



МИНИСТЕРСТВО  
ПРОСВЕЩЕНИЯ  
РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

ОБРАЗОВАНИЕ

НАЦИОНАЛЬНЫЕ  
ПРОЕКТЫ  
РОССИИ



**КВАНТОРИУМ**

РЕАЛИЗАЦИЯ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ  
ПРОГРАММ

# ПО БИОЛОГИИ

ИЗ ЧАСТИ УЧЕБНОГО ПЛАНА,  
ФОРМИРУЕМОЙ УЧАСТНИКАМИ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОТНОШЕНИЙ,  
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ  
ОБОРУДОВАНИЯ  
ДЕТСКОГО ТЕХНОПАРКА  
«ШКОЛЬНЫЙ КВАНТОРИУМ»

МОСКВА 2021



**МУНИЦИПАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ  
«СРЕДНЯЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ШКОЛА № 11 Г. УРУС-МАРТАН»  
(МБОУ «СОШ № 11 г. Урус-Мартан»)**

**ПРИНЯТО**

на педагогическом совете

(протокол № 1 от «31» августа 2023г.)

**УТВЕРЖДАЮ**

Директор \_\_\_\_\_ / Э.Ч. Махмуджанова /

(приказ № 75-од от «31» августа 2023г.)

*М.П.*

**Реализация образовательных программ  
по биологии из части учебного плана,  
формируемой участниками образовательных отношений с  
использованием оборудования детского технопарка  
«Кванториум»**

**г. Урус-Мартан - 2023 г.**





## Содержание

<b>Введение</b> .....	<b>3</b>
Цели и задачи «Школьного кванториума».....	3
Функции и задачи элективных курсов .....	6
Нормативная база.....	8
Основные понятия и термины.....	9
<b>Описание материально-технической базы «Школьного Кванториума» .....</b>	<b>10</b>
<b>Элективный курс «Практическая физиология» в 10—11 классе с оборудованием «Школьного Кванториума» .....</b>	<b>16</b>
Пояснительная записка .....	16
Планируемые результаты освоения учебного предмета биологии .....	18
Лабораторные работы .....	30
<b>Перечень источников информации.....</b>	<b>91</b>

## Введение

В рамках национального проекта «Образование» стало возможным оснащение школ современным оборудованием «Школьный кванториум», которое является материальной базой реализации федеральных государственных образовательных стандартов. Это открывает новые возможности в урочной и внеурочной, внеклассной деятельности и служит неотъемлемым условием формирования высокотехнологичной среды школы, без которой сложно представить не только профильное обучение, но и современный образовательный процесс в целом.

Поэтому детские технопарки «Кванториум» на базе общеобразовательных организаций (в дальнейшем «Школьные Кванториумы») созданы с целью организации образовательной деятельности в сфере общего и дополнительного образования, направленной на создание условий для расширения содержания общего образования с целью развития у обучающихся естественно-научной, математической, информационной грамотности, формирования критического и креативного мышления, совершенствования навыков естественно-научной направленности, а также повышения качества образования.

Внедрение этого оборудования позволяет качественно изменить процесс обучения биологии. Появляется возможность количественных наблюдений и опытов для получения достоверной информации о биологических процессах и объектах. На основе полученных экспериментальных данных обучаемые смогут самостоятельно делать выводы, обобщать результаты, выявлять закономерности, что на наш взгляд, способствует повышению мотивации обучения школьников.

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.

### Цели и задачи «Школьного кванториума»

Технопарк «Школьный кванториум» на базе общеобразовательных организаций создан с целью организации образовательной деятельности в сфере общего и дополнительного образования, которая будет направлена на создание условий для расширения содержания общего образования и развития у обучающихся естественно-научной, математической, информационной грамотности, формирования критического и креативного мышления.

#### **Задачами «Школьного Кванториума» 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 «Школьного кванториума», реализующих основные и дополнительные общеобразовательные программы .

