строение рыбы»</p>	Изучить внутреннее строение рыбы	1	<p>Устанавливать взаимосвязь строения отдельных частей скелета рыб и их функций. Выявлять характерные черты строения систем внутренних органов. Сравнить особенности строения и функций внутренних органов рыбы с ланцетником. Характеризовать черты организации рыб</p>	Влажные препараты «Рыбы» Модель – Скелет рыбы

<b>9.Класс Земноводные, или Амфибии (4ч)</b>						
13	<b>Строение идеальность внутренних органов земноводных</b>	Характерные черты строения систем внутренних органов земноводных по сравнению с костными рыбами. Сходство строения внутренних органов земноводных и рыб	Изучить черты строения систем внутренних органов земноводных по сравнению с костными рыбами	1	Устанавливать взаимосвязь строения органов и систем органов с их функциями в среде обитания. Сравнить, обобщать информацию о строении внутренних органов амфибий и рыб, делать выводы. Определять черты более высокой организации земноводных по сравнению с рыбами	Влажные препараты «Земноводные»
<b>10.Класс Пресмыкающиеся, или Рептилии (4ч)</b>						
14	<b>Внутреннее строение и жизнедеятельность пресмыкающихся</b>	Сходство и различия строения систем внутренних органов, пресмыкающихся и земноводных. Черты приспособленности пресмыкающихся к жизни на суше. Размножение и развитие. Зависимость годового жизненного цикла от температурных условий	Изучить черты строения систем внутренних органов, пресмыкающихся по сравнению с земноводными	1	Устанавливать взаимосвязь строения внутренних органов рептилий, их функций и среды обитания. Выявлять черты более высокой организации пресмыкающихся по сравнению с земноводными. Характеризовать процессы размножения и развития у пресмыкающихся. Использовать информационные ресурсы для подготовки презентации проекта годового жизненного цикла рептилий, заботе о потомстве	Влажные препараты «Пресмыкающиеся»

№ п/п	Тема	Содержание	Целевая установка урока	Кол-во часов	Основные виды деятельности обучающихся на уроке/внеурочном занятии	Использование оборудования
<b>11. Класс Птицы (9ч)</b>						
15	<b>Общая характеристика класса. Внешнее строение птиц</b>	Взаимосвязь внешнего строения и приспособленности птиц к полёту. Типы перьевого покрова и их функции. Черты сходства и различия покровов птиц и рептилий. <b>Лабораторная работа №8</b> «Внешнее строение птицы. Строение перьев»	Изучить взаимосвязь внешнего строения и приспособленности птиц к полёту	1	Характеризовать особенности внешнего строения птиц в связи с их приспособленностью к полёту. Объяснять строение и функции перьевого покрова тела птиц. Устанавливать черты сходства и различия покровов птиц и рептилий. Изучать и описывать особенности внешнего строения птиц в ходе выполнения лабораторной работы. Соблюдать правила работы в кабинете, обращения с лабораторным оборудованием	Чучело Птицы, Перья птицы, микропрепараты «Перья птиц»
16	<b>Опорно-двигательная система птиц</b>	Изменения строения скелета птиц в связи с приспособленностью к полёту. Особенности строения мускулатуры и её функции. Причины расхождения отдельных костей скелета птиц.	Изучить особенности скелета птицы, связанные с полётом	1	Устанавливать взаимосвязь внешнего строения и строения скелета в связи с приспособленностью к полёту. Характеризовать строение и функции мышечной системы птиц. Изучать и описывать строение скелета птиц в процессе выполнения лабораторной работы.	Скелет голубя



		<b>Лабораторная работа №9</b> «Строение скелета птицы»			Соблюдать правила работы в кабинете, обращения с лабораторным оборудованием	
<b>12. Класс Млекопитающие, или Звери (10ч)</b>						
<b>17</b>	<b>Внутреннее строение млекопитающих</b>	Особенности строения опорно-двигательной системы. Уровень организации нервной системы по сравнению с другими позвоночными. Характерные черты строения пищеварительной системы копытных и грызунов. Усложнение строения функций внутренних органов. <b>Лабораторная работа №10</b> «Строение скелета млекопитающих»	Изучить скелет и внутреннее строение млекопитающих	<b>1</b>	Описывать характерные особенности строения и функций опорно-двигательной системы, используя примеры животных разных сред обитания. Проводить наблюдения и фиксировать их результаты в ходе выполнения лабораторной работы. Характеризовать особенности строения систем внутренних органов млекопитающих по сравнению с рептилиями. Аргументировать выводы о прогрессивном развитии млекопитающих. Соблюдать правила работы в кабинете, обращения с лабораторным оборудованием	Влажные препараты «Кролик», Скелет млекопитающего

#### 4. Тематическое планирование материала в 8 классе «БИОЛОГИЯ. ЧЕЛОВЕК»

Введение (2ч.)

Часть 1. Общий обзор организма человека

Часть 2. Опорно-двигательная

система

Часть 3. Кровь и кровообращение

Часть 4. Дыхание

Часть 5. Пищеварение

Часть 6. Обмен веществ  
 Часть 7. Выделение  
 Часть 8. Кожа  
 Часть 9. Эндокринная система  
 Часть 10. Нервная система  
 Часть 11. Органы чувств. Анализаторы  
 Часть 12. Поведение и психика  
 Часть 13. Индивидуальное развитие организма

№ п/п	Тема	Содержание	Целевая установка урока	Кол-во часов	Основные виды деятельности обучающихся на уроке/внеурочном занятии	Использование оборудования
<b>1. Организм человека. Общий обзор (5 часов)</b>						
1	Клетка: строение, химический состав и жизнедеятельность	Строение организма человека: клетки, ткани, органы, системы органов. Методы изучения живых организмов: наблюдение, измерение, эксперимент. <b>Лабораторная работа №1 «Действие фермента каталазы на пероксид водорода»</b>	Изучить строение, химический состав клетки так же процессы жизнедеятельности	1	Называть основные части клетки. Описывать функции органоидов. Объяснять понятие «фермент». Различать процесс роста и процесс развития. Описывать процесс деления клетки. Выполнять лабораторный опыт, наблюдать происходящие явления, фиксировать результаты наблюдения, делать выводы. Соблюдать правила работы в кабинете, обращения с лабораторным оборудованием	<b>Микроскоп цифровой, микропрепараты, лабораторное оборудование</b>
2	Ткани	Строение организма человека: клетки, ткани, органы, системы	Обобщить и углубить знания учащихся	1	Определять понятия: «ткань», «синапс», «нейроглия». Называть типы и виды тканей позвоночных животных.	<b>Микроскоп цифровой, микропрепараты тканей</b>

		органов. Методы изучения живых организмов: наблюдение, измерение, эксперимент. <b>Лабораторная работа №2 «Клетки тканей и под микроскопом»</b>	разных видах и типов тканей человека		Различать разные виды и типы тканей. Описывать особенности тканей разных типов. Соблюдать правила обращения с микроскопом. Сравнить иллюстрации в учебнике с натуральными объектами. Выполнять наблюдения с помощью микроскопа, описывать результаты. Соблюдать правила работы в кабинете, обращения с лабораторным оборудованием	
<b>2. Опорно-двигательная система. (8 часов)</b>						
3	Скелет. Строение, состав и соединение костей	Опора и движение. Опорно-двигательная система. Методы изучения живых организмов: наблюдение, измерение, эксперимент <b>Лабораторная работа №3 «Строение костной ткани».</b> <b>Лабораторная работа №4 «Состав костей»</b>	Изучить строение, состав и типы соединения костей	1	Называть части скелета. Описывать функции скелета. Описывать строение трубчатых костей и строение сустава. Раскрывать значение надкостницы, хряща, суставной сумки, губчатого вещества, костномозговой полости, желтого костного мозга. Объяснять значение составных компонентов костной ткани. Выполнять лабораторные опыты, фиксировать.	Работа с муляжом «Скелет человека», лабораторное оборудование для проведения опытов.  Электронные таблицы и плакаты
4	Скелет головы и туловища	Скелет головы и туловища Скелет конечностей. Строение скелета поясов конечностей, верх-	Изучить строение и особенности скелета головы и туловища	1	Описывать с помощью иллюстраций в учебнике строение черепа. Называть отделы позвоночника и части позвонка.	Работа с муляжом «Скелет человека» Электронные таблицы и плакаты

№ п/п	Тема	Содержание	Целевая установка урока	Кол-во часов	Основные виды деятельности обучающихся на уроке/внеурочном занятии	Использование оборудования
		ней и нижней конечностей			Раскрывать значение частей позвоночника. Объяснять связь между строением и функциями позвоночника, грудной клетки	
5	Скелет конечностей <b>П.р</b>	Скелет конечностей Строение скелета поясов конечностей, верхней и нижней конечностей. «Исследование строения плечевого пояса»	Изучить строение скелета поясов и свободных конечностей	1	Называть части свободных конечностей и поясов конечностей. Описывать с помощью иллюстраций в учебнике строение скелета конечностей. Раскрывать причину различия в строении пояса нижних конечностей у мужчин и женщин. Выявлять особенности строения скелета конечностей в ходе наблюдения натуральных объектов	Работа с мультимедийными средствами «Скелет человека» Электронные таблицы и плакаты
6	Первая помощь при травмах: растяжении связок, вывихах суставов, переломах костей	Опора и движение. Опорно-двигательная система. Профилактика травматизма. Первая помощь при травмах опорно-двигательной системы	Изучить приемы первой помощи в зависимости от вида травмы	1	Определять понятия: «растяжение», «вывих», «перелом». Называть признаки различных видов травм суставов и костей. Описывать приемы первой помощи в зависимости от вида травмы. Анализировать и обобщать информацию о травмах опорно-двигательной системы	Работа с мультимедийными средствами «Скелет человека» Электронные таблицы и плакаты

					приёмах оказания первой помощи в ходе разработки и осуществления годового проекта «Курсы первой помощи для школьников»	
7	Мышцы	Опора и движение. Опорно-двигательная система. Методы изучения живых организмов: наблюдение, измерение, эксперимент. <b>Практическая работа</b> <b>«Изучение расположения мышц головы»</b>	Раскрыть связь функции строения, а также различий между гладкими и скелетными мышцами человека	1	Раскрывать связь функции строения на примере различных между гладкими и скелетными мышцами, мимическими и жевательными мышцами. Описывать с помощью иллюстраций в учебнике строение скелетной мышцы. Описывать условия нормальной работы скелетных мышц. Называть основные группы мышц. Раскрывать принцип крепления скелетных мышц разных частей тела. Выявлять особенности расположения мимических и жевательных мышц в ходе наблюдения натуральных объектов	<b>Микроскоп цифровой, микропрепараты мочевой ткани.</b> Электронные таблицы
8	Работа мышц	Опора и движение. Опорно-двигательная система. Методы изучения живых организмов: наблюдение, измерение, эксперимент	Объяснить механизм работы мышц при причинении травмы. Сравнить динамическую и статическую работу мышц.	1	Определять понятия «мышцы-антагонисты», «мышцы-синергисты». Объяснять условия оптимальной работы мышц. Описывать два вида работы мышц. Объяснять причины наступления утомления мышц и сравнивать динамическую и статическую работу мышц по этому признаку. Формулировать правила гигиены физических нагрузок	<b>Цифровая лаборатория по физиологии (датчик силомер)</b>

№ п/п	Тема	Содержание	Целевая установка урока	Кол-во часов	Основные виды деятельности обучающихся на уроке/внеурочном занятии	Использование оборудования
<b>3. Кровь и кровообращение (9 часов)</b>						
9	Внутренняя среда. Значение крови и её состав.	Транспорт веществ. Внутренняя среда организма, значение её постоянства. Кровеносная и лимфатическая системы. Кровь. Лимфа. Методы изучения живых организмов: наблюдение, измерение, эксперимент. <b>Лабораторная работа № 5 «Сравнение крови человека и кровь лягушки»</b>	Изучить внутреннюю среду организма человека, её строение, состав и функции	1	<p>Определять понятия: «гомеостаз», «форменные элементы крови», «плазма», «антиген», «антитело».</p> <p>Объяснять связь между тканевой жидкостью, лимфой и плазмой крови в организме. Описывать функции крови. Называть функции эритроцитов, тромбоцитов, лейкоцитов. Описывать вклад русской науки в развитие медицины. Описывать с помощью иллюстраций в учебнике процесс свёртывания крови и фибринолиз.</p> <p>Выполнять лабораторные наблюдения с помощью микроскопа, фиксировать результаты наблюдений, делать выводы.</p> <p>Соблюдать правила работы в кабинете, обращения с лабораторным оборудованием</p>	<b>Микроскоп цифровой, микропрепараты</b>
10	Движение крови по сосудам.	Транспорт веществ. Кровеносная и лимфатическая системы. Кровяное давление и	Изучить причины движения крови по сосудам	1	<p>Описывать с помощью иллюстраций в учебнике строение сердца и процесс сердечных сокращений.</p>	<b>Цифровая лаборатория по физиологии (датчик ЧСС)</b>

		<p>пульс. Методы изучения живых организмов: наблюдение, измерение, эксперимент. <b>Практическая работа</b> «Определение ЧСС, скорости кровотока», «Исследование рефлексорного притока крови к мышцам, включившимся в работу»</p>			<p>Сравнивать виды кровеносных сосудов между собой. Описывать строение кругов кровообращения. Понимать различие в использовании прилагательного «артериальный» применительно к венам и артериям.</p>	
11	<p>Регуляция работы сердца и сосудов. Предупреждение заболеваний сердца и сосудов</p>	<p>Кровеносная и лимфатическая системы. Вред табакокурения. Методы изучения живых организмов: наблюдение, измерение, эксперимент</p> <p><b>Практическая работа</b> «Доказательство вреда табакокурения»</p>	<p>Изучить работу сердца от физических нагрузок и влияния негативных факторов окружающей среды</p>	1	<p>Раскрывать понятия: «тренировочный эффект», «функциональная проба», «давящая повязка», «жгут». Объяснять важность систематических физических нагрузок для нормального состояния сердца. Различать признаки различных видов кровотечений. Анализировать и обобщать информацию о повреждениях органов кровеносной системы и приемах оказания первой помощи в ходе продолжения работы над готовым проектом «Курсы первой помощи для школьников»</p>	<p><b>Цифровая лаборатория по физиологии (артериального давления)</b></p>

№ п/п	Тема	Содержание	Целевая установка урока	Кол-во часов	Основные виды деятельности обучающихся на уроке/внеурочном занятии	Использование оборудования
112	<b>Обобщение по теме</b> <b>3</b> Влияние физических упражнений на сердечно-сосудистую систему.	Укрепление здоровья. Влияние физических упражнений на органы и системы органов. Методы изучения живых организмов: наблюдение, измерение, эксперимент. <b>Практическая работа «Функциональная сердечно-сосудистая проба»</b>	Воспитание бережного отношения к своему здоровью, привитие интереса к изучению предмета.	1	Различать признаки различных видов кровотечений. Описывать с помощью иллюстраций в учебнике меры оказания первой помощи в зависимости от вида кровотечения. Выполнять опыт — брать функциональную пробу; фиксировать результаты; проводить вычисления и делать оценку состояния сердца по результатам опыта. Соблюдать правила работы в кабинете, обращения лабораторным оборудованием. Анализировать и обобщать информацию о повреждениях органов кровеносной системы и приемах оказания первой помощи в ходе продолжения работы над готовым проектом «Курсы первой помощи для школьников»	<b>Цифровая лаборатория по физиологии (датчик ЧСС и артериального давления)</b>
<b>4. Дыхательная система (5 часов)</b>						
13	Строение легких. Газообмен в легких и тканях.	Дыхание. Дыхательная система. Газообмен в легких и тканях. Методы изучения живых	Изучить строение легких и механизм газообмена.	1	Описывать строение легких человека. Объяснять преимущества альвеолярного строения легких по сравнению со	<b>Цифровая лаборатория по экологии (датчик кислорода),</b>



		<p>организмов:наблюдение,измерение,эксперимент.</p> <p><b>Лабораторная работа № 6</b></p> <p><b>«Состав вдыхаемого и выдыхаемого воздуха»</b></p>			<p>строением лёгких у представителей других классов позвоночных животных.</p> <p>Раскрывать роль гемоглобина в газообмене.</p> <p>Выполнять лабораторный опыт, делать выводы по результатам опыта.</p> <p>Соблюдать правила работы в кабинете, обращения с лабораторным оборудованием</p>	<b>кислорода, влажности)</b>
14	Дыхательные движения.	<p>Дыхание. Дыхательная система. Вред табакокурения. Методы изучения живых организмов: наблюдение, измерение, эксперимент.</p> <p><b>Лабораторная работа № 7 «Дыхательные движения» Р</b></p> <p><b>егуляция дыхания</b></p>	<p>Сформировать знания о механизме дыхательных движений, развивать понятие «газообмен»</p>	1	<p>Описывать функции диафрагмы.</p> <p>Называть органы, участвующие в процессе дыхания.</p> <p>Выполнять лабораторный опыт на готовой (или изготовленной самостоятельно) модели, наблюдать происходящие явления и описывать процесс вдоха и выдоха.</p> <p>Соблюдать правила работы в кабинете, обращения с лабораторным оборудованием</p>	<b>Цифровая лаборатория по физиологии (датчик частоты дыхания)</b>
15	Болезни органов дыхания.	<p>Гигиена органов дыхания. Заболевания органов дыхания и их предупреждение. Инфекционные заболевания и меры их профилактики. Вред табакокурения.</p> <p><b>Практическая работа «Определение за-я</b></p>	<p>Познакомиться с основными видами заболеваний органов дыхания, выявить пути заражения и меры профилактики</p>	1	<p>Раскрывать понятие «жизненная ёмкость лёгких».</p> <p>Объяснять суть опасности заболеваний гриппом, туберкулёзом лёгких, раком лёгких. Называть факторы, способствующие заражению туберкулёзом лёгких.</p> <p>Называть меры, снижающие вероятность заражения</p>	<b>Цифровая лаборатория по экологии (датчик кислорода) лаборатория по физиологии (датчик частоты дыхания)</b>

№ п/п	Тема	Содержание	Целевая установка урока	Кол-во часов	Основные виды деятельности обучающихся на уроке/внеурочном занятии	Использование оборудования
		<b>пыленности воздуха»</b>			<p>болезнями, передаваемыми через воздух.</p> <p>Раскрывать способ использования флюорографии для диагностики патогенных изменений в лёгких.</p> <p>Объяснять важность гигиены помещений и дыхательной гимнастики для здоровья человека.</p> <p>Проводить опыт, фиксировать результаты и делать вывод по результатам опыта.</p> <p>Соблюдать правила работы в кабинете, обращения лабораторным оборудованием</p>	
<b>5. Пищеварительная система. (7 часов)</b>						
16	Значение пищи и ее состав	<p>Питание. Пищеварение. Пищеварительная система. Методы изучения живых организмов: наблюдение, измерение, эксперимент.</p> <p><b>Практическая работа «Определение местоположения слюнных желез»</b></p>	Изучить значение и строение различных органов пищеварения	1	<p>Определять понятие «пищеварение». Описывать с помощью иллюстраций в учебнике строение пищеварительной системы. Называть функции различных органов пищеварения. Называть места впадения пищеварительных желёз в пищеварительный тракт. Выполнять опыт, сравнивать результаты наблюдения с описанием в учебнике.</p>	Электронные таблицы и плакаты. <b>Цифровая лаборатория по экологии (датчик pH)</b>

17	Пищеварение в ротовой полости и в желудке	Питание. Пищеварение. Пищеварительная система. Методы изучения живых организмов: наблюдение, измерение, эксперимент. <b>Лабораторная работа №8, 9 «Действие ферментов в слюнына крахмал», «Действие ферментов в желудочном соке на белки»</b>	Раскрывать функции слюны и желудка для процесса пищеварения	1	Раскрывать функции слюны. Описать строение желудочной стенки. Называть активные вещества, действующие на пищевую комочку в желудке, и их функции. Выполнять лабораторные опыты, наблюдать происходящие явления и делать вывод по результатам наблюдений. Соблюдать правила работы в кабинете, обращения с лабораторным оборудованием	<b>Цифровая лаборатория по экологии (датчик pH)</b>
<b>6. Обмен веществ и энергии. Витамины (3 часа)</b>						
18	Нормы питания	Рациональное питание. Нормы и режим питания. Методы изучения живых организмов: наблюдение, измерение. <b>Практическая работа «определение ренированности организма по функциональной пробе»</b>	Установить зависимость между типом деятельности человека и нормами питания, через основные понятия: «основной обмен», «общий обмен»	1	Определять понятия «основной обмен», «общий обмен». Сравнить организм взрослого и ребенка по показателям основного обмена. Объяснять зависимость между типом деятельности человека и нормами питания. Проводить оценивание тренированности организма с помощью функциональной пробы, фиксировать результаты и делать вывод, сравнивая экспериментальные данные с эталонными	<b>Цифровая лаборатория по физиологии (датчик частоты дыхания, ЧСС, артериального давления)</b>
<b>8. Кожа (4 часа)</b>						
19	Роль кожи в терморегуляции	Роль кожи в терморегуляции. Закаливание. Окисление первой	Раскрывать роль кожи в терморегуляции.	1	Классифицировать причины заболеваний кожи. Называть признаки ожога, обморожения кожи.	<b>Цифровая лаборатория по физиологии (датчик температуры и влажности)</b>

№ п/п	Тема	Содержание	Целевая установа урока	Кол- во часов	Основные виды деятельности обучающихся на уроке/внеурочном занятии	Использование оборудования
		помощи при тепловом и солнечном ударах	Описывать приёмы первой помощи при тепловом и солнечном ударе		<p>Описывать меры, применяемые при ожогах, обморожениях.</p> <p>Описывать симптомы стригущего лишая, чесотки.</p> <p>Называть меры профилактики инфекционных кожных заболеваний.</p> <p>Определять понятие «терморегуляция». Описывать свойства кожи, позволяющие ей выполнять функцию органа терморегуляции.</p> <p>Раскрывать значение закаливания для организма.</p> <p>Описывать виды закаливающих процедур.</p> <p>Называть признаки теплового удара, солнечного удара.</p> <p>Описывать приёмы первой помощи при тепловом ударе, солнечном ударе.</p> <p>Анализировать и обобщать информацию о нарушениях терморегуляции, повреждениях кожи и приемах оказания первой помощи в ходе завершения работы над проектом «Курсы первой помощи для школьников»</p>	

<b>10. Нервная система (5 часов)</b>						
20	Автономный отдел нервной системы. Нейрогуморальная регуляция	Нейрогуморальная регуляция процессов жизнедеятельности организма	Изучить строение и значение автономной нервной системы	1	Называть особенности работы автономного отдела нервной системы. Различать с помощью иллюстраций в учебнике симпатический и парасимпатический отделы автономного отдела нервной системы по особенностям строения. Различать парасимпатический	<b>Цифровая лаборатория по физиологии датчика артериального давления, пульса)</b>
					и симпатический отделы по особенностям влияния на чувствительные органы. Объяснять на примере реакции на стресс согласованность работы желез внутренней секреции и отделов нервной системы, различие между нервной и гуморальной регуляцией по общему характеру воздействия на организм. Выполнять опыт, наблюдать происходящие процессы и сравнивать полученные результаты опыта с ожидаемыми (описанными в тексте учебника)	

### **5. Тематическое планирование материалов в 9 классе «Общие закономерности жизни»**

Часть 1. Общие закономерности жизни

Часть 2. Закономерности жизни на клеточном

уровне

Часть 3. Закономерности жизни на организменном уровне

Часть 4. Закономерности происхождения и развития жизни на Земле

Часть 5. Закономерности взаимоотношений организмов и среды

№ п/п	Тема	Содержание	Целевая установка урока	Кол-во часов	Основные виды деятельности обучающихся на уроке/внеурочном занятии	Использование оборудования
<b>2.Закономерности жизни на клеточном уровне(10ч)</b>						
1	<b>Многообразие клеток</b>	<p>Обобщение ранее изученного материала. Многообразие типов клеток: свободно живущие и образующие ткани, прокариоты, эукариоты. Роль учёных в изучении клетки.</p> <p><b>Лабораторная работа №1</b> «Многообразие клеток эукариот. Сравнение растительных и животных клеток»</p>	Изучить многообразие клеток эукариоты выявить особенность их строения разных царств	1	<p>Определять отличительные признаки клеток прокариот и эукариот. Приводить примеры организмов прокариот и эукариот. Характеризовать существенные признаки жизнедеятельности свободноживущей клетки и клетки, входящей в состав ткани. Называть имена учёных, положивших начало изучению клетки. Сравнить строение растительных и животных клеток. Фиксировать результаты наблюдений и делать выводы. Соблюдать правила работы в кабинете, обращения с лабораторным оборудованием</p>	<b>Микроскоп цифровой, микропрепараты</b>
2	<b>Химические вещества в клетке</b>	Обобщение ранее изученного материала. Особенности химического состава живой клетки и его сходство у разных типов клеток.	Изучить химический состав разных типов клеток	1	Различать и называть основные неорганические и органические вещества клетки. Объяснять функции воды, минеральных веществ,	<b>Микроскоп цифровой, лабораторное оборудование для изучения химического состава клеток</b>

		Неорганические и органические вещества клетки. Содержание воды, минеральных солей, углеводов, липидов, белков в клетке и организме. Их функции в жизнедеятельности клетки			белков, углеводов, липидов и нуклеиновых кислот в клетке. Сравнивать химический состав клеток живых организмов и неживой природы, делать выводы	
3	<b>Строение клетки</b>	Структурные части клетки: мембрана, ядро, цитоплазма с органоидами и включениями. <b>Органоиды клетки и их функции</b> Мембранные и немембранные органоиды, отличительные особенности их строения и функции	Изучить функции органоидов клетки, выявить их отличительные особенности	1	Различать основные части клетки. Называть и объяснять существенные признаки всех частей клетки. Сравнивать особенности клеток растений и животных Выделять и называть существенные признаки строения органоидов. Различать органоиды клетки на рисунке учебника. Объяснять функции отдельных органоидов в жизнедеятельности растительной и животной клеток	<b>Цифровой микроскоп и готовые микропрепараты</b>
4	<b>Размножение клетки и её жизненный цикл</b>	Размножение клетки путём деления — общее свойство клеток одноклеточных и многоклеточных организмов. Клеточное деление у прокариот —	Изучить жизненный цикл соматической клетки на примере делящихся клеток корешка лука.	1	Характеризовать значение размножения клетки. Сравнивать деление клетки прокариот и эукариот, делать выводы на основе сравнения.	<b>Цифровой микроскоп и готовые микропрепараты</b>

№ п/п	Тема	Содержание	Целевая установка урока	Кол-во часов	Основные виды деятельности обучающихся на уроке / внеурочном занятии	Использование оборудования
		<p>деление клетки надвое. Деление клетки у эукариот. Митоз. Фазы митоза.</p> <p>Жизненный цикл клетки: интерфаза, митоз.</p> <p>Разделение клеточного содержимого на две дочерние клетки.</p> <p><b>Лабораторная работа № 2</b> «Рассмотрение микропрепаратов с делящимися клетками»</p>			<p>Определять понятия «митоз» и «клеточный цикл». Фиксировать результаты наблюдений, формулировать выводы.</p> <p>Соблюдать правила работы в кабинете, обращения с лабораторным оборудованием</p> <p>Объяснять механизм распределения наследственного материала между дочерними клетками у прокариот и эукариот.</p> <p>Называть и характеризовать стадии клеточного цикла.</p> <p>Наблюдать и описывать делящиеся клетки по готовым микропрепаратам</p>	
<b>3. Закономерности жизни организмов на уровне (17ч)</b>						
5	<b>Бактерии и вирусы</b>	<p>Разнообразие форм организмов: одноклеточные, многоклеточные и неклеточные.</p> <p>Бактерии как одноклеточные доядерные организмы. Вирусы</p>	<p>Изучить существенные признаки бактерий, цианобактерий и вирусов</p>	1	<p>Выделять существенные признаки бактерий, цианобактерий и вирусов.</p> <p>Объяснять (на конкретных примерах) строение и значение бактерий, цианобактерий и вирусов.</p>	<p><b>Цифровой микроскоп и готовые микропрепараты бактерий, лабораторное оборудование для фиксации и окрашивания бактерий по Граму</b></p>



		как клеточная форма жизни. Отличительные особенности бактерий и вирусов. Значение бактерий и вирусов в природе			Рассматривать и объяснять по рисунку учебника процесс проникновения вируса в клетку и его размножения. Приводить примеры заболеваний, вызываемых бактериями и вирусами	
6	<b>Растительный организм и его особенности</b>	Главные свойства растений: автотрофность, и способность к активному передвижению, размещение основных частей — корня и побега — в двухразных средах. Особенности растительной клетки: принадлежность к эукариотам, наличие клеточной стенки, пластыди крупных вакуолей. Способы размножения растений: половое и бесполое. Особенности полового размножения.	Углубить и обобщить существенные признаки растений и растительной клетки	1	Выделять и обобщать существенные признаки растительной и растительной клетки. Характеризовать особенности процессов жизнедеятельности растений: питания, дыхания, фотосинтеза, размножения. Сравнить значение полового и бесполого способов размножения растений, делать выводы на основе сравнения. Объяснять роль различных растений в жизни человека. Приводить примеры использования человеком разных способов размножения растений в хозяйстве и в природе	<b>Цифровой микроскоп и готовые микропрепараты, лабораторное оборудование для приготовления временных микропрепаратов</b>
7	<b>Царство грибов. Лишайники</b>	Грибы, их сходство с другими эукариотическими организмами — растениями и животными — и отличие от	Дать характеристику существенных признаков строения и процессов	1	Выделять и характеризовать существенные признаки строения и процессов жизнедеятельности грибов и лишайников на конкретных примерах.	<b>Цифровой микроскоп и готовые микропрепараты грибов, гербарный материал грибов и лишайников</b>

№ п/п	Тема	Содержание	Целевая установка урока	Кол-во часов	Основные виды деятельности обучающихся на уроке/внеурочном занятии	Использование оборудования
		<p>них. Специфические свойства грибов. Многообразие и значение грибов: плесневых, шляпочных, паразитических. Лишайники как особые симбиотические организмы; их многообразие и значение</p>	<p>жизнедеятельности грибов и лишайников</p>		<p>Сравнивать строение грибов с строением растений, животных или лишайников, делать выводы. Характеризовать значение грибов и лишайников для природы и человека. Отмечать опасность ядовитых грибов и необходимость знания правил сбора грибов в природе</p>	
8	<b>Животный организм и его особенности</b>	<p>Особенности животных организмов: принадлежность к эукариотам, гетеротрофность, способность к активному передвижению, забота о потомстве, постройка жилищ (гнезд, нор). Деление животных по способам добывания пищи: растительноядные, хищные, паразитические, падальщики, всеядные</p>	<p>Выделить и обобщить существенные признаки строения и процессов жизнедеятельности животных</p>	1	<p>Выделять и обобщать существенные признаки строения и процессов жизнедеятельности животных. Наблюдать и описывать поведение животных. Называть конкретные примеры различных диких животных и наиболее распространённых домашних животных. Объяснять роль различных животных в жизни человека. Характеризовать способы питания, расселения, перемещения и благоприятных условий и постройки жилищ животными</p>	<p>Влажные препараты животных различных типов</p>

**5.Закономерности взаимоотношений организмов в среде (15ч)**

9	<b>Условия жизни на Земле</b>	Среды жизни организмов на Земле: водная, наземно-воздушная, почвенная, организменная. Условия жизни организмов в разных средах. Экологические факторы: абиотические, биотические и антропогенные	Дать характеристику основным средам жизни	1	Выделять и характеризовать существенные признаки сред жизни на Земле. Называть характерные признаки организмов — обитателей этих сред жизни. Характеризовать черты приспособленности организмов к среде их обитания. Распознавать и характеризовать экологические факторы среды	<b>Цифровая лаборатория по экологии (датчик мутности, влажности, pH, углекислого газа и кислорода)</b>
10	<b>Экологические проблемы в биосфере. Охрана природы</b>	Обобщение ранее изученного материала. Отношение человека к природе в истории человечества. Проблемы биосферы: истощение природных ресурсов, загрязнение, сокращение биологического разнообразия. Решение экологических проблем биосферы:	Выявить основные экологические проблемы биосферы. Провести оценку качества окружающей среды	1	Выделять и характеризовать причины экологических проблем в биосфере. Прогнозировать последствия истощения природных ресурсов и сокращения биологического разнообразия. Обсуждать на конкретных примерах экологические проблемы своего региона и биосферы в целом.	<b>Цифровая лаборатория по экологии (датчик влажности, углекислого газа и кислорода)</b>
		рациональное использование ресурсов, охрана природы, всеобщее экологическое образование населения.			Аргументировать необходимость защиты окружающей среды, соблюдения правил отношения к живой и неживой природе. Выявлять и оценивать степень загрязнения помещений.	

Продолжение

№ п/п	Тема	Содержание	Целевая установка урока	Кол- во часов	Основные виды деятельности обучающихся на уроке/внеурочном занятии	Использование оборудования
		<b>Лабораторная работа № 6</b> «Оценка качества окружающей среды»			Фиксировать результаты наблюдений и делать выводы. Соблюдать правила работы в кабинете, обращения с лабораторным оборудованием	

## Планы уроков

### Урок № 1 потеме: «Дыхание растений»

Конспектуракабиологиисиспользованиемцифровойлаборатории(биологиябкласс

)

#### Целиурока:

- *Обучающие:* изучить дыхание растений, установить, как происходит газообмен в растениях, выяснить, что дыхание у растений связано с окислением сложных веществ и выделением энергии; показать различие и взаимосвязь процессов дыхания и фотосинтеза, продолжить развитие представлений об обмене веществ.
- *Развивающие:* продолжить развитие логического мышления, способствовать развитию учащих ся умений устанавливать причинно-следственные связи, используя прием «знаю, хочу узнать, узнал»; умений обобщать, делать выводы, прогнозировать, выражать мысли в словесной форме.
- *Воспитательные:* вырабатывать умение осознанно трудиться над поставленной целью, воспитывать бережное отношение к зелёным насаждениям

#### Формировать УУД:

*Личностные УУД:* проявлять познавательный интерес к изучению процессов, происходящих внутри растительного организма; понимать: учебные задачи и стремиться их выполнить, свою успешность при изучении темы.

*Регулятивные УУД:* самостоятельно определять цель учебной деятельности; осуществлять целенаправленный поиск ответов на поставленные вопросы; выполнять задания в соответствии с целью; самопроверку, взаимопроверку и корректировку учебного задания.

*Коммуникативные УУД:* формулировать собственные высказывания в рамках учебного диалога, используя термины; организовывать учебное взаимодействие в группе.

*Познавательные УУД:* структурировать знания; анализировать текст и рисунки учебника; объектов живой природы (комнатные цветущие растения), проводить сравнительный анализ между фотосинтезом и дыханием.

#### Предметные УУД:

Изучить процесс дыхания. Определить взаимосвязь процесса дыхания и фотосинтеза.

#### **Личностные:**

Умения проводить самооценку на основании критерия успешности учебной деятельности

#### **Метапредметные:**

*Регулятивные УУД:* Уметь определять и формулировать цель на уроке с помощью учителя; проговаривать последовательность действий на уроке; работать по коллективно составленному плану; оценивать правильность выполнения действия на уровне адекватной ретроспективной оценки; вносить необходимые коррективы в действие после его завершения на основе оценки и учета характера сделанных ошибок; высказывать свое предположение.

*Коммуникативные УУД:* Уметь оформлять свои мысли в устной форме; слушать и понимать речь других; совместно договариваться о правилах работы в группе.

*Познавательные УУД:* Уметь ориентироваться в своей системе знаний: отличать новое от уже известного с помощью учителя; добывать новые знания: находить ответы на вопросы, используя учебник, раздаточный материал, свой жизненный опыт и информацию, полученную на уроке.

**Оборудование:** компьютер с программой Releon Lite, датчики кислорода и углекислого газа, Семена фасоли (в трех банках), презентация.

Дидактические материалы для организации самостоятельной работы.

**Методы обучения:**

- Организация и осуществление УВП:
- Словесный, наглядный, репродуктивный, проблемно-поисковый, самостоятельная работа в парах, работа с текстом учебника, таблицами, схемами.
- Стимулирование и мотивация учения:
- Анализ жизненных ситуаций, создание ситуации успеха.

**Тип урока:** Комбинированный.

**ХОДУРОКА****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 обучающихся.

**Учебная деятельность обучающихся:**

эмоционально настраиваются на предстоящую учебную деятельность.

**Этап урока 2. Актуализация и обобщение знаний**

**Предполагаемая продолжительность:** 6 мин.

**Педагогическая деятельность учителя:**

- проводит фронтальную беседу; актуализирует имеющиеся знания, помогает обобщению знаний;
- создает для обучающихся проблемную ситуацию; побуждает к высказыванию предположений о способе и средствах достижения поставленной цели.

*Работа с терминами и понятиями.*

*Постановка проблемного вопроса:* английский химик Джозеф Пристли, в 1771 году провел следующий опыт: взял два стеклянных колпака, под каждый из них поместил мышь. Но под одним колпаком он поместил стаканчик с веткой растения (там мышь осталась жива). Под другим колпаком растения не было, там мышь погибла.

— Как вы думаете, почему погибла мышь?

— О каком свойстве живого мы будем сегодня на уроке говорить?

— Почему мышь не погибла там, где было растение?

**Учебная деятельность обучающихся:**

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

*Предполагаемый ответ на вопрос.* Сформулируйте тему нашего урока. «Дыхание растений».

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

**Предполагаемая продолжительность:** 25 мин

**Педагогическая деятельность учителя:**

1) ведение беседы, отражающей вопросы:

Вспомните, что Вам известно о дыхании. История Пристли

2)

1. Почему мышонок при повторном эксперименте в Королевском обществе погиб?

2. Почему у богатой дамы разболелась голова?

Учитель. Чтобы ответить на вопросы, изучим процесс дыхания у растений.

— Давайте вспомним, какие газы входят в состав воздуха?

Состав воздуха: Азот—78%; Кислород—21%; Углекислый газ—0,03%.  
—Кислород и углекислый газ обладают разными свойствами. (**Заполнение таблицы**)

Кислород	Немного тяжелее воздуха	Поддерживает горение
Углекислый газ	Значительно тяжелее воздуха	Не поддерживает горение

3) учитель предлагает решить экспериментальную задачу: -А почему в таблице нет Азота? (этот газ не участвует в процессах дыхания и фотосинтеза).

Учитель: при горении органические вещества взаимодействуют с кислородом, происходит окисление органических веществ и выделяется энергия. Ребята, я вам открою тайну: процесс окисления может происходить не только в пробирке, но и в живых организмах.

У животных и у человека во время пищеварения сложные органические вещества распадаются на более простые, из которых они образовались,—

**H<sub>2</sub>O и CO<sub>2</sub>**! при этом выделяется энергия. Окисление сложных веществ, происходит с участием кислорода.

Запишем схему процесса дыхания в тетрадь.

**Сложные органические вещества + кислород = углекислый газ + вода + E (энергия)**

По такой же схеме происходит процесс дыхания и у растений.

Каково значение кислорода? Как используют энергию растения, выделившие ее при окислении органических веществ?

4. Опыт «Дыхание семян»

Учащиеся делают вывод: отом, что все органы дышат. Поскольку при протекании процесса дыхания поглощается кислород и выделяется углекислый газ.

4. Растения дышат только в темноте?

*Растения – живые организмы и они, как и мы с вами дышат круглосуточно, при любых условиях. При фотосинтезе выделяется кислород, а поглощается углекислый газ. В процессе дыхания поглощается кислород, а выделяется углекислый газ.*

Получается, в организмах растений на свету протекают два процесса—

фотосинтез и дыхание, но кислорода выделяется гораздо больше, чем его поглощается, а в темноте в организмах растений протекает только процесс дыхания.

На доске написана схема. Вам необходимо соединить стрелками процессы дыхания и фотосинтеза с веществами, которые участвуют в этих процессах.

5. Проверьте, правильно ли вы выполнили задание.

<b>Фотосинтез</b>	<b>Кислород</b>	<b>Дыхание</b>
	<b>Углекислый газ</b>	

**Учебная деятельность обучающихся:**

1) Отвечают на вопросы учителя, при необходимости корректируют ответы одноклассников.

2) Наблюдают за демонстрацией опыта, в рабочих тетрадях делают краткие записи. Принимают участие в обсуждении способов решения экспериментальной задачи, предлагают свои способы.

**Учебная деятельность обучающихся:**

- 1) Отвечают на вопросы учителя, при необходимости корректируют ответы одноклассников.
- 2) Наблюдают за демонстрацией опыта, в рабочую тетрадь делают краткие записи. Принимают участие в обсуждении и способе решения экспериментальной задачи, предлагают свои способы.

А почему в таблице нет Азота? (этот газ не участвует в процессах дыхания и фотосинтеза).

- 1) Записывают результаты эксперимента в тетрадь.

**Дыхание—**

**это процесс окисления сложных веществ с участием кислорода. Дыхание—**

**это процесс поступления в организм кислорода, который участвует в реакции окисления (разложения) сложных органических веществ на простые с освобождением энергии.**

- 2) Наблюдают за проведением эксперимента.
- 3) Заносят результаты наблюдений в таблицу.
- 4) Записывают в рабочую тетрадь соединения и их применение в различных областях деятельности человека.

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

**Предполагаемая продолжительность:** 10 мин.

**Педагогическая деятельность учителя:**

организует обсуждение результатов исследования, проверяет правильность записанных уравнений реакций и сделанных выводов. Отмечает важность протекающих процессов в разных частях растения

**Учебная деятельность обучающихся:**

сравнивают результаты работы в паре с данными, полученными другими учениками; при необходимости корректируют выводы и уравнения химических реакций.

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

Проанализируйте знания, полученные на уроке, сделайте выводы: что нового узнали о дыхании растений?

Мы узнали:

- что процессы дыхания и фотосинтеза — противоположны друг другу.
- при дыхании растения поглощают кислород, а выделяют углекислый газ.
- процесс дыхания происходит на свету и в темноте, а для процесса фотосинтеза необходим свет.
- растение дышит через чечевички и устьица.
- Кислород необходим растениям для окисления органических веществ (БЖУ) с освобождением энергии для жизни.



### **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**

### **1) История опыта Джозефа Пристли**

«Я взял, — писал он, —

некоторое количество воздуха, совершенно испорченного дыханием мыши, которая в нем погибла; разделила его на две части: одну часть воздуха перевел в сосуд, погруженный в воду, а в другую часть, также заключенную в сосуд с водою, посадил ветку мяты. Через восемь — девять дней я нашел, что мышь прекрасного запаха в той части воздуха, в которой росла ветка мяты, но мышь моментально погибла в другой части его. В течение семидней пребывания в сосуде с испорченным воздухом побег мяты вырос почти на 3 дюйма, и, кроме того, образовал несколько новых».

Таким образом, растение как бы питалось испорченным воздухом, то есть углекислым газом. Оно росло, очищало воздух, поглощая углекислый газ и выделяя кислород.

Открытие Пристли произвело большое впечатление в учёном мире. Лондонское королевское общество ученых присудило Пристли большую золотую медаль и чествовало на торжественном собрании.

После опытов Пристли с колпаком и мышью всё высшее общество заговорило о способности растений очищать воздух. В моду вошло ставить побольше цветов в комнатах: ведь они исправляют т.е. «очищают» воздух.

Одна очень богатая дама решила проверить это научное наблюдение на себе. Она велела дворецкому поставить в комнату на ночь побольше растений. Наутро дама проснулась с сильной головной болью и в тот же вечер на приём рассказала всем, что Пристли плути обманщик.

Учёные взволновались, и Королевское общество попросило Пристли повторить опыт. Был вечер. В большом зале сидели учёные в мантиях и белых париках. Горели свечи. Все в тишине сосредоточенно наблюдали за тем, что делал Пристли.

— Вот видите мышонок в сосуде светкой мяты жив....

— Нет, он задыхается... и умирает, — раздались голоса.

### **На доске!**

Запишем схему процесса дыхания в тетрадь.

**Сложные органические вещества + кислород = углекислый газ + вода + Е (энергия)**

### **2) Самостоятельно работайте с учебником в парах. Заполните таблицу «Сравнение горения и дыхания»**

Горение сходно с дыханием. Но горение протекает очень бурно и быстро, выделяется большое количество энергии. А при дыхании разложение органических веществ происходит медленно, постепенно в несколько этапов, на каждом из этапов выделяется не большое количество энергии, которую растения используют на рост, размножение и другие процессы жизнедеятельности.

### 3) Опыт использования датчиков кислорода и углекислого газа цифровой лаборатории Releon Lite

#### Опыт

Взяли три прозрачных банки:

- 1) в первую поместили 30—40 набухших прорастающих семян фасоли,
- 2) во вторую — корнеплоды моркови, перед опытом поместили в воду на три дня,
- 3) в третью — свежие срезанные стебли растения с листьями. Банки закрыли пробками и поставили в темное теплое место.

1. На следующий день опустили в каждую банку датчик кислорода и углекислого газа цифровой лаборатории Releon Lite.

2. Запустили программу Releon Lite.

3. Зафиксировали данные.

4. Заполнили таблицу

	Банка 1	Банка 2	Банка 3
кислород			
Углекислый газ			

Учащиеся делают вывод: о том, что все органы дышат. Поскольку при протекании процесса дыхания поглощается кислород и выделяется углекислый газ, который не поддерживает горения.

#### 4. Теоретическое пояснение лабораторного опыта: Есть ли у растений специальные органы для дыхания?

У растений нет специальных органов дыхания, но у них в кожистых старасположены устьица, через которые происходит газообмен. Устьица состоят из двух замыкающих клеток и устьичной щели, через которую кислород поступает в межклетники листа, а затем в клетки. В клетках происходит процесс окисления органических веществ (распад) образуется углекислый газ, который удаляется из клеток через устьичную щель.

Я хочу добавить, что дыхание у растений может происходить в корнях и в стеблях. Каждая клеточка растений дышит. В корнях поглощение кислорода осуществляется по мощью корневых волосков, а в стеблях — через чечевички. Поэтому после дождя после полива комнатных растений необходимо рыхлить землю, чтобы увеличить доступ кислорода к корням.

Итак, мы с вами установили, что растениям необходим кислород для дыхания. Но в растениях протекает противоположный процесс фотосинтез, в результате которого кислород выделяется. Без кислорода живые существа жить не могут.

#### 5. Закрепление знаний учащихся.

Как вы ответите на проблемные вопросы, поставленные в начале урока? Сравните дыхание и фотосинтез.

Ответьте на вопросы, заполните таблицу.

Черты процесса	Фотосинтез	Дыхание
1. В каких клетках происходит?	В клетках, содержащих хлоропласты	Во всех клетках растения
2. Какой газ поглощается?	Углекислый газ	Кислород

Черты процесса	Фотосинтез	Дыхание
3. Какой газ выделяется?	Кислород	Углекислый газ
4. В какое время суток происходит?	Днём	Круглосуточно (и днём и ночью)
5. Что происходит с органическими веществами?	Образуются	Окисляются (распадаются)
6. Энергия?	Накапливается	Выделяется

## 6. Вопросы в формате ГИА, ВПР

### 1) Вставьте пропущенные слова. (по таблице)

1. Растения при дыхании поглощают.....
2. Растения при дыхании выделяют.....
3. Органические вещества при дыхании.....
4. Растения дышат в..... время суток
5. Дышат..... органы растения.
6. При фотосинтезе кислорода..... больше, чем..... при дыхании.

### 2) Из приведенных ниже признаков выберите признаки, характеризующие фотосинтез и дыхание.

- А) Происходит во всех клетках. (д) Б) Протекает только на свету. (ф)  
 В) Поглощается углекислый газ и выделяется кислород. (ф) Г) Происходит в клетках хлоропластов. (ф)  
 Д) Протекает на свету и в темноту. (д) Е) Органические вещества образуются. (ф)  
 Ж) Органические вещества окисляются (распадаются) до  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ . (д) З) Поглощается кислород и выделяется углекислый газ. (д)

### 3) Вставьте в текст пропущенные слова.

1. В процессе фотосинтеза..... органических веществ, при дыхании органические вещества....
2. Фотосинтез протекает только....., а процесс дыхания.....
3. В растении на свету протекает процесс..... и.....
4. Фотосинтез протекает в клетках, содержащих хлорофилл, а процесс дыхания.....
5. Вот отличие от процесса дыхания, фотосинтез протекает только в организме.....

## Урок 2. «Изучение работы органов кровообращения»

Конспект урока биологии с использованием цифровой лаборатории (биология 8 класс)

**Цель урока:** обобщить знания учащихся по теме «Кровь и кровообращение», используя знания по различным разделам биологии и физики; совершенствовать навыки контроля и самоконтроля учащихся.

### Задачи урока:

**Образовательная:** способствовать формированию у учащихся знаний по различным разделам биологии и физики. Устанавливать связь между отдельными темами этих предметов. Научиться использовать полученные знания на практике.

*Развивающая:* продолжить формировать умения систематизировать и выделять главное, существенное, устанавливать причинно-следственные связи, способствовать развитию воображения, устанавливать связь теории и практикой.

*Воспитательная:* способствовать формированию сочетания индивидуальных, групповых и коллективных видов деятельности.

**Оборудование:**

Цифровая лаборатория по физиологии (датчик ЧСС),

**Тип, вид урока:** интегрированный тип урока. Это позволит учащимся понять процессы, происходящие в организме человека с точки зрения биологии и физики.

**Планируемые результаты:** учащиеся научатся получать знания, используя различные виды деятельности и использовать эти знания для проведения экспериментально-исследовательских работ.

**Личностные результаты:** будут сформированы: различные навыки обучения; приобретены опыт работы с ИКТ (по программе один компьютер, один ученик), а также лабораторным оборудованием по физике и цифровой лабораторией по биологии; навыки основ моделирования процессов.

**Универсальные учебные действия:** метапредметный результат предполагает формирование умений — устанавливать причинно-следственные связи, строить логическое рассуждение, умение самостоятельно планировать пути достижения целей, умение ра-

ботать с современными ИКТ оборудованием применять полученные знания на практике. **Формы и методы обучения:** фронтальные, индивидуальные, групповые, исследовательские.

**Методы:** словесные, наглядные, практические, дедуктивные.

**Понятия и термины:** виды сосудов, тонометр, гипертония, скорость движения, частота пульса, теплообмен, газообмен.

**Организационная часть:**

Учащиеся делятся на 4 группы по результатам предварительной проверки по темам: «Движение крови по сосудам», «Органы кровообращения», «Закон Бернулли», «Давление в жидкостях и газах», «Сообщающиеся сосуды», «Измерение давления в жидкостях и газах», «Теплообмен».

**2. Ход интегрированного урока по биологии и физике.**

<b>Этап урока 1. Организационный</b>
<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>
<b>Этап урока 2. Актуализация и обобщение знаний</b>
<p><b>Предполагаемая продолжительность:</b> 6 мин.</p> <p><b>Педагогическая деятельность учителя:</b> проводит фронтальную беседу; актуализирует имеющиеся знания, помогает обобщению знаний; создает для обучающихся проблемную ситуацию; побуждает к высказыванию предположений о способе и средствах достижения поставленной цели. <i>Работа терминами и понятиями.</i></p>

*Постановка проблемного вопроса:* Сердце — самый работоспособный, продуктивный, функциональный и важный механизм в нашем организме. Сердцу даже ставят памятники. Так памятник сердцу украшает двор института сердца в Перми.