Создание «Школьного кванториума», предполагает 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 направленности при реализации основных общеобразовательных программ и дополнительных общеобразовательных программ;
- оборудованием, средствами обучения и воспитания для начального знакомства обучающихся с проектированием и конструированием роботов, обучения основам конструирования и программирования, принципов функционирования и основы разработки информационных систем и аппаратно-программных комплексов и т . д .;
- компьютерным, презентационным и иным оборудованием, в том числе для реализации программ дополнительного образования естественно-научной и технической направленности .

Перечень, минимально необходимые функциональные и технические требования и минимальное количество оборудования, расходных материалов, средств обучения и воспитания для оснащения «Школьного кванториума» определяются Региональным координатором с учётом Примерного перечня оборудования, расходных материалов, средств обучения и воспитания в целях создания детского технопарка «Кванториум» .

Эксперимент является источником знаний и критерием их истинности в науке . Концепция современного образования подразумевает, что в учебном эксперименте ведущую роль должен занять самостоятельный исследовательский ученический эксперимент .

Современные экспериментальные исследования по физиологии уже трудно представить без использования не только аналоговых, но и цифровых измерительных приборов . В Федеральном государственном образовательном стандарте (ФГОС) прописано, что одним из универсальных учебных действий, приобретаемых учащимися должно стать умение «проведения опытов, простых экспериментальных исследований, прямых и косвенных измерений с использованием аналоговых и цифровых измерительных приборов» .

Учебный эксперимент по биологии и физиологии, проводимый на традиционном оборудовании, без применения цифровых лабораторий, не может позволить в полной мере решить все задачи в современной школе . Это связано с рядом причин:

- традиционное школьное оборудование из-за ограничения технических возможностей не позволяет проводить многие количественные исследования;
- длительность проведения биологических исследований не всегда согласуется с длительностью учебных занятий;
- возможность проведения многих исследований ограничивается требованиями техники безопасности и др .

Цифровая лаборатория полностью меняет методику и содержание экспериментальной деятельности и решает вышеперечисленные проблемы. Широкий спектр датчиков позволяют учащимся знакомиться с параметрами биологического эксперимента не только на качественном уровне, но и на количественном. Цифровая лаборатория позволяет вести длительный эксперимент даже в отсутствие экспериментатора, а частота измерений неподвластна человеческому восприятию.

В процессе формирования экспериментальных умений ученик обучается представлять информацию об исследовании в четырёх видах:

- в вербальном: описывать эксперимент, создавать словесную модель эксперимента, фиксировать внимание на измеряемых величинах, терминологии;
- в табличном: заполнять таблицы данных, лежащих в основе построения графиков (при этом у учащихся возникает первичное представление о масштабах величин);
- в графическом: строить графики по табличным данным, что даёт возможность перехода к выдвиганию гипотез о характере зависимости между величинами (при этом учитель показывает преимущество в визуализации зависимостей между величинами, наглядность и многомерность);
- в виде математических уравнений: давать математическое описание взаимосвязи величин, математическое обобщение.

Переход от каждого этапа представления информации занимает довольно большой промежуток времени. В 5—7 классах этот процесс необходим, но в старших классах можно было бы это время потратить на решение более важных задач. В этом плане цифровые лаборатории существенно экономят время. Это время можно потратить согласно ФГОС на формирование исследовательских умений учащихся, которые выражаются в следующих действиях:

- определение проблемы;
- постановка исследовательской задачи;
- планирование решения задачи;
- построение моделей;
- выдвигание гипотез;
- экспериментальная проверка гипотез;
- анализ данных экспериментов или наблюдений; • формулирование выводов.

Последние годы у учащихся наблюдается низкая мотивация изучения естественно-научных дисциплин и, как следствие, падение качества образования.

Цифровое образовательное оборудование позволяет ознакомить учащихся с современными методами исследования, применяемыми в науке, а учителю — применять современные педагогические технологии. Поэтому главной составляющей комплекта «Школьного кванториума» являются цифровые лаборатории.

Часть примерного учебного плана, формируемая участниками образовательных отношений, определяет время, отводимое на изучение содержания образования, обеспечивающего реализацию интересов и потребностей обучающихся, их родителей (законных представителей), педагогического коллектива образовательной организации.

При этом обучающийся имеет право на:

- выбор факультативных (необязательных для данного уровня образования) и элективных (избираемых в обязательном порядке) учебных предметов, курсов,



дисциплин (модулей) из перечня, предлагаемого общеобразовательной организацией (после получения основного общего образования);

- изучение наряду с учебными предметами, курсами, дисциплинами (модулями) по осваиваемой образовательной программе любых других учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), преподаваемых в общеобразовательной организации в установленном ею порядке .

### Функции и задачи элективных курсов

«Элективные курсы — это обязательные курсы по выбору учащихся из компонента образовательного учреждения, входящие в состав профиля обучения»<sup>1</sup> .

Важные функции элективных курсов:

- могут выступать в качестве углубления материала в профильных классах . В данном варианте школа становится классическим специальным образовательным учреждением с глубоким изучением разных учебных дисциплин;
- способны совершенствовать содержимое одного из базовых направлений, преподавание которого в конкретной школе происходит на основе минимального общеобразовательного стандарта . Данный вид элективных курсов даёт возможность увлекающимся подросткам пресытить свои познавательные потребности и приобрести полезную подготовку, к примеру, для сдачи Единого государственного экзамена по данной дисциплине на профильном уровне;
- ориентированы на удовлетворение познавательного интереса отдельных учеников в сферах деятельности, находящихся за границами предпочтённого им профиля . Можно привести следующий пример: абсолютно стандартно выглядит ситуация, когда подросток учится в классах технической направленности, но выражает заинтересованность к элективному курсу по психологии или медицине .

Элективные направления — новая система индивидуализации и актуализации учебного процесса . С чётко выстроенными этапами элективных направлений любой учащийся способен обучиться конкретному виду деятельности и сделать акцент на любой из сфер знаний .

Элективные курсы можно разделить на следующие типы: предметные, межпредметные и элективные курсы, не входящие в базисный учебный план .

Цель предметных элективных курсов — увеличение и пополнение знаний по конкретным дисциплинам, вступающих в основной академический план учебного заведения .

Предметные курсы можно поделить на ряд подгрупп: «элективные курсы повышенного уровня, элективные курсы для углубления отдельных разделов основного курса, прикладные элективные курсы, элективные курсы, посвящённые истории дисциплины, изучению методов познания природы, изучению методов решения задач» .<sup>2</sup>

Элективные курсы повышенного уровня предназначены для углубления определенной дисциплины .

Элективные курсы для углубления отдельных разделов основного курса могут как находиться, так и не находиться в учебном плане конкретной дисциплины .

Задачи прикладных элективных курсов: ознакомление учеников значимыми способами и технологиями использования приобретённых знаний в повседневной жизни; формирование заинтересованности школьников к прогрессирующим видам техники и науки .



Элективные курсы по истории предмета могут быть как внутри учебной программы образовательного учреждения (к примеру, исторические аспекты биологии, химии, математики), так и вне программы (такие как история психологии, науки) .

Элективные курсы по решению задач могут включать в себя абсолютно любые задачи, начиная от математических, заканчивая биологическими . Данные курсы ориентированы

---

<sup>1</sup> Г. А. Рогова. Элективные курсы как содержательная основа профильного обучения . [Электронный ресурс] . — 2007 . URL: [http://vio.uchim.info/Vio\\_58/cd\\_site/articles/art\\_4\\_7.htm](http://vio.uchim.info/Vio_58/cd_site/articles/art_4_7.htm) (дата обращения: 05.05.21)

<sup>2</sup> Г. А. Рогова. Элективные курсы как содержательная основа профильного обучения . [Электронный ресурс] . — 2007 . URL: [http://vio.uchim.info/Vio\\_58/cd\\_site/articles/art\\_4\\_7.htm](http://vio.uchim.info/Vio_58/cd_site/articles/art_4_7.htm) (дата обращения: 05.05.21)

на обобщение и заключение определённых выводов на базе эксперимента по выбранному предмету .