Человек —

открытая биологическая система. Поэтому строение органов и процессы, происходящие в них, можно объяснить не только точки зрения биологии, но и физики и химии.

**Выдвижение гипотезы.** Предлагаем доказать, что процессы, происходящие в организме человека, обусловлены законами физики. И рассмотрим это на примере системы органов кровообращения.

**Актуализация опорных знаний.** Используя таблицы и рисунки, повторим:

1. Из каких органов состоит система органов кровообращения.
2. Назовите камеры сердца, их строение и функции.
3. Строение и функции клапанов сердца.
4. Работа сердца.
5. Особенности строения поперечно-полосатой сердечной мышцы.
6. Автономия.

**Учебная деятельность обучающихся:**

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

*Предполагаемый ответ на вопрос.* Возможно, если использовать растворы солей, образующих галогениды.

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

Предполагаемая продолжительность: 25 мин  
Педагогическая деятельность учителя:

1) ведение беседы, отражающей вопросы: На слайде картинки: тонометр, секундомер, насос, водопроводные трубы. сосуд с красной жидкостью.

**Учитель биологии:**

1. Какая ассоциация возникает у вас, при виде этих предметов в органах человека?
2. Как называется система, состоящая из сердца, крови различных сосудов в организме человека?

Предполагаемые ответы: кровеносная система или система кровообращения.

3. Вопрос: Как вы думаете, для чего нужны эти физические приборы? Предполагаемые ответы: для измерения давления крови, для измерения числа сокращений сердца, для измерения пульса.

**Учитель:** Для чего необходимо измерять давление крови, пульс.

Предполагаемые ответы: измерение делают для того чтобы контролировать работу кровеносной системы, для изучения ее работы.

В вашем классе после прохождения медосмотров, анализ результатов показал, отклонения от нормативных показателей. Чем могут быть вызваны эти изменения.

**Учитель:** Итак, у нас есть условные модели, входящие в кровеносную систему и физические приборы. Использую эти физические приборы, цифровую лабораторию, оцените своё состояние организма через работу органов кровообращения. Попробуй-те сформулировать цель нашего урока.

Предполагаемые ответы: исследование работы кровеносной системы человека.

**Для организации последующей работы мы класс разделили на несколько групп.**

**Задание группы №1.** Определить давление и пульс каждого члена группы, заполнить таблицу. Сравнить полученные данные со значениями среднестатистического человека возраста 13—14 лет. Сделать вывод и ответить на вопросы. Выбрать делегата, который доложит результаты работы и сделает вывод.

**Задание группы №2.** Собрать из предложенных предметов модель кровеносной системы человека. Объяснить, почему в капиллярах кровь течет с меньшей скоростью, чем в крупных сосудах. (аорте, венах, артериях). По закону Бернулли от неразрывности струи (**Восколько раз сечение сосуда больше, столько раз скорость течения жидкости в этом сосуде меньше наоборот**) Нарушается ли физический закон Бернулли от неразрывности струи.

**Задание группы №3.** Нарушение кровообращения при наложении жгута. **Задание группы №4.** Влияние физической нагрузки на частоту пульса и артериального давления человека (в предложенной группе выбираются тренированный человек и нетренированный)

Найдите зависимость частоты пульса от нагрузки человека с помощью цифровой лаборатории и сделайте вывод о том, как зависит частота ударов сердца при увеличении физической нагрузки человека.

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

**Предполагаемая продолжительность:** 6 мин.

**Педагогическая деятельность учителя:**

организуем обсуждение результатов урока, что процессы, происходящие в организме человека, обусловлены законами физики.

**(Учитель завершает работу группы №1, №2, №3, №4.)**

Подводит анализ оценки работы группы.

Выскажитесь своё мнение, что получилось, а какие вопросы вызвали затруднения. Какой вид деятельности вы выбираете для решения этих трудностей.

**Учебная деятельность обучающихся:**

делают выводы

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

**Предполагаемая продолжительность:** 6 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 проблемного вопроса и цели урока, спрашивает: «Как вы думаете, решен ли проблемный вопрос, достигнута ли цель?».

**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 ДЛ Я ПОДГОТОВКИ УРОКУ

### Организационный момент.

Итак, сердце четырёхкамерное, сокращается ритмично и проталкивает кровь по сосудам, благодаря сердечной мышце.

Сегодня наш урок посвящен кровеносной системе человека. Сегодня мы должны свами обобщить и систематизировать наши знания о крови и кровеносной системе.

### Материалы для копирования

**Задание группы №1.** Определить давление и пульс каждого члена группы, заполнить таблицу. Сравнить полученные данные с означениями среднестатистического человека возраста 13—14 лет. Сделать вывод и ответить на вопросы. Выбрать делегата, который доложит результаты работы и сделает вывод.

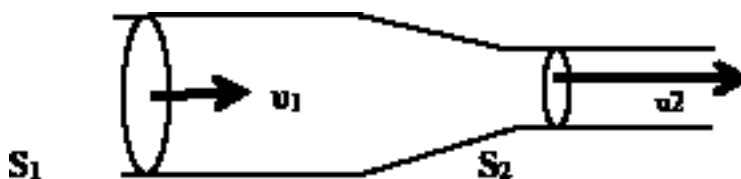
**Предполагаемый вывод:** Данные результатов измерения показывают, то что кровеносные системы участников группы имеют разные параметры давления и пульса. Результат сравнения с нормативными показателями для данного возраста говорят о том, что у отдельных членов группы отклонения давления и пульса вызывают тревогу. Необходимо про известить более тщательное исследование в медицинском учреждении.

Читают вопросы и дают ответы.

В каждом ноутбуке данной группы размещается пустая таблица и даются дополнительные вопросы

**Задание группы № 2.** Собрать из предложенных предметов модель кровеносной системы человека. Объяснить, почему в капиллярах кровь течет меньшей скоростью, чем в крупных сосудах. (аорте, венах, артериях). По закону Бернулли о неразрывности струи (**Во сколько раз сечение сосуда больше во столько раз скорость течения жидкостив этом сосуде меньше и наоборот**) Нарушается ли физический закон Бернулли о неразрывности струи.

Для объяснения движения крови в сосудах познакомимся с законом Бернулли. Он еще называется законом непрерывной струи.



$$V_1 = V_2; V_1 = v_1 \cdot S_1 \cdot t; V_2 = v_2 \cdot S_2 \cdot t; \square v_1 \cdot S_1 = v_2 \cdot S_2; v_2 = v_1 \cdot S_1 / S_2$$

Через разные сечения трубы за одно и то же время проходят одинаковые объемы жидкости. Отсюда получается, что там, где сечение трубы больше, скорость течения жидкости меньше и наоборот, там, где сечение трубы меньше, то там скорость течения жидкости больше. Чем больше скорость движения жидкости, тем большее давление производит жидкость на стенку сосуда.

Рассмотрим таблицу.

№ п/п	Сосуды	Диаметр м	Скорость см/с	Давление мм.рт.ст.
1	Аорта	20	50	50—150
2	Артерии	5—10	20—50	80—20

3	Артериолы	0,1—0,5	1—20	50—20
4	Капилляры	0,5—0,01	0,05—0,1	20—10
5	Венулы	0,1—0,2	0,1—1	10—2
6	Вены	10—30	10—20	/-5/-/+5/

Посмотрите на данные таблицы и постарайтесь объяснить почему при уменьшении диаметра скорости крови, движущейся по нему, уменьшается. Противоречит ли эти данные закону Бернулли о неразрывности струи. Для правильного вывода посмотрите на модель кровеносной системы человека.

*Внутри данной группы размещается закон Бернулли, дополнительные вопросы*

Предполагаемые ответы: Закон не нарушается так как для ответа на этот вопрос необходимо помнить, что общая площадь сечения всех капилляров во много больше чем площадь сечения аорты, вены или артерии, поэтому скорость крови в капиллярах меньше.

### **Задание группы №3. Нарушение кровообращения при наложении жгута.**

Оборудование и материалы

- Портативный компьютер
- Датчик температуры
- Прочная нить или тонкий шнур длиной около 40—60 см

Ход эксперимента

1. Приступайте к выполнению опыта  
2. Начинайте регистрацию данных. Для этого нажмите кнопку **СТАРТ** на панели инструментов.

3. Записывайте данные не менее 30 с.

4. Не прекращая записи данных, быстро и туго обмотайте два пальца (каждый отдельно, большой и указательный) ниткой.

5. Продолжайте запись, отмечая внешние признаки нарушения кровообращения (покраснение, а затем и посинение покровов, снижение чувствительности) не более 7—10 минут.

6. Непрерывно записывайте снимите нитку.

7. Дождитесь стабилизации показаний датчика и остановите регистрацию нажав кнопку **СТОП**.

8. Сохраните полученные данные нажав кнопку

**сохранить Анализ результатов**

1. Рассмотрите графики сравните температуру в начале опыта с минимальной температурой и температурой в конце опыта.

2. Отметьте на графике моменты наложения и снятия перетяжки:

Сделайте выводы для и скорости движения крови по сосудам и теплоснабжения отдельных частей тела в которых протекает кровь

### **Задание группы №4. Влияние физической нагрузки на частоту пульса и давления человека (в предложенной группе выбирают тренированного человека и нетренированного)**

Найдите зависимость частоты пульса от нагрузки человека с помощью цифровой лаборатории и сделайте вывод о том, как зависит частота ударов сердца при увеличении физической нагрузки человека.



1. Подключите датчик ЧСС через USB порт к ПК.
2. Закрепите датчик на пальце руки.
3. Определите число ударов пульса в спокойном состоянии и данные запишите в таблицу.
4. Сделайте 10 приседаний и показания запишите в таблицу.
5. Сделайте 20 приседаний и показания запишите в таблицу.

№ опыта	Число приседаний	Частота пульса
1	0	
2	10	
3	20	

По результатам работы сделайте вывод о том, как зависит пульс человека от физической нагрузки. Постарайтесь объяснить такую зависимость.

Отчет представителей групп по проделанной работе. В

конце урока мини-тест (по выбору

учителя) **Вопросы в формате ВПР, ГИА**

1. Рассмотрите характер движения сердца и выберите правильное слово характеризующее это движение?

- А) конвульсия                      Б) ритмичность                      В) беспорядочность

2. С помощью какого физического закона можно объяснить движение кровяных сосудов? А) Гук

- а) Б) Бернулли                      В) Архимеда

3. Что заставляет кровь двигаться по сосудам?

- А) разность давлений в сосудах      Б) разность высот тела      В) сила тяжести

4. В каких сосудах низкое давление, поэтому перед движением крови способствуют клапаны?

- А) капилляры                      Б) вены                      В) артерии                      Г) венулы

5. В каком круге кровообращения происходит насыщение крови кислородом? А) малом      Б) большом      В) среднем

### Урок 3. «Роль кожи в терморегуляции организма»

Конспект урока биологии и использования цифровой лаборатории (биология 8 класс)

#### Цель урока:

— сформировать у учащихся знания о функциях кожи, связанных с регуляцией постоянного в окружающей среде организма, используя для этого знания биологии, физики,

— закрепить знания о строении кожи, ее основных свойствах; формировать потребность беречь свое здоровье;

— привлечь внимание ребенка к себе, к собственному строению через опыт, приятие научным знаниям, привести к пониманию себя как личности.

#### Задачи урока:

##### образовательные:

- 1) конкретизировать знания о строении кожи;
- 2) сформировать знания о коже как органе теплоотдачи;
- 3) раскрыть условия сохранения постоянной температуры тела при повышении и понижении температуры.

**развивающие:**

- 1) развивать умение делать выводы из результатов практической работы;
- 2) развивать умение устанавливать взаимосвязь между физической работой и терморегуляцией организма;
- 3) развивать умение анализировать и сравнивать информацию, обобщать и устанавливать причинно-следственные связи.

**воспитательные:**

- 1) продолжить гигиеническое воспитание учащихся, бережного отношения к своему здоровью,
- 2) развивать коммуникативные способности.

**Оборудование:**

1. портативный компьютер или планшет с программным обеспечением
2. цифровой датчик температуры
3. цифровой датчик влажности
4. толстая нить
5. пластиковый пакет
6. резиновое кольцо
7. слайды в презентации

**Ход урока**

<b>Этап урока 1. Организационный</b>
<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>

<b>Этап урока 2. Актуализация и обобщение знаний</b>
<p><b>Предполагаемая продолжительность:</b> 10 мин.</p> <p><b>Педагогическая деятельность учителя:</b> Предлагает учащимся прослушать серию суждений и на их основе определить тему урока и цель урока. На любом этапе высказывания суждений можно озвучить ответ. Очень часто в молодежных газетах и журналах публикуют письма читателей, послушайте отрывок из такого «письма». Есть ли в нем биологические ошибки и неточности? В чем они заключаются? «Наконец-то началась долгожданная пора — каникулы! Мы с подружкой проснулись в полдень и сразу побежали на пляж. Скорее в воду! Накупавшись вдоволь до изнеможения, растянулись на песочке и три часа загорали. Я учила на уроке биологии, что ультрафиолетовые лучи увеличивают роговой слой кожи, в клетках её постепенно накапливается пигмент, придающий ей коричневый цвет — загар. Это красота и здоровье».</p> <p><b>Учебная деятельность обучающихся:</b> высказывают свои предположения; согласовывают с учителем тему и цель урока; предлагают способы и средства достижения цели.</p>

### Этап урока 3. Объяснение нового материала. Применение знаний в новой ситуации

**Предполагаемая продолжительность:** 17

**мин Педагогическая деятельность учителя:**

**1. Объясняет учащимся новый материал демонстрацией** посмотрите на слайд и определите, на какие две группы можно разделить изображенных здесь животных. Какой признак лежит в основе деления на группы? (слайд)

Какой из этих групп относится человек?

Какое свойство организма называют теплокровностью? (Теплокровность — свойство организма поддерживать температуру тела на определенном уровне.) (слайд)

**2. «А сейчас ребята, я хочу вам рассказать одну легенду (история «золотого мальчика»).** (слайд)

**3. Можете ли вы мне ответить и назвать основные причины гибели мальчика?** (учащиеся формулируют ответ и говорят, что этот мальчик умер от переохлаждения. Была нарушена функция терморегуляции.)

**Учебная деятельность обучающихся:** Сегодня мы с вами поговорим о терморегуляции. Запишите тему урока «Терморегуляция организма» (слайд)

С точки зрения физики человек всего лишь физическое тело и с ним, казалось бы, должны происходить процессы, такие же как у любых физических тел. Температура тела человека  $36,6^{\circ}\text{C}$ , а в классе —  $24^{\circ}\text{C}$ . Человек должен отдавать часть внутренней энергии окружающему воздуху, пока температура не станет одинаковой. Но разве это так?

- Что нового мы должны узнать по этой теме? Давайте сформулируем цели нашего урока (учащиеся формулируют цели, а учитель их конкретизирует) (слайд). Объясните, почему температура нашего тела остается постоянной.
- Чтобы ответить на этот вопрос мы должны вспомнить строение кожи. (слайд)
- Проведение демонстрационных опытов.

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

**Предполагаемая продолжительность:** 10 мин.

**Педагогическая деятельность учителя:**

организует обсуждение результатов исследования, проверяет правильность записанных и сделанных выводов. Отмечает важность протекающих процессов в жизни деятельности человека.

**Учебная деятельность обучающихся:**

сравнивают результаты работы в паре с данными, полученными другими учениками; при необходимости корректируют выводы и уравнения химических реакций.

**Вопросы для обсуждения в классе**

1. Почему при помещении в пакет наблюдается повышение температуры?
2. Почему при помещении в пакет наблюдается повышение влажности?
3. Почему во втором опыте влажность увеличилась быстрее и достигла более высокого значения, чем в первом?
4. Какое значение для организма имеет функция пототделения?
5. Почему летняя одежда обычно делается из натуральных, а не синтетических тканей?

## 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 цели урока, спрашивает: «как вы думаете, достигнута ли цель?». Если проблема нерешена и цель не достигнута, предлагает объяснение, и предлагает в дополнении к домашнему заданию подумать над причинами этого.

**А теперь давайте попробуем сформулировать основные выводы по данному уроку.**

- 1) Кожа—главный орган терморегуляции
- 2) В зависимости от характера реализации терморегуляторных механизмов различают теплокровных и холоднокровных животных
- 3) Терморегуляция—это процесс уравновешивания теплообразования и теплоотдачи в соответствии с условиями внешней и внутренней среды
- 4) Нарушение процессов терморегуляции может привести к перегреванию или переохлаждению организма. (слайд)

**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

### История «золотого мальчика»

Безмалога пять веков назад, в последние дни 1496 г., в роскошном замке миланского герцога Морого готовились к новогоднему празднику. Герцог собирался показать своим гостям такие чудесные представления, каких еще не видел свет. Ещё бы! Устройством праздника руководил великий художник и никем не превзойденный механик Леонардо да Винчи. Он задумал восславить золотой век мира, который наступил после многих лет железного века опустошительных войн.

Для изображения железного века кузнецы под наблюдением Леонардо да Винчи сделали огромную фигуру лежащего рыцаря, закованного в латы. А золотой век должен был изображать голый мальчик, с ног до головы покрытый золотой краской. Это был сын бедного пекаря. Отец за деньги предоставил его для увеселения герцога.

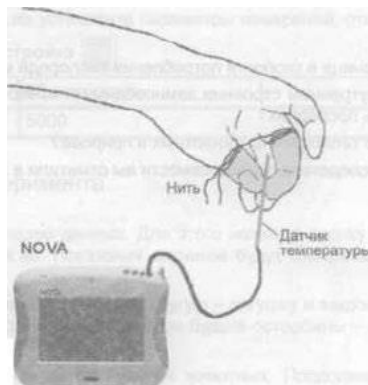
В разгар праздничного веселья в зал ввели поверженного рыцаря. Изгочрева вышел «золотой мальчик» скрытыми лавровой ветвью в руке. Испуганно он смотрел на окружающих, произнося заученное приветствие герцогу. Праздник не удалось довести до конца, потому что внезапно заболела жена герцога. Гости разъехались. Погасли огни. О мальчике, конечно, забыли... Он остался один, в огромном холодном полутемном зале. Лишь на следующий день Леонардо да Винчи увидел его в темном углу. Ребенок дрожал жалобно плакал. Леонардо закутал его в плащ, отнес к себе домой и три дня уха-

живалзаним, пытаюсь спасти. Но на четвертый день мальчику мер. Прошли века. История «золотого мальчика», связанная с именем великого художника, не была забыта. А причина его гибели долгое время оставалась непонятной и вызывала разные толкования.

## **Демонстрационные опыты**

### **1) Инструкция к лабораторному опыту**

#### **«Нарушение кровообращения при наложении жгута»**



**Цель работы:** исследовать терморегуляторную функцию крови и доказать негативное влияние перетяжки на ткани и органы, построить график зависимости температуры кожи от продолжительности наложения перетяжки.

Схема экспериментальной установки

**Оборудование и материалы:** Портативный компьютер, Датчик температуры, Прочная (суровая) нить длиной около 40—60 см

#### **Подготовка эксперимента**

1. Захватите датчик двумя пальцами так, чтобы примерно на длину 2 см он соприкасался кожей.
2. Подсоедините датчик к ПК. Включите и запустите программу Releon Lite.
3. В программе установите параметры измерений, откройте окно настроек при помощи кнопки Настройка Частота: 10 замеров/с  
Замеры: 5000

#### **Проведение эксперимента**

1. Приступайте к выполнению опыта, пока ваши пальцы свободны.
2. Начинайте регистрацию данных. Для этого нажмите кнопку «Старт» на панели инструментов ПК. Показания датчиков будут отображаться на экране видеграфика.
3. Записывайте данные не менее 30 с.
4. Не прекращая записи данных, быстро и туго обмотайте два пальца (каждый отдельно!) ниткой.
5. Продолжайте запись, отмечая внешние признаки нарушения кровообращения (покраснение, а затем и посинение покровов, снижение чувствительности), не более 7—10 минут.
6. Непрерывая запись данных, быстро снимите нитку.
7. Дождитесь стабилизации показаний датчика и остановите регистрацию, нажав кнопку Стоп на панели инструментов.
8. Сохраните полученные результаты, нажав кнопку «Сохранить»

## Анализ результатов эксперимента

Рассмотрите графики сравните температуру в начале опыта с минимальной температурой, полученной в ходе измерений, и с температурой в конце опыта.

Отметьте на графике моменты наложения и снятия перетяжки

- Почему понижается температура изолированных перетяжкой пальцев?
- Почему после восстановления нормального кровоснабжения температура пальцев не столько возрастает по сравнению с начальной?

Кожа человека обильно снабжена кровеносными сосудами. Многие капилляры образуют петли и анастомозы, позволяющие менять количество крови, протекающие через кожные капилляры. При сужении этих сосудов уменьшается теплоотдача. При их расширении выделение тепла увеличивается. Кроме того, кровь в большом количестве протекает через потовые железы.

## Инструкция к лабораторному опыту

### «Выделительная и терморегуляторная функция кожи»



**Цель работы:** исследовать терморегуляторную и выделительную функцию кожи, выявить зависимость интенсивности потоотделения от температуры окружающей среды.

Схема экспериментальной установки

**Оборудование и материалы:** ПК, Датчик температуры, Датчик влажности, Резиновое кольцо, Герметичный прозрачный пластиковый пакет, Настольная лампа

#### Подготовка к эксперименту

1. Соберите установку опыта по приведенной схеме.
2. Подсоедините датчики к ПК.
3. Включите и запустите программу на ПК.
4. В программе установите параметры измерений.

#### Проведение эксперимента

1. Начинайте регистрацию данных. Для этого нажмите кнопку «Старт» на панели инструментов. Показания датчиков будут отображаться на экране в виде графика.
2. Наденьте пакет датчика на кисть руки и закрепите его в области запястья с помощью резинового кольца,
3. Записывайте данные в течение 5—6 минут.
4. Остановите регистрацию, нажав кнопку «Стоп» на панели инструментов и сохраните данные опыта.
5. Снимите пакет с ладони, извлеките датчики.
6. Возьмите другой пакет и снова соберите установку
7. Выполните второй опыт (с теми же параметрами).

8. Начинайте регистрацию данных. Для этого нажмите кнопку Старт на панели инструментов. Показания датчиков будут отображаться на экране в виде графика.

9. Наденьте пакет с датчиками на кисть руки и закрепите его в области запястья с помощью резинового кольца или шнура. Включите лампу и приблизьте её к пакету. Ведите запись данных в течение 5—6 минут.

10. Остановите регистрацию, нажав кнопку Стоп на панели инструментов. 11. Сохраните полученные результаты, нажав кнопку Сохранить.

### **Анализ результатов эксперимента**

1. Откройте файл первого эксперимента. Сравните температуру и влажность в начале и в конце опыта.

2. Откройте файл второго эксперимента. Сравните температуру и влажность в начале и в конце опыта.

3. Сравните влажность в конце первого и второго опытов

### **Анализ результатов опыта**

1. Рассмотрите графики и сравните температуру и влажность в начале и в конце опыта. Зафиксируйте временной период, в ходе которого произошли максимальные изменения.

Вопросы:

1) Почему повышается температура в пакете в ходе эксперимента?

2) Почему повышается влажность в пакете?

3) Почему во втором опыте влажность увеличилась быстрее и достигла более высокого значения, чем в первом опыте?

4) Почему летняя одежда делается из натуральных, а не синтетических тканей?

### **Решение задач**

- А знаете ли вы, сколько тепла образуется в теле человека за один час? Столько, что хватит, чтобы вскипятить 1 л ледяной воды. И если бы тело вместо кожи было покрыто непроницаемым для тепла футляром, то уже через час температура тела поднялась бы примерно на 1,5 градуса, а часов через сорок достигла бы точки кипения воды. Во время тяжелой физической работы образование тепла увеличивается еще в несколько раз.

И все же температура тела не меняется. Когда говорят о температуре тела, имеют в виду температуру внутренних областей тела, т. е. тканей, лежащих глубже 2,5 см под поверхностью кожи. У человека температура поверхности кожи неодинакова на различных участках. Самая низкая температура у кожи кистей и стоп (28,5 °С), а самая высокая — в области шеи. Внутри печени, где протекают окислительные процессы, температура достигает 39 °С.

- У здорового человека она обычно равна 36,5—37 градусов. Ее повышение выше 43 °С и падение ниже 25 °С смертельны. Такое постоянство температуры тела поддерживается почти исключительно путем регуляции отдачи тепла через кожу. Ведь она непосредственно контактирует с внешней средой, следовательно, регистрирует все изменения температуры.

Совокупность физиологических реакций организма, обеспечивающих постоянство температуры тела называется **терморегуляцией**.

- В каком случае организм вырабатывает тепло? (прием пищи, мышечная работа).
- Какие источники тепла имеются в организме человека? (Питательные вещества (белки, жиры, углеводы), которые при расщеплении (гидролизе с участием ферментов — биологических катализаторов) выделяют тепло (протекают экзотермические реакции), кроме того, есть активные ткани — печень, мышцы.)

## Теоретическое пояснение лабораторного опыта

Чтобы тело отдало тепло окружающей среде, образуемое им тепло должно «иметь доступ» к внешней среде. Тепло из глубины тела (ядра) перемещается кровью к коже, от-

куда может перейти в окружающую среду благодаря одному из следующих механизмов:

1. Потеря тепла через кожу путем излучения
2. Путем конвекции
3. Путем теплопроводности.

Все они зависят от количества протекающей через кожу крови.

- Почему понижается температура изолированных перетяжкой пальцев?
- Почему после восстановления нормального кровоснабжения температура пальцев не кольковозрастает по сравнению с начальной?

Кожа человека обильно снабжена кровеносными сосудами. Многие капилляры образуют петли и анастомозы, позволяющие менять количество крови, протекающие через кожные капилляры. При сужении этих сосудов уменьшается теплоотдача. При их расширении выделение тепла увеличивается. Кроме того, кровь в большом количестве протекает через потовые железы.

## ЗАДАНИЯ К УРОКУ

### 1. Решение задач на развитие функциональной грамотности

- А знаете ли вы, сколько тепла образуется в теле человека за один час? Столько, что хватит, чтобы вскипятить 1 л ледяной воды. Если бы тело вместо кожи было покрыто непроницаемым для тепла футляром, то уже через час температура тела поднялась бы примерно на 1,5 градуса, а часов через сорок достигла бы точки кипения воды. Во время тяжелой физической работы образование тепла увеличивается еще в несколько раз.

И все же температура тела не меняется. Когда говорят о температуре тела, имеют в виду температуру внутренних областей тела, т.е. тканей, лежащих глубже 2,5 см под поверхностью кожи. У человека температура поверхности кожи неодинакова на различных участках. Самая низкая температура у кожи кистей и стоп (28,5 °С), а самая высокая — в области шеи. Внутри печени, где протекают окислительные процессы, температура достигает 39 °С.

- У здорового человека она обычно равна 36,5—37 градусов. Ее повышение выше 43 °С и падение ниже 25 °С смертельны. Такое постоянство температуры тела поддерживается почти исключительно путем регуляции отдачи тепла через кожу. Ведь она непосредственно контактирует с внешней средой, следовательно, регистрирует все изменения температуры.

Совокупность физиологических реакций организма, обеспечивающих постоянство температуры тела называется **терморегуляцией**. В каком случае в организме вырабатывается тепло? (приём пищи, мышечная работа)

- Какие источники тепла имеются в организме человека? (Питательные вещества (белки, жиры, углеводы), которые при расщеплении (гидролизе с участием ферментов — биологических катализаторов) выделяют тепло (протекают экзотермические реакции), кроме того, есть активные ткани — печень, мышцы.)

2. А теперь попробуйте объяснить опыт доктора Ч. Благдена, проведенный в Англии более 200 лет назад. Вместе с несколькими друзьями миссисакой провел 45 минут в сухой камере при температуре +12 °С без последствий для здоровья. В то же время кусок мяса, взятый в камеру, оказался сваренным, а холодная вода, испарению которой препятствовал слой масла, нагрелась до кипения.



При испарении тепло теряется с поверхности тела в процессе превращения воды в водяной пар. На испарение 1 г воды затрачивается 2,45 кДж тепла. Тепло отдачи путем испарения пота происходит непрерывно и незаметно для нас испарины.

Пот — водянистая жидкость, содержащая 0,1—0,4% хлористого натрия, лактата натрия и мочевины. Оно образуется из тканевой жидкости.

У человека потоотделение начинается тогда, когда температура поднимается выше 36,7°C. При нормальных условиях в сутки выделяется 900 мл, но при очень сильной жаре и достаточном снабжении водой и солями эта величина может достигать 12 л.

### **Мотивационный момент**

Почему на больное место или рану мы накладываем хлопковый бинт или вату, а не повязку из синтетики? Почему при высокой температуре в натуральной одежде легче дышать? Почему в морозную погоду мы выходим на улицу в шерстяном свитере и натуральной шубе и валенках?

### **Вопросы для обсуждения в классе**

1. Почему при помещении руки в пакет наблюдается повышение температуры?
2. Почему при помещении руки в пакет наблюдается повышение влажности?
3. Почему во втором опыте влажность увеличилась быстрее и достигла более высокого значения, чем в первом?
4. Какое значение для организма имеет функция потоотделения?
5. Почему летняя одежда обычно делается из натуральных, а не синтетических тканей?

### **Закрепление изученного материала:**

Решите биологические задачи:

- Действие алкоголя на организм вызывает расширение сосудов. Какой человек трезвый или пьяный, быстрее замерзнет на морозе?
- Ногив тесной обуви зимой замерзают, а летом сильно нагреваются. Объясните почему?
- Почему вредно туго затягивать ремни и носить тесную обувь?
- Человек в умеренном климате носит одежду соответственно погоде. Однако жители Средней Азии в самую жаркую погоду ходят в теплых ватных халатах. Дайте объяснение этому явлению.

### **Задания в формате ГИА, ВПР**

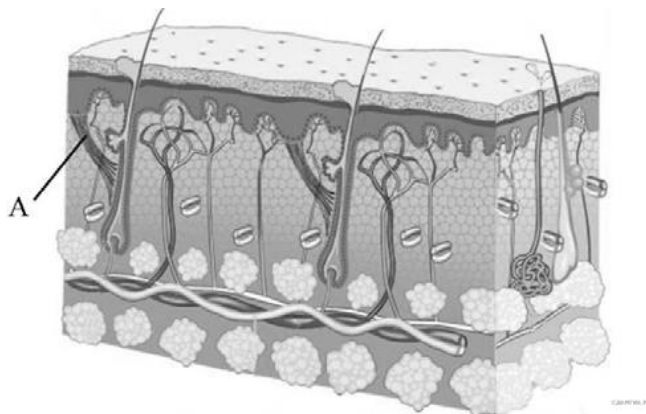
1. Установите соответствие между признаком и слоем кожи, для которого он характерен. Для этого к каждому элементу первого столбца выберите позицию из второго столбца. Впишите в таблицу цифры выбранных ответов.

ПРИЗНАК	СЛОЙ КОЖИ
А) расположены рецепторы	1) эпидермис
Б) расположены сальные и потовые железы	2) дерма
В) при ультрафиолетовом облучении в клетках синтезируется меланин	
Г) клетки постоянно слущиваются и обновляются	
Д) слой пронизан многочисленными микровеносными и лимфатическими сосудами	

Какую функцию выполняет пигмент меланин, образующийся в коже человека?

- 1) укрепляет клетки кожи
- 2) защищает организм от ультрафиолетового излучения
- 3) способствует сохранению тепла организмом
- 4) служит резервным питательным веществом для клеток кожи

Какую функцию выполняет структура кожи, обозначенная на рисунке под буквой А?



- 1) поднимает волос
- 2) придаёт прочность коже
- 3) выделяет пот
- 4) воспринимает внешние раздражители

Какую функцию выполняет пигмент меланин, образующийся в коже человека?

- 1) защищает организм от ультрафиолетового излучения
- 2) служит резервным питательным веществом для клеток
- 3) способствует сохранению тепла организмом
- 4) разрыхляет клетки кожи

## ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ

### Лабораторная работа №1

#### «Зависимость транспирации и температуры от площади поверхности листьев» Теоретическая часть

Испарение воды растением представляет собой физический процесс, так как при этом в межклеточниках листьев вода переходит в парообразное состояние, и затем образовавшийся пар через устьица диффундирует в окружающее пространство. Однако испарение воды — это сложный физиологический процесс, поскольку он связан с анатомическими и физиологическими особенностями растений, поэтому он отличается от физического, физиологический процесс испарения растением воды и назван **транспирация растений**.

- Зависит транспирация растений от:
- количества и размеров проводящих сосудов,
- площади листовой пластинки,
- числа устьиц,

- толщины кутикулы,
- состояния коллоидов протоплазмы,
- концентрации клеточного сока и других причин.

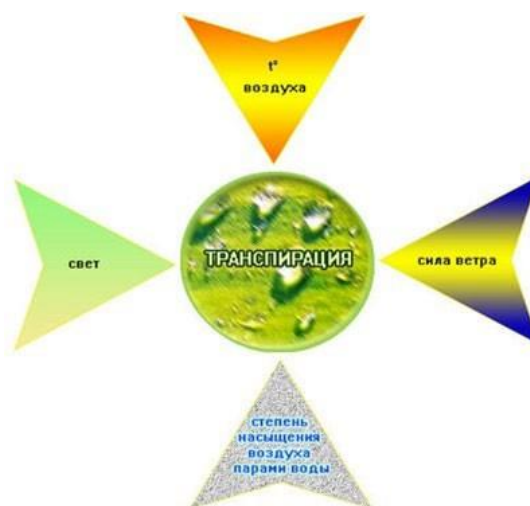
Вода передвигается вверх по стеблю, так как в результате транспирации в клетках листьев возникает сосущая сила, которая передаётся от них до корневых волосков корня, поглощающих воду из почвы. Если поместить срезанную ветку или какое-либо растение в сосуд с водой, в течение долгого времени растение не вянет, что указывает на присасывающее действие транспирации.

Значение транспирации заключается в том, что:

- вместе с водой по растению передвигаются поступившие в него минеральные элементы;
- транспирация понижает температуру листа и защищает его от перегрева.

Влияние факторов внешней среды на процесс транспирации и её суточный ход, выражается действием следующих факторов:

- влияние света,
- температуры воздуха,
- сила ветра,
- степень насыщения воздуха парами воды.



### **Влияние факторов внешней среды на процесс транспирации у растений.**

*Свет* способствует открытию устьичных щелей и повышает проницаемость протоплазмы испаряющих клеток для воды. Хлорофилл энергично поглощает солнечные лучи, что повышает температуру листа и усиливает испарение. Увеличение транспирации снижает температуру листа, в результате чего испаряющие листья: не перегреваются. Даже рассеянный свет повышает транспирацию на 30—40% по сравнению с транспирацией, идущей в темноте. (Поданным 100 кв. см листа кукурузы испаряют в темноте 97 мг воды, на рассеянном — 114 мг, на прямом солнечном свету — 785 мг.)

*Температура воздуха*, окружающего растение, также, влияет на транспирацию. С повышением температуры транспирация увеличивается, так как при этом усиливаются движение молекул воды и скорость диффузии водяного пара с поверхности коллоидов клеточных оболочек.

*Сила ветра* может играть двоякую роль в процессе транспирации. Роль ветра сводится к замене влажных слоёв воздуха над листьями растений сухими, т. е. ветер влияет только на вторую фазу транспирации — выход пара из межклеточников листа. Сильный ветер трясёт листья, что вызывает замыкание устьичных щелей и тем снижает транспирацию. На транспирацию оказывает большое влияние и *степень насыщения воздуха парами воды*. Чем больше сухость воздуха, тем интенсивнее идёт процесс транспирации, и наоборот.

Транспирация—важныйпоказательжизнедеятельностирастения.Чембольшеплощадьповерхностилистьев,тембольшетранспирация.

### Практическаячасть

**Цель работы:** выявить зависимость транспирации и температуры от площади поверхностилистьев.

**Оборудованиеиматериалы:** компьютерспрограммнымобеспечением,датчикитемпературыивлажности,комнатноерастение:монстераилипеларгония.

### Установкапараметровизмерений:

- частота—каждуюсекунду;
- замеры—1200;
- длительность—20минут.

### Ходработы:

1. Подготовитькомпьютер(планшет)дляпроведенияопыта.
2. Поместитьдвалистарастениявцеллофановыйпакет,опуститьвнегодатчики,чтобыони некасалисьстенокпакетаилистьеврастения.Завязатьпакетбечевкой.



3. Провестиизмерениявлажностиитемпературывтечение10—15минут.
4. Вынутьдатчикииоставитьнанекотороевремявкомнатныхусловиях.
5. Поместитьчетырелистарастениявцеллофановыйпакет,опуститьвнегодатчики,чтобыони некасалисьстенокпакетаилистьеврастения.Завязатьпакетбечевкой.
6. Провестиизмерениявлажностиитемпературывтечение10—15минут.
7. Результатыизмеренийзапишитевтаблицу:«Зависимостьтранспирацииитемпературыотплощадиповерхностилистьев».

Количестволистьев	Влажность%				Температура°C			
	0с	300с	600с	900с	0с	300с	600с	900с
2листа								
4листа								

**Вывод:**Транспирацияпропорциональнаплощадиповерхностилистьев.Чембольшеплощадьповерхностилистьев,тем больше транспирация. Изменения температуры не наблюдалось.Онаизменяласьвпределахпогрешности.

### Выводы

Сформулируйтевыводыповопросам:

1. Чтотакоетранспирация?
2. Какоезначениеимееттранспирациядляжизнирастения?
3. Какзависитвлажностьвоздухаупакетеотплощадиповерхностилистьев?

## Лабораторная работа №2

### «Измерение влажности и температуры в разных зонах класса» Теоретическая часть

Микроклиматические условия считаются благоприятными для человека при относительной влажности воздуха 30—70%.

Растительность, обладая большой испаряющей способностью, оказывает заметное влияние на влажность и температуру воздуха, вызывая положительные тепловые изменения человека. Повышение относительной влажности воздуха почти всегда (за исключением дней с очень высокими температурами) воспринимается человеком как некоторое снижение температуры. Так, повышение влажности на 15% как бы понижает температуру воздуха на 3,5 °С.

Повышенная влажность воздуха внутри зелёных насаждений по сравнению с открытой территорией отличается равномерностью, не имеет резких колебаний, что вызывает тот эффект, что испаряющая поверхность зелёных насаждений (деревьев, кустарников, трав) в 20 раз и более превышает занятую этими растениями площадь. Зелёные насаждения как бы регулируют влажность: в период сухости растения усиливают испарение, при высокой влажности водяные пары конденсируются на листьях — более прохладных поверхностях.

Следует отметить, что относительная влажность в городе, как правило, ниже, чем в естественных природных условиях, что является следствием радикальных изменений свойств подстилающей поверхности (крыши, мостовые способствуют быстрому удалению территории города осадков).

Приёмы размещения зелёных насаждений и их сочетания с открытыми пространствами в значительной степени определяют относительную влажность воздуха. Наилучшие результаты в создании комфортной обстановки достигаются при чередовании деревьев и кустарников, располагаемых компактными массивами, с полянами, имеющими плотный травяной покров. В этом случае существующий перепад радиационных температур между открытыми участками и затёнными территориями достигает 30 °С, влажность 20%, что способствует перемещению воздуха.

- Влажность воздуха около растения больше, чем вдали от него, так как растения испаряют воду. Поэтому влажность воздуха всегда выше, чем в городе.
- Температура около растения ниже, чем вдали от него.

В физиологическом процессе испарения воды растением, получившем название «транспирация», участвуют листья и хвоя. В их коже имеются своеобразные щелевидные отверстия — устьица, способные открываться и закрываться и тем самым регулировать потерю воды. Когда транспирация достигает величины, превышающей поступление воды из почвы, наступает увядание. Длительная нехватка воды приводит к гибели растений. Это происходит из-за того, что растения не могут надолго закрыть устьица, так как через них поступает углекислый газ, а его отсутствие приводит к углеродному голоданию, что сказывается на питании растения, фотосинтезе.

В жаркое время дня листья могут выглядеть поникшими, а на утро они вновь упругие и свежие вследствие действия осмотического давления, или тургора. Днём, когда химические процессы в растении протекают наиболее активно, это давление постепенно снижается, а ночью, по мере того как корневая система пополняет запасы воды, оно повышается. Тургор зависит от погодных условий. В прохладные и пасмурные дни он вообще не падает и в устьицах листья востают открытыми.

Дерево засасывает воду из почвы громадной корневой системой и прежде всего молодыми корневыми окончаниями и многочисленными корневыми волосками. У яблони 2—3 лету же имеется 45 тысяч корней. С приходом холодов растения сокращают засы-

вание воды из почвы, а листья продолжают её испарение, что приводит к несоответствию между количеством получаемой и расходуемой воды. Деревья и кустарники из-за бавляются за счет основных органов испарения влаги — они сбрасывают листву. Исследования показывают, что всасывание воды в водном состоянии зависит от содержания в почве кислорода. При уплотнении почвы резко сокращается приток воды, и она уже не поступает в наиболее отдаленные и высокие точки растения — деревья начинают «суховершинить».

Скорость передвижения воды в дереве зависит от проводимости древесины и мощностности двигателей водного тока: так, в одном из опытов, поставленных в Подмоскowie, у 5—10-летних деревьев (в зависимости от погодных условий) она составляла для дуба 60—400 см/ч, для тополя 20—400, березы 80—240, ели 5—50 см/ч.

Сила, движущая воду вверх по стволу лиственного дерева, должна быть не менее 4 атм. на каждые 10 м высоты подъема. Корневое давление способно поднимать воду по стволу дерева на высоту 4—5 м. С распусканием листьев основным двигателем, поднимающим воду по сосудам деревьев, становится сосущая сила кроны, возникающая за счет потери воды листьями (или хвоей) в процессе транспирации.

Один гектар насаждений в течение вегетационного сезона испаряет до 3000 т влаги, за этот же период 1 м<sup>2</sup> газона испаряет 500—700 л воды. Ежедневно взрослая липа испаряет 0,2 т влаги, хорошо развитый бук — до 0,6 т влаги, а 1 га столетних дубов — около 26 т. Ежегодно зеленые насаждения испаряют 20—30 % атмосферных осадков, выпавших на занятую ими территорию. Сравнивая влияние растений и воды на повышение влажности воздуха, можно уверенно сказать, что 1 га полных растений значительно лучше (почти в 10 раз) увлажняет, освежает воздух по сравнению с водоёмом такой же площади.

В зависимости от размеров и структуры массивов зеленых насаждений влияние растительности на влажность воздуха распространяется на прилегающие и инсолируемые открытые пространства и проявляется на расстоянии, в 15—20 раз превышающем высоту растений. Проведённые исследования позволяют сделать вывод, что на территории, отстоящей от зеленого массива на 500 м, из-за влияния растений относительная влажность может при определенных условиях повышаться на 30%. Влажность воздуха увеличивают даже неширокие 10-метровые полосы древесно-кустарниковой растительности, которые на расстоянии 500 м поднимают влажность на 5—8 % по сравнению с открытой площадью.

Если принять относительную влажность на улице до 100 %, то среди озеленённой застройки она составит 116%, а в крупном парке может достигать до 200% и более.

Испаряя влагу, поверхность листьев и кустарников нагревается. Известно, что для испарения 1 л воды требуется до 600 ккал тепла. Несложный расчёт показывает, что 1 га дубовой рощи поглощает в сутки 15 600 ккал. Именно этот процесс способствует понижению температуры в нижних слоях кроны и приземном слое на 3—5 °С (по сравнению с температурой окружающего воздуха). В приземном слое плотных зеленых насаждений отмечается наиболее высокая относительная влажность воздуха.

Относительная среднемесячная влажность воздуха среди зеленых насаждений парка в шена 4—9%, в сквере — на 3—5% по сравнению с территорией многоэтажной застройки. Даже небольшие участки внутри-квартальной зелени заметно способствуют повышению относительной влажности воздуха.

Умело применяя влаголюбивые растения и используя их качества, на территории с повышенной относительной влажностью (выше 70%) последнюю значительно можно снизить.

### **Практическая часть**

**Цель работы:** определить и сравнить влажность и температуру воздуха в классе и около растения.



**Оборудование и материалы:** компьютер с программным обеспечением, датчик температуры, датчик влажности, комнатное растение.

**Установка параметров измерений:**

- частота замеров—каждую минуту;
- количество замеров—900.

Замеры температуры и влажности производить не менее 15 минут.

**Ход работы:**

1. Подготовить лабораторное оборудование для проведения опыта.
2. На 4 листа растения спатифиллум (или другое растение) одеть целлофановый пакет, поместить туда датчики температуры и влажности, чтобы они не касались стенки пакета.
3. Начать регистрацию данных температуры в классе и около растения в течение 15 минут.
4. Следить за изменением температуры на экране.
5. Данные замеров занести в таблицу.
6. Сохранить данные опыта.
7. Начать регистрацию данных влажности воздуха в классе и около растения в течение 16 минут.
8. Следить за изменением влажности воздуха на экране.
9. Сохранить и изучить графики.
10. Данные замеров занести в таблицу.
11. Сохранить данные опыта.

**Результаты измерений/наблюдений**

Температура и влажность воздуха (около 15ч)				
Время (с)	Температура в классе (°C)	Температура около растения (°C)	Влажность воздуха в классе (%)	Влажность воздуха около растения (%)
0				
300				
600				
900				

12. Сформулируйте выводы по вопросам:
  - почему около растения влажность больше, чем в классе? Какое это имеет значение?
  - почему в классе температура воздуха повышается, а около растения понижается? У какой роли играют зелёные насаждения в городе?

**Выводы:**

- температура в классе выше, чем около растения. Со временем температура в классе увеличивается, а около растения уменьшается;
- влажность в классе меньше, чем около растения. Со временем влажность в классе уменьшается, а около растения увеличивается.

### Лабораторная работа №3

#### «Испарение воды листьями до и после полива» Теоретическая часть

Вода необходима для жизни любого растения. Растение получает воду главным образом из почвы. Наземные части растения, в основном листья через устьица испаряют значительное количество воды. Бывает, что в жаркие часы дня расход воды испарением превышает её поступление. Тогда у растения листья увядают. При сухой почве интенсивность испарения меньше, чем при влажной.

На интенсивность процесса транспирации оказывает влияние влажность почвы. С уменьшением влажности почвы транспирация уменьшается. Чем меньше воды в почве, тем меньше её в растении. Уменьшение содержания воды в растительном организме автоматически снижает процесс транспирации в силу устьичной и внеустьичной регуляции.

В листьях водяной пар выходит из клеток в межклетники. Из них через устьица пар испаряется поверхностью листа. Открываясь и закрываясь, устьица регулируют испарение воды листьями. Как известно, у большинства растений устьица находятся на нижней поверхности листа. Следовательно, у большинства растений вода в основном испаряется на нижней поверхности листовой пластинки.

Количество воды, которое испаряют растения, зависит от многих факторов. В любом случае это почти всегда достаточно большое количество в пересчёте на массу растения. Так, например, капуста испаряет за сутки около одного литр воды. На интенсивность испарения влияют возраст растения (молодые испаряют больше), в тени оно растёт или нет (в тени испарение меньше), дует ветер или нет (в ветреную погоду испарение больше), достаточно воды в почве или нет.

При достаточном количестве воды у растения устьица в листьях могут быть открыты и днём, и ночью. У ряда растений устьица открываются только днём. Если же воды в почве недостаточно, то растения закрывают устьица даже днём. Листья некоторых растений могут скручиваться при ярком освещении, в результате испарения также уменьшается.

У растений, произрастающих в тёплых влажных местообитаниях (например, тропиках), обычно крупные листовые пластинки. Поэтому такие растения испаряют большие объёмы воды. Но поскольку воды в окружающей среде достаточно, это не является проблемой. Другое дело — растения засушливых мест обитания (например, полупустынь и пустынь). Их листья либо мелкие, либо видоизменены в колючки (кактус) или мясистые образования, накапливающие воду про запас (алоэ). В любом случае такие листья испаряют мало воды.

#### Практическая часть

**Цель работы:** Выяснить как влияет, полив растения на количество испаряемой воды.

**Оборудование и материалы:** компьютер с программным обеспечением, измерительный Интерфейс, датчик температуры, датчик влажности.

#### Установка параметров измерений:

- частота — каждую секунду;
- замеры — 1000.

#### Ход работы:

1. Подготовьте ПК (или ПК) для проведения опыта.
2. Одеть целлофановый пакет на спатифиллюм, поместить туда датчик температуры и влажностный датчик, плотно завязать пакет.
3. Провести измерения температуры и влажности, когда земля в горшке с растением сухая.
4. Проанализировать полученные данные. Результаты измерений запишите в таблицу.



5. Полить растения, вылив 2 лит воды.
6. Провести измерения температуры и влажности после полива.
7. Проанализировать полученные данные. Результаты измерений запишите в таблицу.
8. Сделать выводы.

### Результаты измерений / наблюдений

Температура и влажность воздуха до и после полива (около 15 час)				
Время (с)	Температура около растения до полива (°C)	Температура около растения после полива (°C)	Влажность воздуха около растения до полива (%)	Влажность воздуха около растения после полива (%)
0				
300				
600				
900				

9. Сформулируйте выводы по вопросам:
  - Как влияет полив на интенсивность испарения воды у растений? Зачем растение испаряет воду?
  - Чем обусловлена непрерывность восходящего тока воды у растений? В каких процессах жизнедеятельности растений участвует вода?

## Лабораторная работа №4 «Тургорное состояние клеток»

### Теоретическая часть

Тургор — напряжённое 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 растворённых 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 слабеет, при пониженной (гипотонической) — повышается.

Тургор имеет большое значение для жизни растений. Он определяет упругость клеток и тканей в зрелых растениях, проростков, поддерживает листья и другие органы растения в тургоресцентном 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 стекла, покровные стекла, препаровальные игла, пинцет, спиртовка, спички, пипетка, метиленовый синий, фильтровальная бумага, микроскоп, пророщенные семена и луковицы скорешками.

### Техника безопасности

1. Перед началом работы освободите рабочее место от посторонних предметов.
2. Соблюдайте осторожность при работе с препаратами в виде микроскопических игл, предметными и покровными стеклами во избежание уколов и порезов.
3. Недопускайте попадания красителя на кожу, глаза и одежду.
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:**

1. Измякотиклубня картофеля вырежьте два одинаковых брусочка размером 50 • 5 • 5 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 пробирки 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.

### **Важно!**

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

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

Если в школе достаточно количество датчиков электропроводности, то данные по длине образцов в таблицу не заносятся, поскольку выводы о типе раствора можно сделать по изменению электропроводности. В этом случае время опыта можно уменьшить до 10 мин, достаточно 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 ученики будут определять только изменение упругости и длины образцов.

### Результаты измерений/наблюдений

Показатели	Образец1	Образец2	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			

10. Сформулируйте выводы по вопросам:

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

#### Контрольные вопросы по теме

**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 постепенно теряет воду на фотосинтез и транспирацию;
- 3) уменьшение количества воды в клетках приводит к снижению тургора, что выражается в увядании растений.

**3.** Тургор представляет собой

а) разновидность осмотического давления б) результат действия сосущих сил

в) напряжённое состояние клеточной

оболочки г) измеряемый уровень осмотического давления  
*Правильный ответ:* в.