Важнейшая задача межпредметных элективных направлений заключается в объединении знаний школьников об окружающем мире .

Элективные курсы по дисциплинам, которые не находятся в основной учебной программе, могут быть направлены на решение вопросов по психологии, социализации, культурологии, искусствоведения .

Все направления, о которых упоминалось выше, отличаются задачами и структурой, однако абсолютно каждый курс обязан отвечать запросам учеников, предпочитающим его посещать .

Во время реализации элективных курсов допускается применение новейших технологических возможностей, таких как электронные варианты учебных материалов, пособий, справочников, использование виртуальных лабораторий . Это обосновано малыми группами и одинаковой заинтересованностью учащихся . На сегодняшний день существует довольно большое число крайне высококачественных компакт-дисков, развиваются электронные библиотеки, создаются технологии применения электронных материалов на занятиях и в ходе самообразования .

**Задачи элективных курсов:**

- содействие самоопределению учащегося и подбору будущей профессиональной деятельности;
- формирование позитивной обстановки в ходе данного образовательного курса;
- знакомство учеников с основными для конкретного курса типами работы;
- стимулирование познавательной активности учащихся;
- увеличение информативной и коммуникативной грамотности школьников .

Главная специфика элективных направлений — вариативность, которая даёт ученикам право беспрепятственного выбора персональной образовательной линии движения, содействующей профессиональному самоопределению учащихся основной и средней школы . Данные курсы осуществляются благодаря школьной составляющей учебной программы, а также они имеют авторскую направленность .

### 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: 28 .09 .2020)

Паспорт национального проекта «Образование» (утверждён президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам, протокол от 24 .12 .2018 N 16) — URL: <https://login.consultant.ru/link?req=doc&base=LAW-&n=319308&demo=1> (дата обращения: 10 .03 .2021)

2 . 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 .03 .2021)

3 . 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 2013г . № 544н, с изменениями, внесёнными приказом Министерства труда и соцзащиты РФ от 25 декабря 2014 г . № 1115н и от 5 августа 2016г . № 422н) — URL: <http://профстандартпедагога.рф> (дата обращения: 10 .03 .2021)

4 . Профессиональный стандарт «Педагог дополнительного образования детей и взрослых» (Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 5 мая 2018 г . N 298н «Об утверждении профессионального стандарта «Педагог дополнительного образования детей и взрослых») — URL: [https://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiyinformatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/reestrprofessionalnykh-standartov/index.php?ELEMENT\\_ID=48583](https://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiyinformatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/reestrprofessionalnykh-standartov/index.php?ELEMENT_ID=48583) (дата обращения: 10 .03 .2021)

5 . Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования (Утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 декабря 2010 г . N 1897) (ред .21 .12 .2020) — URL: <https://fgos.ru> (дата обращения: 10 .03 .2021)

7 . Федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования (Утверждён приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 мая 2012 г . N 413) (ред .11 .12 .2020) — URL: <https://fgos.ru> (дата обращения: 10 .03 .2021)

8 . Методические рекомендации по созданию и функционированию детских технопарков «Кванториум» на базе общеобразовательных организаций (Утверждены распоряжением Министерства просвещения Российской Федерации от 12 января 2021 г . N P-4) — URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_374695/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_374695/) (дата обращения: 10 .03 .2021)

9 . Методические рекомендации по созданию и функционированию центров цифрового образования «IT-куб» (Утверждены распоряжением Министерства просвещения Российской Федерации от 12 января 2021 г . N P-5) — URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_374572/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_374572/) (дата обращения: 10 .03 .2021)

10 . Методические рекомендации по созданию и функционированию в общеобразовательных организациях, расположенных в сельской местности и малых городах, центров образования естественно-научной и технологической направленностей («Точка роста») — (Утверждены распоряжением Министерства просвещения Российской Федерации от 12 января 2021 г . N P-6) — URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_374694/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_374694/) (дата обращения: 10.03.2021)

### Основные понятия и термины

**Федеральный государственный образовательный стандарт (ФГОС)** — это совокупность требований, обязательных при реализации основных образовательных программ начального общего, основного общего, среднего (полного) общего, начального профессионального, среднего профессионального и высшего профессионального образования образовательными учреждениями, имеющими государственную аккредитацию .