## Лабораторная работа №5

### «Значение кутикулы и пробки в защите растений от испарения» Теоретическая часть

Кутикула — это бесструктурный слой, секретиремый эпидермисом и покрывающий его. Он состоит главным образом из воскоподобного вещества кутина, непроницаемого для воды и газов. Частичная проницаемость для них кутикулы в целом объясняется двумя её компонентами. Обычно чем она толще, тем ниже интенсивность кутикулярной транспирации. Если она тонкая, как, например, у некоторых папоротников, то растение может терять через неё 30—45% воды. Верхняя поверхность листьев в дождливых, обдуваемая прямым солнечным светом и обычно сильнее, чем нижняя, обдуваемая ветром, часто покрыта более толстым слоем кутикулы. Воскоподобные компоненты этого слоя (включая и собственный растительный воск) могут практически полностью остановить кутикулярную транспирацию. Кроме того, листья с толстой кутикулой обычно гладкие и блестящие, т.е. отражают больше солнечного излучения и меньше нагреваются.

Для выяснения защитной роли кутикулы и пробки можно взять клубни картофеля, покрытые пробковой тканью, и яблоки, покрытые кутикулой (либо однолетние и двух-трёхлетние побеги одного вида растения одинаковые по массе). Ветки лучше резать на куски определённого возраста, одинаковые по массе и парафином заглаживать срезы.

### Практическая часть

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

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

### Техника безопасности

1. Перед началом работы освободите рабочее место от посторонних предметов.
2. Соблюдайте осторожность при работе с репарвальными иглами, предметными и покровными иглами, избегайте уколов и порезов.
3. Не допускайте попадания красителя на кожу, глаза и одежду.
4. Соблюдайте правила работы со спиртовкой, избегайте 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:

1. Возьмите по два примерно одинаковых по массе клубня картофеля и яблока. По одному из них очистите, то есть снимите слой покровной ткани ножом.
2. Измерьте с помощью цифрового датчика влажность воздуха в помещении. Внесите данные о влажности в начале опыта в таблицу (одинаковая для всех образцов).
3. Раскройте полиэтиленовый пакет и поместите в него первый образец включенный цифровой датчик относительной влажности воздуха.
4. Закройте пакет и выдавите из него воздух, а затем герметизируйте пакет, перевязав его резинкой, шпагатом или скотчем.
5. Через 5 минут отметьте показания датчика и внесите их в таблицу.
6. Повторите пункты №№ 3—5 для остальных образцов.
7. Рассчитайте на сколько процентов возросла относительная влажность воздуха в каждом пакете.

## Важно!

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

### Результаты измерений/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			

8. Сформулируйте выводы по вопросам:

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

## Лабораторная работа №6

### «Обнаружение нитратов в листьях» 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 клет-

ках корня до аммиака и, связываясь с кетокислотами, образуют аминокислоты, которые затем могут использоваться на построение белков. Однако часть нитратов в виде нитратов может подниматься в листья. В листьях происходит фотохимическое восстановление нитратов в виде наиболее активного включения в синтетические процессы.

Опыт требует подготовки. Половину побегов за день до проведения работы необходимо срезать (лишь корневого питания) и поставить в воду на свету (для фотохимического восстановления нитратов). Вторую половину побегов срезают непосредственно перед опытом.

### Практическая часть

**Цель работы:** обнаружить нитраты в листьях растений и определить источник их поступления.

**Оборудование и материалы:** побеги комнатных растений (бальзамина, сингониума или быстрорастущих видов семейства коммелиновые — традесканции, зебрины, сеткреазии), 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. Перед началом работы освободите рабочее место от посторонних предметов.
2. Соблюдайте осторожность при работе с препаратами и иглами, предметными и покровными стеклами во избежание укулов и порезов.

3. Недопускайте попадания красителя на кожу, глаза и одежду.
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:

1. Отделите листья от побегов, а затем с помощью ножа на поддоне или специальной дощечке мелко порежьте листовые пластинки и черешки свеже срезанного растения так, чтобы заполнить ступку над ветрети.
2. Размельтите образец в ступке до кашицеобразной массы.
3. Уложите кусок марли, сложенный вдвое, в воронку, установленную над стаканом.
4. Перенесите кашицу на марлю и отожмите её, собрав «узелком» четыре конца марли.
5. Если слой растительного сока получился менее 2 см, повторите действия сначала.
6. Присоедините датчик к иону Электрод нитрат-анион и электрод сравнения, а затем подключите датчик к регистратору данных.
7. Опустите в стакан сок омлившие 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 соков и сравните полученные значения между собой.

### Важно!

Помимо побегов можно использовать листья растений сукороchenными побегими (хло-рофитум, дримиопсис, нефролепис), а вместо комнатных растений — и приобретённую зелень (салат, петрушка, укроп) либо листья сельскохозяйственных растений, принесённые учениками.

Для ускорения подготовительной части работы учитель может на глазах класса измельчить листья в блендере и раздать ученикам готовую кашицу либо сразу отжать сок листьев. В этом случае на уроке может быть выполнена вторая лабораторная работа либо исследовано несколько видов растений.

### Результаты измерений/наблюдений

Исследуемые образцы	Концентрация нитратов, моль/л					Сумма, моль/л	Среднее, моль/л
	1	2	3	4	5		
Свеже срезанные листья							
Выдержанные листья							

10. Сформулируйте выводы по вопросам:
  - Какое значение имеют кутикула и пробка в испарении воды растением?
  - Какая покровная ткань в большей степени влияет на испарение воды растением?

## ОЦЕНКА ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ РЕЗЕРВОВ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ

**Цель:** ознакомиться с методами оценки состояния сердечно-сосудистой системы.

### **Задачи:**

- оценить резервы сердца по определению систолического и минутного объёма в покое и после физической нагрузки;
- оценить устойчивость к гипоксии, используя пробу с задержкой дыхания;
- оценить состояние кардиореспираторной системы, используя пробу с задержкой дыхания;
- оценить состояние кардиореспираторной системы, используя пробу Крэмптона.

### **Теоретическая часть**

Транспортная роль системы кровообращения имеет важное значение для обмена веществ и энергии как в покое, так и при двигательной деятельности. Физиологические исследования направлены на выявление закономерностей деятельности сердца и сосудов.

Кровообращение обеспечивает все процессы метаболизма организма человека и по этому является компонентом различных функциональных систем, определяющих гомеостаз. Выполняя одну из главных функций — транспортную — сердечно-сосудистая система обеспечивает ритмичное течение физиологических и биохимических процессов в организме человека. К тканям и органам по кровеносным сосудам доставляются все необходимые вещества (белки, углеводы, кислород, витамины, минеральные соли) и выводятся продукты обмена веществ и углекислый газ.

Сердечно-сосудистая система выполняет регуляторную и защитную функции и в содружестве с нервной и гуморальной системами играет важную роль в обеспечении целостности организма. Сосудистая система делится на кровеносную и лимфатическую. Эти системы анатомически и функционально тесно связаны, дополняют друг друга. Кровеносная система состоит из центрального органа кровообращения — сердца, ритмично сокращения которого дают движение крови по сосудам, и самих сосудов. Лимфатическая система состоит из лимфатических сосудов, узлов и протоков.

Важнейшей характеристикой производительности сердца является систолический объём, характеристикой которого является артериальное давление.

### **Запомните!**

**Артериальное давление** — это давление крови в крупных артериях человека.

**Систолический объём** —

это количество крови, выбрасываемое желудочком сердца при одном сокращении.

### **Это интересно!**

Артериальное давление впервые было измерено в 1733 году английским естествоиспытателем Стефеном Хейлсом. Введенной им в артерию лошади стеклянной трубке он зафиксировал подъём крови на 8 футов и 3 дюйма выше уровня левого желудочка сердца. В дальнейшем мучённый неоднократно повторял этот эксперимент на разных животных. Ему удалось измерить давления в периферических артериях и венах и, по-видимому, даже в лёгочной артерии, поскольку известно, что Стефен Хейлс впервые измерил температуру «крови в лёгких». Должно было пройти около 100 лет, чтобы эксперимент Хейлса нашёл применение в практической медицине.

Жан Луи Пуазейль в 1828 году для прямого измерения давления в артерии животного применил ртутный манометр, позднее физиолог Карл Людвиг, соединив его с движущимся барабаном, впервые записал пульсирующую кривую артериального давления (**сфигмограмму**). Прибор был автором назван **кимографом** в течение многих после



дующих лет служил основным средством для регистрации различных физиологических процессов. С этого времени берут начало сфигмографические методы регистрации ге-модинамики.

Различают два показателя артериального давления:

**Систолическое** (верхнее) артериальное давление (СД) — это уровень давления крови в момент максимального сокращения сердца, характеризует состояние миокарда левого желудочка и равняется 100—120 мм рт. ст.

**Диастолическое** (нижнее) артериальное давление (ДД) — это уровень давления крови в момент максимального расслабления сердца, характеризует степень тонуса артериальных стенок и равняется 50—80 мм рт. ст.

### **Запомните!**

#### **Кровяное давление —**

*давление, которое кровь оказывает на стенки кровеносных сосудов, или превышение давления жидкости в кровеносной системе над атмосферным. Выделяют следующие виды кровяного давления: внутрисердечное, капиллярное, венозное.*

Артериальное давление измеряется в миллиметрах ртутного столба, сокращенно мм рт. ст. Значение величины артериального давления 120/80 означает, что величина систолического давления равна 120 мм рт. ст., а величина диастолического артериального давления равна 80 мм рт. ст. Разность между величинами систолического и диастолического давлений называется пульсовым давлением (ПД). Оно показывает, насколько систолическое давление превышает диастолическое, что необходимо для открытия полулунного клапана аорты во время систолы. В норме пульсовое давление равно 35—55 мм рт. ст.

Величина кровяного давления зависит от трёх основных факторов:

- частоты и силы сердечных сокращений;
- величины периферического сопротивления, т. е. тонуса стенок сосудов, главным образом, артериол и венул;
- объёма циркулирующей крови.

Артериальное давление здорового человека является величиной довольно постоянной, однако оно всегда подвергается небольшим колебаниям в зависимости от фаз деятельности сердца и дыхания. Кровопотери ведут к снижению кровяного давления, а переливание большого количества крови повышает артериальное давление. Величина давления зависит от возраста. У детей артериальное давление ниже, чем у взрослых, потому что стенки сосудов более эластичны.

Артериальное давление можно измерить с помощью прибора сфигмоманометра (тонометра).

Современные цифровые полуавтоматические тонометры позволяют ограничиться только набором давления (до звукового сигнала), дальнейший сброс давления, регистрацию систолического и диастолического давления, иногда — пульса и аритмии, прибор проводит сам.

Автоматические тонометры сами закачивают воздух в манжету, иногда они могут выдавать данные в цифровом виде, для передачи на компьютер или др. приборы.

### **Это интересно!**

*Карл Фирордт использовал сфигмографию для непрямого измерения давления крови у человека. В течение последующих лет кимограф Людвиг многократно усовершенствовался. На его базе Этьен-Жюль Марев в 1876 г. изготoвил плетизмограф, кото-*



рый позволял непрямым методом определять систолическое и диастолическое артериальное давление (рис. 1). Плетизмограф — аппарат для графического определения колебаний объёма различных членов тела в зависимости главным образом от степени их кровенаполнения. Впоследствии этот метод получил название **осциллометрического**.

Густав Гертнер в 1899 году создал следующее поколение аппарата для неинвазивного измерения артериального давления и назвал его **тонометром**. Тремя годами раньше 15 декабря 1896 г. в Туринской газете «Gazzetta Medica di Torino» была опубликована статья «Un nuovo sfigmomanometro», в которой автор Шупионе Рива-Роччи описал оригинальный метод непрямого измерения артериального давления с помощью ртутного сфигмоманометра своей конструкции. Метод Рива-Роччи был предельно прост. В велосипедную шину, опоясывающую верхнюю треть плеча и соединённую с ртутным сфигмоманометром, резиновой грушей, нагнетался воздух. Фиксировалось давление, при котором прекращалась пульсация, что соответствовало систолическому давлению. Затем из шины давление постепенно стравливалось. Первые появления пульсации соответствовали диастолическому давлению. Узкая шина создавала много неудобств и нередко извращала результаты исследования.

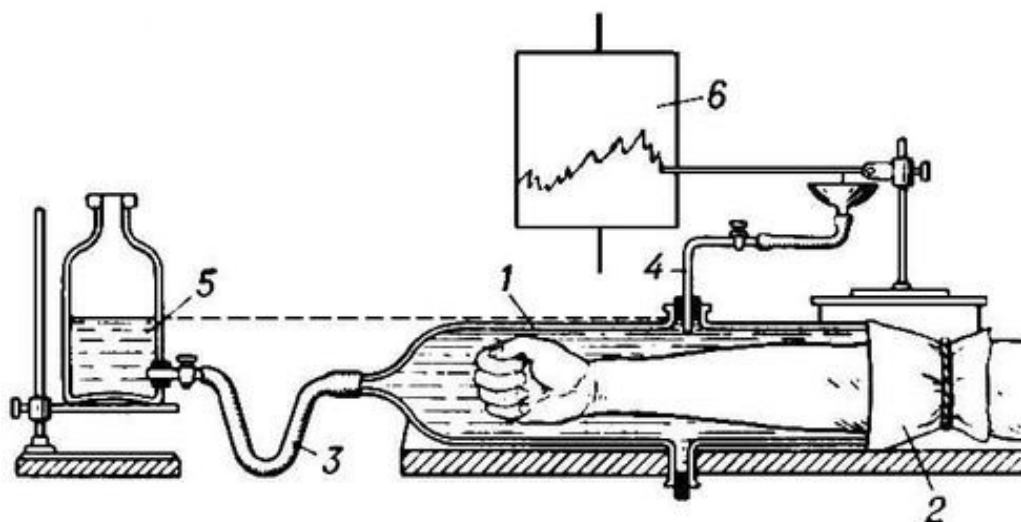


Рис. 1. Плетизмограф: 1 — цилиндр; 2 — резиновая манжетка; 3 — трубка для соединения бутылки с прибором; 4 — трубка для соединения прибора с капсулой Маррея; 5 — бутылка для воды; 6 — барабанкимографа

Следующий весьма важный этап в развитии методов измерения артериального давления относится к 1905 году. Военный врач из Санкт-Петербурга Николай Сергеевич Коротков, используя сфигмоманометр Рива-Роччи, предложила аускультативный метод определения уровня систолического и диастолического давления. Метод основан на выслушивании шумов, возникающих при постепенном стравливании воздуха из раздутой манжеты (рис. 2). Давление в манжете, зафиксированное при появлении первого шума, соответствовало систолическому давлению, давление, зафиксированное при прекращении шумов — диастолическому давлению.

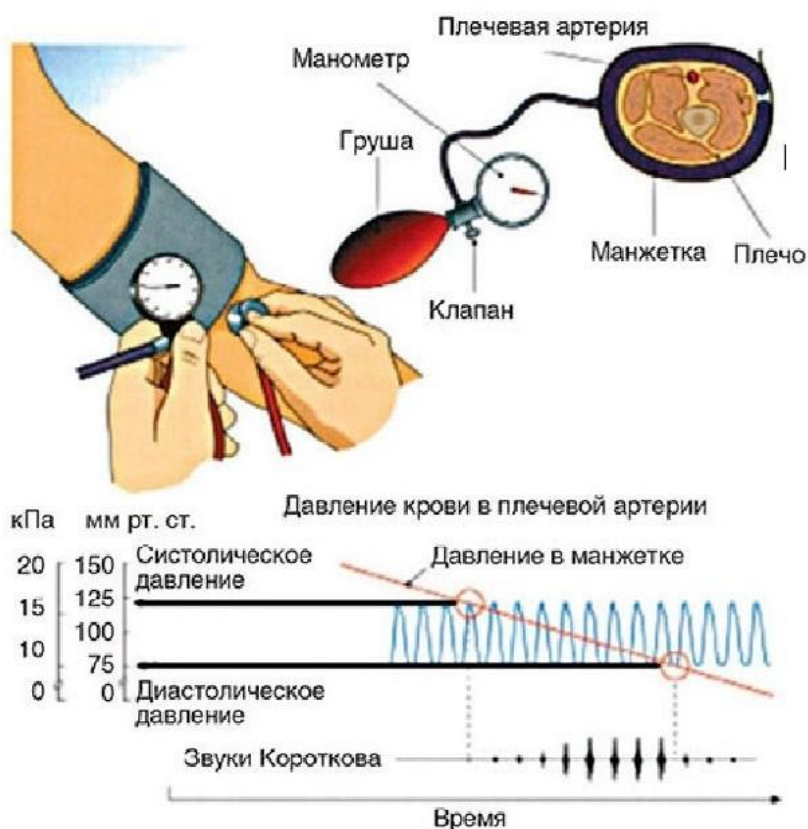


Рис. 2. Измерение артериального давления методом Н.С.Короткова

Метод Короткова и в настоящее время, спустя 100 лет, является основным методом определения артериального давления в клинической медицине, широко используемым во всех странах.

### Методика измерения артериального давления по методу Короткова

1. Придать пациенту удобное положение, сидя или лежа. Перед измерением пациент должен отдохнуть в сидячем или лежащем положении в течение нескольких минут.
2. Положить руку пациента в разогнутом положении ладонью вверх, подложив валик под локоть.
3. Наложить манжетку тонометра на обнаженное плечо пациента на 2—3 см выше локтевого сгиба так, чтобы между ними проходил 1 палец. *Примечание:* одежда не должна сдавливать плечо выше манжетки.
4. Трубки манжетки обращены вниз.
5. Соединить манометр с манжеткой.
6. Проверить положение стрелки манометра относительно «0»-й отметки шкалы.
7. Определить пальцами пульсацию в локтевой ямке, приложить на это место фонендоскоп.
8. Закрыть вентиль груши, нагреть воздух в манжетку до исчезновения пульсации в локтевой ямке + 20—30 мм рт.ст. (т.е. несколько выше предполагаемого АД).
9. Открыть вентиль, медленно выпускать воздух, выслушивая тоны, следить за показаниями манометра.
10. Отметить цифру появления первого удара пульсовой волны, соответствующую систолическому АД.

11. «Отметить» исчезновение тонов, что соответствует диастолическому АД. *Примечание:* возможно осложнение тонов, что тоже соответствует диастолическому АД.
12. Выпустить весь воздух из манжетки.
13. Повторить процедуру через 5 минут.

### **Это интересно!**

Повышение давления на каждые 10 мм рт. ст. увеличивает риск развития сердечно-сосудистых заболеваний на 30%. У людей с повышенным давлением в 7 раз чаще развиваются нарушения мозгового кровообращения (инсульты), в 4 раза чаще — ишемическая болезнь сердца, в 2 раза чаще поражение сосудов ног. Именно с измерения артериального давления необходимо начинать поиск причины таких частых проявлений дискомфорта, как головная боль, слабость, головокружение. Во многих случаях за давлением необходим постоянный контроль, и измерения следует проводить по нескольку раз в день.

### **Запомните!**

#### **Артериальная гипертензия** —

стойкое повышение артериального давления от 140/90 мм рт. ст. и выше.

#### **Артериальная гипотонзия** — стойкое или регулярно понижение артериально-

го давления ниже 100/60 мм рт. ст.

### **Лабораторная работа №1**

#### **«Измерение артериального давления при помощи цифровой лаборатории Relab»**

**Цель работы:** провести измерения кровяного давления.

#### **Задачи работы:**

- изучить графики измерения кровяного давления;
- определить значения систолического и диастолического давления.

**Оборудование и материалы:** цифровая лаборатория Relab (датчик артериального давления), манжетка с грушей для нагнетания воздуха, планшет или персональный компьютер с программным обеспечением.

#### **Техника безопасности**

1. Перед началом работы освободите рабочее место от посторонних предметов.
2. Точно выполняйте указания учителя при работе с электронным оборудованием, в отношении соблюдения порядка действий.
3. Приступайте к работе только тогда, когда убедитесь в исправности оборудования.
4. Не берите микроскоп, препараты и иное оборудование с других рабочих мест без разрешения учителя, не вставайте с рабочего места и не ходите по кабинету во время эксперимента.
5. По окончании работы приведите своё рабочее место в порядок.

#### **Ход работы:**

1. Наложите манжетку на плечо. Предварительно снимите плотную одежду.
2. Вставьте воздушную трубку в воздушное гнездо прибора (датчик артериального давления Relab).
3. Просуньте руку в манжетку.
4. Сядьте прямо, руку расположите на столе, манжета должна находиться на уровне сердца.
- а. 5. Запустите программу Relab и нажмите кнопку «Старт».

6. Нагнетайте воздух в манжетку до момента, когда на левой панели программы не появится надпись «достаточно накачано» или прозвучит сигнал.

7. Плавно спускайте воздух, открыв винт.

8. На левой панели программы должна появиться информация о давлении и пульсе, а в центре — график.

Интервал времени между измерениями артериального давления зависит от поставленных задач, возраста пациента, наличия аритмии и других факторов.

При необходимости выполнения серии из 2—3 повторных измерений интервал времени между ними должен составлять не менее 15 секунд. В этом случае регистрируется средняя величина этих измерений.

Разница в давлении на руках может быть весьма существенной, поэтому рекомендуется проводить измерения на руке с более высокими значениями артериального давления.

#### Работа с графиком

- В момент появления систолического давления на графике появится пологий участок. Отпустите крани и продолжите измерения.
- В момент появления диастолического давления снова появляется пологий участок графика.
- Отпустите кран до полного выпуска воздуха из прибора.
- Изучите график и сделайте выводы о полученных результатах.

9. На графике представьте разницу результатов измерения давления, вызванные пульсом в микроволнах, подписать его.

10. Зафиксируйте результаты исследования в таблицу.

#### Результаты измерений/наблюдений

Показатель	Результат
СД	
ДД	
ПД	
Норма СД (по формулам)	
Норма ДД (по формулам)	

**СД** (систолическое давление) — показатель величины максимального артериального давления;

**ДД** (диастолическое давление) — показатель величины минимального артериального давления;

**ПД** — пульсовое давление.

Величину пульсового давления рассчитывают, вычитая из величины систолического давления величину диастолического.

Для определения должной индивидуальной нормы артериального давления могут быть использованы следующие зависимости:

У мужчин —  $СД = 109 + 0,5X + 0,1Y$ ,

$ДД = 74 + 0,1X + 0,15Y$

У женщин —  $СД = 102 + 0,7X + 0,15Y$ ,

$ДД = 78 + 0,17X + 0,15Y$

где  $X$  — возраст, года,  $Y$  — масса тела, кг.

Вывод:

АД \_\_\_\_\_

11. Сформулируйте выводы по вопросам:

- Что такое артериальное давление?
- В чём сущность методики измерения артериального давления по методу Коротко-ва?
- Что такое пульсовое давление?

## Лабораторная работа №2

### «Функциональные пробы на реактивность сердечно-сосудистой системы» Теоретическая часть

Синхронная регистрация различных внешних проявлений деятельности сердечно-сосудистой системы (ССС) при проведении различных функциональных проб расширяет диагностические возможности в анализе работы этой важной системы организма.

Реакции гемодинамики на функциональные нагрузки можно разделить на три основных типа:

- адекватный с умеренным учащением пульса не более 50 % к исходному уровню, увеличением систолического АД до 30 % при незначительных колебаниях диастолического АД и восстановлением в течение 3—5 мин;
- неадекватный с чрезмерным увеличением показателей пульса и АД и задержкой восстановления более пяти минут;
- парадоксальный тип реакции, не соответствующий энергетическим потребностям, колебаниями показателей менее 10% к исходному уровню.

### Практическая часть

**Цель работы:** оценить реактивность сердечно-сосудистой системы и тип гемодинамики на функциональные нагрузки.

**Материалы и оборудование:** цифровая лаборатория Relab (датчик артериального давления), манжетка с грушей для нагнетания воздуха, планшет или персональный компьютер с программным обеспечением.

**Техника безопасности (см. инструкцию к работе №**

#### 1) Ход работы:

1. Провести измерение АД и ЧСС в покое и после физической нагрузки (20 приседаний за 30 секунд) с интервалом в 1 минуту.
2. Наложить манжетку на плечо. Предварительно снять плотную одежду.
3. Вставить воздушную трубку в воздушное гнездо прибора (датчик артериального давления Relab).
4. Просунуть руку в манжетку.
5. Сядьте прямо, руку расположите на столе, манжета должна находиться на уровне сердца.
6. Запустите программу Relab и нажмите кнопку «Старт».
7. Нагнетайте воздух в манжетку до момента, когда на левой панели программы не появится надпись «достаточно накачано» или прозвучит сигнал.
8. Плавно спускайте воздух, открыв винт.
9. На левой панели программы должна появиться информация о давлении и пульсе.
10. Зафиксировать результаты исследования в таблицу.

### Результаты измерений/наблюдений

Состояние	АД	ЧСС
В покое		ЧСС1.....
После 20 приседаний		ЧСС2.....

Дополнительная обработка результатов.

Для оценки тренированности ССС к выполнению физической нагрузки могут использоваться такие показатели, как коэффициент выносливости (КВ)

$$КВ = (ЧСС / ПД) \cdot 10$$

и показатель качества реакции (ПКР):

$$ПКР = (ПД_2 - ПД_1) / (ЧСС_2 - ЧСС_1),$$

где ПД<sub>1</sub> и ЧСС<sub>1</sub> —

пульсовое давление и пульс до нагрузки; ПД<sub>2</sub> и ЧСС<sub>2</sub> —

пульсовое давление и пульс после нагрузки.

### Протокол выполнения работы

Результаты исследования ССС на функциональную реактивность

Показатели	Исходные данные	Время отдыха, мин											
		20 приседаний			15 сек бег				3-х мин бег				
		1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	4	
ЧСС													
АД макс													
АД мин													

11. Сформулируйте выводы.

### Лабораторная работа №3

#### Измерение артериального давления. Определение систолического и минутного объёмов крови расчётным методом

##### Теоретическая часть

При каждом сокращении сердца артерия выбрасывает определённое количество крови, которое называют систолическим или ударным объёмом крови (СОК или УОК).

Сердце, выбрасывая кровь в аорту и лёгочную артерию во время систолы, создаёт в них давление, необходимое для продвижения крови по всему сосудистому руслу. Свободному передвижению крови по сосудам препятствует ряд факторов: сопротивление периферических сосудов, трение частиц крови о стенки сосудов.

Величина кровяного давления зависит главным образом от систолического объёма крови и диаметра сосудов. В свою очередь систолический объём крови зависит от

силы сокращений сердца: чем сильнее сокращение, тем больше объём выбрасываемой крови. Поэтому давление в артериях будет тем выше, чем сильнее сокращение сердца.

Кровяное давление неодинаково в разных участках сосудистого русла. Самая большая величина кровяного давления в аорте, несколько меньше — в крупных артериях. Кровяное давление по мере удаления сосудов от сердца постепенно снижается: его величина тем меньше, чем дальше сосуд от артериального отдела сердца и чем ближе он к венозному. В полых венах оно иногда становится даже ниже атмосферного.

Давление в артериях неодинаково в различных фазах сердечного цикла. Оно наибольшее во время систолы и называется систолическим или максимальным давлением. В состоянии покоя у взрослого человека систолическое давление в плечевой артерии в среднем составляет 120 мм рт. ст. Во время диастолы давление крови наименьшее, оно называется диастолическим или минимальным давлением. В среднем в плечевой артерии оно составляет 70 мм рт. ст.

Разница между систолическим и диастолическим давлением получила название *пульсового* давления. Оно является важным показателем функционального состояния сердечно-сосудистой системы.

У человека можно определить величину систолического и диастолического давления методом Короткова при помощи ртутного или пружинного манометра либо используя цифровые лаборатории (датчик давления). Зная величину систолического (СД), диастолического (ДД) и пульсового давления крови (ПД), ЧСС, можно по формуле рассчитать величину систолического (вмл) и минутного (вл) объёмов крови у человека.

Широко применение получила формула Старра:

$$CO = [(100 + 0,5 \cdot ПД) - (0,6 \cdot ДД)] - 0,6 \cdot В,$$

где CO — систолический объём; ПД — пульсовое давление; ДД — диастолическое давление; В — возраст испытуемого.

Установлено, что расчётные величины CO, полученные с помощью этой формулы, хорошо совпадают с данными, полученными классическими методами.

Минутный объём крови рассчитывается по формуле:

$$МОК = CO \cdot ЧСС,$$

где МОК — минутный объём крови; CO — систолический объём; ЧСС — частота сердечных сокращений.

### Практическая часть

**Цель работы:** рассчитать минутный и систолический объём крови по частоте сердечных сокращений.

**Объект исследований:** человек.

**Оборудование и материалы:** цифровая лаборатория, датчик артериального давления.

**Техника безопасности (см. инструкцию к работе №**

#### 1) Ход работы:

1. Ознакомьтесь с устройством прибора, применяемого для измерения кровяного давления.

2. Обнажите левую руку испытуемого. Оберните манжету плотно вокруг середины плеча испытуемого так, чтобы её нижний край находился на 2,5—3 см выше локтевого сгиба.

3. К манжете подключите датчик артериального давления.

4. Включите на ПК или планшете программу для измерения артериального давления из приложения.

5. Нагнетайте воздух в манжету до тех пор, пока на экране не появится запись «Достаточно» или прозвучит звуковой сигнал.

6. Медленно выпустите воздух из манжеты. Снижая давление в манжете, внимательно следите за данными на экране. В левом поле экрана появится величина максимального (систолического) давления, т.е. в этот момент только во время систолического проталкивается через сжатый участок сосуда минимальное (диастолическое) давление.

7. Определите систолический и минутный объёмы крови расчётными методами по формуле Старра.

8. Полученные данные занесите в таблицу.

Показатели	В норме	У испытуемого
ЧСС, уд/мин	60—80	
Систолическое давление, мм рт.ст.	90—130	



Показатели	Внорме	Уиспытуемого
Диастолическоедавление,ммрт.ст.	60—85	
Пульсовоедавление,ммрт.ст.		
Систолическийобъём,мл	70—80	
Минутныйобъёмкрови,л	4,24—5,3	

9. Сравнитеполученныерезультатыснормальнымивеличинами.ОбъяснитепроисхождениеисистолическогоидиастолическогоАД.

### Лабораторная работа №4

#### «Определениeminутногообъёмакровообращениякосвеннымметоломвпоеипослефизическойнагрузки»

##### Теоретическая часть

Минутный объём кровообращения (МОК) является одним из главных показателейфункциисердечно-сосудистойсистемы.МетодыопределенияМОКмогутбытьразделенынапрямые(Фика,Гролляма на.Стюарта-Гамильтона,термодиллюцииипр.)инепрямые(Старра,сфигмографический,баллистографический).

БольшоераспространениеполучилметодСтарра(1954).ЭтотматематическийметодопределенияМОКзаключаетсяяврасчётахпоспециальнымэмпирическимформулам.Уиспытуемогоопределяютартериальноедавлениеичастотупульса(используяцифровую лабораторию). Затем по формуле определяют систолический (ударный) объём крови (СОК):

$$\text{СОК} = 100 + 0,5\text{ПД} - 0,6\text{ДД} - 0,6\text{В},$$

гдеПД—пульсовоедавление(мм,рт.ст.);

ДД—диастолическоедавление(вмм.рт.ст.);В—возраст(вгодах).

ПослеопределениясистолическогообъёмалегорассчитатьМОК—поформуле:

$$\text{МОК} = \text{СО} \times \text{ЧП}, \text{ где ЧП — частота пульса.}$$

УздоровыхлюдейвеличинаМОКподверженазначительнымколебаниям,связаннымсполом,возрастом,весомиростом,атакжесхарактеромдеятельности.

Изменениечастотысердечныхсокращенийикровяногодавленияприфизическойработеразличнойтяжести.

##### Практическая часть

##### Цель работы:

ознакомитьсясметодикойопределенияМОК.**Ознакомьтесьстехникойбезопасности(сминструкциювработе№1).Ходработы:**

1. ПровестиизмерениеАДиЧССвокоеипослефизическойнагрузки(10и20приседанияза30секунд)синтерваломв1минуту.
2. Наложитеманжетунаплечо.Предварительноснимитеплотнуюодежду.
3. Вставьтевоздушнуютрубкуввоздушноегнездоприбора(датчикартериальногодавленияRelab).
4. Просуньтерукувманжету.
5. Сядьтепрямо,рукурасположитенастоле,манжетадолжнанаходитьсянауровнесердца.
6. ЗапуститепрограммуRelabинажмитенакнопкустарт.



7. Нагнетайте воздух в манжетку до момента, когда на левой панели программы не появится надпись «Достаточно накачано»

8. Плавно спускайте воздух, открутив винт.

9. На левой панели программы должна появиться информация о давлении и пульсе.

10. Зафиксировать результаты исследования в протокол. 11. Сделать вывод.

### Рекомендации по оформлению протокола работы

Полученные данные занесите в таблицу. Сделайте заключение об изменении СО и МОК после физической нагрузки. В случае увеличения МОК ответьте на вопрос: «Зачёт чего происходит в возрасте данного показателя после 10 приседаний и после 20?».

### Протокол лабораторной работы

«Изменение частоты сердечных сокращений и кровяного давления при физической работе различной тяжести»

Показатели	Покой	После	После
		10 приседаний	20 приседаний
Частота сердечных сокращений (ЧСС)			
Систолическое давление			
Диастолическое давление			
Пульсовое давление			
Систолический объём крови			
Минутный объём крови			

В условиях основного обмена МОК у здоровых людей равен 3,5—5 л в минуту, при этом отклонения не превышают  $\pm 10\%$  от должной величины минутного объёма кровообращения (ДМОК). У людей с различными заболеваниями отклонения МОК в покое как в ту, так и в другую сторону выражены в большей степени, чем у здоровых.

Пользуясь методом Старра, определить МОК после физической нагрузки (20 глубоких приседаний за 30 секунд) и сравнить его величину с МОК в покое. Пульс и артериальное давление определять каждые 30 секунд после нагрузки и течение 6-ти минут. Затем, рассчитать МОК по полученным данным, вычертить кривую динамики МОК после нагрузки.

Сформулируйте выводы.

Индивидуальный проект:

1. «Сравнение МОК у школьников с различными группами здоровья».

2. «Зависимость МОК у разных возрастных групп».

Контрольные вопросы:

1. Что такое кровяное давление?

2. Дать определение артериального давления?

3. От чего зависит артериальное давление?

4. Перечислить приборы, позволяющие определить кровяное давление. Что обозначает показание прибора 120/90?

5. Дать определение систоле и диастоле.

6. От чего зависит интервал времени между измерениями артериального давления?
7. В чём измеряется давление?
8. Что означает термин диастолическое давление?
9. Каким болезням соответствуют давления выше 140/90 и ниже 90/50?
10. Дать определение пульсовой волны.
11. Что такое СО? МОК?

## Это интересно! ТЕСТ

### Индекс адаптационного потенциала сердечно-сосудистой системы (Р.М.Баевский соавт., 1987.)

Распознавание функциональных состояний на основе анализа данных вегетативными и оккардиально-гемодинамическом гомеостазе требует определённого опыта и знаний в области физиологии и клиники. Для того чтобы этот опыт сделать достоянием широкого круга врачей, был разработан ряд формул, позволяющих вычислять адаптационный потенциал системы кровообращения по заданному набору показателей с помощью уравнений множественной регрессии. Одна из наиболее простых формул, обеспечивающих точность распознавания 71,8% (по сравнению с экспертными оценками), основана на использовании наиболее простых и общедоступных методов исследования — измерения частоты пульса и уровня артериального давления, роста и массы тела:

$$\text{АП} = 0.0011(\text{ЧП}) + 0.014(\text{САД}) + 0.008(\text{ДАД}) + 0.009(\text{МТ}) - 0.009(\text{Р}) + 0.014(\text{В}) - 0.27,$$

где АП —

адаптационный потенциал системы кровообращения в баллах; ЧП —

частота пульса (уд/мин);

САД и ДАД — систолическое и диастолическое артериальное давление (мм рт.ст.); Р —

рост (см);

МТ — масса тела (кг); В —

возраст (лет).

По значению адаптационного потенциала определяется функциональное состояние пациента

Трактовка пробы:

*ниже 2.6 — удовлетворительная адаптация;*

*2.6 — 3.9 — напряжение механизмов адаптации;*

*3.10 — 3.49 — неудовлетворительная адаптация;*

*3.5 и выше — срыв адаптации.*

Снижение адаптационного потенциала сопровождается некоторым смещением показателей миокардиально-гемодинамического гомеостаза в пределах своих так называемых нормальных значений, возрастает напряжение регуляторных систем, увеличивается «плата за адаптацию». Срыв адаптации как результат перенапряжения и истощения механизмов регуляции у лиц старшего возраста отличается резким падением резервных возможностей сердца, в то время как в молодом возрасте при этом наблюдаются даже увеличение уровня функционирования системы кровообращения.

### Ситуационные задачи

В организме человека кровь течёт по сосудам связывает каждый орган и каждую клетку тела между собой. Она разносит питательные вещества, которые получила из пищи органа пищеварения. От лёгких кровь доставляет клеткам кислород, а забирает углекислый газ, вредные отработанные вещества. Она поддерживает постоянную температуру тела и защищает организм от вредных микробов.

2. Как изменится общая масса, общий объём и общая поверхность 1 дм<sup>3</sup> пластилина, если его разрезать на одинаковые кубики по 1 мм<sup>3</sup>?

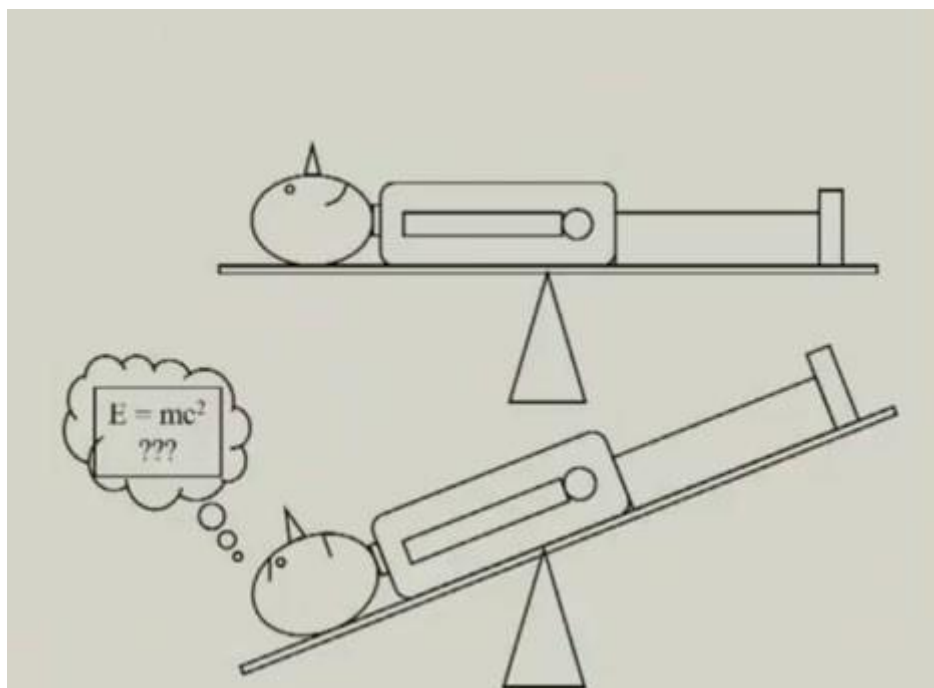
- а) масса и объём не изменятся, а общая поверхность увеличится в 100 раз
- б) масса увеличится, а объём останется неизменным, а общая поверхность уменьшится в 10 раз
- в) масса и объём не изменятся, а общая поверхность уменьшится в 10 раз
- г) масса увеличится, а объём останется неизменным, а общая поверхность увеличится в 100 раз

3. Сердце — удивительный и надёжный мотор, насос, который работает в течении всей жизни, без остановок и «ремонта». В чём причина такой неутомимости работы сердца и его мышц?

4. Сколько литров крови перекачивает сердце человека за 1 час и за одни сутки, если оно сокращается в среднем 75 уд/мин, выбрасывая при каждом сокращении из двух желудочков 150 см<sup>3</sup> крови?

5. Почему при жаре и волнении кожа краснеет, а на холоде и при испуге — бледнеет?

6. В известном опыте итальянского учёного Моссо, человека кладут на горизонтальную платформу очень чувствительных весов и уравнивают их. Стоит испытуемому несколько раз пошевелить пальцами ног, как стрелка прибора покажет, что сторона платформы, где лежат ноги опустилась. А при решении им сложной математической задачи опустится другой конец платформы как на рисунке. Подумайте, как и в зависимости от чего изменяется снабжение кровью?



### Задания на функциональную грамотность

I. У значительной части пациентов с повышенным артериальным давлением такое состояние организма обусловлено измерением давления на приеме у врача. Оно даже получило специальное название — «гипертензия белых халатов» или «синдром белых халатов». Повышение давления в данном случае связывают со стрессом от посещения больницы, тогда как измерение в домашних условиях или с помощью периодического контроля размещаемым на теле автоматическим устройством показывает, что давление в норме. Подверженность связанным заболеваниям у таких пациентов меньше, чем у по-

стоянных гипертоников, но больше, чем у обычных людей. Стоит добавить, что существует и обратный феномен, так называемая маскированная гипертензия, когда человека давление постоянно повышено, но при больничном измерении приходит в норму.

1. Что такое маскированная гипертензия?

а. постоянно повышенное артериальное давление

**б. повышенное давление, а при измерении оно приходит в норму**

в. нормальное артериальное давление, а при виде врача оно повышается

г. постоянно пониженное артериальное давление

2. Каких характеристики относятся к гипертонии?

**а. повышение кровяного давления**

б. понижение кровяного давления

в. увеличивается просвет кровеносных сосудов

**г. сужается просвет кровеносных сосудов**

3. Как известно рабочее кровяное давление у каждого человека индивидуально, но средний показатель составляет 120/80 мм рт.ст. Если у человека рабочее давление составляет 120/80, то при понижении будут наблюдаться следующие признаки. Выберите «Да» или «Нет» в каждой строке.

<b>Головная боль</b>	<b>Да/Нет</b>
<b>Слабость</b>	<b>Да/Нет</b>
Повышенная работоспособность	Да/Нет
Усиление внимания	Да/Нет
Признаки не изменяются	Да/Нет

Как известно в результате стресса развивают множество заболеваний, в том числе связанные и с изменением кровяного давления. Найдите заболевания связанные с изменением давления. Выберите «Да» или «Нет» в каждой строке.

<b>Инфаркт</b>		<b>Да/Нет</b>
<b>Гипертония</b>		<b>Да/Нет</b>
Энурез		Да/Нет
Гипотония		Да/Нет
Гиподинамия		<b>Да/Нет</b>
<b>Гипертензия</b>		

6. Выберите признаки характерные для такого заболевания как гипертония

- **пульсирующая головная боль**
- **головокружение**
- **покраснение лица**
- пониженная утомляемость
- **повышенная утомляемость**
- **слабость**
- **мелькание мушек перед глазами**
- **одышка, которая при нагрузках усиливается**

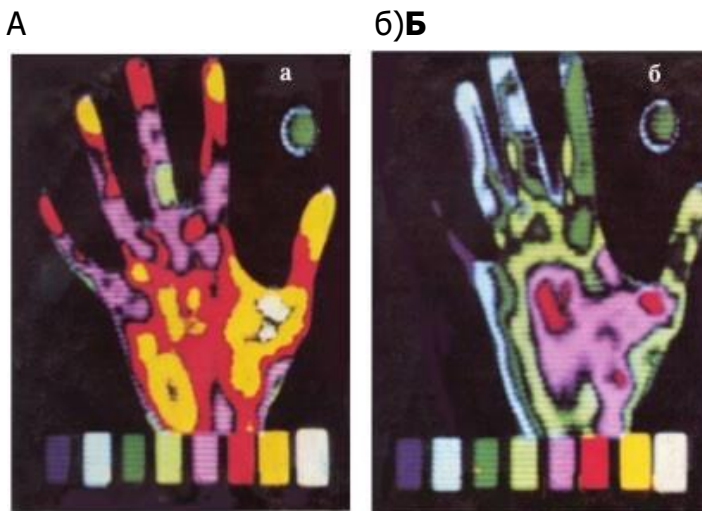
## БИОЛОГИЯ

- **отёки**
- **потливость**
- сухостьрукиног
- **онемениерукиног**
- **бользагрудиной**
- **бессонница**
- **раздражительность**
- **постоянноечувствотревоги,беспокойство**

### II. Сердечно-сосудистыезаболевания

У курильщиков после каждой выкуренной сигареты наблюдается сужение сосудов,длящееся 30 минут. Поэтому у систематически курящего человека сосуды почти непре-рывнонаходятсявсуженномсостоянии.

1. Накакойтепловойфотографииизображенырукикурильщика?а)



2. При употреблении алкоголя и курения у человека нарушается работа внутренних органов. К чему приводит каждая выкуренная сигарета? Выберите «Да» или «Нет» в каж-дойстроке.

Увеличиваетработусердцапопроталкиваниюкрови	<b>Да/Нет</b>
Нарушениетеплоотдачи	<b>Да/Нет</b>
Расширениекровеносныхсосудов	<b>Да/Нет</b>

3. Сужениесосудов—причиназаболеваниякурильщиков«перемежающейсяхромотой», которая сопровождается сильной болью во время ходьбы. К каким последствиямприводитсужениесосудов?

- а) **потеретрудоспособностинадлительноевремя**
- б)инвалидности
- в) **приступыболи**
- г)никакихнарушенийненаблюдается

4. Выберитеверныеутверждения.

а) **Постоянныезанятияфизическимтрудомифизическойкультуройспособствуютразвитиюиукреплениюсердечноймышцы**

**б) Никотин вызывает сужение кровеносных сосудов**

в) «Переменяющаяся хромота» — это результат неправильного питания г) Алкогольные напитки, в том числе пиво, нарушают кровообращение д) Гиподинамия никак не сказывается на работе сердца и сосудов

е) Привыкание к сигаретам успокаивают нервы, снимается стресс

ж) Никотин снижает свёртываемость крови

з) При физической работе увеличивается объём крови, протекающей через сердечную мышцу

**и) Сердечный приступ может быть смертельным, если обширный участок сердечной мышцы лишён кислорода**

к) Образ жизни не влияет на продолжительность жизни человека

**ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ АРТЕРИАЛЬНОГО ПУЛЬСА (НА ЛУЧЕВОЙ АРТЕРИИ)**

Используя функциональные тесты под счёт частоты сердечных сокращений (ЧСС), можно получить важные сведения о функциональном состоянии сердечно-сосудистой системы. Например, определить влияние физических упражнений на организм, что существенно помогает в дозировании физической нагрузки, её индивидуализации и оптимальности.

Различают артериальный, капиллярный и венозный пульс.

Наибольшее практическое значение для диагностики различных патологических состояний имеет артериальный пульс.

Существует несколько способов определения пульса, наиболее простой из них — пальпаторный. Заключается он в прощупывании и подсчёте пульсовых волн.

**Справочник**

*Пальпация (от лат. palpatio — ощупывание) — клинический метод исследования при помощи осязания с целью изучения физических свойств и чувствительности тканей и органов, топографических соотношений между ними и обнаружения некоторых функциональных явлений в организме (температуры кожи, пульсации сосудов, перистальтики кишечника и др.).*

Определяют пульс на сонной, височной и других доступных для пальпации артериях. Как правило, пульс определяют на лучевой артерии у начала основания большого пальца, для чего пальцы (второй, третий и четвёртый) ставятся чуть выше лучезапястного сустава, артерия нащупывается и прижимается к кости (рис. 1).

**Это интересно!**

*Врачи древнего Китая, обследуя больного, изучали пульс не менее чем в девяти точках и различали до 28 видов пульса. В средние века метод пульсовой диагностики проник на территорию Средней Азии: теоретическое обоснование исследования пульса в «Каноне медицины» выдающегося врача средневекового Востока Ибн Сины (980–1037 гг.) во многом сходно с положениями древней китайской медицины.*



**Рис. 1.** Исследование пульса: правильное и неправильное положение пальцев (по А. Фогель и Г. Водрашке, 2000)

## **Запомните!**

### **Артериальный пульс—**

это ритмичные колебания стенок артерий, обусловленные выбросом крови из сердца в артериальную систему и изменением в ней давления в течение сокращения (систолы) и расслабления (диастолы).

При исследовании пульса определяют его основные физиологические показатели (характеристики):

- ритм
- частоту
- напряжение
- наполнение
- форму (пульсовой волны)

**Ритм.** Ритмичность пульса обусловлено распространением колебаний сокращения сердца через равные промежутки времени. При расстройствах сердечного ритма пульсовые волны следуют через неодинаковые промежутки времени и пульс становится неритмичным.

### **Это интересно!**

*В норме может встречаться так называемая «дыхательная аритмия», при которой частота пульса возрастает на вдохе и уменьшается при выдохе. Дыхательная аритмия чаще встречается у молодых людей, а у взрослых возникает как ответ сердца на стрессовые факторы, на физическую нагрузку, а также при длительном физическом или умственном переутомлении.*

Какие причины могут объяснить данное явление?

(возникновение дыхательной аритмии обусловлено анатомической близостью лёгких к сердцу, а также влиянием нервно-гуморальных факторов)

**Частота.** Частота пульса в физиологических условиях покоя соответствует частоте сердечных сокращений и равна 60—90 сокращений в минуту. Частота пульса подвержена довольно значительным колебаниям в зависимости от возраста, пола, роста и других факторов.

### **Это интересно!**

*У женщин пульс несколько чаще, чем у мужчин. У высокого человека пульс обычно реже, чем у низкого роста. У людей пожилого возраста (старше 60 лет) и у детей пульс чаще, чем у взрослых лиц.*

Увеличение частоты сердечных сокращений (ЧСС) больше 90 в минуту называется тахикардией. В физиологических условиях частый пульс наблюдается при физических

и психологических нагрузках.



Частота сердечных сокращений менее 60 в минуту называется брадикардией. Данное состояние характерно во время сна, у физически тренированных людей.

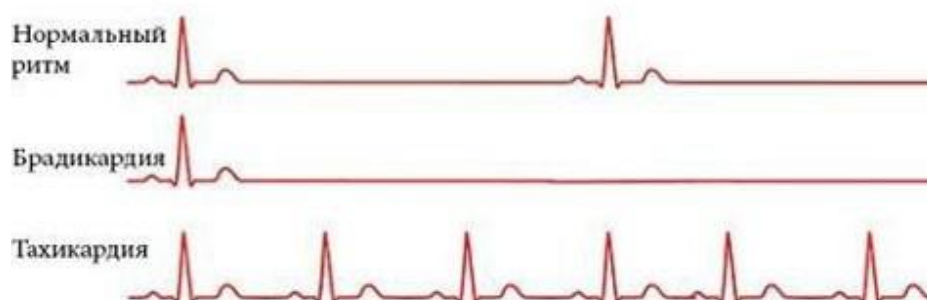


Рис. 2. ЭКГ признаки нарушения ЧСС

**Напряжение.** Напряжение пульса определяется той силой, которую нужно приложить исследуемому для полного сдавления пульсирующей артерии. Это свойство пульса зависит от величины систолического артериального давления и тонуса артериальной стенки. Чем выше давление, тем труднее сжать артерию, — такой пульс называется напряженным, или твердым. При низком давлении артерия легко сжимается — пульс мягкий.

**Наполнение (амплитуда).** Наполнение пульса отражает наполнение исследуемой артерии кровью по высоте подъема артериальной стенки. Данный показатель зависит от величины ударного объема, общего количества крови в организме и ее распределения. Различают пульс хорошего наполнения или полный, и плохого наполнения или пустой (слабый, нитевидный).