**Универсальные учебные действия (УУД)** — это совокупность способов действий обучающегося, которая обеспечивает его способность к самостоятельному усвоению новых знаний, т . е . способность субъекта к саморазвитию и самосовершенствованию путём сознательного и активного присвоения нового социального опыта .

**«Школьный Кванториум»** — федеральная сеть детских технопарков «Кванториум» на базе общеобразовательных организаций организованная в рамках проекта «Современная школа» .

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

**Цифровая лаборатория по физиологии** — это комплект, состоящий из датчиков для измерения и регистрации различных параметров, интерфейса сбора данных и программного обеспечения, визуализирующего экспериментальные данные на экране .

**Мультидатчик** — цифровое устройство выполненное, как цельная платформа с многоканальным измерителем, одновременно получающим сигналы с различных встроенных датчиков, размещенных в едином корпусе устройства .

Методические рекомендации по реализации образовательных программ в рамках преподавания биологии и физиологии с использованием оборудования технопарка «Школьный Кванториум» 5—9 класс включают в себя:

- описание материально-технической базы «Школьного Кванториума», используемого для реализации образовательных программ в рамках преподавания биологии;
- пример рабочей программы элективного курса по биологии для 9 класса для организации изучения физиологии человека с использованием оборудования технопарка «Школьный Кванториум»;

примеры уроков, лабораторных работ, тем проектных работ и внеурочных занятий с использованием оборудования технопарка «Школьный Кванториум» .

**Элективные курсы** — это обязательные курсы по выбору учащихся из компонента образовательного учреждения, входящие в состав профиля обучения .

**Физиология** — наука о функциях и процессах, протекающих в организме или его составляющих системах, органах, тканях, клетках, и механизмах их регуляции,



обеспечивающих жизнедеятельность человека и животного в их взаимосвязи с окружающей средой .

**Минутный объём крови (МОК)** — количество крови, выбрасываемое сердцем в течение 1 минуты . Выражается в л/мин или мл/мин . Максимальное значение МОК — 25—35 л/мин .

**Систолический объём крови** — количество крови (в мл), выбрасываемой сердцем за одно сокращение . В состоянии покоя систолический объём составляет 60—80 мл, при мышечной деятельности — возрастает до 150—200 мл .

**Автоматия сердца** — способность ритмически сокращаться без каких-либо внешних побуждений под влиянием импульсов, возникающих в нём самом . Автоматия наблюдается на изолированном сердце .

**Артериальное давление** — давление, создаваемое кровью в артериальных сосудах организма . Систолическое (максимальное) давление — это самый высокий уровень артериального давления, возникающий в момент систолы (сокращения) мышц желудочков . Диастолическое давление — самый низкий уровень артериального давления, который возникает во время диастолы (расслабления) мышц желудочков . При мышечной работе артериальное давление возрастает . Систолическое артериальное давление в этом случае может превысить исходный уровень в 1,5—2 раза .

**Артериальный пульс** — ритмические колебания стенок артериальных сосудов, обусловленные систолическим повышением давления крови в артериях .

**Синусный узел** (синоатриальный узел) — главный водитель ритма сердца, вырабатывает в среднем 70—110 импульсов в минуту . Расположен в стенке правого предсердия, между отверстием верхней полой вены и правым ушком, и отдаёт ветви к миокарду предсердий .

**Дыхательный объём** — количество воздуха, которое человек вдыхает и выдыхает при спокойном дыхании .

**Жизненная ёмкость лёгких (ЖЕЛ)** как показатель внешнего дыхания — наибольшее количество воздуха, которое можно выдохнуть после максимального вдоха: у мужчин 3,5—4,5 л, у женщин в среднем на 25 % меньше . Под влиянием тренировок увеличивается до 6—7 л . Жизненная ёмкость лёгких включает дыхательный объём, резервный объём выдоха и резервный объём вдоха .