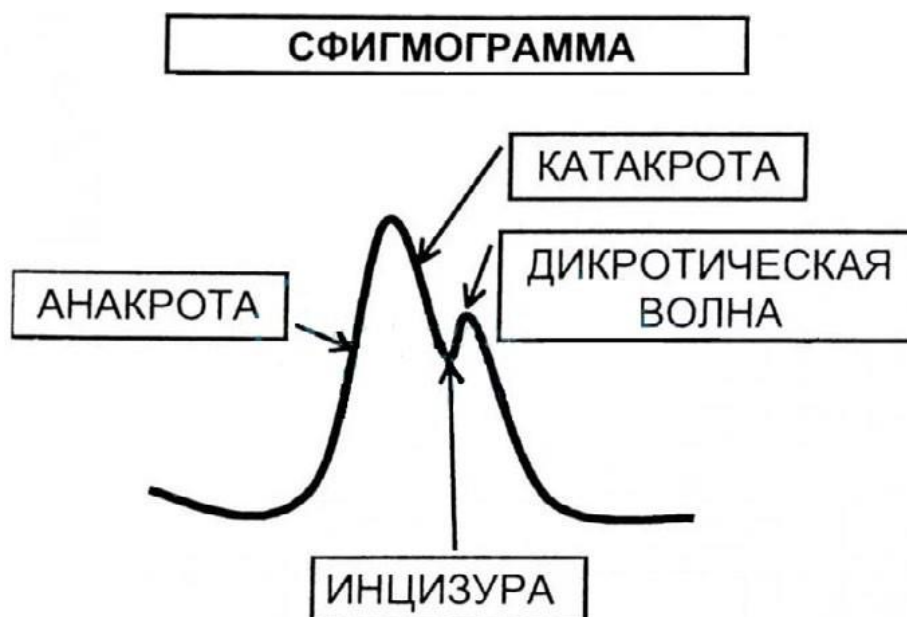
#### Это интересно!

Есть сведения, что в результате длительных военных походов у Наполеона Бонапарты работали с одним из вариантов редкого пульса — приблизительно 40 уд/мин.

**Форма (контур) пульсовой волны.** Форма пульса зависит от скорости и ритма нарастания и падения отдельной пульсовой волны. Скорость подъема пульсовой волны зависит от скорости, систолы левого желудочка и величины встречаемого сопротивления. Более четко определяется на сфигмограмме (рис. 3). Если пульсовая волна быстро поднимается с высокой амплитудой под пальцами врача, то говорят о высоком скачущем пульсе. При медленно поднимающейся и опускающейся пульсовой волне говорят о малом медленном пульсе. При появлении вслед за основной волной меньшей по величине новой волны говорят о дикротическом пульсе. В норме пульс обычной формы.

#### Справочник

**Сфигмография** — графическая регистрация пульсовых колебаний стенки кровеносного сосуда. Пульсацию воспринимают поверхностителанад исследуемым сосудом с помощью накладываемых на область пульсации датчиков.



**Рис.3.** Сфигмограмма

**Анакрота**—интервал подъёма пульсовой волны. В время систолы левого желудочка сердца порция крови (50—90 мл) резко выбрасывается в аорту и расходится далее по артериям. На пике анакроты регистрируется систолическое артериальное давление.

**Катакрота**—интервал падения волны. Происходит в время оттока крови из артерий в капилляры. На самой нижней точке катакроты регистрируется диастолическое артериальное давление.

**Инцизура**—момент полного закрытия аортального клапана.

**Дикротическая волна** (зубец) — вторичный подъём на катакроте. Колебание стенок сосуда, связанное с кратковременным прохождением небольшого объёма крови в обратном направлении.

### Лабораторная работа №5

#### «Определение основных характеристик артериального пульса на лучевой артерии»

**Цель работы:** ознакомиться с общими закономерностями функционирования сердечно-сосудистой системы, научиться пальпаторному методу исследования пульса.

**Материалы и оборудование:** секундомер, часы со стрелкой.

#### Ход работы:

1. Придать исследуемому удобное положение, сидя или лежа. Охватить одновременно кисти пациента пальцами своих рук выше лучезапястного сустава так, чтобы 2, 3 и 4-й пальцы находились над лучевой артерией (2-й палец у основания большого пальца).
2. Сравнить колебания стенок артерий на правой и левой руках. Провести подсчёт пульсовых волн той артерии, где они лучше выражены в течение 60 секунд.
3. Оценить интервалы между пульсовыми волнами.
4. Оценить наполнение пульса.
5. Сдавить левую артерию до исчезновения пульса и оценить напряжение пульса. По наполнению и напряжению определить величину пульса.
6. Зафиксировать результаты исследования в протокол.
7. Сделать вывод.

Протокол исследования

Свойство пульса	Норма	Варианты отклонения	Данные измерений
Ритм	ритмичный	аритмичный	
Частота	60—90	редкий/частый	
Наполнение	хорошее	слабое	
Напряжение	умеренное	мягкий/твёрдый	
Форма	нормальная	быстрый/медленный	

Вывод: у испытуемого пульс \_\_\_\_\_ (в норме, имеются нарушения ритмичности, частоты, напряжения, наполнения, формы пульсовой волны).

**Лабораторная работа №6**  
**«Определение функционального состояния**  
**сердечно-сосудистой системы»**

**Цель работы:** оценить функциональные резервы сердечно-сосудистой системы на физическую нагрузку.

**Материалы и оборудование:** цифровая лаборатория, датчик ЧСС.

**Ход работы:**

1. Определить пульс в покое (ЧСС1) за 1 минуту.
2. Сделать 20 приседаний за 30 сек.
3. Повторно измерить пульс (ЧСС2).
4. Рассчитать коэффициент тренированности (К) по формуле:

$$K = \frac{ЧСС2 - ЧСС1}{100\% \cdot ЧСС1}$$

5. Сравнить полученный результат с табличными данными.
6. Сделать вывод.

Таблица 1

Уровень тренированности сердечно-сосудистой системы (по Янкевич, 1975 г.).

Коэффициент тренированности К, %	Уровень тренированности
25 и менее	Отличный
26—50	Хороший
51—75	Посредственный
76—99	Плохой
100	Чрезмерная тренированность

## Это интересно!

### Дополнительные исследования сердечно-сосудистой системы

#### 1. Проба задержкой дыхания

Работоспособность человека как функциональной системы в целом определяется состоянием тех звеньев, которые испытывают наибольшую нагрузку или несут наибольшую ответственность за успешность работы. Важную роль в обеспечении физической работоспособности играет кардиореспираторная система. Её состояние может быть оценено с помощью различных функциональных проб.

Проба с задержкой дыхания после форсированного выдоха позволяет по продолжительности этой задержки и сопровождающей её реакции замедления частоты сердечных сокращений (ЧСС) судить об устойчивости испытуемого к гипоксии. Оценка состояния кардиореспираторной системы производится при этом исходя из критериев, представленных в таблице.

Таблица 2

Оценка состояния испытуемого

Состояние	Время экспираторной задержки дыхания, с	Максимальное замедление ЧСС
Отличное	>50	>25
Хорошее	30–50	20–25
Среднее	20–30	15–20
Плохое	<20	<15

#### Рекомендации по оформлению протокола работы

Оцените состояние испытуемого в соответствии с таблицей.

#### 2. «Кардиореспираторные пробы Генчи и Штанге»

Аналогичный смысл имеют пробы Генчи и Штанге, которые заключаются в регистрации времени, в течение которого пациент способен задержать дыхание после максимального вдоха (проба Штанге) и после максимального выдоха (проба Генчи). При недостаточности кровообращения время задержки дыхания сокращается.

#### Рекомендации по оформлению протокола работы

Полученные данные внесите в табл. 2, рассчитайте среднюю величину, сделайте выводы, исходя из того, что, если время задержки дыхания в пробе Генчи короче времени задержки дыхания в пробе Штанге в 3 и более раз, налицо недостаточность кровообращения.

Таблица 3

Результаты кардиореспираторных проб Генчи и Штанге

№ п/п	Ф.И.О.	Проба Штанге (время задержки дыхания на вдохе), с	Проба Генчи (время задержки дыхания на выдохе), с
1.			
2.			

### 3. Проба Кремптона

Проба Кремптона заключается в регистрации ЧСС и систолического АД (АДс) после 15-минутного нахождения в положении лежа и через 2 мин после последующего перехода в положение стоя. Исходя из полученных сдвигов ЧСС и АДс при перестройке на новое равновесное состояние гемодинамики рассчитывается индекс Кремптона:

$$\text{Индекс Кремптона} = 3,15 + \frac{\text{АДс} - \text{ЧСС}}{20}$$

#### Рекомендации по оформлению протокола работы

Сделайте вывод, исходя из того, что величина индекса более 100 — признак отличного функционального состояния кардиореспираторной системы, от 75 до 100 — среднего, от 50 до 75 — слабого, менее 50 — недостаточного

#### Лабораторная работа №6

##### «Определение энергозатрат по состоянию сердечных сокращений» Теоретическая часть

В известной поговорке «движение — это жизнь» заключён главный принцип здорового бытия тела. Польза физической активности для сердечно-сосудистой системы не вызывает сомнений ни у врачей, ни у спортсменов, ни у обычных людей. Но как определить собственную норму интенсивности физических нагрузок, чтобы не нанести вред сердцу и организму в целом?

Кардиологи и специалисты спортивной медицины рекомендуют ориентироваться на норму пульса, измеряемую при физических нагрузках. Обычно, если ЧСС во время тренировок превышает норму, нагрузки считаются чрезмерными, а если не дотягивает до нормы — недостаточными. Но есть и физиологические особенности организма, влияющие на частоту сокращений сердца.

Почему частота сердцебиения увеличивается?

Все органы и ткани живого организма нуждаются в насыщении питательными веществами и кислородом. Именно на этой потребности держится работа сердечно-сосудистой системы — качаемая сердцем кровь насыщает органы кислородом, и возвращается в лёгкие, где происходит газообмен. В состоянии покоя это происходит при ЧСС от 50 (у тренированных людей) до 80—90 ударов в минуту.

При активном движении потребность всех органов в кислороде резко возрастает. Вот почему частота пульса увеличивается после физической нагрузки.

Сердце получает сигнал необходимости получения большей порции кислорода и начинает работать в ускоренном темпе, чтобы обеспечить подачу нужного объёма кислорода.

#### Норма частоты сердечных сокращений

Чтобы узнать, правильно ли работает сердце и адекватны ли нагрузки, необходимо учитывать норму частоты пульса после разных физических нагрузок.

Значения нормы могут различаться в зависимости от физической подготовки и возраста человека, поэтому для её определения используется формула максимального пульса: 220 минус количество полных лет, так называемая формула Хаскеля-Фокса. От полученного значения и будет вычисляться норма частоты сердцебиений для разных видов нагрузок, или тренировочных зон.

## Приходьбе

Ходьба—

одно из самых физиологических состояний человека, с ходьбы принято начинать утреннюю гимнастику в качестве разминки. Для этой тренировочной зоны— приходьбе— существует норма пульса, равная 50—60% от максимального значения.

Вычислим для примера норму ЧСС для 30-летнего человека:

1. Определим максимальное значение ЧСС по формуле:  $220 - 30 = 190$  (уд/мин).
2. Узнаем, сколько ударов составляют 50% от максимального:  $190 \cdot 0,5 = 95$ .
3. Таким же способом— 60% от максимального:  $190 \cdot 0,6 = 114$  ударов.

Получим нормальный пульс приходьбе для 30-летних в пределах от 95 до 114 ударов в минуту.

## Прикардиотренировке

Особой популярностью среди людей среднего возраста пользуются занятия кардио, или кардиотренировки, то есть тренировки для сердца. Задача таких тренировок — укрепить

и немного увеличить сердечную мышцу, за счет чего увеличится объем сердечного выброса. В результате сердце научится работать медленнее, но намного эффективней.

Норма пульса прикардио вычисляется как 60—70% от максимального значения. Пример расчета пульса для кардиотренировок 40-летнему человеку:

1. Максимальное значение:  $220 - 40 = 180$ .
2. Допустимые 70%:  $180 \cdot 0,7 = 126$ .
3. Допустимые 80%:  $180 \cdot 0,8 = 144$ .

Полученные пределы нормы пульса во время кардиотренировок для 40-летних людей— от 126 до 144 ударов в минуту.

## Прибеге

Отлично укрепляет сердечную мышцу неспешный бег. Норма ЧСС для этой тренировочной зоны рассчитывается как 70—80% от максимального пульса:

1. Максимальная ЧСС:  $220 - 20 = 200$  (для 20-летних).
2. Оптимально допустимая при беге:  $200 \cdot 0,7 = 140$ .
3. Максимально допустимая при беге:  $200 \cdot 0,8 = 160$ .

Витоген норма пульса при беге для 20-летних составит от 140 до 160 ударов в минуту.

## Для сжигания жира

Существует такое понятие, как зона сжигания жира (ЗСЖ), представляющая собой нагрузку, при которой происходит максимальное сжигание жировых отложений — до 85% калорий. Как ни покажется странным, это происходит при тренировках, соответствующих

интенсивности кардио. Объясняется это тем, что при более высоких нагрузках организм не успевает окислять жиры, поэтому источником энергии становится мышечный гликоген, и сжигаются не жировые отложения, а мышечная масса.

Главное правило для ЗСЖ—регулярность.

## У спортсменов

Для людей, профессионально занимающихся спортом, идеальной нормы ЧСС не существует. Но у спортсменов—самая высокая планка нормы пульса при физических нагрузках. У них нормальный пульс во время интенсивных тренировок рассчитывается как 80—90% от максимального. А во время предельных нагрузок пульс спортсмена может составлять 90—100% от максимального.

Вид и интенсивность физической нагрузки имеют огромное значение. Например, у бегунов, тренирующихся на выносливость, ЧСС при нагрузках бывает ниже, чем у спортсменов-силовиков.



Следует также учесть физиологическое состояние занимающихся спортом (степень морфологических изменений миокарда, вес тела) и то, что в покое сердцебиение спор-  
тсменов значительно ниже, чем у нетренированных людей. Поэтому и вычисленные значения могут отличаться от реальных на 5—10%. Спортивные медики считают более показательным уровень ЧСС перед началом следующей тренировки.

Для более точных подсчетов существуют сложные формулы расчета. Они индексированы не только под возраст, но и под индивидуальную ЧСС в покое и процент интенсивности тренировки (в данном случае—80—90%). Но эти расчеты представляют более сложную систему, а по результату не слишком отличаются от использованной выше.

	Зона пульса (в % от максимального)	Воздействие на организм	ЧСС по формуле “220-возраст” (уд. / мин.)
	100% максимальный пульс		186
	90% - 100% зона VO2 (максимальная нагрузка)	Максимальная нагрузка помогает повысить отдачу энергии и скорость	172 - 186
	80% - 90% анаэробная зона (силовая тренировка)	Улучшает физическую выносливость	159 - 172
	70% - 80% аэробная зона (бег, велоспорт)	Высокая нагрузка способствует повышению кардиовыносливости	145 - 159
	60% - 70% начало жиросжигающей зоны (быстрая ходьба, гимнастика)	Средняя нагрузка повышает выносливость и оптимально сжигает калории	132 - 145
	50% - 60% зона легкой активности (утренняя зарядка, разминка)	Низкая нагрузка развивает аэробную базу и помогает восстановиться	118 - 132

### Максимально допустимая ЧСС по возрасту

На показатель пульса при физических нагрузках влияет такая фактор как возраст. Вот как выглядят возрастные изменения ЧСС в таблице.

Возрастная группа	Максимально допустимый пульс, уд./минуту
До 25 лет	195
До 30-ти	190
До 40	180
До 50-ти	170

Доб0-ти	160
---------	-----



Таким образом, максимально допустимая ЧСС при физических нагрузках в зависимости от возраста колеблется в пределах от 159 до 200 ударов в минуту.

### **Восстановление после тренировки**

Как уже говорилось, в спортивной медицине не уделяется тому, какой пульс должен быть не только во время, а и после тренировки, особенно на следующий день.

1. Если перед следующей тренировкой ЧСС в покое составляет 48—60 ударов, это считается отличным показателем.
2. От 60 до 74—показатель хорошей тренированности.
3. До 89 ударов в минуту считается удовлетворительным пульсом.
4. Выше 90—неудовлетворительный показатель, тренировку начинать нежелательно.
5. А за какое время должно произойти восстановление пульса после физической нагрузки?

Через сколько в норме восстанавливается?

На восстановление пульса после тренировки у разных людей уходит разное время—от 5 до 30 минут.

*Нормальным считается 10–15-минутный отдых, после которого ЧСС восстанавливается до исходного (перед тренировкой) значения.*

В этом случае важна также интенсивность нагрузки, её продолжительность.

Скажем, спортсменам—

силовикам дается всего 2 минуты на перерыв между подходами к штанге.

За это время пульс должен снизиться до 100 или хотя бы 110 ударов в минуту.

Если этого не происходит, врачи рекомендуют снизить нагрузку или количество подходов, или же увеличить интервалы между ними.

После кардио тренировки ЧСС должно восстановиться в течение 10—15 минут.

### **О чем говорит длительное сохранение высокой ЧСС?**

Если после тренировки частота сердечных биений долго (более 30 минут) остаётся высокой, следует пройти кардиологическое обследование.

1. Для начинающего спортсмена длительное сохранение высокой ЧСС говорит о неготовности сердца к интенсивным физическим нагрузкам, а также о чрезмерной интенсивности самих нагрузок.
2. Нарастание физических нагрузок должно быть постепенным и обязательно—с контролем пульса во время и после занятий. Для этого можно приобрести пульсометр.
3. Контроль ЧСС должны соблюдать и тренированные спортсмены—чтобы не давать организму работать на износ.

Регуляция частоты сердечных сокращений осуществляется нейрогуморальным путём. На неё оказывают действие адреналин, норадреналин, кортизол. Со своей стороны, симпатическая и парасимпатическая нервная система конкурентно возбуждает или тормозит синусовый узел.

### **Практическая часть**

**Цель работы:** Определение энергозатрат по состоянию сердечных сокращений после физической нагрузки.

**Материалы и оборудование:** цифровая лаборатория, датчик ЧСС.

### **Ход работы:**

Расчёт энергозатрат человека, который купался в бассейне 15 мин при частоте сердечных сокращений 130 ударов в 1 мин.

Расчёты можно проводить после выполнения любой физической нагрузки. Энергозатраты, совершаемые человеком в 1 мин, определяются по формуле:

$$Q = 2,09 \cdot (0,2 \cdot ЧСС - 1,3),$$

где  $Q$  — энергозатраты (кДж/мин);  $ЧСС$  — частота сердечных сокращений.

Пример: допустим, выкатались на лыжах, и частота сердечных сокращений у вас составляет 120 ударов в 1 мин. Подсчитаем энергозатраты за 1 мин:

$$Q = 2,09 \cdot (0,2 \cdot 120 - 1,3) = 2,09 \cdot (24 - 1,3) = 26,5 \text{ кДж/мин.}$$

$$Q = 30 \text{ мин} \cdot 26,5 \text{ кДж/мин} = 795 \text{ кДж}$$

Ответ: за 30 мин израсходовано 795 кДж энергии.

**Задание.** Определите энергозатраты при занятии на уроке физкультуре.

Вид занятий	Разминка	Бег	Подвижные игры	Силовые упражнения
Время занятия	10 минут	10 минут	10 минут	10 минут
Пульс				
Энергозатраты				

**Сделайте вывод:** Сравните энергозатраты.

#### Контрольные вопросы

- Какие периферические артерии (кроме лучевой артерии) возможны для исследования методом пальпации? Укажите не менее 4-х артерий.
- Какие факторы влияют на свойства пульса?
- При невозможности определения пульса на лучевой артерии, где необходимо его исследовать?

#### Ситуационные задачи

1. Заполните таблицу «Влияние артериального давления на свойства пульса (напряжение)».

Давление	Пульс
Норма АД	
Повышенное АД	
Пониженное АД	

2. Установите соответствия между нарушением ритма сердечных сокращений и частотой пульса

Нарушение ритма сердечных сокращений	Частота пульса
1. Тахикардия 2. Брадикардия	А. 45 Б. 100 В. 75 Г. 80 Д. 62

3. У прохожего человек на улице внезапно появились резкая слабость, холодный пот, кожные покровы бледные. Пульс частый, ритмичный, слабого напряжения и напол-

нения. Артериальное давление 70/20 мм рт. ст. Как называется такой пульс? Ваша тактика? Каким образом определяется пульс на лучевой артерии?

4. Сердце — удивительный и надёжный мотор, насос, который работает в течении всей жизни, без остановки и «ремонта». В чём причина такой неутомимости работы способности сердца и его мышц?

5. Сколько литров крови перекачивает сердце человека за 1 час и за сутки, если оно сокращается в среднем 75 раз в мин, выбрасывая при каждом сокращении из двух желудочков 150 см<sup>3</sup> крови?

6. При жаре и волнении кожа краснеет, на холоде и при испуге — бледнеет. Как и в зависимости от чего изменяется снабжение кровью?

# ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ВЕГЕТАТИВНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

**Цель:** познакомиться с особенностями строения вегетативной (автономной) нервной системы (ВНС) и её функциями, овладеть методами оценки функционального состояния ВНС.

**Задачи:**

- познакомиться с особенностями строения и функциями различных отделов ВНС; узнать методы оценки функционального состояния ВНС;
- оценить собственный вегетативный статус с помощью функциональных проб. Оборудование и материалы: кушетка, тонометр, секундомер.

Вегетативной (автономной) нервной системой называется часть нервной системы, регулирующая работу внутренних органов и постоянство внутренней среды организма (гомеостаз). Автономная нервная система подразделяется на симпатический, парасимпатический и метасимпатический отделы. Симпатическая часть автономной нервной системы мобилизует ресурсы организма при изменении условий среды. Парасимпатическая автономная нервная система осуществляет текущую регуляцию физиологических процессов, отвечает за восстановление нарушенного во время активности организма гомеостаза. Метасимпатическая нервная система оказывает регулирующее воздействие на активность мышечных структур желудочно-кишечного тракта, сердца. Многие симпатические и парасимпатические эфферентные волокна, а также клетки метасимпатической нервной системы находятся в состоянии непрерывного возбуждения — тонуса. Обе системы, являясь относительными антагонистами, находятся в состоянии подвижного равновесия. Преобладание тонуса симпатической части автономной нервной системы обозначается как симпатикотония, парасимпатической — как ваготония.

Вегетативная нервная система регулирует деятельность внутренних органов, повышает обмен веществ скелетных мышц, улучшает их кровоснабжение, а также функциональное состояние нервных центров, способствует осуществлению функций соматической нервной системы, которая обеспечивает активную приспособительную деятельность организма во внешней среде (приём внешних сигналов, их обработку, двигательную деятельность, направленную на защиту организма, на поиски пищи, у человека — двигательные акты, связанные с бытовой, трудовой, спортивной деятельностью и пр.). Передача нервных влияний в соматической нервной системе осуществляется с большой скоростью (толстые соматические волокна имеют высокую возбудимость и скорость проведения 50—140 м/с). Соматические воздействия на отдельные части двигательного аппарата характеризуются высокой избирательностью. Вегетативная нервная система участвует в этих приспособительных реакциях организма, особенно при чрезвычайных напряжениях (стресс). Другой существенной стороной деятельности вегетативной нервной системы является её огромная роль в поддержании постоянства внутренней среды организма. Постоянство физиологических показателей может обеспечиваться различными путями. Например, постоянство уровня кровяного давления поддерживается изменениями деятельности сердца, просвета сосудов, количества циркулирующей крови, её перераспределением в организме и т. п. В гомеостатических реакциях, наряду с нервными влияниями, передающимися по вегетативным волокнам, имеют значение гуморальные влияния. Вегетативный тонус можно оценить в состоянии покоя (но информативность этих данных невелика); используя функционально-динамический подход, можно оценить вегетативную реактивность, т. е. исследовать вегетативные сдвиги в ответ на возмущающие пробы, и вегетативное обеспечение, т. е. исследовать вегетативное сопровождение

различных форм деятельности. Реальная оценка состояния ВНС может быть получена исходя из анализа всех трёх компонентов (состояние в покое, вегетативная реактивность и вегетативное обеспечение)

Всякий организм — одноклеточный или многоклеточный — может существовать в определенных условиях, предоставляемых ему той средой обитания, к которой данный вид приспособился на пути своего развития. Функции организма могут нормально осуществляться лишь при условии адекватного взаимодействия живых структур различного уровня сложности, начиная от одноклеточных и вплоть до целого организма, с постоянно меняющимися условиями внешней и внутренней среды. Для этих целей в каждом живом организме сформировалась сложная система саморегуляции функций, обеспечивающая как сохранение его устойчивости, так и приспособительную изменчивость — адаптацию к различным условиям обитания. Все уровни регуляции базируются на двух механизмах: гуморальном (более древнем) и нервном (эволюционно более молодом).

На основе существующего разделения функций организма на анимальные (соматические) и растительные (вегетативные), нервную систему также делят на два отдела: соматический и вегетативный.

### **Запомните!**

**Соматическая (анимальная) нервная система** обеспечивает двигательные реакции скелетной мускулатуры в ответ на раздражения из внешней среды.

**Вегетативная (автономная) нервная система (ВНС)** иннервирует гладкую мускулатуру всех органов, сердце и железистый эпителий, обеспечивает трофическую иннервацию скелетной мускулатуры, рецепторов самой нервной системы, отвечает за нервную регуляцию внутренней среды организма. Повсеместно распространена в организме, обеспечивая адапционно-трофическую функцию.

Общий план строения нервной системы.



**Рис. 1.** Общий план строения нервной системы

Таким образом, по функциональному признаку ВНС делят на две части: симпатическую и парасимпатическую.

Симпатический отдел является трофическим, это — система «защиты». Активизируя деятельность многих органов, усиливая окислительные процессы, повышая уровень обмена веществ, эта система мобилизует резервы всего организма, обеспечивая его адаптацию.

Переводя жизненно важные процессы на более высокий энергетический уровень, симпатическая система оказывает, как правило, органостимулирующее влияние.

Парасимпатический отдел — это система текущей регуляции физиологических процессов. Оказывая, в основном, тормозное воздействие на деятельность многих физиологических систем, например, сердечно-сосудистой, выполняет органоохранительную функцию, поддерживает постоянство внутренней среды организма.

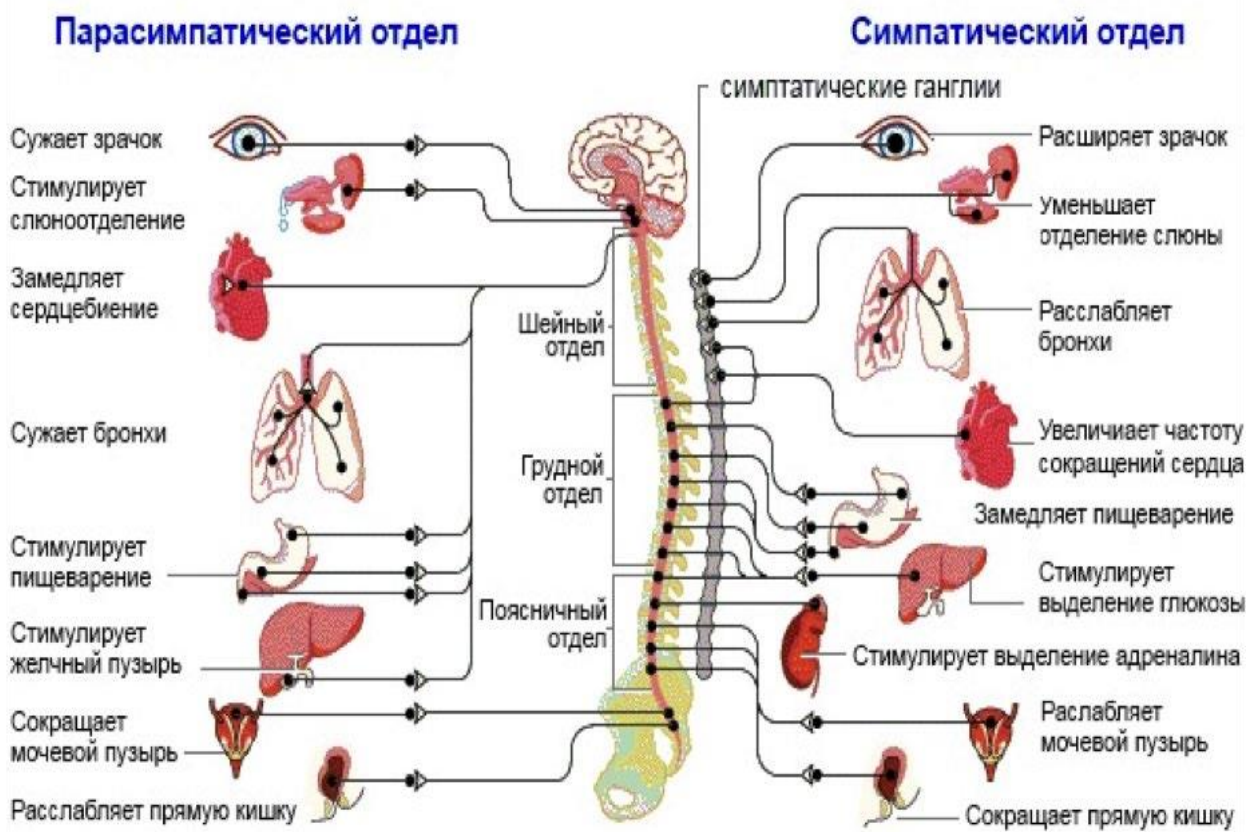


Принцип взаимодействия двух частей ВНС неоднозначен. Большинство органов системы получают двойную иннервацию (сердце, ЖКТ, бронхи, гладкие мышцы радужки и т. д.), проявляя антагонизм (разнонаправленность) действия симпатического и парасимпатического отделов. Но антагонизм является относительным, поскольку при различных функциональных состояниях того или иного органа взаимодействие симпатического и парасимпатического отделов может измениться на синергическое (однаправленное). Некоторые органы получают только симпатическую иннервацию (потовые железы, селезенка, надпочечники, волосковые мышцы кожи, магистральные сосуды), другие – в основном парасимпатическую (мочевой пузырь).

**Это интересно!**

Выделяют и третий отдел ВНС – метасимпатический или энтеральный. Это внутриорганный отдел ВНС, представленный нервными сплетениями, в которых присутствуют все три вида нейронов (афферентный, вставочный, эфферентный) осуществляющих рефлекторную реакцию без участия центральной нервной системы. Роль нервного центра в данном случае осуществляют микроганглии, расположенные в стенке внутренних органов, наделенных собственным моторным ритмом (сердце, мочеточники, пищеварительный тракт, трахея, матка и т. д.). Метасимпатическую нервную систему рассматривают как базовую, координирующую двигательные, секреторные, иммунные процессы, локальный кровоток.

**ВЕГЕТАТИВНАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА**



**Рис. 2.** Влияние раздражений ВНС на некоторые органы и функции организма

## ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ОТДЕЛ ВЕГЕТАТИВНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Центры ВНС расположены в спинном и головном мозге. Вегетативные центры разделяют на высшие (надсегментарные) и низшие (сегментарные).

Надсегментарные центры контролируют деятельность сегментарных вегетативных центров, осуществляя их интеграцию с центрами соматической нервной системы и другими регулирующими системами — эндокринной, кровеносной. Эти центры расположены в стволе мозга, мозжечке, подкорковых структурах и в коре полушарий головного мозга.

Сегментарные вегетативные нервные центры образованы телами нейронов, которые по своему положению в рефлекторной дуге являются вставочными. Влияние сегментарных центров распространяется на отдельные функции и осуществляется через определенные нервы. По функциям выделяют симпатические и парасимпатические вегетативные центры.

## ПЕРИФЕРИЧЕСКИЙ ОТДЕЛ ВЕГЕТАТИВНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

1. К периферическому отделу ВНС относятся:

Вегетативные рецепторы.

Эти рецепторы расположены в органах и тканях, воспринимают изменения внутренней среды организма.

Они реагируют на изменение давления в просвете сосудов (барорецепторы), степень растяжения стенки органа (механорецепторы), на химический состав жидкостей организма (хеморецепторы) и др. Сигналы от этих рецепторов направляются по висцеральным афферентным путям или в спинной мозг вместе с соматическими чувствительными волокнами. Поступающая в ЦНС информация о состоянии внутренних органов необходима для возникновения различных мотиваций (жажды, голода). Следствием их является формирование сложных реакций организма.

2. Вегетативные нервы, ветви и нервные волокна, выходящие из головного и спинного мозга.

3. Вегетативные узлы.

Вегетативный узел (ганглий) — это орган, присущий ему местом нахождения, формой, размерами, источниками кровоснабжения и иннервации.

Размеры вегетативных узлов зависят от количества образующих их нервных клеток (от единиц до многих тысяч). Каждый узел заключен в соединительнотканную капсулу. Каждый нейрон ганглия окружен глиальными клетками, выполняющими опорную, защитную и трофическую функции.

Вегетативные ганглии по локализации делятся на три группы:

1. Околопозвоночные — узлы первого порядка, симпатические. Они лежат по сторонам от позвоночного столба и образуют симпатический ствол.

2. Предпозвоночные или промежуточные — узлы второго порядка, симпатические. Находятся впереди аорты одиночно или в виде групп возле её ветвей (чревные, брыжеечные, подчревные).

3. Конечные —

узлы третьего порядка, парасимпатические. Они располагаются либо вблизи иннервируемого органа (околоорганные), либо в стенке (внутриорганные).

4. Вегетативные (висцеральные) сплетения.

Все вегетативные сплетения содержат вегетативные узлы (2-го порядка в сосудистых сплетениях и 3-го порядка во внутриорганных сплетениях) и состоят из симпатических, парасимпатических и чувствительных волокон.



## ВЕГЕТАТИВНАЯ РЕФЛЕКТОРНАЯ ДУГА

Вегетативная нервная система, так же, как и соматическая, функционирует по принципу рефлекторной регуляции. Первое звено рефлекторной дуги — это чувствительный (афферентный) нейрон, тело которого располагается или в спинномозговом узле, или в чувствительном узле черепного нерва. Периферические отростки этих нейронов (дендриты) имеют чувствительные окончания, — рецепторы, — в органах и тканях.

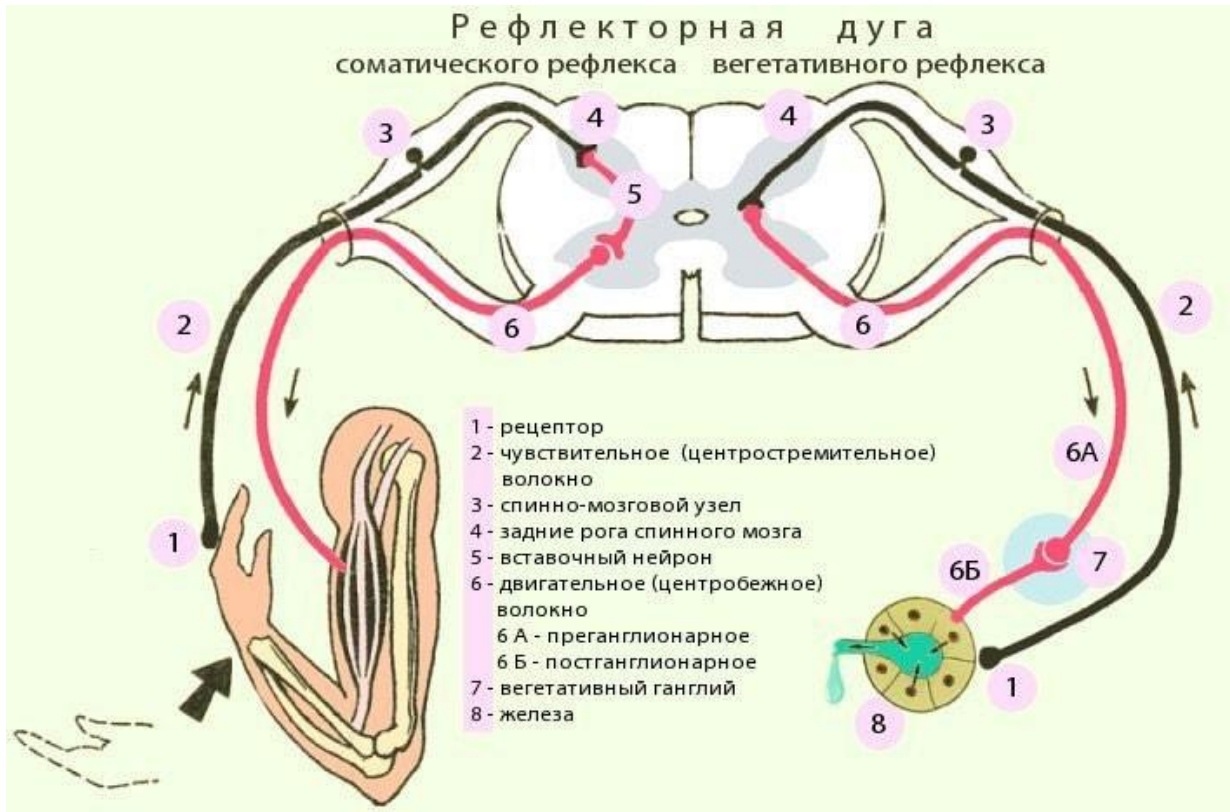
Центральные отростки (аксоны) в составе задних корешков спинномозговых нервов или чувствительных корешков черепных нервов направляются к ядрам спинного или головного мозга. Эта часть рефлекторной дуги вегетативного рефлекса аналогична рефлекторной соматической дуге. Поэтому чувствительные узлы являются смешанными.

Второе звено вегетативной рефлекторной дуги является эфферентным и представлено двумя нейронами. На этом уровне можно проследить отличия соматических и вегетативных дуг.

Тело первого эфферентного нейрона (или второго по счёту — вставочного) вегетативной рефлекторной дуги помещается в вегетативных ядрах боковых рогов спинного мозга. Аксоны этих вставочных нейронов выходят за пределы ЦНС в составе передних корешков спинномозговых, отделяясь от спинномозгового или черепного нервов, подходят к одному из вегетативных ганглиев. Вставочный же нейрон соматической дуги заканчивается синапсом на двигательных ядрах передних рогов или ствола головного мозга, оставаясь в пределах ЦНС.

Второй эфферентный нейрон вегетативной дуги полностью располагается за пределами ЦНС. Тело его лежит в одном из вегетативных ганглиев. В соматической дуге тело третьего нейрона лежит в ядрах передних рогов спинного мозга или в двигательных ядрах ствола головного мозга.

Волокно первого эфферентного нейрона вегетативной рефлекторной дуги является преганглионарным. Оно покрыто миелиновой оболочкой и имеет белый цвет. Волокно второго эфферентного нейрона является постганглионарным. Миелиновая оболочка у него отсутствует, и он имеет сероватую окраску. Таким образом, главными признаками вегетативной рефлекторной дуги являются двухнейронность её эфферентной части и расположение третьего нейрона в нецентральной нервной системе.



**Рис.3.** Влияние раздражений ВНС на некоторые органы и функции организма

### МЕДИАТОРЫ ВЕГЕТАТИВНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Все нейроны вегетативной нервной системы по качеству медиатора, выделяемого их окончаниями, делятся на холинэргические (ацетилхолин) и адренэргические (норадреналин, дофамин). Медиатором всех преганглионарных нейронов, симпатических и парасимпатических, является ацетилхолин, который взаимодействует с М-холинорецепторами ганглиозных клеток, вызывая их возбуждение.

М-холинорецепторы (мускариновые чувствительные) теряют чувствительность к ацетилхолину под влиянием мускарина (яд, выделяемый из гриба мухомора) и атропина.

Н-холинорецепторы (никотиновые чувствительные) — под влиянием никотина и подобных ему. Кроме того, в вегетативных ганглиях функцию медиаторов, или нейромодуляторов, выполняет ряд других биологически активных веществ, например, субстанция Р, дофаминидр.

Холинэргическими являются также окончания всех парасимпатических и симпатических нервов, которые иннервируют потовые железы и обеспечивают расширение сосудов работающих мышц (вазодилаторы).

Адренэргическими являются все остальные постганглионарные симпатические нейроны, которые образуют синапсы с  $\alpha$ - и  $\beta$ -адренорецепторами мембран иннервируемых органов. В большинстве органов находятся оба вида адренорецепторов, которые могут вызывать разные реакции, например, в кровеносных сосудах.

Соединение медиатора с  $\beta$ -адренорецепторами вызывает сужение артериол, а соединение с  $\beta$ -адренорецепторами — расширение. Возможны также и одинаковые реакции органа при наличии обоих видов адренорецепторов, как в кишечнике, где, воздействуя на  $\alpha$ - и  $\beta$ -адренорецепторы, можно вызвать лишь торможение гладкой мускулатуры.

В других же органах — бронхах, сердце — имеются лишь  $\beta$ -адренорецепторы, при взаимодей-

действию с которыми происходит усиление сердечных сокращений и расширение бронхов.

Кроме ацетилхолина и норадреналина в окончаниях вегетативных нервов найдены другие медиаторы (дофамин, серотонин), эффект которых аналогичен действию ацетилхолина, но сохраняется после блокады холинорецепторов (кишечник, матка). К медиаторам вегетативной нервной системы относят также пуриновые соединения — аденозин, инозин, аденозинтрифосфорную кислоту. Роль медиаторов вегетативной нервной системы в ряде случаев может играть гистамин, обладающий широким спектром действия, а также широко распространенный в синапсах центральной нервной системы тормозный медиатор ГАМК (гамма-аминомасляная кислота).

*Расстройства функций центральных отделов вегетативной нервной системы вызывают нейроциркуляторную дистонию. В развитии этого состояния важное место занимают изменения гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы, нарушения регуляции на уровне коры большого мозга, ретикулярной формации, лимбической системы и ствола.*

*По клиническим проявлениям нейроциркуляторная дистония характеризуется повышенной утомляемостью, раздражительностью, головокружениями и головными болями, болями в области сердца и т. п. Наряду с этими жалобами имеют место сердечные аритмии, лабильность АД, общая и местная потливость, тахикардия, диспептические явления.*

*Причинами такого состояния могут являться черепно-мозговые травмы, интоксикации, очаги хронической инфекции, аллергические состояния, эндокринные дисфункции, отрицательные эмоции, переутомление.*

### **Лабораторная работа №1**

#### **«Глазо-сердечная проба Г. Данини—Б. Ашнера»**

**Оборудование и материалы:** цифровая лаборатория (датчик пульса), ПК.

#### **Ход работы:**

В опыте участвуют не менее 3-х человек: испытуемый, экспериментатор, помощник, подсчитывающий частоту сердечных сокращений (ЧСС) по пульсу. Заготовьте предварительно таблицу (табл. 1).

1. *Определение пульса в исходном положении (положение сидя).*

Испытуемый сидит на стуле. Подсчитывается ЧСС по пульсу за 1 мин. Измерения производят несколько раз для расчёта среднего показателя в покое.

2. *Определение рефлексной сердечной реакции.*

Экспериментатор через стерильные марлевые салфетки располагает указательный и большой палец левой руки на глазных яблоках испытуемого и надавливает на них в течение 15 сек. Давление не должно быть сильным. Начиная с 5-й секунды надавливания, подсчитывают пульс в течение 10 сек.

*Рекомендации по оформлению результатов работы*

1. Полученные результаты занесите в таблицу 1.

Таблица 1

#### **Результаты глазо-сердечной пробы Г. Данини—Б. Ашнера**

<b>Состояние испытуемого</b>	<b>До пробы</b>	<b>После пробы</b>
Пульс/мин		

2. Оцените результаты исследования, используя таблицу 2.

Таблица 2

Типы реагирования при глазо-сердечном рефлексе

Тип реагирования	Нормальный рефлекс	Положительный рефлекс	Извращенный рефлекс	Отрицательный рефлекс
	Нормотония	Ваготония	Дисбаланс в системе вегетативной регуляции	
Изменения пульса по отношению к исходному	Урежение на 4—6 уд/мин	Урежение на 7—15 уд/мин	Учащение пульса	Отсутствие пульса

3. Заполните соответствующие столбцы в таблице.

4. Выводы: отметьте индивидуальную степень активности отделов ВНС у данного испытуемого. Нарисуйте схему рефлекторной дуги глазо-сердечного рефлекса и объясните механизмы его возникновения.

### Лабораторная работа №2

#### «Оценка функционального состояния вегетативной нервной системы»

**Цель работы:** овладеть простейшими методами оценки функционального состояния вегетативной нервной системы. Определить вегетативный индекс Кердо (ВИК).

**Оборудование и материалы:** цифровая лаборатория (датчик артериального давления, манжетка, ПК).

#### Ход работы:

Вегетативный индекс Кердо (ВИК) позволяет оценить тонус ВНС в покое. Вегетативный индекс отражает направленность и величину тонуса симпатического или парасимпатического отдела автономной нервной системы. Для его расчёта необходимо:

1. Определить пульс и артериальное давление обследуемого, используя цифровую лабораторию по физиологии.

2. Рассчитать ВИК по формуле

$$\text{ВИК} = \frac{1 - \text{ДД}}{\text{ЧСС}} \times 100,$$

где ВИК — величина индекса Кердо;

ДД — величина диастолического

давления; ЧСС —

частота сердечных сокращений (пульс).

3. Оценка вегетативного индекса Кердо

от +16 до +30	Симпатикотония
≥ +31	Выраженная симпатикотония
от -16 до -30	Парасимпатикотония
≤ -30	Выраженная парасимпатикотония
от -15 до +15	Уравновешенность симпатических и парасимпатических влияний

Показатель нормы: от -10 до +10.

Положительные значения индекса свидетельствуют о преобладании симпатического тонуса, отрицательные — о преобладании парасимпатического тонуса (ваготонии). ВИК=0 — состояние полного вегетативного равновесия (эйтония).

Выводы: соответствуют цели.

### Лабораторная работа №3

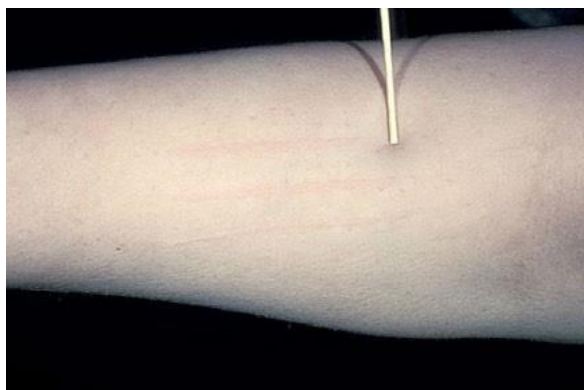
#### «Определение кожно-сосудистой реакции (метод дермографизма)»

**Цель работы:** определение тонуса вегетативной нервной системы.

**Оборудование и материалы:** карандаш.

#### Ход работы:

1. Покожу на внутренней стороне предплечья провести равномерно штриховое движение туговым концом карандаша.
2. По секундомеру отметить время появления и исчезновения красной или белой полосы. В выраженности реакции имеет значение степень нажатия.



*Примечание:* Красный дермографизм характеризует повышенную возбудимость парасимпатического отдела вегетативной нервной системы, вследствие чего расширяются сосуды кожи. Белый — повышенную возбудимость симпатического отдела, вызывающую сужение сосудов кожи. Розовый дермографизм говорит о нормальном тонусе симпатической и парасимпатической иннервации кровеносных сосудов. С возрастом латентный (скрытый) период проявления реакции увеличивается с 3 минут до 10 минут.

Выводы: соответствуют цели.

### Лабораторная работа №4

#### «Оценка вегетативной реактивности автономной нервной системы (ортостатическая проба)»

**Цель работы:** определение реактивности симпатического отдела автономной нервной системы.

**Оборудование и материалы:** датчик пульса Relab.

#### Ход работы:

Для определения реактивности симпатического отдела автономной нервной системы регистрируется изменение пульса при переходе из одного положения в другое. При этом необходимо исследовать такие указаниям:

- для стабилизации пульса (ЧСС) испытуемый должен спокойно лежать на кушетке в течение 7 минут;
- по истечении 7 минут в этом же положении датчиком фиксируется пульс испытуемого за 15 с (ЧСС<sub>1</sub>);
- далее по команде испытуемый спокойно встает и у него сразу же в течение 15 с измеряется пульс (ЧСС<sub>2</sub>);

—испытуемыйпродолжаетспокойностоятьвтечение1мин,вконцекоторойзапоследние15сфиксируетсяЧСС<sub>3</sub>.

**Расчётывыполняютсяпоформуле**

$$\text{ЧСС} = \frac{(\text{ЧСС}_2 - \text{ЧСС}_1) \cdot \text{ЧС}}{\text{С}_1} \cdot 100\%.$$

Пример расчёта: допустим, что исходный пульс в положении лежа ЧСС<sub>1</sub> = 80; когдаиспытуемый встает, его ЧСС<sub>2</sub> составляет 100 ударов. В конце первой минуты после смены позы подсчитывается ЧСС<sub>3</sub>. Допустим, она равна 104 удара. По формуле подсчитываем степень учащения пульса (ЧСС) по отношению к исходному показателю:

$$\text{ЧСС} = (100 - 80) / 80 \cdot 100\% = 25\%.$$

ЧСС<sub>3</sub> используется в расчётах только в том случае, если ЧСС<sub>2</sub> = ЧСС<sub>1</sub>.

*Рекомендации по оформлению протокола работы*

Делается вывод исходя из того, что учащение пульса более чем на 28 % свидетельствует о повышенной реактивности симпатического отдела, а менее чем на 17 % — о его пониженной реактивности. Физиологическим считается учащение пульса на 12—16 уд/мин (18—27%).

### **Лабораторная работа №5**

#### **«Определение реактивности парасимпатического отдела автономной нервной системы (клиностатическая проба)»**

**Цель работы:** определение реактивности парасимпатического отдела автономной нервной системы.

**Оборудование:** датчик пульса Relab.

**Ход работы:**

Регистрируемые показатели в данном случае следующие: изменение пульса при переходе из положения «стоя» в положение «лежа». Порядок тактов:

- испытуемый находится в положении «стоя»;
- в таком положении несколько раз (до тех пор, пока показатель не стабилизируется) подсчитывается пульс (ЧСС<sub>1</sub>) в течение 15 с;
- по команде экспериментатора испытуемый спокойно ложится на кушетку, после чего сразу же измеряется пульс (ЧСС<sub>2</sub>);
- испытуемый продолжает спокойно лежать, и через 1 мин у него снова измеряют пульс (ЧСС<sub>3</sub>);
- производятся расчёты по той же формуле, что и в предыдущей пробе. Значение ЧСС<sub>3</sub> в расчётах не используется, если у урежения пульса не наступает впервые 15 с после смены позы (ЧСС<sub>2</sub> = ЧСС<sub>1</sub>), а наблюдается лишь в конце минуты, в формулу вместо ЧСС<sub>2</sub> подставляются данные ЧСС<sub>3</sub>. Однако в выводах необходимо указать, что реакция парасимпатического отдела замедлена.

*Рекомендации по оформлению протокола работы*

Делается вывод исходя из того, что:

- знак «-» означает урежение пульса;
- урежение пульса на 4—12 уд/мин считается нормальным (6—18%);
- урежение пульса менее чем на 6% свидетельствует о пониженной реактивности парасимпатического отдела, более чем на 18% — о его повышенной реактивности;



— отсутствие урежения или учащение пульса (знак «+») говорит о преобладании тонусов симпатической нервной системы.

Если урежение пульса не наблюдается, проба называется реактивной, если же вместе с урежением наблюдается учащение ЧСС, проба называется извращённой, или парадоксальной. Оба варианта реактивности ВНС относятся к дистоническим реакциям.

Таким образом, вегетативная реактивность может быть нормальной или извращённой, избыточной, недостаточной.

### Лабораторная работа №6

#### «Оценка вегетативного обеспечения (проба Мартинетта)»

**Цель работы:** определение вегетативного обеспечения по изменению ЧСС и артериального давления (АД) при дозированной нагрузке.

**Оборудование:** датчики измерения артериального давления Relab.

#### Ход работы:

Достаточность вегетативного обеспечения определяется по изменению ЧСС и артериального давления (АД) при дозированной нагрузке. При этом необходимо:

- попросить испытуемого занять удобное положение сидя на стуле;
- определить ЧСС<sub>1</sub> и артериальное давление (АД<sub>с1</sub>, АД<sub>д1</sub>) испытуемого в покое;
- попросить испытуемого выполнить 20 ритмичных приседаний в течение 30 с, свистя гиванием рук вперед;
- сразу же повторно измерить пульс (ЧСС<sub>2</sub>) и АД (АД<sub>с2</sub>, АД<sub>д2</sub>);
- затем через 3 минотдыхавновь измерить пульс (ЧСС<sub>3</sub>) и АД (АД<sub>с3</sub>, АД<sub>д3</sub>);
- определить величины учащения пульса ЧСС и повышения систолического и диастолического АД (в % к исходным значениям) по формулам:

$$\text{АДс} = \frac{(\text{АДс}_2 - \text{АДс}_1)}{\text{АДс}_1} \cdot 100\%;$$

$$\text{АДд} = \frac{(\text{АДд}_2 - \text{АДд}_1)}{\text{АДд}_1} \cdot 100\%.$$

Формула для определения величины учащения пульса (ЧСС) была приведена ранее.

#### Рекомендации по оформлению протокола работы

Полученные данные занести в таблицу (табл. 1). Сделать вывод исходя из того, что при нормотонической реакции ЧСС учащается на 50–70%, максимальное давление увеличивается на 15–20%, минимальное давление снижается на 20–30%. Восстановление этих показателей должно произойти в течение 3 мин после нагрузки.

Таким образом, симпатический отдел обеспечивает оптимальное выполнение физической нагрузки. Могут наблюдаться менее экономные способы вегетативной регуляции. Гипертонический тип регуляции имеет место в том случае, если после нагрузки возрастают как максимальное, так и минимальное давление. Для гипотонического типа регуляции характерно снижение максимального и минимального давления.

**Проба Мартинетта**

Показатели	ЧСС	АДс	АДд	%
Исходные				
После приседаний				
Через 3 минуты				

Парасимпатический отдел после нагрузки обеспечивает восстановление функций. Восстановительный период вегетативных функций оценивается следующим образом: если по истечении 3-минутного промежутка времени после нагрузки показатели пульса и артериального давления не восстанавливаются до исходных величин, такая реакция относится к дисрегуляторным, если восстановление происходит до исходного уровня — к нормотоническим.

### Лабораторная работа №7 «Дыхательно-сердечный рефлекс Геринга»

Этот рефлекс позволяет определить тонус центра блуждающего нерва. При задержке дыхания после глубокого вдоха частота сердечных сокращений уменьшается вследствие повышения тонуса ядра вагуса, что проявляется нормальным замедлением пульса на 4—6 ударов в 1 минуту. Замедление пульса на 8—10 и более ударов в 1 минуту указывает на повышение тонуса парасимпатического отдела ВНС. Замедление пульса менее чем на четыре удара в 1 минуту свидетельствует о понижении тонуса парасимпатического отдела ВНС.

**Цель работы:** определить реактивность парасимпатического отдела автономной нервной системы.

**Оборудование:** Датчик пульса Relab.

#### Ход работы:

1. У испытуемого, находящегося в положении сидя, определяется пульс.
2. Попросите его сделать глубокий вдох и задержать дыхание. В это время ещё раз подсчитайте пульс.

#### Рекомендации по оформлению протокола работы

Полученные результаты (частота пульса до начала задержки дыхания и во время задержки дыхания на вдохе) внесите в тетрадь и подсчитайте разность пульса:

частота пульса до задержки дыхания \_\_\_\_\_ в 1 минуту;

частота пульса на вдохе во время задержки дыхания \_\_\_\_\_ в \_\_\_\_\_

минуту; разность частоты до задержки дыхания и на фоне \_\_\_\_\_

задержки при \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ в 1 минуту.

3. Сделайте заключение о тонусе парасимпатического отдела ВНС, регулирующего работу сердца; отметьте характер тонуса блуждающего нерва у испытуемого (нормальный, пониженный или повышенный).

### ТЕСТЫ И ЗАДАНИЯ ПО ВНС

1. Сознательное управление скелетными мышцами возложено на: а) Вегетативную нервную систему

#### б) Соматическую нервную систему

в) Эндокринную систему

г) Опорно-двигательную систему



2. По функции вся нервная система подразделяется на:

а) Соматическую и вегетативную (автономную) б) Симпатическую и парасимпатическую

**в) Центральную и периферическую**

с) Периферическую и соматическую

3. Вегетативная нервная система дает функциональную иннервацию: а) скелетной мускулатуре

б) гладким мышечным волокнам внутренних органов

**в) гладким мышечным волокнам сосудов**

с) железистой ткани

4. Укажите расположение тел чувствительных (1-х) нейронов вегетативных рефлекторных дуг:

**а) чувствительные узлы черепных нервов**

б) спинномозговые узлы

в) задний рог спинного мозга

г) вегетативные узлы

5. Синапс—это:

а) вещество, выделяемое благодаря действию нервного импульса б) окончание чувствительных нервных волокон

**в) «энергетическая станция» клетки**

**г) область контакта нервных клеток друг с другом или с клетками**

6. Укажите расположение вставочных нейронов вегетативных рефлекторных дуг: а) ядро заднего рога спинного мозга

б) промежуточно-боковые ядра спинного мозга

**в) вегетативные ядра черепных нервов**

с) спинномозговые узлы

7. Укажите расположение двигательных нейронов вегетативных рефлекторных дуг: а) вегетативные ядра черепных нервов

б) промежуточно-

боковые ядра спинного мозга в) ядра переднего рога спинного мозга

**г) вегетативные узлы**

8. Укажите, какие узлы относятся к симпатической нервной системе: а) окологривные (I порядка)

б) предгрудные (II порядка) в) окологрудные

с) внутригрудные

9. При симпатикотонии отмечается:

**а) сухость кожных покровов, незначительное потоотделение**

б) кисти рук цианотичные, влажные, холодные, бледнеют при надавливании пальцем в) часто отмечается мраморность кожных покровов (сосудистое ожерелье), значительная потливость

г) кожа нередко сухая, склонна к угревой сыпи, дермографизм красный, возвышающийся

10. Ваготония это состояние характеризующееся:

а) дитища худые или имеют нормальную массу, несмотря на повышенный аппетит

**б) цвет лица переменчивый дети легко краснеют и бледнеют**

в) белый или розовый дермографизм

с) снижение аппетита, возможны боли вживо

### **Дополните предложения**

1. Назовите отдел нервной системы, иннервирующий скелетные мышцы и органы чувств. **(соматический)**

2. Термин чувствительный нейрон получил название \_\_\_\_\_ **(афферентный)**

3. \_\_\_\_\_ нервная система отвечает за работу внутренних органов, желез внутренней и внешней секреции, кровеносных и лимфатических сосудов, части мышц. **(вегетативная)**

4. Вытяните вперед правую руку. Указательным пальцем коснитесь кончика носа. Какой отдел мозга участвовал в осуществлении этого движения, координируя деятельность мышц руки и определяя траекторию движения? **(мозжечок)**

5. Регуляция жевания, глотания, чихание, кашель, атакже защитные пищеварительные рефлексы связаны с \_\_\_\_\_. **(продолговатым мозгом)**

### **Выполните задания**

1. По преданию, Александр Македонский, когда расставлял солдат в фалангах, использовал оригинальный приём. Он хлестал солдат по лицу и смотрел, кто из них краснеет, а кто бледнеет. В первые шеренги он ставил тех, кто краснел, а в последние — тех, кто бледнел. Преобладание тонуса какого отдела вегетативной нервной системы наблюда-лось у этих солдат?

**Ответ:** симпатического.

*Пояснение:* А. Македонский использовал вариант примитивного стресс-теста для определения тонуса вегетативной нервной системы.

2. Длительное непрямоераздражение мышцы приводит к развитию утомления. Мышца перестаёт сокращаться. Где прежде всего развивается утомление — в нерве, мышце или мионевральном синапсе?

**Ответ:** в мионевральном синапсе.

*Пояснение:* для того чтобы ответить на вопрос, в какой структуре нервно-мышечного препарата в первую очередь развивается утомление, необходимо прямое раздражение мышцы стимулами исходной силы или частоты. В этом случае наблюдается воствление механической реакции мышцы. Логично предположить, что утомление развилось либо в нерве, либо в мионевральном синапсе. Работами Н. Е. Введенского установлено, что нерв практически не утомляется. Следовательно, утомление в первую очередь развивается в области мионеврального синапса нервно-мышечного препарата лягушки, что связывают с истощением запасов медиатора в терминале нервного волокна. Кроме того, если сравнить лабильность различных образований нервно-мышечного препарата, то окажется, что функциональная подвижность мионеврального синапса самая низкая. В связи с этим в синапсе быстрее наступает утомление, как в структуре с более низкой лабильностью.

# ОЦЕНКА ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ РЕЗЕРВОВ ДЫХАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Дыхание— основная форма диссимиляции у человека, животных, растений и многих микроорганизмов. При дыхании богатые химической энергией вещества, принадлежащие организму, окисляются до бедных энергией конечных продуктов (диоксида углерода и воды), и спользуя для этого молекулярный кислород.

У позвоночных животных и человека система дыхания — комплекс сложных процессов, включающих внешнее дыхание, транспорт газов кровью и тканевое внутреннее дыхание.

Сложные механизмы регуляции дыхательной системы направлены на изменение частоты и глубины дыхания в соответствии сиюминутными потребностями организма (та-кими, как покой, физическая нагрузка, кашель, чихание, глотание, речь и пение у человека). В свою очередь, согласование дыхания с другими системами, обеспечивающими обмен веществ в организме, является результатом сложного взаимодействия регуляторных механизмов, включающих периферические и центральные образования, деятельность которых направлена на поддержание газового гомеостаза в крови.

## Справочник

Потребность в кислороде изменяется в зависимости от степени активности организма. Взрослый мужчина в состоянии покоя вдыхает около 3,75 л воздуха в минуту. Этот объём содержит около 750 мл кислорода, который усваивается примерно на 1/3. Если человек побежит вдогонку за автобусом, включившиеся в работу мышцы потребуют гораздо больше кислорода, для чего придется вдохнуть в 15 раз больше воздуха. Потребление кислорода может возрасти примерно в 30 раз.

Поскольку организму в зависимости от степени активности требуются разные объёмы кислорода, организму не обойтись без резервной ёмкости, которую обеспечивает внутреннее строение лёгких, и в частности, альвеолы. Не обойтись и без постоянного баланса между частотой и глубиной дыхания и кровоснабжением лёгких.

Нормальное равномерное дыхание — произвольное дыхание с равномерными вдохами. При повышенном потреблении кислорода (например, после физических нагрузок) наблюдается повышение частоты дыхания.

## Запомните!

**Тахипноэ**— увеличение дыхательных актов более 20 в минуту. **Брадикапноэ**— уменьшение дыхательных актов менее 16 в минуту. *Эволюция дыхания*

1. Диффузное дыхание— газообмен происходит через мембрану клетки путём диффузии. Сохранилось у одноклеточных аэробов (например, у амёбы).

2. Кожное дыхание— газообмен происходит через поверхность тела. Встречается у червей, насекомых. У человека кожное дыхание составляет около 1%.

3. Жаберное дыхание— позволяет извлекать кислород из водной среды; встречается у рыб, амфибий.

4. Лёгочное дыхание, т. е. газообмен с атмосферным воздухом, происходит в специальных органах— лёгких; имеет место у птиц, млекопитающих и человека.

#### *Системы, участвующие в дыхании*

1. Аппарат внешнего дыхания (лёгкие с воздухоносными путями и плевральной полостью, грудная клетка с мышцами, приводящими её движение).
2. Сердечно-сосудистая система.
3. Система крови.
4. Метаболизм (органеллы клетки, обеспечивающие тканевое дыхание).
5. Нервно-гуморальная регуляция.

#### *Основные этапы дыхания*

1. Вентиляция лёгких — газообмен между атмосферным и альвеолярным воздухом.
2. Диффузия газов в лёгких — газообмен между альвеолярным воздухом и кровью.
3. Транспорт газов кровью.
4. Диффузия газов в тканях — газообмен между кровью и тканями.
5. Внутреннее тканевое дыхание — окислительные метаболические реакции в тканях (изучается биохимией).

Внешнее дыхание, то есть газообмен между кровью и окружающей средой, включает первый этап. Остальные три этапа образуют внутреннее звено системы дыхания.

#### *Структура аппарата внешнего дыхания*

1. Грудная клетка.
2. Плевральная полость.
3. Воздухоносные пути.
4. Лёгкие с их иннервацией и кровоснабжением.

Грудная клетка включает костно-суставной аппарат (грудину, грудную часть позвоночного столба, 12 пар ребер, эластичные хрящи, спомощью которых ребра прикрепляются к грудной и к вышележащему ребру) и дыхательные мышцы (главные мышцы: наружные косые межрёберные, межхрящевые мышцы, диафрагма; а также вспомогательные: мышцы плечевого пояса; шеи; спины; мышцы, разгибающие позвоночник; внутренние косые межрёберные мышцы; мышцы брюшного пресса; мышцы, сгибающие позвоночник).

Грудная клетка является рабочей частью системы, обеспечивающей акт дыхания, а также выполняет защитную функцию по отношению к внутренним органам грудной полости (защищает их от механических, атмосферных воздействий, высыхания), обеспечивает возврат крови к сердцу по венам.

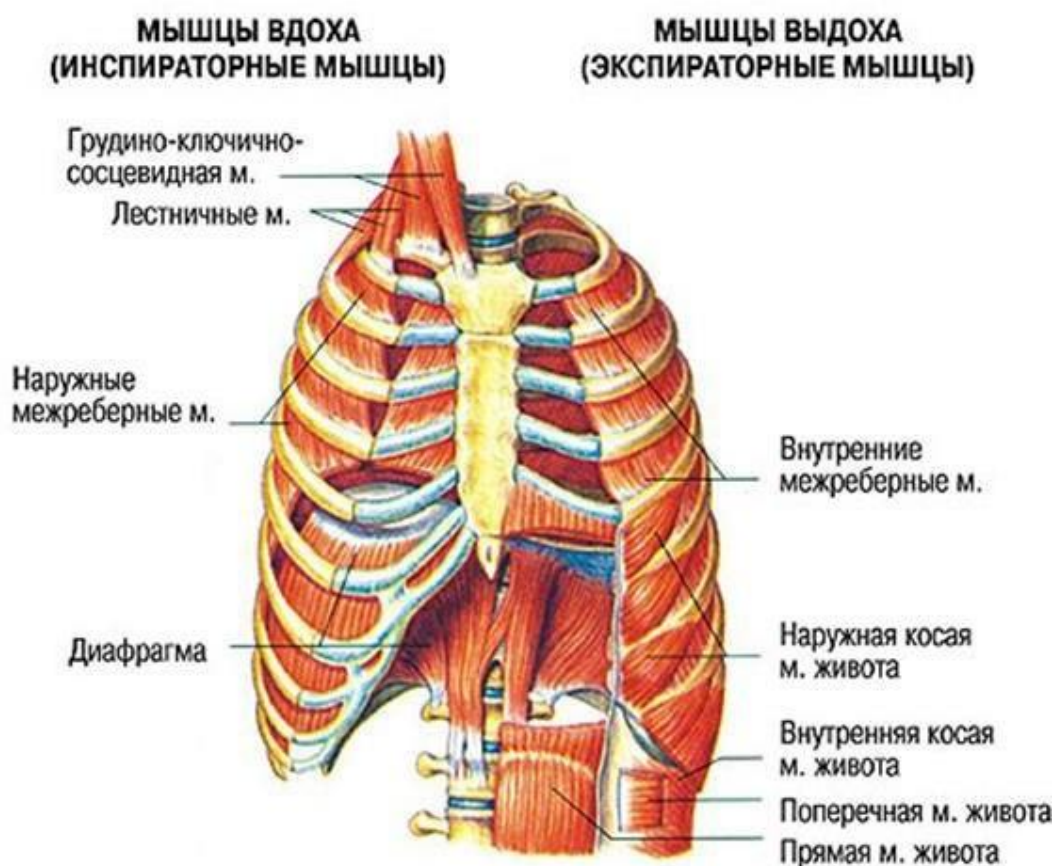


Рис. 1. Строение грудной клетки

Плевральная полость — это капиллярная щель микронных размеров между висцеральным и париетальным листками плевры. Висцеральный листок сращен с паренхимой лёгкого. Париетальный — выстилает изнутри стенку грудной клетки. У корня лёгких висцеральный листок переходит в париетальный. Внизу имеются пазухи — синусы.

*Функции плевральной полости:*

1. Смягчает трение при движении лёгких за счёт свободного скольжения её листков, покрытых серозной жидкостью.
2. Участвует в биомеханике дыхания — связывает лёгкие с грудной клеткой.
3. Способствует возврату крови по венам к сердцу (за счёт отрицательного давления).
4. Выполняет опорную, защитную, ограничительную функции, как и все оболочки.

*Свойства плевральной полости:*

1. Герметичность — плевральная полость не сообщается с другими полостями и внешней средой, т.е. анатомически замкнута.
2. Содержит небольшое количество серозной жидкости в виде смазки за счёт секреции серозных клеток плевральных листков. Фильтрующаяся в плевральную щель жидкость всасывается обратно висцеральным и париетальным листками плевры в лимфатическую систему.
3. Вне её отсутствует воздух — благодаря всасывательной способности плевры.
4. Имеет отрицательное давление (давление ниже атмосферного). Например, если 760 мм рт. ст. (атмосферное давление) принять за 0, то давление, ниже атмосферного — 754 мм рт. ст. составит -6 мм рт. ст., а выше (допустим 880 мм рт. ст.) +120 мм рт. ст. (как, например, систолическое артериальное давление).

5. Отрицательное давление в плевральной полости способствует поддержанию бронхов в бронхолатеральном состоянии, что уменьшает их сопротивление воздушным потокам.

6. Обеспечивает куполообразное расположение диафрагмы, что создает возможность для её уплощения при сокращении в время вдоха.

### **Это интересно!**

*При ранении грудной клетки или повреждении лёгких возможно попадание воздуха в плевральную полость. Это явление носит название пневмоторакс – скопление газов в плевральной полости. Двухсторонний открытый пневмоторакс приводит к спаде-нию (ателектазу) лёгких и к смерти из-за остановки дыхания. Спасти пострадавшего может лишь его экстренное подключение к аппарату искусственного дыхания.*

## **Справочник**

Различают три типа дыхания: грудное, брюшное (диафрагмальное) и смешанное дыхание. Грудной тип дыхания встречается у много рожавших женщин, у которых движение диафрагмы и брюшной стенки часто было ограничено увеличенной маткой. Брюшной тип дыхания превалирует у мужчин-грузчиков, у которых движение рёбер часто было ограничено из-за регулярных переносов груза на спине. В обоих случаях типы дыхания закрепляются по механизму условного рефлекса. Обычно у людей имеет место смешанный тип дыхания.

### *Воздухоносные пути*

Воздухоносные (дыхательные) пути — это дыхательные трубки, по которым воздух движется от ротового и носового отверстий до легочных альвеол, их подразделяют на верхние и нижние.

К верхним дыхательным путям относятся: полость носа и лицевая часть приротового дыхания, носоглотка, придаточные пазухи носа (фронтальная, гайморова, решетчатая), книжным —

гортань, трахея и все бронхи. Узким местом в гортани является голосовая щель, которая при вдохе расширяется, а при выдохе — сужается.

На уровне 5-го грудного позвонка трахея разветвляется на правый и левый главные бронхи, которые в дальнейшем последовательно делятся по типу дихотомии (деления на двое до 23 порядка).

Трахея и крупные бронхи всегда открыты, так как их стенка имеет хрящевую ткань с пучками гладких мышц, стенка мелких бронхов образована гладкомышечными волокнами и поэтому всегда

находятся в состоянии тонуса.

### *Функции воздухоносных путей*

1. Проведение воздуха в лёгкие и из лёгких.

2. Очищение воздуха от пылевых частиц, микроорганизмов. Движение слизи за счёт деятельности мерцательного эпителия полости носа, трахеи и бронхов делает очищение воздуха более эффективным, особенно при носовом дыхании. Этому способствуют наличие волосяного фильтра в преддверии носа, вихревые движения воздуха в носовых ходах, а также защитные рефлексы: чихание и кашель. В слизи дыхательных путей содержится бактерицидное вещество — лизоцим и бактериостатическое вещество — муцин.

3. Согревание воздуха за счёт хорошего кровоснабжения стенок дыхательных путей.

4. Увлажнение воздуха за счёт влаги секрета слизистой оболочки носа, слезных желез и бронхиальных желез.

5. Участие в процессах терморегуляции организма.

6. Гортань голосовыми связками участвует в генерации звуков.

7. Участие в обонятельной функции.

8. Проходимость воздухоносных путей регулируется вегетативной нервной системой. При возбуждении симпатических нервных волокон бронхи расширяются, уменьшается секреция их слизистой, аэродинамическое сопротивление снижается.

Возбуждение парасимпатических веточек блуждающего нерва, наоборот, уменьшает просвет бронхов и повышает секрецию слизистых клеток.

**Лёгкие** — парный орган конусовидной формы, в правом лёгком различают три доли, а в левом — две. Верхушки лёгких выступают над ключицами, а основания прилежат к диафрагме. На вогнутой поверхности через ворота лёгкие заходят главные бронхи артерии и нервы, а выходят лёгочные вены и лимфатические сосуды.

*Функции лёгких*

1. Участие в газообмене (основная функция).

2. Участие в регуляции иррН крови за счёт выделения избытка углекислого газа (гомеостатическая функция).

3. Выделительная функция — выделение, воды (0,5 л в сутки), летучих веществ (алкоголя, эфира, хлороформа, эфирных масел, аммиака, закиси азота, ацетона, этилмеркаптана, газов автотранспорта и промышленных предприятий).

4. Участие в водно-солевом обмене.

5. Участие в процессах терморегуляции — в лёгких вырабатывается большое количество тепла; кроме того, они участвуют в процессах теплоотдачи.

6. Депокрови.

7. Синтез биологически активных веществ (гистамина, факторов свёртывания крови, серотонина).

9. Защитная функция — лёгкие образуют защитный барьер от окружающей среды, вырабатывают лизоцим, интерферон, иммуноглобулины.

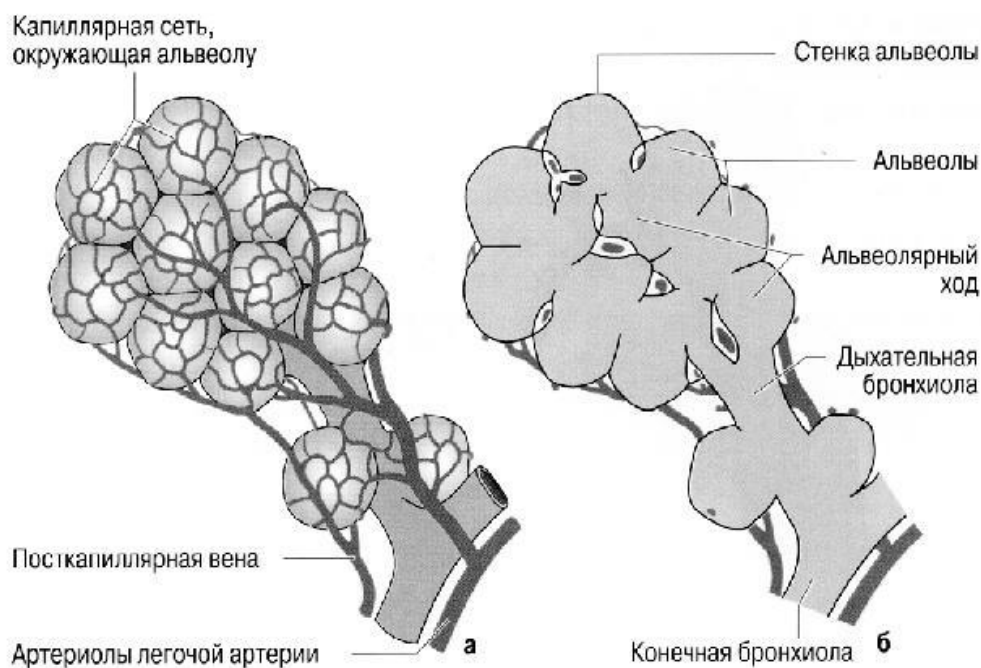
10. Резервуар воздуха для голосообразования.

На концах самых мелких бронхов (бронхиол) располагаются лёгочные пузырьки — альвеолы. Таким образом, лёгкое состоит из разветвлений бронхов, образующих скелет лёгкого — бронхиальное дерево, и системы лёгочных пузырьков или альвеол.

Структурно функциональной единицей лёгкого является **ацинус**, состоящий из конечной бронхиолы и альвеолярных ходов альвеолами (рис. 2).

В альвеолах происходит газообмен между кровью лёгочных капилляров и воздухом, содержащимся в лёгких.





**Рис. 2.** Строение и кровоснабжение терминальной альвеолы: а — капиллярная сеть, окружающая альвеолу; б — строение альвеолы

## Справочник

Общее число альвеол 300 млн, суммарная площадь поверхности около  $80 \text{ м}^2$ , диаметр одной альвеолы  $0,2\text{--}0,3 \text{ мм}$ . Стенки альвеол выстланы однослойным плоским эпителием. Альвеолы оплетены многочисленными микровенными капиллярами (рис. 2). Эпителий альвеол вместе с эпителием капилляров образует барьер между кровью и воздухом толщиной  $0,5 \text{ мкм}$ , не препятствующий обмену газов и выделению водяных паров.

## Это интересно!

Газообмен между альвеолярным воздухом и кровью осуществляется путем диффузии. Диффузионное расстояние образовано тонкой альвеолярно-капиллярной мембраной. Она отделяет кровь лёгочных капилляров от альвеолярного пространства. Внутренняя поверхность альвеол выстлана тонкой плёнкой жидкости. В связи с этим между стенками альвеол действуют силы поверхностного натяжения, за счёт которых лёгкие стремятся к спаданию. Если бы альвеолы были выстланы чистой водной плёнкой, силы поверхностного натяжения значительно препятствовали бы растяжению лёгких. Однако в альвеолах находится вещество —

**сурфактант**, в 10 раз уменьшающее поверхностное натяжение и препятствующее спаданию мелких альвеол. Сурфактант уменьшает силу, необходимую для растяжения тканей лёгких при выдохе.

### Значение сурфактанта

1. Уменьшает поверхностное натяжение альвеолярной жидкости, предотвращает слипание альвеол при выдохе, улучшает растяжимость лёгких, облегчает вдох.



2. Облегчает диффузию кислорода из альвеол в кровь вследствие их хорошей растворимости в нем кислорода.

3. Выполняет защитную функцию: защищает альвеолы от действия окислителей и перекисей, обладает бактериостатической активностью, обеспечивает обратный транспорт пыли и микробов по воздухоносным путям.

#### *Лёгочные объёмы и ёмкости*

Показатели внешнего дыхания — это лёгочные объёмы и ёмкости. Лёгочные объёмы также отражают энергетический резерв дыхательных мышц.

#### *Лёгочные объёмы*

1. ДО — дыхательный объём — объём воздуха, вдыхаемый и выдыхаемый при спокойном дыхании; он равняется в среднем 400—500 мл. ДО обеспечивает вентиляцию лёгких, поддерживает постоянство альвеолярного воздуха, участвует в газообмене.

2. РО вдоха — резервный объём вдоха — объём воздуха, который можно вдохнуть при максимальном вдохе после обычного вдоха; равняется 1500—3000 мл. Определяет способность лёгких к доавочному расширению.

3. РО выдоха — резервный объём выдоха — объём воздуха, который можно выдохнуть при максимальном выдохе после обычного вдоха и выдоха; равняется 1500—2000 мл. Оно определяет степень постоянного растяжения лёгких.

4. ОО — остаточный объём — объём воздуха, который остаётся в лёгких после максимального выдоха; равняется 1000—1500 мл. Из лёгочных объёмов складываются лёгочные ёмкости.

5. АМП — анатомическое мёртвое пространство — это объём воздуха, находящийся в дыхательных путях до уровня респираторных бронхиол (на этих бронхиолах уже не происходит газообмена). Величина АМП составляет 140—260 мл и зависит от особенностей конституции человека (при решении задач, в которых необходимо учитывать АМП, величина его не указана, объём АМП принимают равным 150 мл).

6. ФМП — физиологическое мёртвое пространство — объём воздуха, поступающий в дыхательные пути и лёгкие и не принимающий участия в газообмене. ФМП больше анатомического мёртвого пространства, так как включает его как составную часть. Кроме воздуха, находящегося в дыхательных путях, в состав ФМП входит воздух, поступающий в лёгочные альвеолы, но не обменивающийся газами с кровью из-за отсутствия или снижения кровотока в этих альвеолах (для этого воздуха иногда применяется название *альвеолярное мёртвое пространство*). В норме величина функционального мёртвого пространства составляет 20—35% от величины дыхательного объёма. Возрастание этой величины свыше 35% может свидетельствовать о наличии некоторых заболеваний.

*В медицинской практике важно учитывать фактор мёртвого пространства при конструировании приборов для дыхания (высотные полеты, подводное плавание, противогазы), проведении ряда диагностических и реанимационных мероприятий. При дыхании через трубки, маски, шланги к дыхательной системе человека подсоединяется дополнительное мёртвое пространство, несмотря на возрастание глубины дыхания, вентиляция альвеол атмосферным воздухом может стать недостаточной.*

#### **Лёгочные ёмкости:**

1. ОЕЛ — общая ёмкость лёгких — количество воздуха в лёгких после глубокого вдоха; равняется 5000—6000 мл. Включает ДО, РО вд., РО выд. и ОО. ОЕЛ отражает вместимость лёгких.

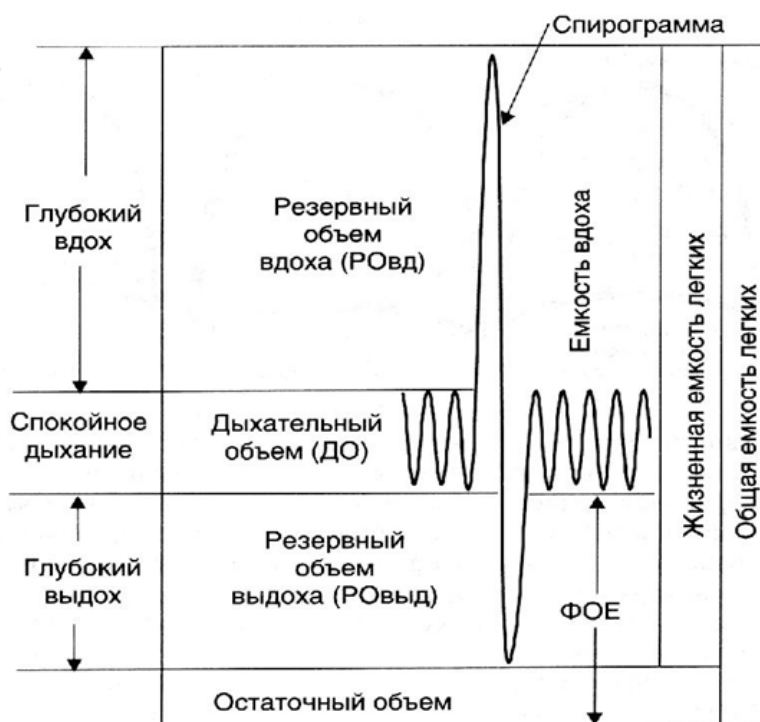
2. ЖЁЛ — жизненная ёмкость лёгких — количество воздуха, максимально выдыхаемого после глубокого вдоха. У мужчин равняется 4500—5000 мл, у женщин — 3500—4000 мл. Включает ДО, РО вд. и РО выд. ЖЁЛ наиболее адекватно интегративно отра-

жает развитие костно-мышечного аппарата, подвижность грудной клетки, эластичность и растяжимость лёгких, т.е. потенциальные возможности вентиляции лёгких. Она зависит от пола, роста, возраста и степени тренированности организма. У тренированных людей показатели ЖЁЛ намного выше.

3. **ФОЁЛ** — функционально-остаточная ёмкость лёгких — количество воздуха в лёгких после обычного выдоха; равняется 2500—3000 мл. Включает РО выд. и ОО. **ФОЕ** — это альвеолярный воздух.

*Для измерения ЖЁЛ и её компонентов существуют методы: Спирометрия — с помощью водяного или сухого спирометра.*

*Спирография — с помощью спирометра на основе анализа кривой дыхательных движений — спирограммы.*



**Рис.3.** Лёгочные объёмы и ёмкости

### Лабораторная работа №1

#### «Измерение объёма грудной клетки человека при дыхании»

##### Цель работы:

определить величину максимального размаха колебаний размеров грудной клетки на вдохе и выдохе.

**Оборудование:** сантиметровая лента.

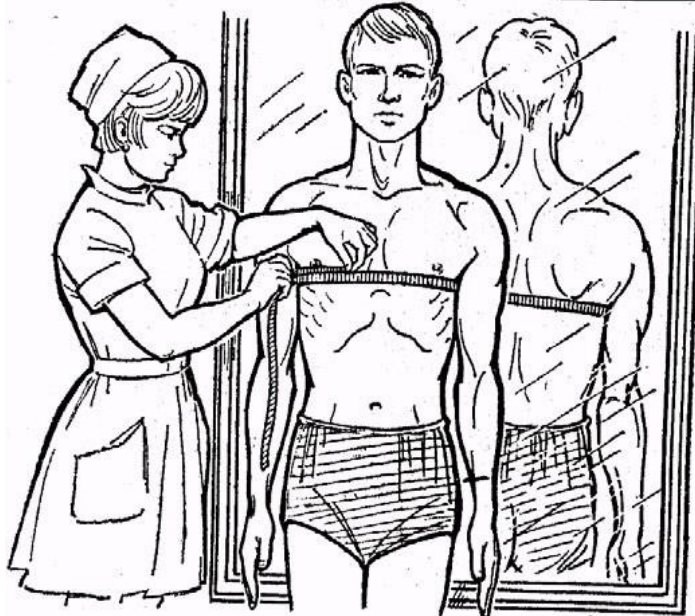
##### Ход работы:

1. Работу выполняют два человека. При помощи сантиметровой ленты на уровне подмышечных впадин и мечевидного отростка произвести измерение окружности грудной клетки в конце глубокого вдоха и в конце максимального выдоха.

2. Выводы: соответствуют цели.

**Примечание:** окружность грудной клетки измеряется (не отрывая ленту от обследуемого) в трёх положениях: во время паузы, во время максимального вдоха и полного выдоха. При этом следует обращать внимание на то, чтобы обследуемый во время вдоха не сгибал спину и не поднимал плеч, а во время выдоха — не сводил их впереди и не наклонялся. Разница между величинами окружностей в фазе вдоха и выдоха определяет степень подвижности грудной клетки — экскурсию (размах). Экскурсия грудной клетки в за-

висимости от длины тела и объёма грудной клетки и равняется у взрослых мужчин — 8 см, в женщин — 3—6 см. В результате регулярных занятий физическими упражнениями и спортом, экскурсия грудной клетки может значительно увеличиваться и достигать 12—15 см. Обкружность измеряют 2—3 раза, записывают наилучший результат. Точность измерения до 1 см.



**Рис. 1.** Измерение обкружности грудной клетки

### Лабораторная работа №2

**«Определение частоты дыхания в покое и после физической нагрузки»** **Цель работы:** определить частоту дыхания в покое и после физической нагрузки. **Ход работы:**

1. Для определения частоты дыхания положите руку на подложечную область и подсчитайте число дыхательных движений за 1 мин. Затем предложите обследуемому сделать 20 глубоких приседаний, после чего снова подсчитайте частоту дыхания за 1 мин. Определите величину учащения дыхания в процентах.

2. Выводы: полученные данные занесите в протокол. Сравните результаты с физиологической нормой и сделайте выводы.

При наличии дополнительного оборудования (спирометра) предлагаем выполнить следующую практическую работу.

### Лабораторная работа №3

#### Нормальные параметры респираторной функции

**Цель работы:** для того чтобы выяснить, находятся ли величины лёгочной вентиляции, полученные для данного человека, в пределах нормы, необходимо сравнить их с нормой (должны быть в величинах).

**Оборудование:** спирометр, вата, спирт.

#### Ход работы:

Рассчитать должны для себя, величины, используя разработанные специальные формулы, учитывающие коррекцию между отдельными характеристиками функции внешнего дыхания.

#### А) Определение ЖЁЛ

Мундштук спирометра обработайте ватой, смоченной спиртом. Дайте ему высохнуть. Шкалу сухого спирометра установите на нуле.

После 2—3 обычных дыхательных движений сделайте максимальный вдох, зажмите нос и произведите равномерный максимально глубокий выдох в спирометр. Старайтесь держаться прямо, не сутулясь. Измерение повторите три раза, зафиксируйте максимальную величину ЖЁЛ.

#### Б) Определите должную ёмкость лёгких (ДЖЁЛ)

Сравните величину ЖЁЛ, измеренную с помощью спирометра, с должной величиной (ДЖЁЛ), рассчитанной по формуле Людвига:

$$\text{ДЖЁЛ (жен.)} = 40 \times P + 10 \times V - 3800,$$

где ДЖЁЛ — должная жизненная ёмкость лёгких, в мл ( $\text{см}^3$ ), P — рост, в см, V — вес тела, в кг.

Для детей от 4 до 17 лет ДЖЁЛ вычисляют по формуле И.С. Ширяева и Б.А. Маркова. Для мальчиков: ДЖЁЛ (в литрах) =  $4,53 \cdot P - 3,9$  (при росте до 1

$$\text{ДЖЁЛ (в литрах)} = 10,00 \cdot P - 3,15 \text{ (при росте выше 1,64).}$$
$$\text{ДЖЁЛ (в литрах)} = 4,53 \cdot P - 3,9 \text{ (при росте до 1,64 м);}$$

Для девочек:

$$\text{ДЖЁЛ (в литрах)} = 3,75 \cdot P - 3,15 \text{ (при росте от 1,00 до 1,75).}$$

В) Вычислите процентное соотношение фактической ЖЁЛ к ДЖЁЛ по формуле

$$\frac{\text{ЖЁЛ}}{100\% \text{ ДЖЁЛ}}$$

В норме величина ЖЁЛ может отклоняться от должной в пределах  $\pm 20\%$ . Превышение фактической величины указывает на больший морфофункциональные возможности лёгких.

#### Г) Вычислите жизненный индекс

Определите жизненный индекс по формуле. В норме величина жизненного индекса (ЖИ) для женщин равна от 45 до 55 мл/кг, для мужчин — 55—60 мл/кг. Более низкие показатели свидетельствуют либо о недостаточности ЖЁЛ, либо об избыточной массе тела.

#### Д) Определите дыхательный объём (ДВ) лёгких.

Произведите лёгкий спокойный выдох в спирометр после обычного вдоха. Для точности результаты повторите измерения три раза и рассчитайте среднюю величину.

В покое ДВ в среднем колеблется от 300 до 800 мл. Е) Определите резервный объём выдоха

После очередного спокойного выдоха произведите максимально глубокий выдох в спирометр. Определите повторите три раза и рассчитайте среднюю величину.

Средняя величина РОвд. в среднем равна 1500 мл.

Ж) Рассчитайте резервный объём выдоха (РОвд.) по формуле:

$$\text{Ровд.} = \text{ЖЁЛ} - (\text{ДВ} + \text{РОвд.})$$

Средняя величина РОвд. равна 1500 мл.

6. Все полученные данные занесите в таблицу 1.

7. Сравните полученные показатели с нормой и сделайте выводы.

Основные показатели респираторной функции

ЖЁЛ см <sup>3</sup>		ДЖЁЛ см <sup>3</sup>	ЖЁЛ ДЖЕЛ %	ЖЁЛ мл ВЕС кг.	ДО мл	РО выд.	РО вд.
Рост, см		Масса тела, кг	ЧД в минуту		Окружность грудной клетки, см		
Стоя	Сидя		В покое	При нагрузке	При вдохе	При выдохе	Во время паузы

### Лабораторная работа №4

#### Оценка вентилиционной функции лёгких Теоретическая часть

Вентилиционную функцию лёгких характеризуют лёгочные объёмы и ёмкости, показатели механических свойств аппарата вентилиции и показатели вентилиции. Наиболее часто применяются следующие из них.

**Частота дыхания (ЧД)** — число дыхательных движений в минуту. Определяется по спирограмме спокойного дыхания (по отрезкам длительностью не менее 2 минут). Идёт подсчёт числа выдохов (вдохов) по следующему делению на число минут. ЧД подвержено возрастным колебаниям и легко меняется под влиянием различных причин (состояние здоровья, температура тела и окружающей среды, эмоциональные факторы и др.). Учащение дыхания, особенно в сочетании с малым дыхательным объёмом, характерно для реактивных поражений (фиброз лёгких), но может иметь место при произвольной гипервентилиции, дыхательном неврозе. Урежение дыхания более свойственно obstructивным нарушениям.

**Дыхательный объём (ДО)** — объём воздуха, вдыхаемого при каждом дыхательном цикле. Вычисляется по спирограмме (СГ) спокойного дыхания путем определения амплитуды вдоха. Должен ДО вычислить исходя из должного МОД (минутного объёма дыхания) делением последнего на средневозрастную норму ЧД. В связи с лабильностью, особенно у детей раннего возраста, данный показатель приобретает практическую значимость лишь при сочетании с ЧД и в динамике. Увеличение ДО даже в покое наблюдается при дыхательной недостаточности, в случае диабетической комы (т.н. кузмаулевское дыхание), на высоте чейн-стоксова дыхания, а также под влиянием психогенных факторов. Снижение ДО может быть при нейротоксикозе, рестриктивных формах дыхательной недостаточности (пневмосклероз), болях плевры и повреждении грудной клетки.

**Минутный объём дыхания (МОД)** — количество воздуха, вентилируемого в одну минуту. Рассчитывается как произведение ДО и ЧД. При равномерном дыхании для расчёта среднего ДО через все вершины и основания зубцов СГ проведите линии и измерьте расстояния между ними по вертикали. Вершины выдохов на СГ образуют т.н. «уровень спокойного выдоха», который соответствует положению, занимаемому лёгкими и грудной клеткой под воздействием внутренних эластических сил при полном расслаблении дыхательной мускулатуры. В случае неравномерного, аритмичного дыхания МОД

змерь-тепутёмопределенияглубиныкаждоговдоханапротяжениии2—3мин,результатысло-  
житеиразделитеначисломинут.

В покое МОД составляет 6—8 л/мин, при физической нагрузке может достигать 80—120 л/мин.

Должную величину МОД (ДМОД) рассчитайте непосредственно исходя из основного обмена по формуле

$$\text{ДМОД} = \frac{\text{ОО}}{7,07 \times 40 (\text{КИО}_2)},$$

где ОО — основной обмен, определяемый по таблицам Гарриса—Бенедикта;  $\text{КИО}_2$  — коэффициент использования кислорода в лёгких; величина 7,07 — произведение средней калорической стоимости кислорода (4,91) на число минут в сутках (1440), делённое на 1000.

**МОД** характеризует интенсивность общей лёгочной вентиляции и имеет практическое значение для оценки вентиляции и только в сопоставлении с ЧДиДО, что позволяет ориентировочно судить о наличии гипо- и гипервентиляции. При частом и поверхностном дыхании большая часть МОД идет на вентиляцию мертвого пространства, при глубоком — возрастает объём вентиляции альвеол. Повышение МОД отмечается при различных заболеваниях лёгких и сердца, нарастает по мере прогрессирования недостаточности кардиореспираторной системы и расценивается как одно из проявлений компенсации с целью достижения необходимого для газообмена уровня вентиляции альвеол, а также при повышении обменных процессов (тиреотоксикоз). Уменьшение МОД встречается при угнетении дыхательного центра.

МОД подвержен индивидуальным колебаниям.

*Рекомендация по оформлению протокола работы*

Полученные данные внесите в тетрадь протоколов опытов. Сравните их с должными и нормальными величинами. Сделайте выводы.

**Основной обмен для мужчин:**

18—30 лет:  $(0,0630 \cdot \text{вескг} + 2,8957) \cdot 240$

31—60 лет:  $(0,0484 \cdot \text{вескг} + 3,6534) \cdot 240$

61 и более лет:  $(0,0491 \cdot \text{вескг} + 2,4587) \cdot 240$

**Основной обмен для женщин:**

18—30 лет:  $(0,0621 \cdot \text{вескг} + 2,0357) \cdot 240$

31—60 лет:  $(0,0342 \cdot \text{вескг} + 3,5377) \cdot 240$

61 и более лет:  $(0,0377 \cdot \text{вескг} + 2,7546) \cdot 240$

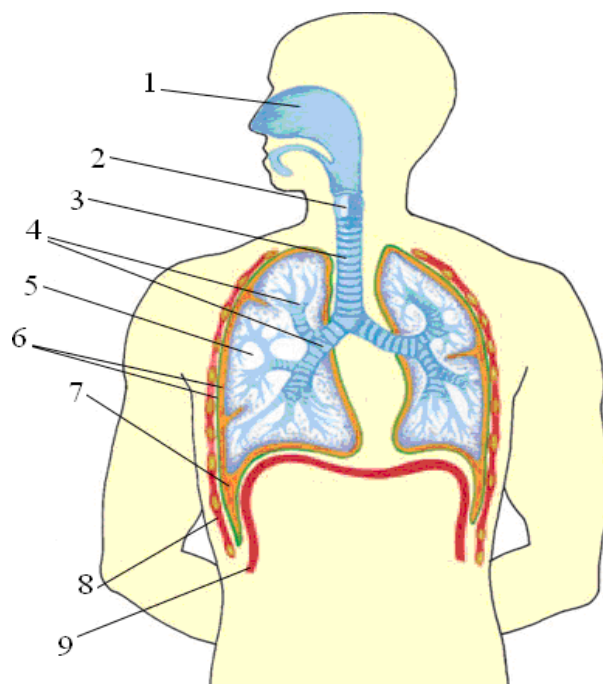
## Показатели лёгочной вентиляции

Показатель	Значение
1	2
Частота дыхания (ЧД)	9–16 дых/мин
Ритмичность дыхания	Ритмичное
Дыхательный объем (ДО)	300–800 мл
Резервный объем вдоха ( $PO_{вд}$ )	1500–2500 мл
Резервный объем выдоха ( $PO_{выд}$ )	1000–1500 мл
Жизненная емкость легких (ЖЕЛ)	3000–4800 мл
Должная ЖЕЛ (ДЖЕЛ): для мужчин; для женщин	Рост (см) · 25 Рост (см) · 20
Емкость максимального вдоха	1800–3300 мл
Емкость максимального выдоха	1300–2300 мл
Максимальная вентиляция легких (МВЛ)	120–170 л
Должная максимальная вентиляция легких (ДМВЛ)	1/2 ДЖЕЛ · 35
Минутный объем дыхания (МОД)	6–8 л/мин
Резерв дыхания = МВЛ – МОД	50–140 л
Форсированная ЖЕЛ (ФЖЕЛ)	80 % ЖЕЛ
Объемная скорость вдоха и выдоха: для мужчин; для женщин	5–8 л/с 4–6 л/с
Задержка дыхания на вдохе (проба Штанге)	55–60 с
Задержка дыхания на выдохе (проба Генча)	35–40 с
Индекс Тифно (объем форсированного выдоха за 1 с ( $OFV_1$ )/ЖЕЛ): для мужчин; для женщин	80 % 82 %

**Вопросы**

1. Как измерить дыхательный объем, резервный объем вдоха и резервный объем выдоха с помощью спирометра?
2. Назовите структуры дыхательной системы, обозначенные цифрами на рисунке 1.





**Рис.1.** Строение дыхательной системы

3. Вычислите величину вентиляции альвеол при условии, что минутный объём дыхания равен 8 л, объём мёртвого пространства — 150 мл при условии, что: 1) дыхательный объём равен 500 мл, а частота дыхания — 16 раз в минуту; 2) дыхательный объём равен 250 мл, а частота дыхания — 32 раз в минуту. Сравните объём вентиляции альвеол для обоих случаев и определите, какой режим дыхания выгоднее.

4. Определите ДЖЕЛ у мужчины в возрасте 45 лет, если его рост равен 181 см.

5. Определите ДЖЕЛ у женщины ростом 165 см в 30-летнем возрасте?

6. На какую величину изменится МОД, если в покое число дыхательных движений равно 20, ДО — 600 мл, при физической работе ЧД увеличилось вдвое, а ДО — на 300 мл?

7. Спирометрия показала, что жизненная ёмкость лёгких испытуемого равна 38000 мл. Из них РОИ составляет 1700 мл, РОЭ — 1500 мл. Сколько воздуха поступит в альвеолы за 1 мин, если испытуемый делает за это время 18 дыхательных движений?

8. Почему после плотной еды становится трудно дышать?

9. Объясните механизм вдоха и выдоха. Какие физические процессы лежат в основе дыхательных движений? Почему во время выдоха энергия не затрачивается?

10. Как можно доказать, что содержание  $\text{CO}_2$  в выдыхаемом воздухе существенно больше, чем в атмосферном?

### Лабораторная работа №5

#### Как проверить сатурацию в домашних условиях Теоретическая часть

Здоровый человек делает от 12 до 20 вдохов в минуту. Именно столько необходимо клеткам и тканям организма, чтобы насытиться оптимальной дозой кислорода, необходимой для нормальной жизнедеятельности. Когда кислорода недостаточно, человек начинает испытывать дискомфорт во время дыхания. Одышка — не единственный исход, который может произойти при дыхательной недостаточности. Именно поэтому очень важно всегда контролировать уровень кислорода в крови.

Одной из самых серьёзных причин дыхательной недостаточности стал **коронавирус**. Она такует дыхательную систему изо щрённым способом: органам не хватает кислорода, но организм человека не способен это определить. Заболевание может протекать бессимптомно, без одышки, кашля и температуры.

Когда же организм начинает подавать сигналы о том, что лёгкие поражены ковид-пневмонией, последствия могут быть катастрофическими. Чтобы избежать подобного исхода, необходимо контролировать уровень насыщенности крови кислородом. Именно он пока зывает, как работают лёгкие и нужна ли им дополнительная поддержка.

*Что такое сатурация кислорода?*

*Сатурация* — это насыщение крови кислородом. Измеряется она в процентном соотношении и считается одним из главных показателей, по которому можно выявить патологии и заболевания дыхательной системы ещё на начальных стадиях.

Когда мы дышим, наши лёгкие первые получают дозу кислорода и доставляют его ко всем клеткам тканей организма по кровотоку. Углекислый газ, который образовался в процессе дыхания, высвобождается из тканей и по крови передаётся обратно в лёгкие, из которых выходит наружу при выдохе. Свободное место, которое осталось в клетках после выхода углекислого газа, сразу же заполняется свежим кислородом. Так происходит непрерывный газообмен в организме человека.

Чтобы кислород транспортировался по кровеносным сосудам, он связывается с молекулами гемоглобина. Эта связь внутри организма называется оксигемоглобин. Она является параметром, который отражает сатурацию или уровень кислорода в крови человека.

*Зачем измерять уровень насыщения кислородом в крови?*

Насыщение лёгких тканей  $O_2$  жизненно важно для любого человека. Он необходим нам для нормальной жизнедеятельности, способности выполнять ежедневные функции, делать физические упражнения и просто жить. А 90% всей энергии человек получает именно из кислорода.

Дыхательная недостаточность может возникнуть по ряду причин:

- Избыточный вес
- Анемия
- Высокое артериальное давление
- Нарушения работы щитовидной железы
- Патологии сердца
- Плохое кровоснабжение
- Заболевания органов дыхания
- Курение
- Хирургические операции
- Тяжёлые травмы
- **Коронавирусная инфекция**

Показатели кислорода снижаются и при заболевании COVID-19. Когда инфекция попадает в лёгкие, она поражает альвеолы, которые участвуют в газообмене, а затем гемоглобин, участвующий в транспортировке  $O_2$ . Воспаление тканей приводит к отёку лёгких и развитию пневмонии.

Главная опасность коронавируса в том, что при лёгких формах его проявления у человека может и не быть симптомов заболевания. Температура, кашель и слабость отсутствуют. Человек чувствует себя хорошо и даже не задумывается, что инфекция уже начала поражать лёгкие.

Измерение уровня кислорода в крови — один из действенных способов предупреждения инфекции. С его помощью можно выявить ковид ещё на начальных стадиях и начать соответствующее лечение. Показатель уровня сатурации поможет предупредить раз-

витие болезни и избежать её прогрессирующей стадии, когда необходима госпитализация и подключения аппарата искусственной вентиляции лёгких.

Однако следует помнить, что хотя измерить уровень насыщения кислородом можно самостоятельно, предписывать, как и чем лечить коронавирус в домашних условиях, может только врач.

### **Какая норма уровня кислорода в крови?**

Норма сатурации кислорода в крови у взрослых и детей — показатель индивидуальный. Зависит он от физиологических особенностей организма и факторов окружающей среды.

Нормой принято считать:

- 95—98% — у здорового человека
- 92—95% — при хронических заболеваниях органов дыхания
- 92—95% — у курящих людей

При коронавирусе этот показатель снизится на несколько процентов. Чтобы избежать кислородного голодания, здоровый человек должен начать принимать меры уже при 94%. Когда насыщенность крови кислородом опускается до 90% и ниже, повышается нагрузка на жизненно-важные органы —

сердце, лёгкие, печень. Это состояние очень опасно и требует незамедлительного лечения. В наиболее тяжёлых случаях сатурация может опуститься вплоть до 70%, когда пациента подключают к аппарату ИВЛ. Гипоксемическая кома наступает при показателях ниже 60%.

### *Как измерить сатурацию в домашних условиях?*

Чтобы отслеживать своё состояние и избежать катастрофических последствий, можно самостоятельно контролировать уровень кислорода в крови при коронавирусе. Сделать это можно с помощью специального прибора для измерения сатурации кислорода — **пульсоксиметра**.

Пульсоксиметр очень прост в использовании. Кроме уровня сатурации он также измеряет пульс. Работает прибор следующим образом:

1. Аппарат надевается на палец или мочку уха и начинает излучать волны разной длины с помощью светодиода датчика.
2. Степень поглощения лучей зависит от количества кислорода, который содержится в крови. Насыщенные клетки крови поглощают больше инфракрасного света.
3. Аппарат получает данные о преломлении, отражении и прохождении этих лучей и выдаёт результат.



Чтобы получить максимально достоверную оценку, необходимо соблюдать определённые правила:

- Не пейте алкогольные и энергетически напитки перед процедурой
- Не принимайте пищу за 2 часа
- Не принимайте успокоительные и лекарственные препараты, которые влияют на работу сердечной или дыхательной систем
- Сохраняйте неподвижность во время процедуры
- Удалите лакс пальца, на который одеваются датчик
- Снимите серьгу, если датчик помещается на мочку уха

#### *Как измерить уровень кислорода в крови без прибора?*

Проверять сатурацию пульсоксиметром рекомендуется в период пандемии, а также при ожирении, сердечных или лёгочных заболеваниях, болезнях щитовидки.

Если аппарата под рукой нет, но у вас появились симптомы опасения касательно своего состояния, в домашних условиях можно провести несложный тест. Впервые его опробовали в Англии, теперь же им пользуются жители многих стран. Несмотря на то, что его показания не считаются такими же достоверными, как при использовании прибора, тест поможет выявить нарушения в работе дыхательных органов.

#### *Как проверить сатурацию без пульсоксиметра?*

1. Сделайте глубокий вдох.
2. Задержите дыхание.
3. Отсчитывайте время на протяжении 30 секунд.

Абсолютно здоровые лёгкие выдержат это испытание. На основании подсчётов, можно приблизительно определить уровень насыщенности кислородом:

- 30 секунд — норма 95—98%
- 10 секунд — сниженный показатель 93—94%
- 7 секунд — экстремально низкий уровень 90%

При нехватке кислорода следует обратиться к врачу за помощью, присутствующих симптомов коронавируса — вызвать врача на дом.

Ещё один способ узнать уровень насыщенности крови кислородом — сдать анализ крови в поликлинике.

#### *Можно ли проверить сатурацию телефоном или умными часами?*

Техника не стоит на месте. Её возможности становятся гораздо шире и привлекают приложения. С помощью гаджетов мы научились отслеживать свой пульс, физическую активность и состояние здоровья.

Несмотря на то, что появилось множество приложений, которые помогают отслеживать уровень кислорода, ни одно из них не покажет вам достоверные сведения. Это можно объяснить тем, что для отслеживания сатурации необходимо два прибора: пульсоксиметр и датчик, который просвечивает кожу. В современных смартфонах данной функционал нет.

А вот некоторые smart-часы могут похвастаться такой функцией. В некоторых моделях фитнес-браслетов и Apple Watch установлен светодиод. Он излучает красные и инфракрасные волны, которые просвечивают кожу и выявляют насыщенность кислородом по цвету. В гаджетах также встроен специальный датчик SPO<sub>2</sub>, где S — уровень сатурации, P — пульс, а O<sub>2</sub> — кислород. Датчик улавливает сигналы и выводит результаты на экран.

Однако показания таких часов также некорректны. Их точность зависит от второстепенных факторов: освещения, давления и



даже расположения часов на запястье. Поэтому полагаться на результаты гаджетов не стоит.

Если чувствуете малейшие проблемы с дыханием, появилась лёгкая одышка и участился пульс, вероятно, у вас низкий уровень насыщенности крови кислородом. Чтобы удостовериться в своих опасениях, используйте пульсоксиметр и сдайте анализ крови. Только он даст вам верный результат, на основании которого врач назначит соответствующее лечение.

## Лабораторная работа №6

### «Изучение кислотно-щелочного баланса пищевых продуктов» Теоретическая часть

Кислотность и щёлочность раствора определяется концентрацией ионов водорода в этом растворе. Концентрацию ионов водорода выражают через  $pH$  раствора (указывает на определенную математическую операцию;  $H$  — химический символ водорода);  $pH$  — это десятичный логарифм величины, обратной концентрации ионов водорода. В одном  $dm^3$  (1 л) чистой воды содержится  $1 \cdot 10^{-7}$  моль ионов водорода. Следовательно, для воды величина  $pH$  равна  $\log(10/10^7) = 7$ .

Эта величина ( $pH$  7,0) характеризует нейтральный раствор (при комнатной температуре). Значение ниже 7,0 указывает на кислый раствор, а выше 7,0 — на щелочной.

Диапазон значений  $pH$ , как правило, варьирует от 0 до 14,0.

Для клеток и тканей требуется  $pH$  равный 7, а отклонение от этой величины более чем на 1 или 2 единицы сказывается на них губительно. Следовательно, для поддержания  $pH$  живых тканей на более или менее постоянном уровне существуют определенные механизмы. Частично это достигается при помощи буферных растворов (буферов).

Буферный раствор — это раствор, содержащий смесь какой-либо слабой кислоты и её растворимой соли. Действие его заключается в том, чтобы противостоять изменениям  $pH$ . Такого рода изменения могут возникать вследствие разбавления, а также при добавлении кислоты или соли. Некоторые органические соединения, в частности белки, способны действовать как буферы. Это качество является одним из важнейших для жизнедеятельности организма.

При употреблении различных пищевых продуктов важно учитывать их степень кислотно-щелочного влияния на органы пищеварения (ЖКТ).

Чрезмерное употребление «агрессивных» продуктов с низкими ( $pH$  менее 4) или высокими ( $pH$  более 10) значениями может привести к развитию заболеваний ЖКТ, в том числе гастриту и язвы желудка (примеры в табл. 1).

Таблица 1

Примеры показателей  $pH$

Вещество	$pH$
Желудочный сок	1.0—2.0
Кока-кола	$3.0 \pm 0.3$
Яблочный сок	3,0
Пиво	4.5
Кофе	5.0
Чай	5.5
Кожа здорового человека	5.5

Продолжение

Вещество	pH
Слюна	6.8—7.4
Молоко	6.6—6.9
Чистая вода	7.0
Кровь	7.36—7.44
Морская вода	8.0
Мыло (жировое) для рук	9.0—10.0

### Практическая часть

**Цель работы:** изучить методику определения pH различных веществ.

**Оборудование и материалы:** цифровая лаборатория Re1e0n с датчиком pH, 6 мерных стаканов с пищевыми продуктами: питьевая вода, кока-кола, молоко, кофе, апельсиновый сок, минеральная и дистиллированная вода.

#### Техника безопасности

1. Перед началом работы освободите рабочее место от посторонних предметов.
2. Соблюдайте осторожность при работе с датчиком растворами.
3. Точно выполняйте указания учителя при работе с ним в отношении порядка действий.
4. По окончании работы приведите в порядок рабочее место.

#### Ход работы:

1. Изучить pH различных растворов продуктов питания.
2. Для измерений необходимо использовать датчик pH цифровой лаборатории.
3. После каждого измерения щуп датчика необходимо споласкивать в дистиллированной воде.
4. Результаты эксперимента занести в таблицу 2.

### Представление результатов наблюдений

Таблица 2

Показатели pH объектов исследований

№	Образец	Показатель pH	Описание образца
1	Питьевая вода		
2	Кока-кола		
3	Кофе		
4	Апельсиновый сок		
5	Минеральная вода		

**Выводы:** сформулируйте выводы и ответьте на вопросы.

1. Что такое pH?
2. Какая среда наиболее характерна для продуктов питания?
3. Определить степень агрессивности исследованных продуктов для ЖКТ?
4. Сделать выводы по проделанной работе.

### **Контрольные вопросы**

1. Перечислите методы определения  $pH$ .

Ответ: Универсальная индикаторная бумага, датчик  $pH$ .

2. Допустимо ли определение кислотных-щелочных свойств веществ органолептическими методами?

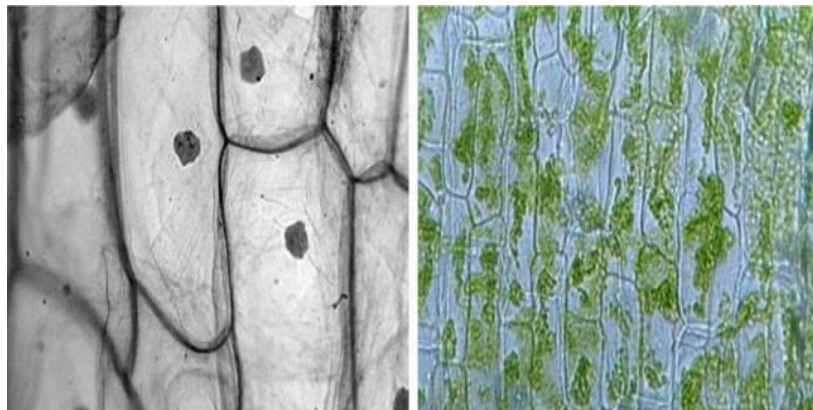
Ответ: Нет (жидкость может не обладать запахом и цветом, но иметь высокую кислотность, что очень опасно для организма).



# МИКРОСКОПИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

## Лабораторная работа №1

### «Приготовление препарата клеток сочной чешуи лука»



Кожица лука

#### Правила приготовления микропрепарата

1. Возьмите предметное стекло, тщательно протрите его специальной салфеткой.
2. С помощью пипетки нанесите 1—2 капли воды на середину предметного стекла.
3. Осторожно с помощью препаровальной иглы снимите кусочек прозрачной кожицы с внутренней поверхности чешуи лука при помощи препаровальной иглы (будьте аккуратны) или непосредственно руками. Положите кусочек кожицы в каплю воды и аккуратно расправьте кончиком иглы.
4. Накройте препарат покровным стеклом.
5. Поместите препарат под объектив микроскопа и рассмотрите его. Отметьте, какие клетки вы видите.
6. Окрасьте препарат раствором йода. Для этого на предметное стекло рядом с покровным нанесите каплю раствора йода. Излишки раствора удалите фильтровальной бумагой противоположной стороны препарата.
7. Рассмотрите окрашенный препарат под цифровым микроскопом. Какие изменения вы наблюдаете?
8. Найдите оболочку, окружающую клетку (темная полоса), цитоплазму (золотистое вещество), ядро, вакуоль клеточным соком.
9. Сделайте микрофотографию клеток кожицы лука и разместите ее в электронной тетради. Укажите оболочку, цитоплазму, ядро, вакуоль клеточным соком. (При использовании обычной тетради сделайте рисунки карандашом).

#### Инструктивная карточка

##### Ход работы

1. Возьмите предметное стекло, тщательно протрите его специальной салфеткой.
2. С помощью пипетки нанесите 1—2 капли воды на середину предметного стекла.
3. Осторожно с помощью препаровальной иглы снимите кусочек прозрачной кожицы с внутренней поверхности чешуи лука (будьте аккуратны). Положите кусочек кожицы в каплю воды и аккуратно расправьте кончиком препаровальной иглы.
4. Накройте препарат покровным стеклом.
5. Подготовьте к работе цифровой микроскоп.



6. Поместите препарат под объектив микроскопа и рассмотрите его. Отметьте, какие клетки вы видите.

7. Окрасьте препарат раствором йода. Для этого на предметное стекло рядом с покровным нанесите каплю раствора йода. Излишки раствора удалите фильтровальной бумагой с противоположной стороны препарата.

8. Рассмотрите окрашенный препарат под микроскопом. Какие изменения вы наблюдаете?

9. Найдите оболочку, окружающую клетку (тёмная полоса), цитоплазму (золотистое вещество), ядро, вакуоль клеточным соком.

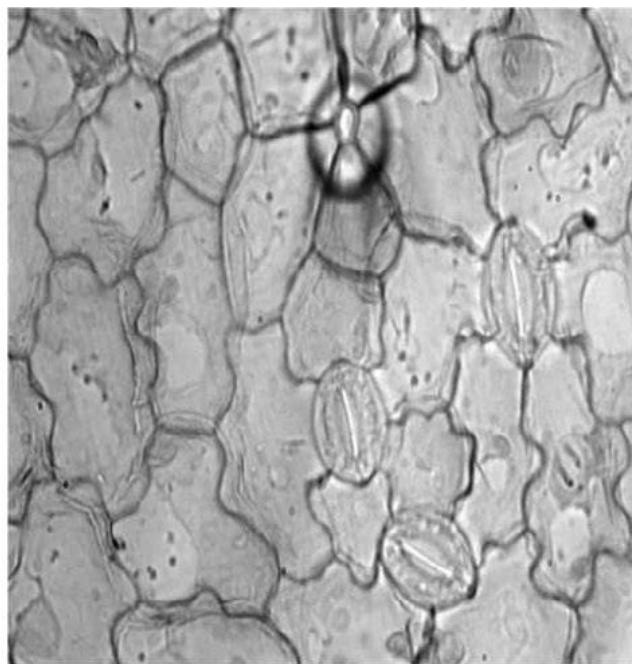
10. Сделайте рисунки клеток карандашом, подпишите оболочку, цитоплазму, ядро, вакуоль клеточным соком.

11. Сделайте микрофотографию клеток кожицы чешуи лука и разместите её в электронной тетради, сделайте необходимые подписи.

## Лабораторная работа №2 «Строение растительной клетки»



*Зигокактус*



*Эпидермис листа герани*

Для организации данной лабораторной работы можно использовать готовые микропрепараты с растительными клетками, где видны органоиды: хлоропласты, вакуоли, ядро. Изучение ультраструктуры клетки можно проводить, используя фотографии с электронного микроскопа. Можно использовать фотографии учебника, демонстрируя их с помощью документ-камеры или Интернет-ресурсы.

*Инструктивная карточка*

### **Ход работы:**

1. Подготовьте микроскоп к работе.

Рассмотрите предложенные вам микропрепараты растительных клеток.

2. Найдите оболочку растительных клеток. Изучите её строение (используя материал учебника или Интернет-ресурсы). В чём особенность строения оболочки клеток растений? Какие функции выполняет оболочка?

3. Найдите ядро в растительных клетках. Изучите его строение (используя материал учебника или Интернет-ресурсы). Какие функции выполняет ядро?

4. Найдите хлоропласты в растительных клетках. Изучите их строение (используя материал учебника или Интернет-ресурсы). В чём особенность строения хлоропластов клеток растений? Какие ещё пластиды могут

5. присутствовать в растительных клетках? Какие функции выполняют пластиды?

6. Найдите цитоплазму в растительных клетках. Изучите её строение (используя материал учебника или Интернет-ресурсы). В чём особенность строения цитоплазмы? Какие функции выполняет цитоплазма?

7. Найдите вакуоли в клеточном соке в растительных клетках. Изучите их строение (используя материал учебника или Интернет-ресурсы). В чём особенность строения вакуолей в растительных клетках? Какие функции выполняют вакуоли?

8. Сделайте рисунки клеток карандашом, подпишите оболочку, цитоплазму, ядро, вакуоли в клеточном соке, хлоропласты.

9. Сделайте микрофотографии клеток растений и разместите их в электронной тетради, сделайте необходимые подписи.

10. Рассмотрите фотографии клеток, сделанные с помощью электронного микроскопа. Найдите на рисунках рибосомы, эндоплазматическую сеть, митохондрии, аппарат Гольджи, лизосомы. Изучите их строение и функции, используя материал учебника или Интернет-ресурсы.

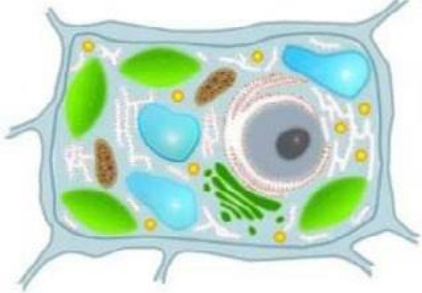
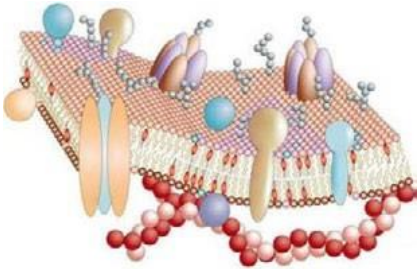

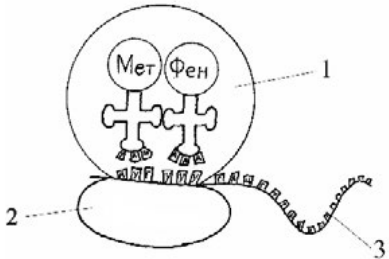
11. По результатам работы заполните таблицу «Строение и функции органоидов клетки растений».


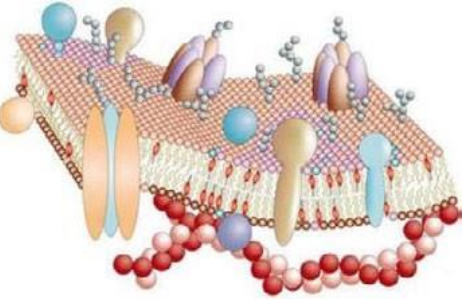

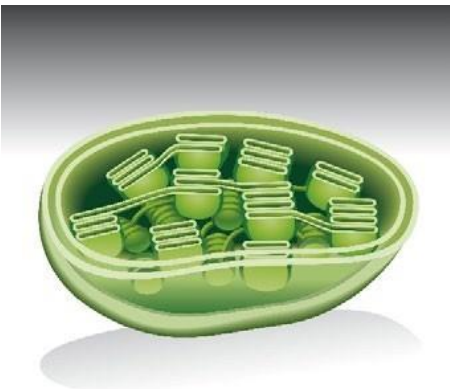
### Строение и функции органоидов клетки растений




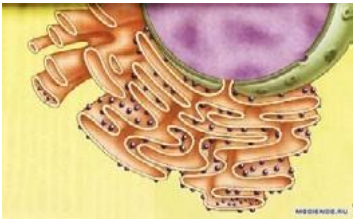
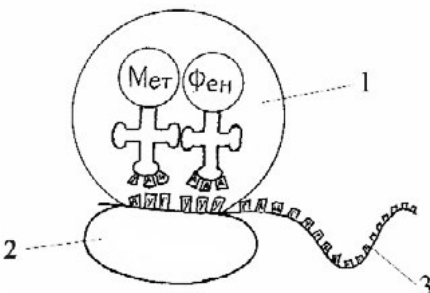
№	Название органоида	Особенности строения	Функции
1	Оболочка		
2	Мембрана		
3	Цитоплазма		
4	Ядро		
5	Хлоропласты		
6	Хромопласты		
7	Лейкопласты		
8	Митохондрии		
9	Аппарат Гольджи		
10	Лизосомы		
11	Вакуоли		
12	ЭПС		
13	Рибосомы		

**ТЕСТ**

**Клеточное строение организмов**

	Вопрос	Варианты ответов
1	 <p>Для клетки этого организма характерно наличие</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Митохондрий</li> <li>2. Клеточного центра</li> <li>3. Ядра</li> <li>4. Пластид</li> </ol>
2	 <p>Какой структурный компонент клетки изображен на рисунке?</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Аппарат Гольджи</li> <li>2. Клеточная мембрана</li> <li>3. ЭПС</li> <li>4. Центриоли</li> </ol>
3	 <p>В животной клетке отсутствуют:</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Митохондрий</li> <li>2. Клеточного центра</li> <li>3. Пластид</li> <li>4. Ядра</li> </ol>
4	 <p>На рибосомах в клетке образуются:</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Белки</li> <li>2. Жиры</li> <li>3. Энергию</li> <li>4. Углеводы</li> </ol>

	Вопрос	Варианты ответов
5	 <p>К органоидам клетки с двумя мембранами относятся:</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Лизосомы</li> <li>2. Митохондрии</li> <li>3. Рибосомы</li> <li>4. ЭПС</li> </ol>
6	 <p>Определите структуру клетки, изображенную на рисунке</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. аппарат Гольджи</li> <li>2. мембрана клетки с гликокалексом</li> <li>3. мембрана клетки клеточной стенкой</li> <li>4. эндоплазматическая сеть</li> </ol>
7	 <p>К органоидам клетки с двумя мембранами относятся:</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Лизосомы</li> <li>2. Митохондрии</li> <li>3. Рибосомы</li> <li>4. ЭПС</li> </ol>
<b>Осуществите множественный выбор (два верных ответа из шести)</b>		
8	 <p>Назовите части хлоропласта, где происходит фотосинтез:</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Строма</li> <li>2. Рибосомы</li> <li>3. Граны</li> <li>4. Тилакоиды</li> <li>5. Включения крахмала</li> <li>6. Кольцевая ДНК</li> </ol>

	Вопрос	Варианты ответов	
<b>Установите соответствие</b>			
9	 1  2  3  4	<p>Установите соответствие между рисунком с изображением органоида и его названием</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Митохондрия</li> <li>2. Гладкая ЭПС</li> <li>3. Пластида</li> <li>4. Аппарат Гольджи</li> </ol>
<b>Установите правильную последовательность</b>			
10		<p>Процесс синтеза белка проходит следующие этапы:</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Транскрипция</li> <li>2. Выход иРНК из ядра в цитоплазму</li> <li>3. Образование комплекса Рибосома-иРНК</li> <li>4. Доставка аминокислот к месту синтеза белка</li> </ol>



## Лабораторная работа №3

### «Плазмолиз и деплазмолиз в клетках растений» 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 объема цитоплазмы до исходного уровня при переносе клеток в чистую воду или раствор с более высокой водным потенциалом называют **деплазмолизом**.

Лабораторное изучение процесса плазмолиза на примере растительных клеток кожи-цы 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 приготовить 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. В следствие 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 стеклами во избежание уколов и порезов.
3. Недопускайте 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 препарат вальной иглой, накрыть покровным стеклом.
4. Настроить 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 стенке при большом увеличении (10x10), используя микровинт для настройки резкости. Зарисуйте микропрепарат с обозначением всех видимых органоидов клетки, используя рисунок №1.

8. Произведите плазмолиз: каплю раствора NaCl pipеткой перенесите к краю покровного стекла, а с противоположной стороны оттяните 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 произошёл процесс деплазмолиза лучше всего использовать раствор дистиллированной воды, но, если её нет, можно использовать водопроводную.

### **Представление результатов наблюдений**

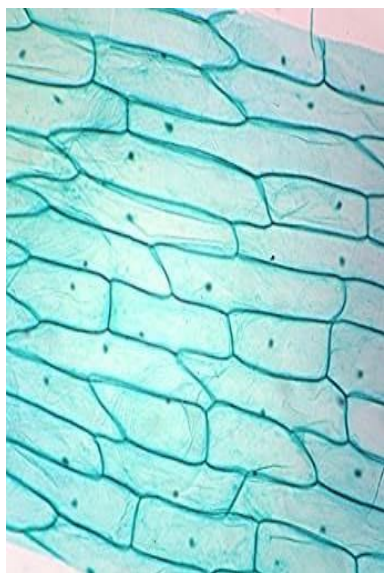


Рис. 1.

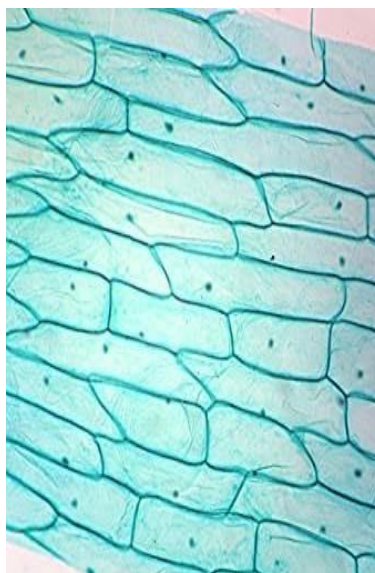


Рис. 2.

### **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?





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

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

4. По окончании работы приведите в порядок рабочее место.

### Ход работы:

#### Работа с микропрепаратами

1. Настройте микроскоп. Столик должен быть опущен, свет сфокусирован в окуляре, диафрагма полностью открыта, установлено малое увеличение ( $4 \cdot 10$ ).

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 ( $10 \cdot 10$ ), используя микровинт 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 ( $10 \cdot 10$ ) рассмотрите строение вайи папоротника. Выполните задание №2 (пункт №5—8).

7. Установите следующий микропрепарат, на большом увеличении ( $10 \cdot 10$ ) рассмотрите строение заростка папоротника. Выполните задание №3.

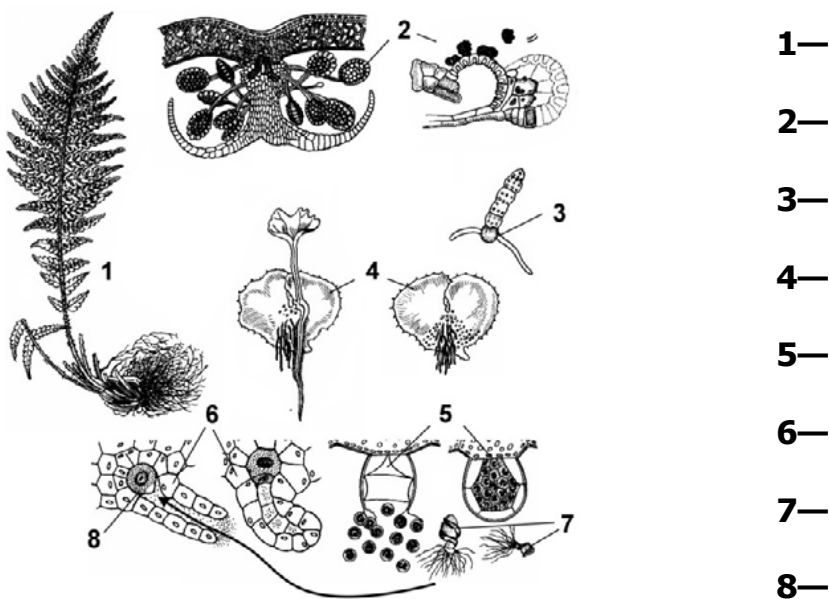
8. Сделайте описание процессов, происходящих в структурах папоротника на разных стадиях жизненного цикла.

### Обратите внимание!

Хромосомный набор ножки, кольца спорангия, плаценты, индузия вайи и диплоидный ( $2n$ ), аспороидный ( $n$ ).

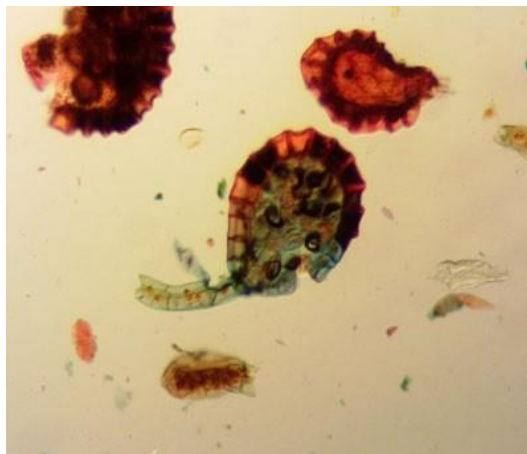
### Представление результатов наблюдений

Задание 1. Сделайте соответствующие подписи.



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

Спорангии папоротника



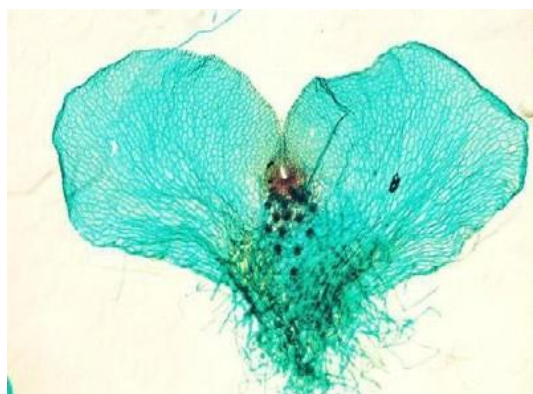
Сорус



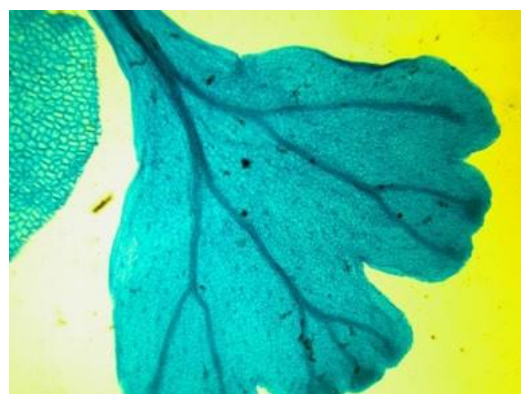
1)	2)	3)	4)
5)	6)	7)	8)

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

Заросток папоротника



Молодой спорофит



1)	2)
3)	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? О  
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 проросток (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

А) вайя

Б) ризоиды заростка

В) клетки корневища

Г) клетки архегония  
Д) спора

НАБОР ХРОМОСОМ

1) гаплоидный

2) диплоидный

Запишите цифры в таблицу под соответствующими буквами.

А	Б	В	Г	Д

### Лабораторная работа №5

#### Сравнительная характеристика одноклеточных организмов Теоретические сведения

К простейшим относятся одноклеточные организмы. Встречаются практически во всех средах обитания: водная, почвенная, организменная. Размеры тела могут сильно варьировать, наиболее мелкие будут 2—15 мкм, большинство от 50 до 150 мкм, а есть настоящие «гиганты». Инфузории рода *Paramecium* около 1,5 мм в длину, грегарина *Parosporagigantea* 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 передвижения. Движение одноклеточного организма осуществляется с помощью разных органоидов: выростов цитоплазмы. У саркодовых для передвижения захватываются и при необходимости образуются ложноножки — псевдоподии. Они представляют собой выросты цитоплазмы, укрепленные волокнами цитоскелета. Жгутиковые передвигаются с помощью одной 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 — свободноживущие организмы, характеризующиеся различными способами передвижения. Также в природе встречаются паразитические группы. Многие из них возбудители тяжёлых заболеваний человека, например, *плазмодии* вызывают болезнь — малярию.

Для изучения простейших можно использовать постоянные микропрепараты, а также рассматривать водные растворы из природных водоёмов. 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 живыми организмами удобнее всего использовать воду из прудов или озёр сорганической взвесью.

### **Практическая часть**

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

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

### **Техника безопасности**

1. Перед началом работы освободите рабочее место от посторонних предметов.
2. Соблюдайте осторожность при работе с препаратными иглами, предметными и покровными стеклами во избежание уколов и порезов.
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:**

#### **Часть 1. Приготовление временных микропрепаратов (при работе с готовыми микропрепаратами переходите сразу к следующей части работы)**

1. На предметное стекло нанесите каплю водного раствора (водоём, аквариум и др.) с помощью обыкновенной пипетки.
2. Поместите каплю воды на предметное стекло несколько волокон ваты, затем аккуратно распределите их по капле препаратной иглой и накройте покровным стеклом.
3. Настройте микроскоп. Столик должен быть опущен, свет сфокусирован в окуляре, диафрагма полностью открыта, установлено малое увеличение (4·10).

### **Обратите внимание!**

Для приготовления временных микропрепаратов 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 стекол на которые вы нанесёте капли воды, чтобы увеличить шансы на нахождения 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 объектив не соприкоснулось.
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 микровинт 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 большем увеличении (10·10) 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 data-bbox="411 1131 513 1164">Амёба</p>	
<p data-bbox="395 1400 529 1433">Эвглена</p>	
<p data-bbox="300 1702 625 1736">Инфузория-туфелька</p>	

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

Таблица 2

Особенности жизнедеятельности простейших

Простейшие	Форматела	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 регуляция 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 элементохоты и лизациты), порошица.

2. Передвижение амёбы осуществляется с помощью:

1. Параподий
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  
Инфузория  
В) реснички  
Г)  
стигма  
Д) жгутики

#### ОРГАНИЗМЫ

- 1) Эвглена  
2)

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 №7

#### «Особенности внутреннего строения дождевого червя» Теоретическая часть

Семейство дождевых червей (Lumbricidae) включает около 200 видов, большинство являются обитателями почвы. Дождевыми червями питаются многие животные: землеройки, кроты, лягушки, птицы.

Особое значение биологическое значение дождевых червей в почвообразовании. Они заглатывают опавшие листья и почву, ускоряя процесс формирования гумусового слоя. Пищеварительная система устроена таким образом, что способна нейтрализовать гуминовые кислоты, которые образуются в результате разложе-



ния органики, благодаря известковым железам. В средней кишке на дорсальной стороне расположено внутренняя продольная складка — тифлозоль, которая значительно увеличивает площадь всасывания питательных веществ в кишечнике. Структурность почвы значительно улучшается со временем, как она будет пропущена через кишечник червя.

В рамках изучения поперечного среза дождевого червя интересно провести сравнительный анализ данного микропрепарата с поперечным срезом плоского червя. Это позволяет проследить появление структурно-функциональных изменений в процессе эволюции.

### **Практическая часть**

**Цель работы:** изучить внутреннее развитие дождевого червя.

#### **Оборудование**

**и**

#### **материалы:**

бинокулярный микроскоп, препарат поперечный срез дождевого червя, препарат поперечный плоского червя.

#### **Техника безопасности**

1. Перед началом работы освободите рабочее место от посторонних предметов.
2. Соблюдайте осторожность при работе с предметными и покровными стеклами во избежание порезов.
3. Приступайте к работе только тогда, когда убедитесь в исправности микроскопа. Точно выполняйте указания учителя при работе с ним в отношении порядка действий.
4. По окончании работы приведите в порядок рабочее место.

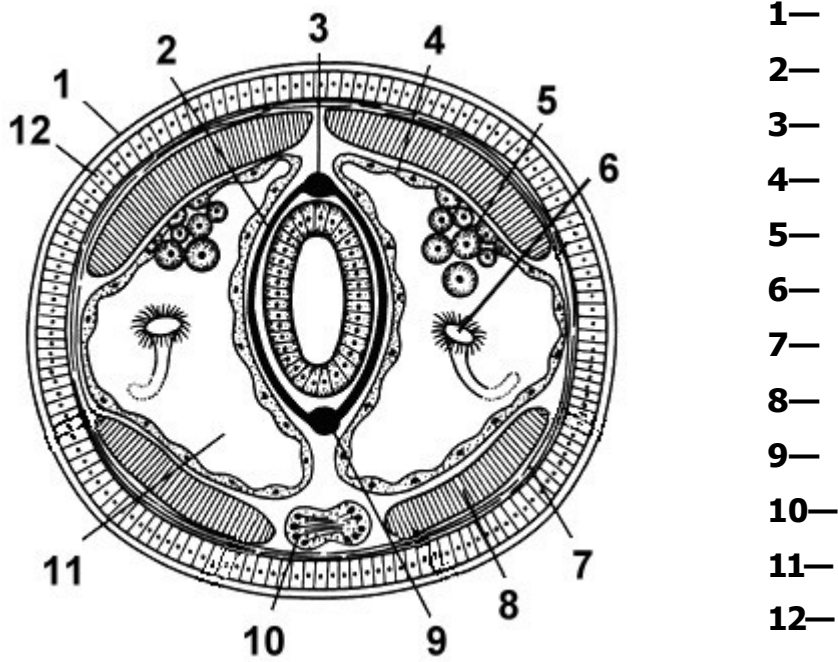
#### **Ход работы:**

##### **Работа с микропрепаратами**

1. Настройте микроскоп. Столик должен быть опущен, свет сфокусирован в окуляре, диафрагма полностью открыта, установлено малое увеличение (4·10).
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 (10·10), используя макровинт для настройки резкости. Изучите анатомические особенности строения дождевого червя. Выполните задание №1.
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 (10·10) рассмотрите строение плоского червя. Выполните задание №2.
7. Сделайте выводы исходя из проделанных наблюдений.

**Представление результатов наблюдений**

**Задание 1.** Определить анатомические структуры внутреннего строения дождевого червя.



**Задание 2.** Сравнить микропрепараты поперечного среза дождевого и плоского червей и заполнить таблицу № 1



**Рис. 1.** Поперечный срез плоского червя



**Рис. 2.** Поперечный срез кольчатого червя

## Сравнительная характеристика плоских и кольчатых червей

Признаки для сравнения	Организмы	
	Планария	Дождевой червь
Покровы		
Полость тела		
Пищеварительная система		
Кровеносная система		
Дыхательная система		
Нервная система		
Выделительная система		

**Выводы**

1. Какие прогрессивные черты развития характерны для дождевого червя?
2. Какие существенные отличия наблюдаются между плоскими и кольчатыми червями?
3. Какое значение имеет флора?
4. Какое значение имеют данные червей в природе?

**Контрольные вопросы**

1. Какая система в первую очередь появляется у кольчатых червей? Ответ: кровеносная.
2. Все приведенные ниже характеристики, кроме двух, используются для описания дождевого червя. Определите два термина, «выпадающих» из общего списка.

- 1) гермафродитное животное
  - 2) имеет замкнутую кровеносную систему
  - 3) является паразитом
  - 4) телоразделено на сегменты
  - 5) имеет слепозамкнутый кишечник
- Отв: 3, 5.

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

**ПРИЗНАКИ**

- А) целом  
Б) протонефридии

**ПРЕДСТАВИТЕЛИ**

- 1) Планария  
2) Дождевой червь

- В) полость тела заполнена паренхимой  
Г) брюшная нервная цепочка  
Д) задняя кишка

Запишите цифры в таблицу под соответствующими буквами.

А	Б	В	Г	Д

Ответ:

А	Б	В	Г	Д
2	1	1	2	2

### **Темы для проектов:**

1. Регенеративная способность кольчатых червей на примере дождевого червя.
2. Влияние органических и минеральных удобрений на жизнедеятельность червей.
3. Изменение качества почвы в результате деятельности червей, спроведением вегетационного опыта.

### **Лабораторная работа №8**

#### **«Методы цитологического анализа полости рта» Теоретическая часть**

Внутренняя поверхность щеки представляет собой многослойный пласт клеток буккального эпителия. Эти клетки находятся на разных стадиях морфофункциональной дифференцировки — от малодифференцированных предшественников в базальном слое (они обеспечивают регенерацию эпителия) до высокоспециализированных клеток, кото-

рые по мере дифференцировки смещаются в поверхностные слои. Большая часть клеток мертвые и имеют сильно структурированное ядро. Часть из них несут признаки более или менее выраженного ороговения, о чем свидетельствует наличие кератина. Состояние клеток буккального эпителия отражает характер процессов происходящих, в ротовой полости, а также в организме в целом.

Существуют различия в построении клеток по половому признаку, например, у женщин в клетках буккального эпителия можно увидеть половую X-хромосому в интерфазном ядре (половой хроматин) — плотный участок хроматина, прилежащий непосредственно к периферии ядра (тельца Барра). У мужчин в норме тельца Барра отсутствуют. В цитоплазме живых клеток можно также видеть множество мелких гранул — митохондрий и мелких пузырьков. Изучение буккального эпителия используется в цито-генетических исследованиях с целью выявления геномных нарушений.

Клеточные изменения эпителия (размер клеток, характер ядер и др.) учитываются при скрининговой оценке состояния здоровья, стрессах, вредных факторов внешней среды, соматической патологии, биологического возраста человека.

Этот метод является неинвазивным, простым и удобным для диагностики состояния организма человека.

#### **Практическая часть**

**Цель работы:** изучить микроскопические особенности буккального эпителия человека.

**Оборудование и материалы:** предметные стека, покровные стекла, пипетка, раствор йода, фильтровальная бумага, микроскоп, ватные палочки.

#### **Техника безопасности**

1. Перед началом работы освободите рабочее место от посторонних предметов.
2. Соблюдайте осторожность при работе с предметными и покровными стеклами, избегайте 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. Возьмите ватную палочку и проведите несколько раз одним концом палочки по внутренней поверхности щеки, слегка нажимая на палочку. Проведите по поверхности слизистой оболочки, между зубами и щекой. Рекомендуется слегка поворачивать саму палочку, слегка нажимая на нее (рис. 1).

2. На предметное стекло нанести фрагмент слизи, который остался на концеватной палочке. При этом на кончике палочки в каплях слюны окажутся слущенные клетки эпителия, выстилающего полость рта.

3. Накрывать объект покровным стеклом и аккуратно добавить 1 каплю красителя на границу покровного стекла.

4. Настройте микроскоп. Столик должен быть опущен, свет сфокусирован в окуляре, диафрагма полностью открыта, установлено малое увеличение (4·10).

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

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

7. Рассмотрите морфологическое разнообразие клеток буккального эпителия при большом увеличении (10·10), используя микровинт для настройки резкости. Зарисуйте микропрепарат с обозначением всех видимых органоидов клетки используя рисунок № 3.

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

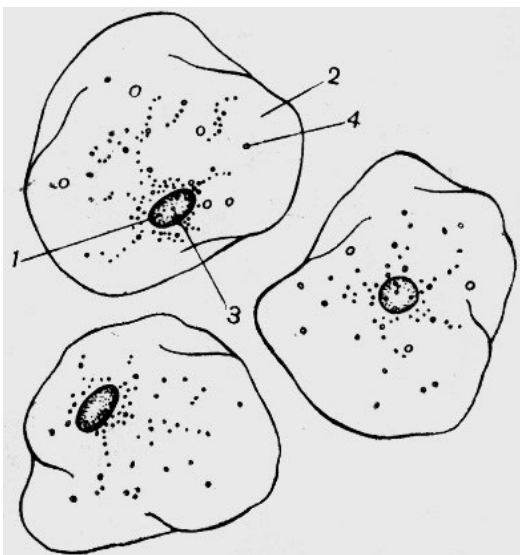
**Обратите внимание!**

В рамках школьной лабораторной работы удобнее всего использовать для забора мазка ватные палочки или пластиковые ложки для размешивания кофе. Можно рассмотреть объект без добавления красителя, но визуализация будет очень слабая, так как клетки будут прозрачные и слабо видимые. Поэтому лучше использовать цитологический краситель в виде разбавленного раствора йода (к 5 мл водного раствора добавить 2 кап-ли раствора йода).

Перед взятием образца, человек, участвующий в заборе образца, должен обязательно прополоскать свою ротовую полость кипячёной, чистой водой.

**Представление результатов наблюдений**

**Задание 1.** Рассмотреть клетки плоского эпителия полости рта человека и выявить их структурно-функциональные особенности. Заполнить таблицу.



1—
2—
3—
4—

Рис. 2. Клетки буккального эпителия

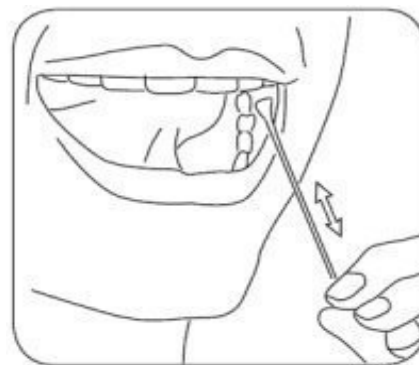


Рис. 2

Рис. 1. Взятие мазка

## Задание 2.

Рассмотреть и зарисовать микропрепарат с обозначением всех видимых структур клетки, используя рисунок №3.

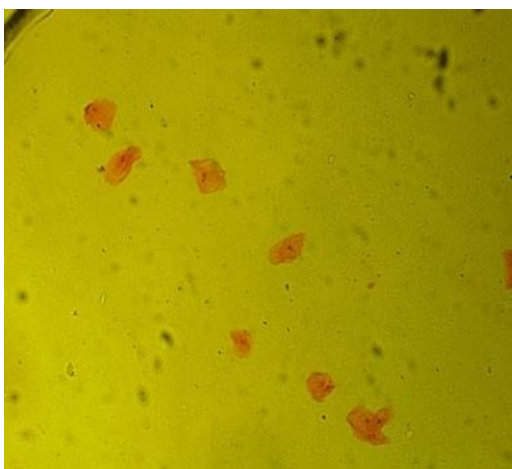


Рис.3. Микропрепарат слизистой оболочки полости рта

Название органоида	Значение
1	
2	
3	

### Выводы

1. Какова функция слизистой оболочки полости рта?
2. В каком методе генетики используется изучение клеток полости рта?
3. Какие клеточные изменения характеризуют состояние здоровья организма?
4. Если человек не будет полоскать рот чистой водой перед взятием мазка, на что может это повлиять?

### Контрольные вопросы

1. К какому типу эпителиальной ткани относится слизистый эпителий?  
а) плоский  
б) многослойный ороговевающий  
в) мерцательный  
г) многослойный неороговевающий  
Ответ: г
2. В каких слоях эпителиальной ткани внутренней поверхности щеки, клетки наиболее дифференцированы?  
а) наружный  
б) средний  
в) внутренний  
г) равномерно  
От  
вет: а
3. Какое важное свойство эпителиальной ткани обеспечивают клетки внутреннего слоя?  
Ответ: регенерация



## Лабораторная работа №9

### Поведение хромосом при митотическом делении в клетках растений Теоретическая часть

Период времени от образования клетки до конца её деления называется клеточным циклом (или жизненным циклом клетки). Весь клеточный цикл состоит из четырёх временных отрезков:

1. Пресинтетический период (G1)
2. Синтетический период (S)
3. Постсинтетический период (G2)
4. Деление (митоз или мейоз).

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:

1. Митотическое деление клеток приводит к увеличению их числа, обеспечивая процесс роста функционирующего многоклеточного организма.

2. Митоз обеспечивает замещение клеток истощенных или поврежденных тканей.

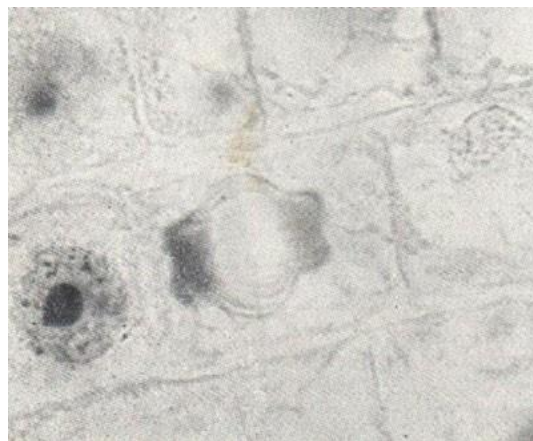
3. При этом процесс в ряду поколений сохраняется постоянный набор хромосом. Дочерние клетки имеют идентичные наборы хромосом (т.е. обладают равной наследственной информацией) и функционируют как гармоничная часть ткани, органа, организма. В клетках высших растений отсутствуют центриоли, поэтому в них видны

только хро-

мосомы. В клетке в состоянии интерфазы хорошо различимы 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 рассмотреть на специальных препаратах. Необходимо отметить, что в растительных клетках формируются неперетяжка цитоплазмы, а перегородка, которая возникает за счёт остатков витектиновой мембраны (фрагмопласта), от центра к периферии клетки (рис. 1).



**Рис. 1.** Цитокинез в клетках корешка лука (*Allium cepa*)

### Практическая часть

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

### Приготовление временных микропрепаратов

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 приготовить временные препараты, во втором — постоянные. Для приготовления микропрепаратов из растительных объектов удобно использовать корешки лука репчатого (*Allium cepa*), гороха посевного (*Pisum sativum*), бобов конских (*Vicia faba*) и видов фасо-

ли, например, фасоли обыкновенной (*Phaseolus vulgaris*). Для этого нужно прорастить луковичку или семена бобовых до появления корешков длиной около 1 см. Приготовление препаратов желательно проводить утром, поскольку в это время клетки наиболее митотически активны.

### **Методика приготовления препаратов**

1. На предметном стекле с помощью препаровальной иглы или лезвия отделите самый кончик корня.

2. Нанесите на него несколько капель красителя (ацетоорсеина, ацетокармина, метиленового синего или синих чернил). Окрашивание и фиксация длится 5—10 мин.

3. Проведите мацерацию (размягчение) тканей, для чего препарат слегка подогрейте на спиртовке (но не до кипячения!). Проверяйте нужную степень нагревания осторожным прикосновением стекла к руке: оно должно быть тёплым. Повторите операцию 2—3 раза. Если краска испарится, её нужно добавить.

4. Накройте окрашенный корешок покровным стеклом и умеренно сильно надавите большим пальцем для распределения клеток тонким слоем (можно рекомендовать атомный карандаш по стеклу). Если из под стекла выступит избыток краски, удалите его фильтровальной бумагой или салфеткой.

### **Приготовление красителей**

В школе может не быть красителей. Их нетрудно приобрести: дешевле всего обойдётся кармин, который продаётся как пищевой краситель, и метиленовый синий (продаётся вапте как антисептик в зоомагазинах как средство для обработки воды в аквариумах); дороже —

орсеин, используемый преимущественно как цитологический краситель. Ледяная уксусная кислота также недорогой реактив, но является прекурсором, продажа осуществляется при предъявлении паспорта, товар доступен только на условиях самовывоза, отправка курьерскими службами и транспортными компаниями не осуществляется.

#### *Приготовление ацетокармина (уксуснокислого кармина)*

В колбу с обратным холодильником (можно заменить воронкой) налейте 45 г ледяной уксусной кислоты, прибавьте 55 мл дистиллированной воды в течение часа. После отстаивания, раствор фильтруют. Оставшийся на фильтре кармин можно использовать повторно.

#### *Приготовление метиленового синего*

К 5 мл насыщенного спиртового раствора метиленового синего прибавьте 195 мл дистиллированной воды и хорошо перемешайте. В аптеках метиленовый синий (метиленовая синька, медицинская синька) 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 годится.

#### *Приготовление ацетоорсеина*

Соедините 4 г орсеина (порошок) с 90 мл ледяной (безводной) уксусной кислотой, нагрейте до кипения (повторить 15 раз), добавьте 110 мл дистиллированной воды и доведите до кипения ещё раз (повторить 15 раз). Охладить, профильтровать. Получается 2%-ный раствор ацетоорсеина.

### **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 митоза.



5. Рассмотрите драклеток при большом увеличении (10x10). Зарисуйте их в соответствующих ячейках таблицы.

6. Подсчитайте число хромосом на метафазных пластинках. Укажите в таблице число хромосом в диплоидном наборе.

7. Сделайте описание процессов, происходящих в клетках в разные фазы митотического деления.

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



**Рис. 2.** Митоз в клетках кончика корешка боба (*Vicia faba*): 1 — интерфаза; 2 — профаза; 3 — метафаза; 4 — анафаза; 5 — телофаза

### Оформление результатов

Фаза митоза	Рисунок	Процессы в клетке
Профаза		
Метафаза		
Анафаза		
Телофаза		

### Выводы

Сделайте выводы:

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

### Лабораторная работа №10

#### Определение условий гуттации у растений Теоретическая часть

*Гуттация* (от лат. gutta — капля) — процесс выведения воды в виде капель жидкости на поверхности растения. Это — явление гуттации, свойственное многим группам высших растений. Слабая освещённость, высокая влажность способствуют гуттации.

Гуттация весьма обычна у многих растений влажных тропических лесов и часто наблюдается на кончиках листьев молодых проростков.

Обильно выделять сок гуттации могут черемуха, картофель, настурция, ряд комнатных растений: фуксия, примула, филодендрон, бальзамин и т.д. На вершине листа и поконцам его зубчиков находятся специальные клетки, которые образуют микроскопические отверстия. Под такими отверстиями располагается растительная ткань — эпитема. Изнутри эпитема подается вода растворенными в ней питательными веществами.

На поверхности листа вода испаряется, а вещества концентрируются и превращаются в беловатые кристаллики, сладкие на вкус.

Гуттация происходит, когда корнями поглощается воды больше, чем испаряется листьями. Гуттация наблюдается большей частью ночью, рано утром или при помещении растений во влажную атмосферу; часто отмечается у молодых проростков, например, злаков, развитие корневой системы у которых обгоняет развитие испаряющей поверхности листьев. Капельки воды выделяются через водяные устья под воздействием корневого давления, силой нагнетающего воду в стебли и листья.

Гуттация — физиологический процесс, связанный с жизнедеятельностью растения. Выделения при гуттации всегда содержат ряд минеральных веществ. Очевидно, гуттация освобождает растение от избытка солей, главным образом кальция. Благодаря гуттации поддерживается водный баланс растений. Этому благоприятствует умеренно теплая и влажная атмосфера. Гуттация особенно распространена у растений влажной тропической и субтропической зоны.

Гуттация повышает вероятность перекрестного опыления. Сахаристые вещества привлекают различных насекомых, они садятся не только на листья, но и на цветки. Сладкие капельки выполняют роль нектарников, которые находятся в самом цветке.

### **Практическая часть**

**Цель работы:** выяснить роль кутикулы и пробки в защите от испарения воды с поверхности корневой и клубневой

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

### **Техника безопасности**

1. Перед началом работы освободите рабочее место от посторонних предметов.
2. Соблюдайте осторожность при работе с репарвальными иглами, предметными и покровными иглами, чтобы избежать уколов и порезов.
3. Не допускайте попадания красителя на кожу, глаза и одежду.
4. Соблюдайте правила работы со спиртовкой, чтобы избежать 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:**

1. Возьмите по два примерно одинаковых по массе клубня картофеля и яблока. По одному из них очистьте, то есть снимите слой покровной ткани ножом.
2. Измерьте с помощью цифрового датчика влажность воздуха в помещении. Внесите данные о влажности в начале опыта в таблицу (одинаковая для всех образцов).
3. Раскройте полиэтиленовый пакет и поместите в него первый образец включенный цифровой датчик относительной влажности воздуха.
4. Закройте пакет и выдавите из него воздух, а затем герметизируйте пакет, перевязав его резинкой, шпагатом или скотчем.
5. Через 5 минут метьте показания датчика и внесите их в таблицу.
6. Повторите пункты №№ 3—5 для остальных образцов.
7. 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 человек 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 карто-фель			

### 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. Что такое гуттация?
  - а) латинский термин для обозначения выделения листьев растений капельно жидкой воды
  - б) древнегреческий термин для обозначения выделения воды различными органами растений
  - в) английский термин для обозначения весеннего явления сокодвижения в деревьях, используемый для сбора сока (берёза, клён, липа)
  - г) немецкий термин для обозначения полезной мутацииОтвет: а
2. Через какие органы растений выделяется вода при гуттации?
  - а) чечевички
  - б) гуттационные порывы
  - в) окаймленные порывы
  - г) устьицаОтвет: г
3. Какие условия являются необходимыми для гуттации активно вегетирующего растения?

Ответ:

  - 1) достаточное количество влаги в почве
  - 2) высокая относительная влажность воздуха (вариант: воздух насыщен водяными парами)

## Лабораторная работа №11

### «Влияние среды на клетки крови человека» Теоретическая часть

Кровь это одна из разновидностей соединительной ткани. Представляет собой клеточные и бесклеточные типы взвешенных в плазме. На долю форменных элементов (клетки крови) приходится около 45% объёма, а 55% составляет плазма. Показатель  $pH$  крови варьирует от 7,35 до 7,45. Плазма на 90% состоит из воды и на 10% из различных растворённых веществ (белки, минеральные ионы и др.). Больше всего из растворённых компонентов в плазме крови содержится натрий-ионов. Среди форменных элементов доминирующую позицию по количеству клеток на единицу объёма занимают эритроциты. В 1 мм<sup>3</sup> крови содержится около 5 млн. эритроцитов.

Концентрация солей в плазме и клетках крови всегда должна быть примерно одинаковой. Одними из важнейших солей крови являются хлориды. Раствор в котором концентрация соли NaCl 0,9% называется физиологическим. Поэтому большинство лекарственных препаратов, которые вводятся в кровяное русло производят с использованием физиологического раствора. Если возникает разность концентраций, это приводит к осмосу. Осмос — это диффузия воды через полупроницаемую мембрану из области меньшей концентрации в область с большей концентрацией до установления равновесия. Явление осмоса играет важную роль в процессе поддержания постоянства внутренней среды организма.

Отклонение осмотического давления от нормального физиологического уровня влечёт за собой нарушение обменных процессов между кровью, тканевой жидкостью и клетками организма. Сильное отклонение может нарушить структуру и целостность клеточных мембран.

Изменение состава плазмы крови при добавлении гипертонического или гипотонического растворов в лабораторных условиях, позволяет определить степень важности равновесия концентраций солей в окружающей среде организма.

### Практическая часть

**Цель работы:** изучить осмотические явления в клетках крови человека.

**Оборудование и материалы:** предметные стекла, покровные стекла, ноутбук, биноккулярный микроскоп, препарат клетки крови человека.

### Техника безопасности

1. Перед началом работы освободите рабочее место от посторонних предметов.
2. Соблюдайте осторожность при работе с предметными и покровными стеклами во избежание порезов.
3. Приступайте к работе только тогда, когда убедитесь в исправности микроскопа. Точно выполняйте указания учителя при работе с ним в отношении порядка действий.
4. По окончании работы приведите в порядок рабочее место.

### Ход работы:

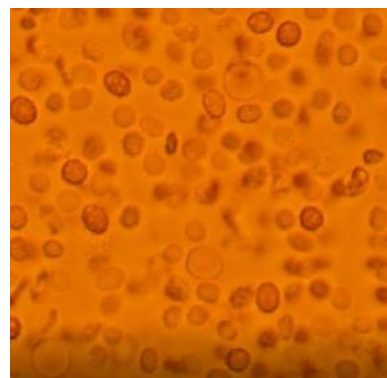
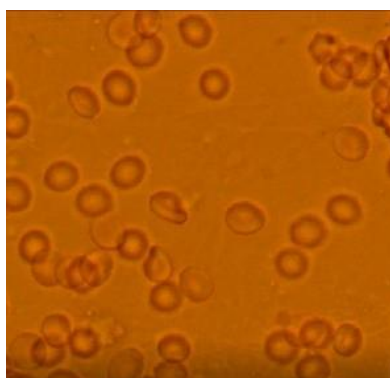
#### Работа с микропрепаратами

1. Настройте микроскоп. Столик должен быть опущен, свет фокусирован в окуляре, диафрагма полностью открыта, установлено малое увеличение (4x10).
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 (10x10), используя макровинт для настройки резкости. Изучите особенности строения клеток крови человека. Выполните задание №1.

5. Сделайте описание процессов, происходящих с клетками крови в растворах с различной концентрацией NaCl.

**Представление результатов наблюдений**

**Задание 1.** Рассмотрите микропрепарат клетки крови человека. Зарисуйте исследуемый объект в пустую ячейку. Проведите сравнительный анализ морфологической структуры клеток крови изображенных на рисунках №2—3, в зависимости от раствора в котором они находятся.

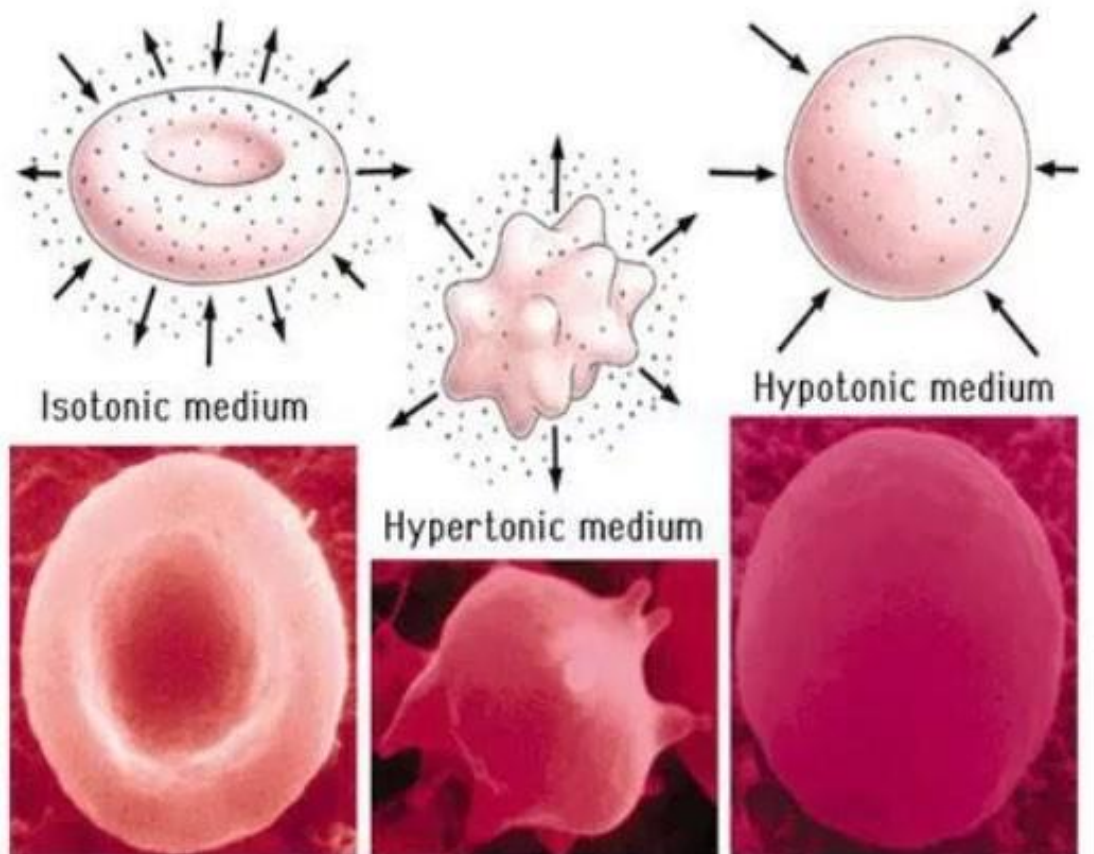


**Рис. 1.** Изотонический р-р.

**Рис. 2.** Гипертонический р-р.

**Рис. 3.** Гипотонический р-р.

**Задание 2.** Используя материалы картинки заполните данную таблицу.



**Рис. 4.** Влияние среды на структуру эритроцита



Раствор	Концентрация NaCl	Форма эритроцита	Причина
Гипотонический	0,2%		
Изотонический	0,9%		
Гипертонический	2%		

### Обратите внимание!

В данной работе необходимо использовать сопутствующие видеофрагменты, которые помогут визуализировать весь процесс изменения формы клеток крови в зависимости от концентрации используемых растворов.

#### Выводы

1. Какими свойствами обладает физиологический раствор?
2. Как влияет повышение концентрации NaCl в плазме крови на эритроциты?
3. Объясните процесс гемолиза при попадании эритроцитов в гипотонический раствор?
4. Какое физиологическое явление влияет на организм человека в повседневной жизни?

#### Контрольные вопросы

1. В каком растворе объём эритроцита увеличивается:

- а) изотонический б) гипотонический в) гипертонический  
г) раствор не влияет  
Отв: б

2. При какой концентрации NaCl происходит сморщивание эритроцитов: а) 0

- б) 0,2%  
в) 0,6%  
г) 0,9%  
д) 2%

Отв: г

3. Почему возникает чувство жажды при избыточном потреблении солёной пищи?

Ответ: повышение концентрации солей в плазме крови приводит к тому, что вода из межклеточной жидкости поступает в кровяное русло. Это вызывает состояние отека и недостатка влаги со стороны клеток.

### Конспектура: Изучение работы органов кровообращения

**Цель урока:** обобщить знания учащихся по теме «Кровь и кровообращение», используя знания по различным разделам биологии и физики; совершенствовать навыки контроля и самоконтроля учащихся.

#### Задачи урока:

**Образовательная:** способствовать формированию у учащихся знаний по различным разделам биологии и физики. Устанавливать связь между отдельными темами этих предметов. Научиться использовать полученные знания на практике.

**Развивающая:** продолжить формировать умения систематизировать и выделять главное, существенное, устанавливать причинно-следственные связи, способствовать развитию воображения, устанавливать связь теории и практикой.

**Воспитательная:** способствовать формированию сочетания индивидуальных, групповых и коллективных видов деятельности.

**Оборудование:** цифровая лаборатория по физиологии (датчик ЧСС).

**Тип, вид урока:** интегрированный тип урока. Это позволит учащимся понять процессы, происходящие в организме человека с точки зрения биологии и физики.

**Планируемые результаты:** учащиеся научатся получать знания, используя различные виды деятельности и использовать эти знания для проведения экспериментально-исследовательских работ.

**Личностные результаты:** будут сформированы: различные навыки обучения; приобретён опыт работы с ИКТ (по программе один компьютер, один ученик), а также лабораторным оборудованием по физике и цифровой лабораторией по биологии; навыки основ моделирования процессов.

**Универсальные учебные действия:** метапредметный результат предполагает формирование умений устанавливать причинно-следственные связи, строить логическое рассуждение, умение самостоятельно планировать пути достижения целей, умение работать с современными ИКТ оборудованием применять полученные знания на практике.

**Формы и методы обучения:** фронтальные, индивидуальные, групповые, исследовательские.

**Методы:** словесные, наглядные, практические, дедуктивные.

**Понятия и термины:** виды сосудов, тонометр, гипертония, скорость движения, частота пульса, теплообмен, газообмен.

**Организационная часть:**

Учащиеся делятся на 4 группы по результатам предварительной проверки по темам: «Движение крови по сосудам», «Органы кровообращения», «Закон Бернулли», «Давление в жидкостях и газах», «Сообщающиеся сосуды», «Измерение давления в жидкостях и газах», «Теплообмен».

### **Ход интегрированного урока по биологии и физике** **Организационный момент.**

Сердце — самый работоспособный, продуктивный, функциональный и важный механизм в нашем организме. Сердцу даже ставят памятники. Так памятник сердцу украшает дворинститута сердца в Перми.

Человек — открытая биологическая система. Поэтому строение органов и процессы, происходящие в них можно объяснить не только с точки зрения биологии, но и физики и химии.

**Выдвижение гипотезы.** Предлагаем доказать, что процессы, происходящие в организме человека, обусловлены законами физики. И рассмотрим это на примере системы органов кровообращения.

**Актуализация опорных знаний.** Используя таблицы и рисунки, повторим:

1. Из каких органов состоит система органов кровообращения.
2. Назовите камеры сердца, их строение и функции.
3. Строение и функции клапанов сердца.
4. Работа сердца.
5. Особенности строения поперечно-полосатой сердечной мышцы. 6.

Автономия. И так, сердце четырёхкамерное, сокращается ритмично и проталкивает кровь по сосудам, благодаря сердечной мышце.

Сегодня наш урок посвящён кровеносной системе человека. Сегодня мы должны с вами обобщить и систематизировать наши знания о крови и кровеносной системе.

**На слайде картинка:** тонометр, секундомер, насос, водопроводные трубы, сосуды красной жидкостью.

**Учитель биологии:**

1. Какая ассоциация возникает у вас, увидев эти предметы в органах человека?
2. Как называется система, состоящая из сердца, крови и различных сосудов в организме человека?

*Предполагаемые ответы:* кровеносная система или система кровообращения.

3. Вопрос: Как вы думаете, для чего нужны эти физические приборы? *Предполагаемые ответы:* для измерения давления крови, для измерения числа сокращений сердца, для измерения пульса.

**Учитель:** Для чего необходимо измерять давление крови, пульс? *Предполагаемые ответы:* измерение делают для того чтобы контролировать работу кровеносной системы, для изучения её работы.

В вашем классе после прохождения медосмотров, анализ результатов показал, отклонения от нормативных показателей. Чем могут быть вызваны эти изменения.

**Учитель:** Итак, у нас есть условные модели, входящие в кровеносную систему и физические приборы. Используя эти физические приборы, цифровую лабораторию, оцените своё состояние организма через работу органов кровообращения. Попробуйте сформулировать цель нашего урока.

*Предполагаемые ответы:* исследование работы кровеносной системы человека.

Для организации последующей работы мы класс разделили на несколько групп.

**Задание группы № 1.** Определить давление и пульс каждого члена группы, заполнить таблицу. Сравнить полученные данные с означениями среднестатистического человека возраста 13—14 лет. Сделать вывод и ответить на вопросы. Выбрать делегата, который доложит результаты работы и сделает вывод.

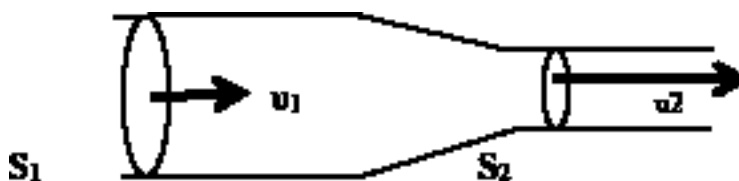
**Предполагаемый вывод:** Данные результатов измерения показывают, то что кровеносные системы участников группы имеют разные параметры давления и пульса. Результат сравнения с нормативными показателями для данного возраста говорят о том, что у отдельных членов группы отклонения давления и пульса вызывают тревогу. Необходимо провести более тщательное исследование в медицинском учреждении.

Читают вопросы и дают ответы.

В каждом ноутбуке данной группы размещается пустая таблица и даются дополнительные вопросы

**Задание группы № 2.** Собрать из предложенных предметов модель кровеносной системы человека. Объяснить, почему в капиллярах кровь течет с меньшей скоростью, чем в крупных сосудах (аорте, венах, артериях). По закону Бернулли о неразрывности струи (Восколько раз сечение сосуда больше, во столько раз скорость течения жидкости в этом сосуде меньше и наоборот) Нарушается ли физический закон Бернулли о неразрывности струи.

Для объяснения движения крови в сосудах познакомимся с законом Бернулли. Он еще называется законом непрерывности струи.



$$V_1 = V_2; V_1 = v_1 \cdot S_1 \cdot t; V_2 = v_2 \cdot S_2 \cdot t; \square v_1 \cdot S_1 = v_2 \cdot S_2; v_2 = v_1 \cdot S_1 / S_2$$



Через разные сечения трубы за одно и то же время проходят одинаковые объемы жидкости. Отсюда получается, что там, где сечение трубы больше, скорость течения жидкости меньше и наоборот, там, где сечение трубы меньше, там скорость течения жидкости больше. Чем больше скорость движения жидкости, тем большее давление производит жидкость на стенку сосуда.

*Рассмотрим таблицу.*

№ п/п	Сосуды	Диаметр м	Скорость см/с	Давление мм.рт.ст.
1	Аорта	20	50	50—150
2	Артерии	5—10	20—50	80—20
3	Артериолы	0,1—0,5	1—20	50—20
4	Капилляры	0,5—0,01	0,05—0,1	20—10
5	Венулы	0,1—0,2	0,1—1	10—2
6	Вены	10—30	10—20	/-5/-/+5/

Посмотрите на данные таблицы и постарайтесь объяснить почему при уменьшении диаметра сосуда скорость крови, движущейся по нему уменьшается. Противоречит ли эти данные закону Бернулли о неразрывности струи. Для правильного вывода посмотрите на модель кровеносной системы человека.

*Внутри будки данной группы размещается закон Бернулли, дополнительные вопросы*

Предполагаемые ответы: Закон нарушается так как для ответа на этот вопрос необходимо помнить, что общая площадь сечения всех капилляров намного больше чем площадь сечения аорты, вены или артерии, поэтому скорость крови в капиллярах меньше.

### **Задание группы №3. Нарушение кровообращения при наложении жгута. Оборудование и материалы**

- Портативный компьютер
- Датчик температуры
- Прочная нить или тонкий шнур длиной около 40—60 см

#### **Ход эксперимента**

1. Приступайте к выполнению опыта
2. Начиная регистрацию данных. Для этого нажмите кнопку **СТАРТ** на панели инструментов.
3. Записывайте данные не менее 30 с.
4. Не прекращая записи данных, быстро и туго обмотайте два пальца (каждый отдельно, большой и указательный) ниткой.
5. Продолжайте запись, отмечая внешние признаки нарушения кровообращения (покраснение, а затем и посинение покровов, снижение чувствительности) не более 7—10 минут.
6. Не прекращая записи быстро снимите нитку.
7. Дождитесь стабилизации показаний датчика и остановите регистрацию нажав кнопку **СТОП**.
8. Сохраните полученные данные нажав кнопку **сохранить**

### Анализ результатов

1. Рассмотрите графики сравните температуру в начале опыта с минимальной температурой и температурой в конце опыта.
2. Отметьте на графике моменты наложения и снятия перетяжки:  
Сделайте вывод о влиянии скорости движения крови по сосудам и теплоснабжения отдельных частей тела в которых протекает кровь

**Задание группы № 4. Влияние физической нагрузки на частоту пульса и давления человека** (в предложенной группе выбирают тренированного человека и нетренированного).

Найдите зависимость частоты пульса от нагрузки человека с помощью цифровой лаборатории и сделайте вывод о том, как зависит частота ударов сердца при увеличении физической нагрузки человека.

1. Подключите датчик ЧСС через USB порт к ПК.
2. Закрепите датчик на пальце руки.
3. Определите число ударов пульса в спокойном состоянии и данные запишите в таблицу.
4. Сделайте 10 приседаний и показания запишите в таблицу.
5. Сделайте 20 приседаний и показания запишите в таблицу.

№ опыта	Число приседаний	Частота пульса
1	0	
2	10	
3	20	

По результатам работы сделайте вывод о том, как зависит пульс человека от физической нагрузки. Постарайтесь объяснить такую зависимость.

Отчёт представителей групп по проделанной работе. В конце урока мини-тест (по выбору учителя)

### Тестирование

1. Рассмотрите характер движения сердца и подберите правильное слово характеризующее это движение?  
А) конвульсия                      **Б) ритмичность**                      В) беспорядочность
2. С помощью какого физического закона можно объяснить движение крови в сосудах?  
А) Гука                      **Б) Бернулли**                      В) Архимеда
3. Что заставляет кровь двигаться по сосудам?  
А) **разность давления в сосудах**                      Б) разность высоты тела В)  
силы тяжести                      Г) гравитация
4. В каких сосудах низкое давление, поэтому перед движением крови способствуют клапаны?  
А) капилляры                      **Б) вены**                      В) артерии                      Г) вены
5. В каком круге кровообращения происходит насыщение крови кислородом?  
**А) малом**                      Б) большом                      В) среднем

## **Заключение**

### **Учитель завершает работу группы №1, №2, №3, №4.**

Подводит анализ оценки работы группы.

Выскажит своё мнение, что получилось, а какие вопросы вызвали затруднения. Какой вид деятельности Вы выбираете для решения этих трудностей.

### **Учитель биологии:**

*Вопрос 1.* Между какими предметами в время выполнения работы вы наблюдали связь?

*Вопрос 2.* Выскажит своё мнение о том, можно ли изучать биологические процессы без использования физических закономерностей и физических приборов.

Проанализируйте все виды вашей деятельности на уроке и предложите тему урока?

## Перечень тем учебно-исследовательской и проектной деятельности школьников

### Раздел «Растения и экология»

1. Влияние «живой» и «мёртвой» воды на рост и развитие растений.
2. Адаптация растений к высоким температурам.
3. Биология. Разновидности мохообразных.
4. В мире лишайников.
5. Взаимное влияние растений.
6. Взаимные приспособления растений и насекомых.
7. Видовой состав и особенности распространения водных растений озера.
8. Видовой состав растительности моего района.
9. Видовой состав травянистых растений, произрастающих около родников моего района.
10. Влияние Луны на рост и развитие растений.
11. Влияние азотных удобрений на рост и развитие растений.
12. Влияние азотных удобрений на формирование зелёной массы.
13. Влияние антибиотиков на всхожесть и рост растений.
14. Влияние гидрогеля на скорость прорастания семян растений разного вегетационного периода.
15. Влияние запасных питательных веществ семян на рост и развитие проростка.
16. Влияние ионов  $Pb^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$  и  $H^+$  на рост и развитие растений.
17. Влияние магнитной воды на жизнедеятельность растений.
18. Влияние мочевины на прорастание семян и последующий рост проростков.
19. Влияние музыки на рост и развитие растений.
20. Влияние освещённости на рост и развитие растений.
21. Влияние питательных элементов на ростовые процессы растений.
22. Влияние почвы на рост и развитие растений.
23. Влияние продолжительности освещения на движение листьев в кислицы (*Oxalexacetos ella*).
24. Влияние различных биостимуляторов на всхожесть садовых растений.
25. Влияние различных видов почв на развитие растений.
26. Влияние света, тепла и воды на рост и развитие растений.
27. Влияние серебряной воды на растения.
28. Влияние слов и музыки на рост и развитие растений.
29. Влияние солнечного света и качества почвы на рост и развитие растений.
30. Влияние солнечного света на процесс фотосинтеза в растениях. 31.
- Влияние табачного дыма на рост растений.
32. Водные растения озера.
33. Возьми под защиту. Редкие растения.
34. Волшебные рубрики из крапивы — сказка или реальность?
35. Дикорастущие растения в нашем питании.
36. Дурман — растение-убийца?
37. Значение минерального питания для растений.
38. Изучение видового многообразия растений моего посёлка.
39. Изучение видового разнообразия травянистых дикорастущих растений пришкольного участка.
40. Изучение влияния пирамиды прорастания семян, роста и развития растений.

41. Изучение влияния света на растения.
42. Изучение длительного влияния электромагнитного излучения высоковольтной линии электропередачи на костреч безостый и пырей ползучий.

### **Раздел «Человек и экология»**

1. Пищеварение.
2. Пищеварительная система и современное питание школьников.
3. Происхождение человека.
4. Сердечно-сосудистые заболевания.
5. Сердце и влияние на него химических препаратов.
6. Сердце человека. Строение сердца.
7. Физика сердца.
8. Сиамские близнецы.
9. Скелет человека.
10. Совершенство человеческой руки. 11 . Сон человека.
12. Сравнительная характеристика работы сердца человека и животных методом ЭКГ.
13. Старение человека и возможность бессмертия.
14. Строение и свойства костей.
15. Строение и функции клеток.
16. Строение скелета человека. Кости.
17. Тайна красных ушей.
18. Химические элементы в организме человека.
19. Проблемы современной экологии. Заболевания неинфекционной природы, связанные с влиянием факторов окружающей среды.
20. Проблемы современной эндокринологии. Заболевания эндокринной системы. Структура и распространённость, профилактика.
21. Рациональное питание. Диетотерапия.
22. Сестринской делов медицине.
23. Современная история медицины. Медицина нашего региона.
24. Спорт высоких достижений и его влияние на здоровье.
25. Формирование здоровья сберегающей среды в системе образования.
26. Формирование системы знаний о здоровом образе жизни у одноклассников. 27. Школа — остров безопасности.
28. Шум и его влияние на организм человека.
29. Изучение мёдоносных растений окрестностей города.

### **Перечень доступных источников информации**

В разделе представлен список книг и ссылки на сайты, в которых более подробно освещены различные аспекты рассматриваемых вопросов. Их можно рекомендовать как учителю, так и обучаемым, проявившим интерес к изучаемой теме.

1. Воронина Г. А., Иванова Т. В., Калинова Г. С. Биология. Планируемые результаты. Система заданий. 5—

9 классы. Пособие для учителей общеобразоват. организаций / Под ред. Г. С. Ковалевой, О. Б. Логиновой. — М.: Просвещение, 2017.

2. Гапонюк З. Г. Биология. Планируемые результаты: карта прохождения рабочей программы. 5—6 классы: учеб. пособие для общеобразоват. организаций / З. Г. Гапонюк. — М.: Просвещение, 2017.

3. Жеребцова Е. Л. ЕГЭ. Биология: теоретические материалы. — СПб.: Тригон, 2009. — 336 с.

4. Калинина А. А. Поурочные разработки по биологии «Бактерии. Грибы. Растения», 6 класс. — М.: ВАКО, 2005.
  5. Кириленко А. А., Колесников С. И. Биология. 9-й класс. Подготовка к итоговой аттестации-2009: учебно-методическое пособие. — Ростов/Д: Легион, 2009. — 176 с.
  6. Латюшин В. В. Биология. Животные. 7 класс: рабочая тетрадь для учителя. — М.: Дрофа, 2004. — 160 с.
  7. 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.
  8. Никишов А. И. Как обучать биологии: Животные: 7 кл. — М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2004. — 200 с.
  9. Никишов А. И., Петросова Р. А. и др. Биология в таблицах. — М.: «ИЛЕКСА», 1998.
  10. Никишов А. И., Теремов А. В. Дидактический материал по зоологии. — М.: РАУБ «Цитадель», 1996. — 174 с.
  11. Пасечник В. В. Биология. Методика индивидуально-групповой деятельности. — М.: Просвещение, 2016.
  12. Пасечник В. В. Биология. Индивидуально-групповая деятельность. Поурочные разработки. 5—6 классы: учеб. пособие для общеобразоват. организаций / В. В. Пасечник. — М.: Просвещение, 2017. Пасечник В. В., Суматохин С. В., Калинова Г. С. Уроки биологии. 7 класс: пособие для учителей общеобразоват. организаций / под ред. В. В. Пасечника. — М.: Просвещение, 2014.
  13. Пасечник В. В., Суматохин С. В., Калинова Г. С., Гапонюк З. Г. Уроки биологии. 5—6 классы: пособие для учителей общеобразоват. организаций / под ред. В. В. Пасечника. — М.: Просвещение, 2014.
  14. 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.
  15. Сайт ФИПИ. Открытый банк заданий для формирования естественно-научной грамотности [Электронный ресурс]: — URL: <https://fipi.ru/otkrytyy-bank-zadaniy-dlya-otsenki-yestestvennonauchnoy-gramotnosti> (дата обращения: 10.05.2021).
  16. Сайт Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов [Электронный ресурс]: — URL: <http://school-collection.edu.ru/catalog> (дата обращения: 10.05.2021).
  17. Сайт Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов [Электронный ресурс]: — URL: <http://fcior.edu.ru/> (дата обращения: 10.05.2021).
  18. Цифровые лаборатории Releon [Электронный ресурс]: — URL: <https://rl.ru/> (дата обращения: 10.05.2021).
  19. Круглый стол: Цифровые лаборатории в современной школе [Электронный ресурс]: — URL: <https://www.youtube.com/watch?v=qVj-toIw2N4> (дата обращения: 10.05.2021).
  20. Научная электронная библиотека «Киберленинка» [Электронный ресурс]: — URL: <https://cyberleninka.ru/> (дата обращения: 10.05.2021).
  21. Электронная библиотека диссертаций и авторефератов [Электронный ресурс]: — URL: <http://www.dissercat.com/> (дата обращения: 10.05.2021).
  22. Научная электронная библиотека «Elibrary.ru» [Электронный ресурс]: — URL: <https://elibrary.ru/> (дата обращения: 10.05.2021).
  23. Образовательный портал для подготовки к ВПР [Электронный ресурс]: — URL: <https://bio6-vpr.sdangia.ru/> (дата обращения: 10.05.2021).
- Авторами был использован иллюстративный материал с сайтов: <https://LibTime.ru/>; <https://Pikabu.ru/>; <https://Схемо.рф>.



**Реализация образовательных программ по биологии с  
использованием оборудования детского технопарка  
«Школьный кванториум»  
5—9 класс**

**2. Реализация образовательных программ по биологии с использованием оборудования детского технопарка «Школьный кванториум» 10-11 классы**

**(углубленный уровень)**



## 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 учащиеся 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 обучающихся с 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 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 выступает в противоречие с недостаточностью информационных и инструментальных компетенций педагога. Разрешение данного конфликта возможно в практической деятельности, в вы-

полнении 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, содержащую Федеральное государственное образовательное стандарт (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 № 16) — URL: [http://do.sev.gov.ru/images/document/Pasport\\_naciona\\_proekta\\_brazovanie\\_compressed.pdf](http://do.sev.gov.ru/images/document/Pasport_naciona_proekta_brazovanie_compressed.pdf) (дата обращения: 10.04.2021).
3. Государственная программа Российской Федерации «Развитие образования» (Утверждена Постановлением Правительства РФ от 26.12.2017 № 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 соц. защиты РФ от 25 декабря 2014 г. № 1115н и от 5 августа 2016 г. № 422н) — URL: <http://профстандарт.педагог.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. № 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. № 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. № 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. № Р-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 обеспечить связь

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 или более подключённых 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 отражает последовательность изучения 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 всебя 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>Влажностивоздуха</i>	<i>Влажностивоздуха</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		Оксиуглерода	

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 сроки 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, освещённость, 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 (надеть 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: 17с.

**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 и источнику 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 встроено в мультидатчик по биологии и экологии.

**Датчик температуры растворов** — измеряет температуру растворов и сыпучих тел. Оснащён выносным 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. Используются 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 бокс (вставляется через отверстие в крышке бокса);
- д) в боксе всегда должен быть трёхмолярный раствор хлорида натрия, следует заранее позаботиться о запасе раствора, т.к. он немного проливается при извлечении электрода, в сухом боксе электрод скоровыйдет 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 электрод 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 твердыми 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 ИС в растворах крепких кислот или щелочей приводит к резкому 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 содержания кислорода потребуется пересчёт из миллионных долей в проценты для приведения к одной размерности (значение в ppm следует разделить на 10000).





**Рис.11.** Датчик 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 должен 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 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 физиологии. Диапазон измерения: от -8 до +8g. Разрешение датчика: 0,004g.

**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 автоматическом режиме.



**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

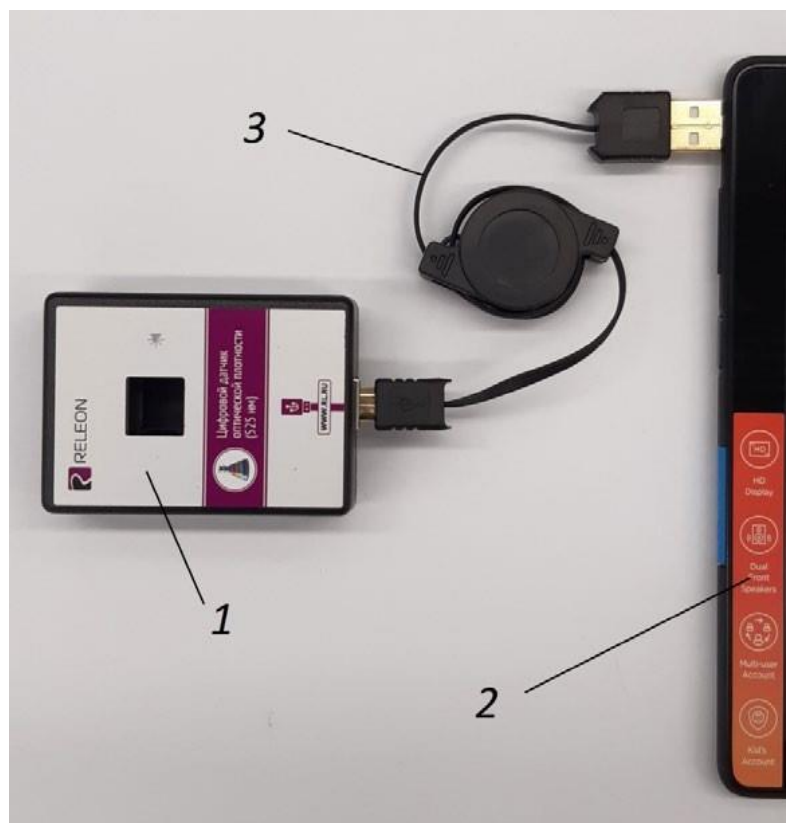
В комплект цифровой лаборатории **Releon** поставляется программное обеспечение **Releon Lite** на USB-флеш-накопителе, а также Bluetooth-адаптер для связи регистратора данных с беспроводными датчиками (рис. 18).



**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, [уста-новка на автомобильные телефоны \(смартфоны\)](#) — только с сайта производителя, [ссылка на](#)

который приводится в списке источников информации и 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 разъёмам датчика и регистратора данных 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).





## Начало работы с цифровой лабораторией RELEON



**1**

Установить программное обеспечение Releon Lite на ваш компьютер, планшет или смартфон

Открыть программу Releon Lite

**2**



**3**

Вставить в разъем USB флешку – передатчик

Нажать на единую кнопку включения на мультидатчике

**4**



**5**

Переключиться на вкладку Bluetooth и нажать «Поиск»

После обнаружения мультидатчика выбрать из списка необходимый датчик или датчики и нажать «Пуск»

**6**



**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 одаренными 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 и его единства 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 организме растений, животных и человека;
- сформированность представлений о взаимосвязи наследования потомством признаков от родительских форм организации 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 её 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 с 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 идеальное;

- 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, обеспечивающих сформированность когнитивных навыков обучающихся.

#### **Универсальные коммуникативные действия**

##### **Общение:**

- воспринимать и формулировать суждения, выражать эмоции в процессе выполнения практических 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 в корректной форме формулировать свои возражения;
- в ходе диалога и/или дискуссии задавать вопросы по существу обсуждаемой биологической темы, высказывать идеи, нацеленные на решение биологической задачи и поддержание благожелательности общения;
- сопоставлять свои суждения с суждениями других участников диалога, обнаруживать различие исходных 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; бо́л 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 Патриотического**

#### **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 разнобразной 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 экологического правосудия 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 природой 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 навыков рефлексии, признания 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 идей;
- 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 образовательных программ по биологии для общеобразовательных организаций. Задания промежуточной аттестации включают материалы 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 ответов в виде числа или последовательности цифр. Задания требуют мыслительных операций: 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) хранения 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 эукариота 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. Вот-вет запишите последовательность цифр.

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

17. Запишите буквы, обозначающие элементы верного ответа: какие функции и органоиды 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 нити ДНК, если одна из нитей имеет структуру:

–ГГЦЦЦТТТААТААТТАГЦГГЦАЦ–

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 ответ не дан, 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 меченых атомов
Г репликация ДНК		
Д фагоцитоз		
Е строение ядерных пор		

2. Липиды в организме могут выполнять функцию

- запасную
- ферментативную
- гормональную
- переносчик наследственной информации
- транспортную
- энергетическую

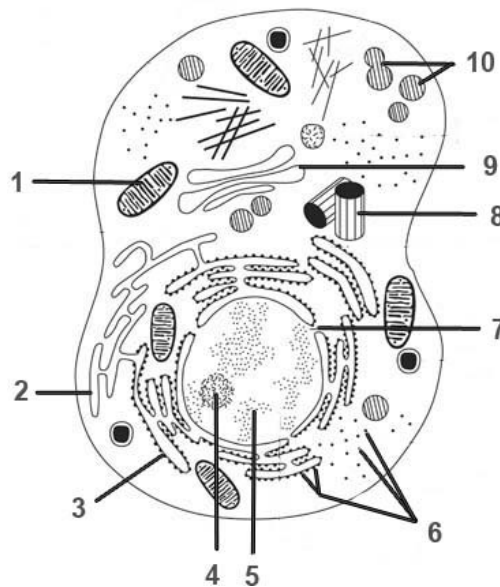
3. Установите соответствие между чертами строения и функцией органоида, для которого они характерны

Черты строения и функции		Органоиды	
А	расщепляют органические вещества до мономеров	1	лизосомы
Б	окисляют органические вещества до $\text{CO}_2$ и $\text{H}_2\text{O}$	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.** Схематическое изображение строения клетки

6. Установите соответствие между фазой фотосинтеза (обозначено цифрами) и процессом, происходящим в каждой 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 вstromе хлоропластов	

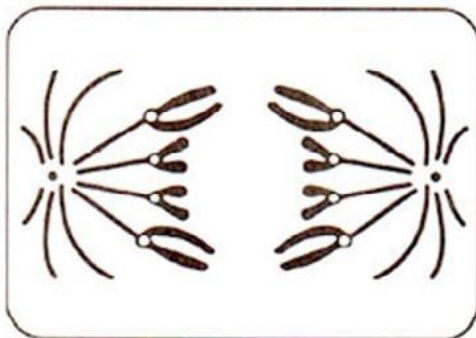
7. Установите соответствие между процессами, происходящими в клетке и стадией интерфазы для которой эти процессы характерны.

	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 антикодонт РНК, 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 типы фаз 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. Какиетриверных 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 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

	Особенности строения	Поколение
А	Все клетки способны только к митотическому делению	1 Спорофит
Б	В тканях содержатся водonosные 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 пестичей 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 допущено две или более ошибки или ответ не дан, то выставляется 0 баллов. За задания 8 и 12 ставится 1 балл.

Общее количество баллов за работу—

28. Ответы на задания:

Номер задания	Ответ
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 множественным выбором, на соотношение понятий и процесс ов, 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 полезными мутациями

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

#### Характеристика изменчивости

#### Виды изменчивости

- |  |                |
|--|----------------|
| 1. Изменение признака исчезает после прекращения действия вызвавшего его фактора | А) модификации |
| 2. Изменение возникает внезапно  | Б) мутации     |
| 3. Изменение имеет направленное направление                                      |                |
| 4. Возникающее изменение, как правило, соответствует изменениям среды            |                |
| 5. Проявляется у всех особей вида  |                |
| 6. Проявляется у отдельных особей вида   |                |

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

<b>Признаки отбора</b>	<b>Вид отбора</b>
1. Сохраняется особей полезными в данных условиях признаками	А) Естественный
2. Приводит к созданию новых пород животных и сортов растений	Б) Искусственный
3. Способствует созданию организмов с новыми для человека 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 тепозицию из второго столбца, обозначенную цифрой. Запишите в таблицу выбранные цифры.

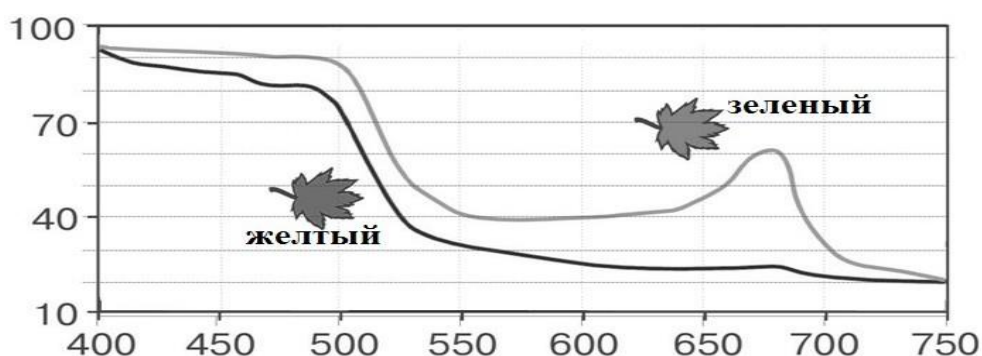
<b>Особенности</b>	<b>Группа</b>
А   тело представлено слоевищем	1) Водоросли
Б   бывают одноклеточными и многоклеточными	2) Покрытосеменные
В   размножаются при помощи спор	
Г   имеют разнообразные ткани и органы	
Д   женские половые клетки всегда неподвижны	

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 нарис. 23 график зависимости интенсивности поглощённого света от длины волны у зелёных (верхний график) и жёлтых (нижний график) листьев клёна (по оси абсцисс — длина волны света в нанометрах, по оси ординат — 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 абсцисс — длина волны света в нанометрах, по оси ординат — процент поглощения света)

- 1) Зелёные листья поглощают больше света, чем жёлтые при данных длинах волн
- 2) Зелёный лист поглощает 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 относятся 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 в лесу 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
- 5) популяция кабанов полностью уничтожается волками
- 6) совы и лисы 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. Страусэму	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 пастищной пищевой цепи. Запишите в таблицу порядок цифр.

- 1) тля полевая
- 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:

<b>Номер задания</b>	<b>Ответ</b>
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 раздела	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 в 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 раствора	Датчик оптической плотности
2	Нуклеиновые кислоты	Лабораторная работа №2 «Выделение и очистка ДНК из клеток растений»	Получить репараточ ищенную 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»	Доказать выделение кислорода и поглощение углекислого газа при фотосинтезе	1	Наблюдают демонстрационный опыт, зарисовывают схему установки, фиксируют результаты опыта	Датчики кислорода, pH

№ п/п	Наименование раздела в теме	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 водорослей хлореллы»	Выявить процесс фиксации углекислого газа водным растением под микроскопом	1	Собирают установку для опыта, измеряют показатели скорости, фиксируют и анализируют результаты	Датчик кислорода, рН
6	Строение и функция 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 функция 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 кутикулы 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 дрожжами в клетке при брожении»	Доказать выделение углекислого газа и теплоты при спиртовом брожении	1	Собирают установку, работают с датчиками, обрабатывают результаты опыта	Датчик температуры, рН
12	Митоз	Лабораторная работа №8 «Поведение хромосом при митозе 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

№ п/п	Наименование раздела	Содержание	Целевая установка урока	Кол-во часов	Основные виды деятельности обучающихся	Использование оборудования
13	Мейоз	Лабораторная работа №9 «Поведение хромосом при мейозе»	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 спорофита 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 политепных хромосом комаров-звонцов»	Изучить особенности внешнего строения политепных 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 пола»	Определить пол оловых хроматин в клетках	1	Изучают под микроскопом постоянные микропрепараты,	Микроскоп, набор для препарирования

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

### Тематическое планирование материалов 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 и 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 учета фенотипических признаков, калькулятор

№ 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 совместного 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 механизмов 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 механизмов 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 существование 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, рН

## 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:** одна академический час.

**Планируемые результаты:**

**Предметные:**

- называть общенаучные и частные биологические методы исследований;
- объяснять различие между методами примененных методов исследования;
- установить содержание кислорода в 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, компьютер, мультимедийный проектор, электронные таблицы, программное обеспечение Releon Lite, цифровой датчик концентрации кислорода в воздухе Releon.

## **2.ХОДУРОКА**

### **Этапурока1.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.

### **Этапурока2.Актуализациязнаний**

**Предполагаемая продолжительность:** 10 мин.

**Педагогическая деятельность учителя:**

проводит фронтальную беседу; актуализирует имеющиеся терминологические и понятийные знания научных методов 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.

### **Этапурока3.Обобщениеисистематизациязнаний**

**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 способах достижения поставленной цели.

*Описание проблемной ситуации.* При сердечно-легочной реанимации (СЛР) выполняется искусственное дыхание. Обычно делается выдох из рота пострадавшему, чтобы насытить кровь кислородом. В выдыхаемом воздухе, как мы знаем, 16% кислорода. У пострадавшего, очевидно, такая же концентрация кислорода в лёгких. Получается, что 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 продолжает газобмен, и концентрация кислорода может быть ниже нормы.

### Этапурока3.Обобщениеисистематизациязнаний

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

### Этапурока4.Применениезнанийвновойситуации

**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)

### Этапурока5.Контрольусвоения,обсуждениедопущенныхошибкиихкоррекция

**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 капиллярах легких, подводит обучающихся к выводу о важности понимания физиологических механизмов оказания первой помощи

пострадавшему; 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 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 нерешена и цель не достигнута, предлагает объяснение, и предлагает выполнение домашнего задания, подумав над причинами этого. **Учебная деятельность обучающихся:**

**я:**

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 в выдыхаемом воздухе»

1. Запустите на регистратор 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 в 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. Использованные 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	неактивно	активно
2	Своей работой на уроке я	недоволен	доволен
3	За урок я	устал	не устал
4	Моё настроение	стало хуже	стало лучше
5	Материал урока мне был	непонятен	понятен
6		бесполезен	полезен
7		скучен	интересен
8		труден	нетруден
9	Связь урока с другими науками	незаметна	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 атмосферными 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 ко-эффициента 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 в 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.

**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 в роту пострадавшего (туберкулёз, коронавирусная инфекция, гепатит и др.).

Критерий 2. Насыщение крови кислородом происходит путем засасывания воздуха в лёгкие при непрямом массаже сердца, когда после надавливания грудина поднимается за счёт 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-лёгочной реанимации:

- а) поддержание дыхательной деятельности пострадавшего
- б) возбуждение дыхательного центра повышенной концентрацией углекислого газа, соды
- в) поддержание тонуса межреберных мышц диафрагмы

**г) насыщение крови пострадавшего кислородом**

4. При задержке выдоха парциальное давление (напряжение) углекислого газа в кровяных капиллярах

а) снижается

**б) повышается**

в) снижается незначительно, но 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 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:** одна академический час.

**Планируемые результаты:**

**Предметные:**

- объяснять различие между методами примененных методов исследования;
- концентрацию кислорода в выдыхаемом и в 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 практически навыки работы с цифровыми датчиками и обработкой результатов работы;
- проявлять познавательный интерес, направленный на изучение связи артериального давления со 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.ХОДУРОКА

<b>Этап урока 1. Организационный</b>
<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 настроиваются на предстоящую учебную деятельность</p>

<b>Этап урока 2. Актуализация знаний обучающихся, целеполагание и мотивация учебной деятельности</b>
<p><b>Предполагаемая продолжительность:</b> 7 мин.</p> <p><b>Педагогическая деятельность учителя:</b>            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 высказыванию предложений о способе и средствах достижения поставленной цели.  <i>Работа с терминами и понятиями.</i> Повторить и обобщить знания учащихся об общенаучных методах исследования (наблюдение, измерение, эксперимент, моделирование, прогнозирование) и различных частных биологических методах.  <i>Описание проблемной ситуации.</i> Опыты Джозефа Пристли, раскрывающие газовые эффекты фотосинтеза очень наглядны. Но их невозможно повторить на уроке, поскольку они имеют большую длительность, 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 складывался по времени в формат урока и соответствовал понятиям биологии?</p> <p><b>Учебная деятельность обучающихся:</b>            отвечают на вопросы, высказывают свои предположения, предлагают согласовывать с учителем тему и цель урока; предлагают способы и средства достижения цели.  <i>Предполагаемое объяснение проблемной ситуации.</i> 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</p>



## Этапурока2.Актуализациязнанийобучающихся,целеполаганиеимотивацияучебнойдеятельности

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).

## Этапурока3.Первичноеусвоениеновыхзнаний

**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 инструкции 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 (либон в вводимых химическом стакане) с помощью цифровых лабораторий, заполняют таблицу результатов, сравнивают изменения состава воздуха в установке на свету и в темноте; рассчитывают средние данные по группе;

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

## Этапурока5.Проверкапониманияипервичноезакрепление

**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 в 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 опытов с освещением и без доступа света;

делают выводы и оформляют результаты опыта в тетради или на специальных бланках.

## Этапурока6.Информацияодомашнемзаданииирефлексия

**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 дополнении 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 УРОКУ

### Инструкция к лабораторному исследованию «Выделение кислорода и поглощение углекислого газа при фотосинтезе»

#### Порядок выполнения работы

1. Выберите два здоровых, заранее полных 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 вопроса — 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 так же сделайте измерения. При отсутствии какого-либо 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, перевяжите 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 так же оставьте на 10—15 мин.

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

9. Извлеките растение и датчики 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 послесбора 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. Чем свидетельствуют результаты опыта?

### **Теоретическое пояснение**

Первые опыты по фотосинтезу были проведены Джозефом Пристли в XVIII веке, 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 источником 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 предначло попытаться 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 pH к меньшим значениям; при уменьшении концентрации — сдвиг к большим значениям. Это даёт возможность по сдвигу pH 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 и 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 установке как описанного опыта в месте датчика pH 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 изменение 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) синтеза АТФ
- 3) фотолиз воды
- 4) образования НАДФ\*H

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) фотолиз 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:** одна 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 практически навыки работы с цифровыми датчиками и обработкой результатов работы;
- проявлять познавательный интерес, направленный на изучение связи артериального давления пульсом.

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

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

## **2. ХОДУРОКА**

### **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 биотических факторов. Например, для комнатного растения можно оценить силу воздействия физических (температура, влажность воздуха, влажность почвы) и химических (концентрация кислорода в воздухе, pH почвенной вытяжки) биотических 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.

*Принес достаточно много датчиков опыта проводится учителем демонстрационно с выведением данных на экран. Ученики заполняют таблицу из материалов для копирования по ходу работы*

### Этапурока3.Первичноеусвоениеновыхзнаний

**Предполагаемаяпродолжительность:**20мин

**Педагогическаядеятельностьучителя:**

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

**Учебнаядеятельностьобучающихся:**

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

### Этапурока5.Проверкапониманияипервичноезакрепление

**Предполагаемаяпродолжительность:**12мин.

**Педагогическаядеятельностьучителя:**

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

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

**Учебнаядеятельностьобучающихся:**

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

### Этапурока6.Информацияодомашнемзаданииирефлексия

**Предполагаемаяпродолжительность:**4—5мин.

**Педагогическаядеятельностьучителя:**

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 дополнении к домашнему заданию подумать над причинами этого. **Учебнаядеятельностьобучающихся:**

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 материалы и продемонстрируйте его учащимся 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 данные программного обеспечения Releon Lite.
2. Используйте мультидатчик «Экология» из комплекта цифровой лаборатории Releon для измерения температуры, освещенности, относительной влажности воздуха, влажности почвы, pH. Подключите датчик к необходимым щупам.
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 и, 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 параметры окружающей растении среды, нажав «Пуск» на экране регистратора данных. Остановите измерения, нажав паузу.

8. Соберите опытную установку: поместите датчики и щупы в горшок под растение; на растении 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 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 воз- духа		
	Влажность поч- вы		
	Освещённость		
	Температура		
Абиотические химические	Концентрация кис- лорода		
	pH(почвенной выт- яжки)		
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 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, приспособлении 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 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) ацетатно-аммонийная—используется для определения наличия тяжелых металлов в почве.

Для задачи 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 в шейке 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 искусственных условия 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 обитания внешней микрофлоры. 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 иречного 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 лис**

- 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. Кабиотическим фактором относятся

- 1) подрывание кабаном 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:** одинакадемический 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. ХОДУРОКА

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>

## Этапурока2.Актуализациязнанийобучающихся,целепологаниеимотивацияучебнойдеятельности

**Предполагаемаяпродолжительность:**7мин.

**Педагогическаядеятельностьучителя:**

проводитфронтальнуюбеседу;актуализируетимеющиесязнанияоэкологическихфакторахизученныххранеекологическихзаконах;  
формулируетсубучающимисцельурока,создаётучебнуюситуацию,требующуюприменениязнаний;побуждаетквысказываниюпредложенийоспособеисредствахдостиженияпоставленнойцели.

*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 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 обратить несколько установок с растениями одного вида, различающиеся по силе воздействия основных абиотических факторов содержания растений – освещенности, температуры, регулярности полива (влажности почвы)

## Этапурока3.Первичноеусвоениеновыхзнаний

**Предполагаемаяпродолжительность:**20мин

**Педагогическаядеятельностьучителя:**

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 установках в начале и в конце опыта;

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

## Этапурока5.Проверкапониманияипервичноезакрепление

**Предполагаемаяпродолжительность:**12мин.

**Педагогическаядеятельностьучителя:**

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 выяснить причины допущенных инструментальных или статистических ошибок, определить пути их исправления.

#### Учебная деятельность обучающихся:

сравнивают средние результаты своей группы с результатами полученных 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, цель не достигнута, предлагает объяснение, и предлагает в допол-

нении 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, освещенности.

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

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 данные программного обеспечения 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 нее стакан горячей водой; г) группа 4

охлаждает установку, поместив в нее 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 установку в 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 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

Номер группы	Характер воздействия	Концентрация кислорода, %			Исследуемый параметр		
		В начале опыта	В конце опыта	Δ	В начале опыта	В конце опыта	Δ
1	Повышение освещенности						
2	Понижение освещенности						
3	Повышение температуры						

Но- мерг руп- пы	Характервоздей- ствия	Концентрациякислорода,%			Исследуемыйпараметр		
		Вначале пыта	В конце опыта	$\Delta$	Вначале пыта	В конце опыта	$\Delta$
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 ( $j$ ), зависит не только от какого-нибудь одного (даже лимитирующего) фактора, но и от всей совокупности действующих факторов одновременно, т. е.  $j = j(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$ . 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 контрольного растения лучше на время опыта поместить ближе к окну или источнику света, чтобы компенсировать снижение освещенности (часть света поглощается полиэтиленовой пленкой).

Для оценки влияния влажности почвы экспериментально 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 вести обсуждение на уровень практического применения полученного знания в жизни учеников.

## **ЗАДАНИЯ КУРОКУ**

*Задание на развитие функциональной грамотности.*

Задание 1. Прикатастрофе «Титаника» многие люди, спасшиеся стонущего корабля, оказались в холодной морской воде 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 сухой, 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 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 плиоцена. 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 защиты 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 организмов в моделированной экосистеме.

**Продолжительность урока:** одна 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.ХОДУРОКА

### Этапурока1.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.

### Этапурока2.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.* Помнить о большинстве 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 повлияет 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 обратиться к установке, которая могла бы продемонстрировать действие парникового эффекта в быту

### Этапурока3.Применение знаний в новой ситуации

**Предполагаемая продолжительность:** 17 мин

**Педагогическая деятельность учителя:**

Организует демонстрационный эксперимент. Для этого комнатное растение помещается в полиэтиленовый пакет вместе работающими цифровыми датчиками, затем пакет герметизируется и дополнительно подсвечивается светильником. Все свои действия учитель комментирует. Раздает обучающимся карточки с описанием этапа 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.

### Этапурока5.Контрольусвоения,обсуждениедопущенныхошибкиихкоррекция

**Предполагаемаяпродолжительность:**10мин.

**Педагогическаядеятельностьучителя:**

организуеобсуждениерезультатовисследования,наводящимивопросамипомогаетсделатьвывод опыта о том, что глобальное потепление способно таким образом изменить условияобитания,чтоэтоотрицательноскажетсянажизнедеятельностиорганизмов; отмечаетпротиворечиямеждуожидаемымииполученнымирезультатами,помогаетвыяснитьпричиныд опущенныхинструментальных,определитьпутиихисправления.

**Учебнаядеятельностьобучающихся:**

анализируютрезультатыдемонстрационногоэксперимента; вдискуссиипредполагают,каквбытусказываетсяизменениеуровняестественногоосвещениянасамочувствиеичеловекаиусловияобитаниядомашнихрастенийиживотных делаютвыводыиоформляютрезультатыопытаветради.

### Этапурока6.Информацияодомашнемзаданииирефлексия

**Предполагаемаяпродолжительность:**6—7мин.

**Педагогическаядеятельностьучителя:**

информируетодомашнемзадании,даёткомментарийпоеговыполнению; предлагаетанкетурефлексииурокуипредлагаетрассчитать«Индивидуальныйиндекскачестваурока»(см.Материалыдлякопированиявуроке№1); подводитрефлексивнуюстатистикуурокапоколичествуучеников,укоторыхиндекскачествавышезначения5;

демонстрируетзаписьпроблемыицелиурока,спрашивает:«Каквыдумаете,решеналипроблема,достигн уталицель?».Еслипроблеманерешенаицельнедостигнута,предлагаетобъяснение,ипредлагаетвдопол нениекдомашнемузаданиюподуматьнадпричинамиэтого.**Учебнаядеятельностьобучающихся:**

задаютуточняющиевопросыовыполненииидомашнегозадания;рассчитывают индивидуальныйиндекскачестваурока; определяютстепеньсоответствияпоставленнойцелиирезультатовдеятельности;степеньсво егопродвижениякцели; высказываютоценочныесужденияисоотносятрезультатысвоейдеятельностисцельюурока.

## МАТЕРИАЛЫДЛЯПОДГОТОВКИУРОКУ

### Инструкция к демонстрационному опыту «Моделирование парникового эффекта»

1. ЗапуститенарегистратореданныхпрограмноеобеспечениеReleonLite.
2. Подключитедатчикикислорода,pH,температуры,влажностиизкомплектацифровойлабораторииReleonкрегистраторуданных,врежимеBluetoothUSB(черезсоединительныйкабель).ЩупдатчикарНпоместитевстакансводой.
3. Измерьте концентрацию всех четырех параметров рядом с растением, нажав «Пуск»на экранерегистратора данных. Полученныйрезультатзапишитев таблицу1.
4. Соберитеопытнуюустановку:поместитедатчикисщупамивгоршокподрастение;нарастениенаденьтеполиэтиленовыйпакетизагерметизируйтеего,перевязавгорловинупакетапокорпусугоршкашпагатом(рис.27).
5. Установитерядомсустановкойнастольнуюлампуивключите,направивсветовойпотокнарастение.

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 человеком 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 в вдыхаемом и выдыхаемом воздухе.

Параметры	Значение параметра		
	В начале опыта	В конце опыта	$\Delta$
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. Стеклопарник уменьшает поток воздуха и повышает 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 её 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 (ответствен 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°C. Вероятная величина дальнейшего роста температуры на протяжении XXI века по основным климатическим моделям составляет 0,3—1,7°C для минимального сценария выбросов парниковых газов, 2,6—4,8°C—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 в теплице (отапливаемой и неотапливаемой).

Результаты опытов 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 относятся: 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 светоотражения стен строения на условия развития растений.
4. Влияние теплотрасс на сдвиг фазы развития 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 секретировается 1,5—2,0 л слюны. В слюне находится высокоактивная  $\alpha$ -амилаза, активность других ферментов (липазы, мальтозы, протеазы, нуклеазы, ингибитор трипсина) низкая, также имеются гликопротеин муцин, факторы роста эпидермиса и нервов. Бактериальная активность обеспечивается лизоцимом, пероксидазой, IgA, лейкоцитами.

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, стеклоглаз, ледильник, цифровой

#### Техника безопасности

1. Соблюдайте осторожность при работе с реактивами.
2. Недопускайте 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  $\text{CuSO}_4 + 5\text{H}_2\text{O}$  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 штатив. В пробирки 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 %-ного раствора  $\text{HCl}$  и 3 мл 1 %-ного раствора вареного 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 с 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 °С.
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 прошёл наиболее полно. Для этого подключите датчик оптической плотности цифровой лаборатории Releon 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 бурый-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.
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 °C
  - 2) 26—27 °C
  - 3) 36—37 °C**
  - 4) 56—58 °C
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 родственных реакций называется селективностью.
    - 1) верно только А
    - 2) верно только Б**
    - 3) верно 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, в клетках присутствуют различные виды РНК. Молекулы

геномной ДНК имеют большой размер и клетка находится в комплексе с белками — гистонами, образуя дезоксирибонуклеопротеин. Благодаря этому ДНК упакована в компактные структуры хроматина. Различные виды РНК так же 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 твердофазного 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 нерастворившихся 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 фосфо-липидов, 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 додецилсульфат натрия ( $\text{SDS}, \text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{NaO}_4\text{S}$ ).

Метод, используемый в лабораторной работе, основан на способности нуклеопротеидов растворяться в солевых растворах большой ионной силы и выпадать в осадок неплярных растворителях. 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 растворить 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. пищевой 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 минут и дайте отстояться 2 минуты 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 и не допускают разрушения ДНК на фрагменты. Порезьте 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 минут, чтобы произошёл лизис клеточных структур. В это время сделайте запись 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 минут 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 со вздутием. И так же аккуратно и медленно влейте в пробирку 2–3 мл охлажденного этилового спирта. Должен образоваться слой спирта поверх фильтрата, счёткой границей разделаслоёвразличной 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 выпадают в виде осадка.

Этот осадок образуется на границе слоев спирта и фильтрата.

### Обратите внимание!

В данном опыте мы наблюдаем, как толстые белёные нити всплывают в спирт. На всех этапах нам нужно по возможности избегать появления пузырьков воздуха в смеси, иначе это затруднит дальнейшее 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 результаты опыта учителю.

10. Определите наличие нуклеиновой кислоты в выделенном веществе. Для этого перенесите  $\frac{1}{2}$  часть выделенного вещества в чистую пробирку и прилейте 1 мл 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 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 в результате потери воды. Обычно процесс плазмолиза обратим и не причиняет значительного вреда клетке. Восстановление объёма цитоплазмы

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 кожи-цы 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 приготовить 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 объём 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:** предметный стек, 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 стеклами 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. Точновыполняйте 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 стенке при большом увеличении (10x10), используя микровинт для настройки резкости. Зарисуйте микропрепарат с обозначением всех видимых органоидов клетки и используя рисунок №1.



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

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

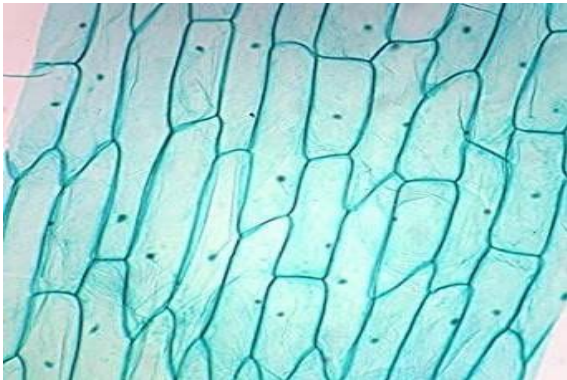
10. Произведите деплазмолиз: каплю дистиллированной воды нанесите на край покровного стекла, а с противоположной стороны необходимо оттянуть жидкость фильтрованной бумагой.

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

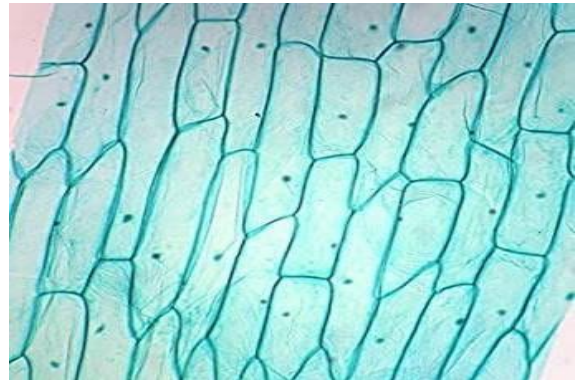
### **Обратите внимание!**

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 произошёл 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 в одоросли хлореллы»

#### Теоретическая часть

Одноклеточные зелёные водоросли довольно часто применялись ранее и используются сейчас для изучения процессов фотосинтеза у растений. 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 темновому этапу.

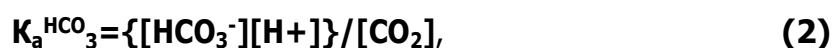
Напомним, что в биохимических превращениях, именуемых темновой стадией фотосинтеза, происходит ассимиляция углекислого газа, т.е. в хлоропластах синтезируются органические соединения из экзогенного  $\text{CO}_2$ . Таким образом, убыль углекислоты из среды, в которой суспендированы водоросли, должна означать ассимиляцию  $\text{CO}_2$ .

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



Возможна иная схема диссоциации угольной кислоты до карбонат-иона, однако этот процесс характерен лишь для щелочных сред. При значениях рН, близких к нейтрально-му, в растворах преобладают бикарбонат-ионы. Угольная кислота относится к

слабым кислотам, поэтому степень диссоциации её разбавленных растворов определяется значительной мерой концентрацией ионов  $\text{H}^+$ , а качество коэффициента пропорциональности выступает константа равновесия  $K_a$ :



где  $[\text{HCO}_3^-]$ ,  $[\text{H}^+]$  и  $[\text{CO}_2]$  — молярные концентрации бикарбоната 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 рН дистиллированной воды, хранящейся на воздухе. При удалении из неё углекислого газа значение рН возрастает. На этом явлении и основывается предлагаемый метод оценки скорости поглощения углекислого газа водными растениями в процессе фотосинтеза.

Исходно предполагается, что величина сдвига рН водной среды, содержащей водоросли, определяется лишь концентрацией растворенного в ней  $\text{CO}_2$ . В этом случае молярная концентрация  $\text{CO}_2$ , растворённого в воде, может быть оценена по величине рН 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; рН-метр; электроды для рН-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.
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 брусочек (можно без магнитной мешалки, но необходимо периодически встряхивать).
3. Погрузите в стакан рН-метрические электроды и закройте сосуд полоской чёрной бумаги.

## Часть 2. Работа по программе измерения pH

1. Включите приборы (магнитную мешалку) и запустите программу измерения pH.
2. Инструкцию по работе и настройке pH-метра приведена в методическом лабораторном оборудовании.
3. Подождите 10 мин до установления показаний pH-метра.
4. Запишите показание pH-метра ( $pH_0$ ).
5. Удалите полоску черной бумаги с стакана и включите осветитель секундомер.
6. Наблюдайте за изменениями pH в течение 15 мин после начала освещения и запишите показание pH-метра ( $pH_t$ ).

### Представление результатов наблюдений

Пользуясь формулой (4), определите содержание  $CO_2$  в среде суспензии до освещения культуры водоросли через 10—15 мин после его начала. Вычислите скорость поглощения углекислого газа на свету клетками водоросли ( $\Phi$ ) по формуле

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

где  $[CO_2]_0$  — концентрация углекислого газа в среде до освещения;

$[CO_2]_t$  — 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

$pH_0$	$pH_t$	$[CO_2]_0$	$[CO_2]_t$	$t$	$\Phi$

### Выводы

1. Сформулируйте выводы по вопросам:
2. Какие процессы происходят в темной стадии фотосинтеза?
3. Почему при освещении суспензии клеток водорослей увеличивается pH?
4. Какую роль в планетарном масштабе играет фотоассимиляция  $CO_2$  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 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 тилакоидных мембранах

## **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 ведет 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. Оно определяет упругость клеток и тканей в зрелых растениях, проростков, поддерживает листья и другие органы растения в тургорно-напряженном состоянии, и обеспечивает определенное 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 стекла, покровные стекла, препаровальная игла, пинцет, спиртовка, спички, пипетка, метиленовый

синий, фильтровальная бумага, микроскоп, пророщенные семена и луковицы-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 очно измерьте их длину.

2. Подготовьте два химических стакана. В один налейте чистую воду, а в другой — 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 другой (образец 2) — в 1 М раствор хлорида натрия.

3. Через 20—30 мин выньте брусочки из пробирки 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 то, зачем был взят третий брусочек картофеля для контроля (объективное сравнение тургесцентного состояния), почему третий брусочек был вырезан сразу, а после проведения опыта, перед самым сравнением (чтобы предотвратить потерю тургора из-за высыхания).

Если в школе достаточно количество датчиков электропроводности, то данные по длине образцов в таблицу не заносятся, поскольку выводы от типа 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:

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 постепенно 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

с) 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 малопроницаемой 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 парафином запаивать срезы. Проект

#### Практическая часть

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

**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 под два примерно одинаковых по массе клубня картофеля и яблока. Подножом у изнаночной стороны, 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 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 минут отметьте показания датчика и внесите их в таблицу. Повторите пункт 1 №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. Какую покровную ткань в большей степени влияет на испарение воды растением?

### Контрольные вопросы

1. К первичным покровным тканям относятся:

**а) эпидермис**

б)

пробка в) кс

илема г) фл

оэма

2. К вторичным покровным тканям относятся: а) э

пидермис

**б) пробка**



- в) ксилема
- г) флоэма
- 3. Кутикулой покрыты клетки а) перидермы б) осевого цилиндра в) эпидермы г) эпидермиса

### Лабораторная работа №7

#### «Выделение углекислого газа и теплоты дрожжами 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
Подъемная сила, мин, не более	70
Кислотность 100 г. дрожжей в пересчете на сухую кислоту, в день выработки, мг, не более	120
Кислотность 100 г. Дрожжей в пересчете на сухую кислоту, на 12-суток хранения при температуре от 0 до +4°C, мг, не более	300

#### Практическая часть

**Цель работы:** определить подъемную 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. Прозр

ачный 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 сахаразы, 8%-ного раствора сульфата меди, 3%-ного раствора селеновой соли.

#### **Техника безопасности**

1. Соблюдайте осторожность при работе с химической посудой во избежание укулов и порезов.
2. Недопускайте 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 над стаканом, до момента его всплытия. Время подъема шарика в минутах умножить на коэффициент 3,5, полученный эмпирически для определения подъемной 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 сахаразы, добавить 0,5 мл раствора фермента. Через 10 минут в пробирку добавить 3 мл раствора 8%-ного сульфата меди, 3 мл 3%-ного раствора селеновой 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 летках 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 сцепление 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 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 к 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 з атем слегка покатаь 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 трудно приобрести. Дешевле всего обойдётся кармин, который продаётся как пищевой краситель, но для его приготовления требуется колбасооборотный холодильник, а так же железная уксусная кислота, которая является прекурсором. Орсеин реализуется в торговле как цитологический краситель и сравнительно недешев. Метиленовый синий продаётся в аптеках как анти-септик (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 как 1%-ный раствор, разведенный 25%-ным раствором глюкозы, в ампулах по 20 или 50 мл. Последняя форма для цитологических целей непригодна. 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 устойчивости. Зарисуйте клетки в соответствующих ячейках таблицы.
11. Подсчитайте число 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 биноклярного 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 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 верных 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 диплоидного гаплоидного и изменением генетического материала. Результат мейоза — образование клеток 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. Независимо от распределения 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 вкупес 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 нераспустившемся 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).

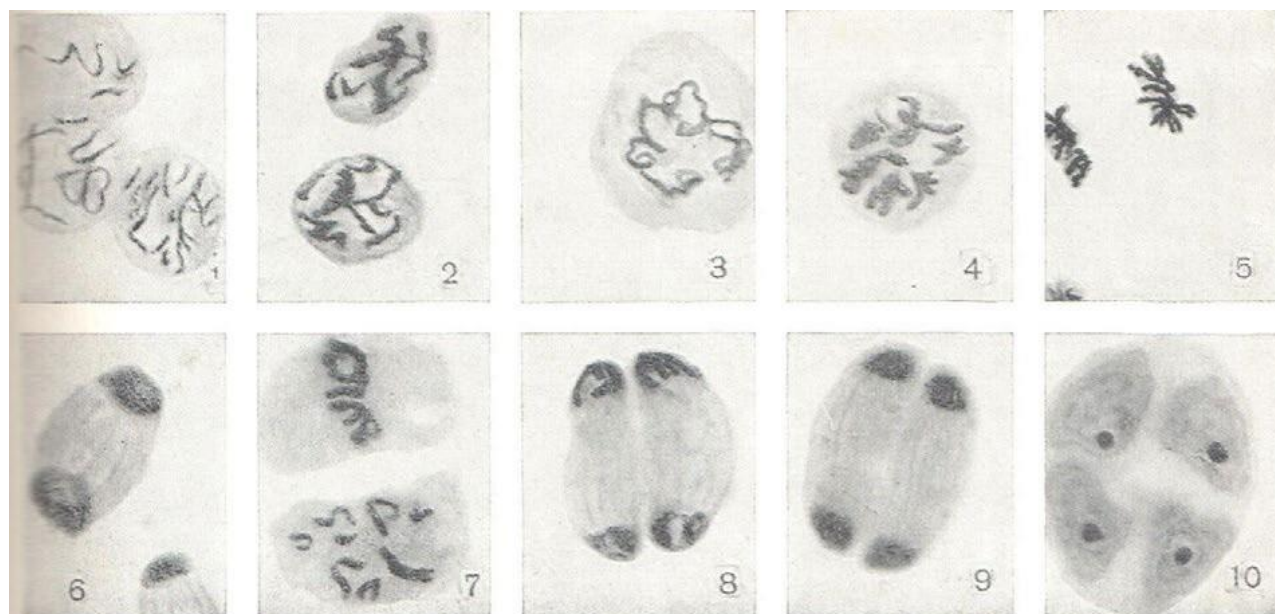
#### Приготовление красителей

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 число 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 (*Lycopersicon esculentum*) — 24, картофель (*Solanum tuberosum*) — 48 (тетраплоид; у диких форм — 24).



**Рис. 1.** Микрофотографии стадий мейоза в пыльниках лука (*Allium cepa*):  
1—3 — профаза 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 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) $1n_{бив.}4c$ (в конце)	Гомологичные хромосомы притягиваются друг к другу сходными участками. Соединение их пары (конъюгация)	В ядре наблюдаются тонкие нити, расположенные попарно

1	2	3
	происходит чаще с концов. Парагомологичных 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 хиазмы	В ядре наблюдаются толстые нити, расположенные парно
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 $2n 4c$ (укаждого 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, намечается ядро, наблюдается клубок толстых нитей — хромосом
МЕТАФАЗА II 1n2c	Хромосомы выстраиваются в экваториальной плоскости, к их центромерам прикрепляется веретено деления, которое образуют центриоли	Клетка приобретает круглую 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. Витогенной диплоидной материнской клетки в результате мейоза образуются четыре дочерние клетки с гаплоидным набором хромосом.	Наблюдаются четыре более мелкие по размерам дочерние клетки, в ядрах 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, диplotены, диакинеза и метафазы I используется обозначение  $1n_{бив.}4c$ , где  $1n_{бив.}$  — 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». Инфузорию рода *Paramecium* около 1,5 мм в длину, гregarина *Parosporagigantea* 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: выростов цитоплазмы. У саркодовых для передвижения захватывают псевдоподии, при необходимости образуются ложные ножки — псевдоподии. Они представляют собой выросты цитоплазмы, укрепленные волокнами цитоскелета. Жгутики 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 изерсорганической взвесью.

### Практическая часть

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

**Оборудование и материалы:** предметный столик, покровные стекла, препаратальная 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 препаратными иглами, предметными и покровными стеклами, избегайте 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 нанесите каплю водного раствора (водоём, аквариум и др.) с помощью обыкновенной пипетки.

2. Поместите в каплю воды на предметном стекле несколько волокон ваты, затем аккуратно распределите их по капле препарата вальной иглой и накройте 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 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 нахождения 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 структурные и функциональные особенности. Заполнить таблицу №1.

Таблица 1

### Строение простейших организмов

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

**2.**

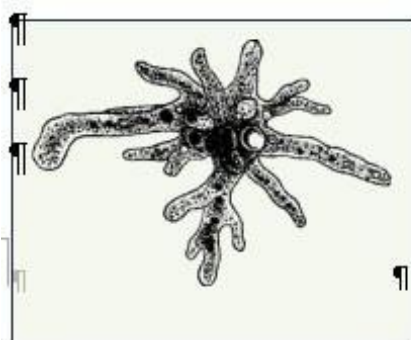
Используя материалы учебника и теоретическую часть данной работы, заполните таблицу №2.

Таблица 2

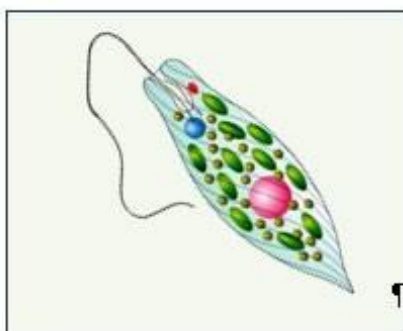
### Особенности жизнедеятельности простейших

Простейшие	Форматела	Тип питания	Передвижение
Амёба обыкновенная			
Эвглена зелёная			
Инфузория-туфелька			

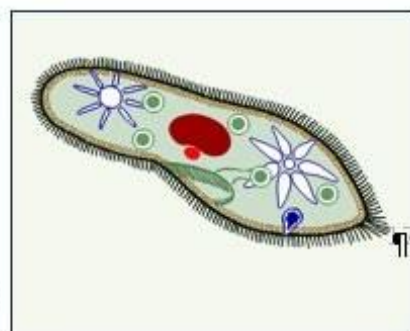
3. Сравните одноклеточных организмов по рисункам №1—3 (наличие или отсутствие признака обозначьте знаком + или -) и заполните таблицу №3.



**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. Каки 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 о усложнении строения данного организма по сравнению с другими изучаемыми организмами?

Ответ: ядерный дуализм, несколько сократительных вакуолей, трихоцисты (как лемноты и лизациты), 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

вет: 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  
 Инфузория В)реснички  
 Г)  
 стигма Д)жг  
 утики

**ОРГАНИЗМЫ**  
 1)Эвглена  
 2)

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 по-колением 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 выбрасываются и в благоприятных условиях прорастают. Из спор развивается половое поколение (заросток), представленное зеленой 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 слипания 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 в первые 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 стеклами 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 (4x10).

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 (10x10), используя макровинт 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 (10x10) рассмотрите строение вайи папоротника. Выполните задание №2 (пункт №5—8).

7. Установите следующий микропрепарат, на большом увеличении (10x10) 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 вайи диплоидный (2n), аспорогаплоидный (n).

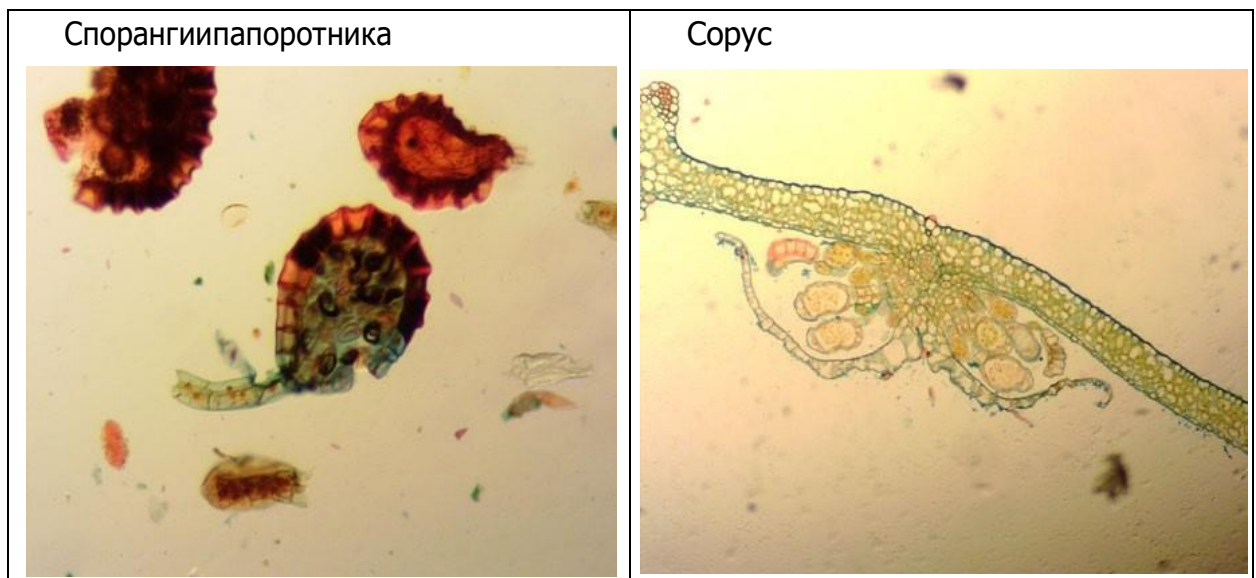
**Представление результатов наблюдений**

**Задание 1.** Сделайте соответствующие подписки 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, индустий, 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 индузии?
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 индузией
- 2) из споры развивается проросток (протонема)
- 3) спорангии развиваются на ветках
- 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 комаров-звонцов (*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 эпителиальной 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 секреторными, 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 политении 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, несопровождаемой делением клетки (эндомитоз); б) боковой конъюгации хроматид.

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

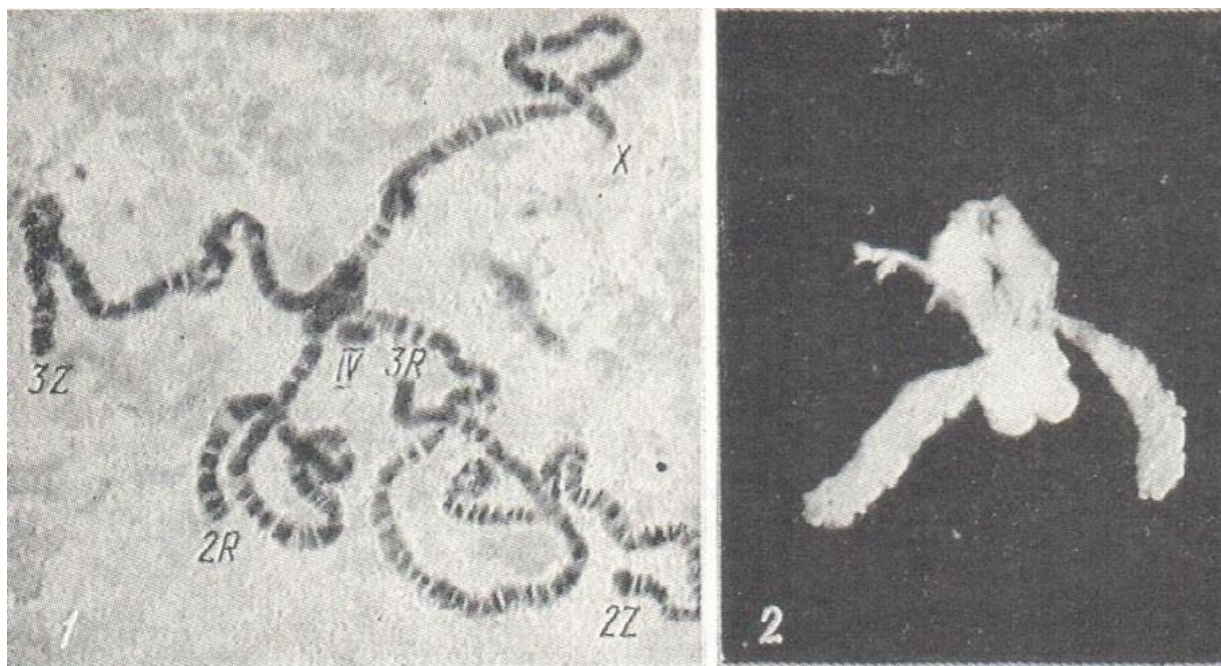
Политенные хромосомы во много раз превышают по размеру хромосомы обычных соматических клеток. Они, как правило, в 100 — 200 раз длиннее и в 1000 раз толще (содержат до 1000 хромосом), чем хромосомы многих интерфазных клеток. Политенные хромосомы имеют характерную поперечную исчерченность. В тёмных участках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



как светлые полосы имеют повышенную транскрипционную активность. Кроме того активными районами политенных хромосом являются пuffs и ядрышки. Пuffs — это участки политенных хромосом, в которых проходит активная транскрипция, приводящая к разрыхлению хроматина и вздутию (распуфливанию) хромосомы. Некоторые пuffs получили собственное название — кольца Бальбиани. Основные различия между обычными пuffs 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 выветливаются и образуют муфтобразную структуру вокруг хромосомы. Ядрышки представляют собой специализированный puff, основу которого составляет ядрышковый организатор — участок хромосомы, ответственный за синтез всей рибосомной РНК клетки. Накопление вещества 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 установлении характера влияния различных факторов (в том числе экологических) на процессы репликации, транскрипции.

У дрозофилы обыкновенной наблюдается в диплоидном наборе четыре пары хромосом ( $2n=8$ ). На микропрепаратах слюнных желез дрозофилы можно увидеть, что хромосомы дрозофилы агрегируют в области центромер с образованием хромоцентра. Из этого хромоцентра образования выходят 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 желез плодовой мушки *Drosophila melanogaster*: 1 — хромосомы с обозначением номеров и названий плеч, 2 — общий вид отпрепарированных слюнных желез

Все хромосомы отличаются по морфологическому типу. Для идентификации политенных хромосом 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 веерообразные: у 3R-плеча — больших размеров, чем у 2R-плеча.

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

У некоторых видов рода 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*, *Telmatogetoninae*, *Diamesinae*) число хромосом в кариотипе сильно варьирует у разных видов, и хромосомные наборы могут насчитывать до 14—16 хромосом. Как правило, в лабораторных работах используется личинка 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 желез личинок плодовых мушек либо комаров-звонцов (мотыля). Плодовых мушек можно наловить в сезон, а мотыль намыт 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 (активнодвигающиеся по стеклу) дрозофилы или личинок мотыля (из сем. *Chironomidae*). Легче работать с личинками мотыля, чем с личинками дрозофилы, поскольку они крупнее. Пробриски 4—5-дневными личинками дрозофилы предварительно перед началом работы желательно поместить в термостат с температурой 16—18°С на сутки (в этом случае легче освободить слюнные железы от других тканей, и препарат получается более качественным).

Не всегда удаётся 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 биноклярная лупа, предметные и покровные стекла, препаровальные иглы, пипетки, фильтровальная бумага, салфетки, медицинские перчатки, термостат.

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

### **Техника безопасности**

1. Соблюдайте осторожность при работе с препаровальными иглами, предметными и покровными стеклами 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>.

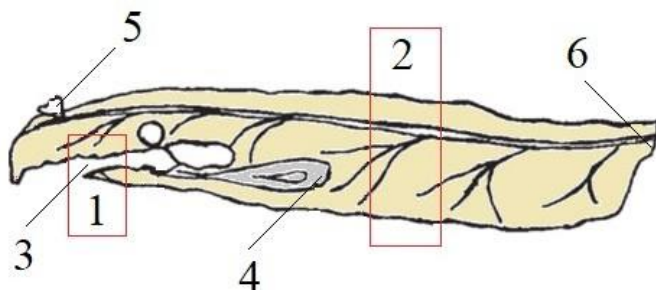
### **Ход работы:**

#### **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 личинку из пробирки на предметное стекло каплю физиологического раствора.

3. С помощью двух препаровальных игл отделите слюнные железы личинки — парные образования удлиненной формы, расположенные по обе стороны пищевода в переднем отделе тела (ротовая часть личинки заострена и покрыта темным 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 (желательное – стекло с лункой) нанесите несколько капель ацетор-сеина 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 кислоты удаляются 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 хромосомные ядра: их число, форму и овалов с хроматином и гетерохроматинном. Укажите под рисунком количество политенных хромосом в клетке и число 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, пучки, кольца Бальбиани, ядрышко, район ядрышкового организатора (он хорошо заметен у субметацентрической четвёртой хро-

мосомы — самой маленькой). Сравните картину поперечной исчерченности, создаваемуючередованиемразличныхдисковуотдельныххромосом.

5. Выполнитесхематичныйрисунок2«УчастокотдельнойполитеннойхромосомыI—III». На рисунке обозначьте терминами: хромоцентр, гетерохроматиновые и эухроматиновыеучастки,пуф,кольцоБабиани.Еслиработавыполняласьиспользованиемличиноккомар а-звонцасбольшимколичествомхромосом,токоличествоцифрвназваниирисункабудетнаоднуменьше,чемвгаплоидномнаборе.

6. Выполнитесхематичныйрисунок3«Короткаяполитеннаяхромосома».УдрозофилыэтохромосомаIV.Нарисункеобозначьте терминами:хромоцентр,районядрышковогоорганизатора.

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

### **Обратитевнимание!**

Приналичиидостаточногвремениработуможноусложнить,добавивописаниекаждойхромосомы,суказаниееёморфологическогоготипа(расположениецентромеры,соотношениедлиныплеч,размеры).

### **Оформлениерезультатов**

Порезультатамработывыполняетсятририсункаизаполняетсятаблица.Рис.1.«

Клеткасливнойжелезыполитенныххромосомами».

Рис.2.«УчастокотдельнойполитеннойхромосомыI—

III».Рис.3.«Короткаяполитеннаяхромосома».

Таблица.Функцииструктурполитенныххромосом

(названияструктурсоответствуютобозначениямнарис.1и2)

<b>Структуры</b>	<b>Функции</b>
1.Хромоцентр	
2.Гетерохроматиновыедиски	
3.Эухроматиновыедиски	
4.Пуф	
5.КольцоБабиани	
6.Ядрышковыйорганизатор	

### **Выводы**

Сделайтевыводы:

1. Сколькopolитенныххромосомуисследованноговамиорганизма?

2. Какиефункциональныеструктурыполитенныххромосомудалосьвамобнаружить?

## **Лабораторнаяработа№13**

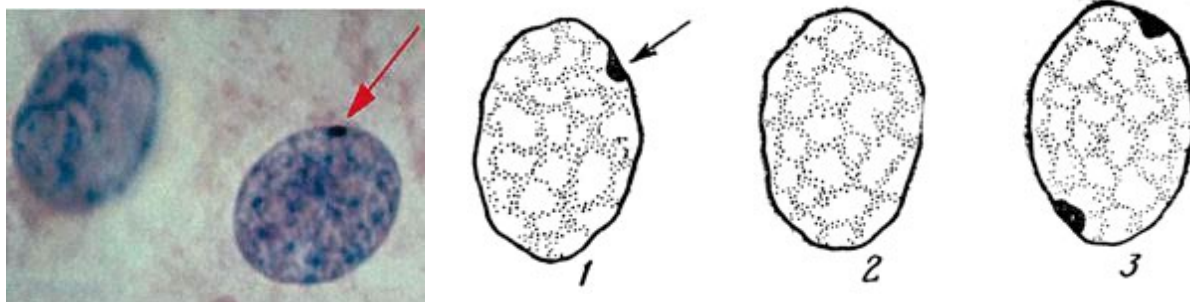
### **«Определениеполовогохроматинавклеткахбуккальногоэпителиячеловека»**

#### **Теоретическаячасть**

Половойхроматин(тельцеБарра)являетсяпродуктомзакономернойгетерохроматинизацииоднойиздвухX-хромосомнормальныхсоматическихклетокженскогоорганизмаиможетбытьвыявленвядрахинтерфазныхклеток,чтозначительнооблегчаетцито-

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 (бuccальный 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.** Микротография (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, препаративная игла, предметные и покровные стекла, пипетка

**Реактивные материалы:** вода, ацеторсеин (или ацетокармин), соскоб бuccального эпителия.

#### Техника безопасности

1. Соблюдайте осторожность при работе с препаративными иглами, предметными и покровными стеклами во избежание уколов и порезов.
2. Недопускайте 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 препарата 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 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 препарата 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 подсчета 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, кариоплазма, 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 поlitенных 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 расклевываются 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 этот промежуток экспериментаторы собирают вышедших мух для скрещиваний

Глаз дрозофилы состоит из 800 оmmатидиев, каждый из которых состоит из 8 проторецепторных клеток, поддерживающих клеток, пигментных клеток и роговицы. Мухи дикоготипа имеют тускло-красный (кирпично-красный) цвет глаз. Окраска тела у мух дикотипа — 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 коллекции 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 гены	
	доминантный аллель	рецессивный аллель
Цвет глаз	красный $n^+$	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 (4x10) и определите фенотипы зафиксированных особей по признакам окраски тела, цвета глаз, развития крыльев.

Внесите в таблицу результаты 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 окрасителя, цвета глаз, развития крыльев:

а) в генном выражении —  $cn^+cn \ b^+b \ vg^+vg$ ;

б) в хромосомном выражении —  $\begin{matrix} cn^+ & b^+ & vg^+ \\ \underline{\quad} & \underline{\quad} & \underline{\quad} \\ cn & b & vg \end{matrix}$ .

### Оформление результатов

Таблица 2

#### Результаты работы

Признаки и генотипы	Дрозофила «норма»	Мутация дрозофилы (чёрно тело)	Мутация дрозофилы (бескрылая форма)
Окрасителя			
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 пример 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 зависят от степени развития нервной и мышечной систем организма, от совершенства механизма координации. Поэтому эти признаки обладают большой широтой варьирования у школьника в водном возрасте 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 в связи с быстрым половым созреванием и изменением гормонального баланса в организме возникает повышенная возбудимость центральной нервной системы, нарушается координация движений, они становятся угловатыми, скованными. Навремя 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 в 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 секунд 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) разделена на 7—9 отрезков. Распределите данные по всем ученикам на группы (варианты), соответствующие выбранному интервалу. 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

Получеников	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 в 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 ударах на нагрузку. Эти показатели значительно зависят от образа жизни под-



ростковисостоянияздоровья,чтотакжеможетсказатьсянарезультатахлабораторнойработы.Поэтомуйсследованияенормыреакциинаосновеморфологическиифизиологическихпризнаковучениковтребуетособенновнимательнойподготовкиипроведения.

## 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 северных полюсов к экватору. С физической точки зрения данное явление вытекает из принципа уменьшения теплоотдачи при сокращении отношения поверхности тела к объёму. Теплокровным животным, обитающим в регионах с холодным климатом, необходимо, чтобы сильно выступающие части были короткими, а животным, обитающим в регионах с тёплым 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 потерь тепла телом от его площади.

**Оборудование и материалы:** химические стаканы с горячей водой, датчик температуры Releon, ложки.

#### Техника безопасности

Соблюдайте осторожность при работе с горячей водой во избежание ожогов.

#### Ход работы:

1. Налейте в один стакан емкостью 50 мл горячей воды объемом 40 мл.
2. Откройте программное обеспечение Releon Lite на регистраторе данных в настройках установите период опроса — 1 измерение в секунду.
3. Подключите датчик температуры к устройству и измерьте температуру в стакане с водой (рис.1).



**Рис. 1.** Измерение температуры в первом стакане 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 стаканемкостью 50 мл горячей 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 горячей водой

### Представление результатов наблюдений

Номер стакана	Температура, °C		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 зависит 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) енот и видная собака иагама

### 3) песецифенек

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 щерица и плюющаяся сякобра

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 более крупными размерами встречаются в более холодных областях. Это правило подтверждается у позвоночных животных в 50% случаев, из которых 75—90% — птицы.

При увеличении размеров организмов объем 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 расходуется 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, бурый медведь), а наиболее мелкие виды (очковый медведь) — в райо-нах с тёплым климатом.

4. Племена пигмеев, неоднократно независимо формировались в разных районах тропического климата.

*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 уровнях 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 проявляется в своём действии отчётливо при прочих равных условиях.

### Практическая часть

**Цель работы:** доказать зависимость скорости потерь тепла телом от его объёма.

**Оборудование и материалы:** химические стаканы с горячей водой, датчик температуры Releon.

#### Техника безопасности

Соблюдайте осторожность при работе с горячей водой во избежание ожогов.

#### Ход работы:

1. Налейте в один стакан емкостью 600 мл горячую воду объёмом 400 мл.
2. Откройте программное обеспечение Releon Lite на регистраторе данных и настройте его на установку периода вопроса — 1 измерение в секунду.
3. Подключите датчик температуры с помощью щупа к измерителю температуры в стакан с водой (рис.1).



**Рис.1.** Измерение температуры в первом стакане 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 объёмом 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 зависит 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) тупики 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 в водном растворе может подниматься в листья. В листьях происходит фотохимическое восстановление нитрата в виде наиболее его включения 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, скалка, 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 с электродами, не касайтесь мембран пальцами, после работы промойте рабочую часть 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 свеже срезанного растения так, чтобы заполнить ступку на две трети.
  2. Размельтите образец в ступке до кашицеобразной массы.
  3. Уложите кусок марли, сложенный вдвое, в воронку, установленную над стаканом.
  4. Перенесите кашицу 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 соком листья электроды, произведите пять измерений и внесите данные в таблицу.
  8. Повторите действия №1—
7. 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 в качестве учебного материала.

Для ускорения подготовительной части работы учитель может на глазах класса измельчить листья в блендере и раздать ученикам готовую кашицу или сразу отжатый сок листьев. В этом случае на уроке может быть выполнена вторая лабораторная работа или бо исследование нескольких 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) корень и 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) не способен связываться с кислородом**  
 в) не способен 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 датчиками предсказания грибных слоёв, урожая в 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 *Н* 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 свежих сорванных, мытых и протёртых яблок.
15. Разогревание семян, овощей и фруктов при хранении.



## Перечень доступных источников информации

В разделе представлен список книг, сайтов, в которых более подробно освещены различные аспекты рассматриваемых вопросов. Их можно рекомендовать как учителю, так и обучаемому, 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—Ростовн/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 ВЛА-ДОС, 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-yestestvennonauchnoy-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=qBj-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.sdangia.ru/> (дата обращения: 10.05.2021).



**Реализация образовательных программ по биологии и сис  
пользованию оборудования детского технопарка  
«Школьный кванториум» 10—11 (углублённый уровень)**