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

Комплект оборудования «Школьного кванториума» представлен как современными приборами, так и классическими . Последние, прошли многолетнюю апробацию в школе и получили должное признание у учителей биологии .

Материально-техническая база «Школьного кванториума» включает в себя цифровые лаборатории, микроскопическую технику, наборы классического оборудования для проведения биологического практикума, в том числе по работе с микроскопами . Учитывая практический опыт применения данного оборудования на уроках биологии и в проектно-исследовательской деятельности, мы сделаем основной акцент на описании цифровых лабораторий и их возможностях . При этом цифровые лаборатории в комплектации



«Биология», 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	Физиология
1	<i>Влажности воздуха</i>	Артериального давления
2	<i>Электропроводимости</i>	Пульса
3	<i>Освещенности</i>	<i>Освещённости</i>
4	<i>pH</i>	<i>pH</i>
5	<i>Температуры окружающей среды</i>	<i>Температуры тела</i>
6		Частоты дыхания
7		Ускорения
8		ЭКГ
9		Силы (эргометр)

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

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

В комплекте цифровых лабораторий содержатся мультидатчики и монодатчики .

Мультидатчик по физиологии позволяет определять артериальное давление, пульс, температуру тела, частоту дыхания, ускорение движения (рис 2) .



**Рис. 1.** Комплект цифровой лаборатории



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

**Общая характеристика цифровых датчиков**

### 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 °С. Разрешение датчика: 0,1 °С. Технологическая особенность: для точного измерения в подмышечной впадине должна 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.

Технологические особенности: необходимо контролировать плотность подключения разъёмов, 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 +8 g. Разрешение датчика: 0,004 g.

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

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 -50Н до +50Н и второй вариант - 10Н до +10Н (либо в килограммах, граммах). Разрешение: 0,02Н.

### Работа в программном обеспечении Releon Lite

В комплекте цифровой лаборатории **Releon** поставляется программное обеспечение **Releon Lite** на USB-флеш-накопителе, а также Bluetooth-адаптер для связи регистратора данных с беспроводными датчиками (рис. 3).



**Рис. 3.** Общий вид USB-флеш-накопителя (внизу) и Bluetooth-адаптера (вверху)

**Releon**



Установка ПО Releon Lite на регистратор данных с операционной системой Windows может осуществляться как с USB-флеш-накопителя, так и с сайта производителя, установка на мобильные телефоны (смартфоны) — только с сайта производителя, ссылка на который приводится в списке источников информации пособия . В последнем случае доступна установка на устройства с платформами Android и iOS . Порядок установки ПО Releon Lite описан в руководстве, которое входит в комплект поставки . Алгоритм работы в программном обеспечении несложен . Графически он представлен на следующей схеме (рис . 4)



Рис. 4. 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 .



## Элективный курс «Практическая физиология» в 10—11 классе с оборудованием «Школьного Кванториума»

### Пояснительная записка

#### Актуальность программы

Актуальность данного курса подкрепляется практической значимостью изучаемых тем, что способствует повышению интереса к познанию биологии и ориентирует на выбор профиля. У обучающихся складывается первое представление о творческой научно-исследовательской деятельности, накапливаются умения самостоятельно расширять знания. Школьники постигают логику научной деятельности в следующей последовательности: исследование явления, накопление информации о нём, систематизация информации и поиск закономерностей, объяснение закономерностей, установление причин их существования, изложение научной информации, постижение методов научного познания.

Курс предназначен учащимся старшей школы естественно-научного, технологического или универсального профилей обучения и может быть, как обязательным учебным предметом по выбору учащегося из компонента образовательной организации в вариативной части учебного плана, так и курсом в рамках внеурочной деятельности и/или дополнительного образования. Пособие рекомендуется использовать для проведения элективных курсов.

Концепция современного образования подразумевает, что учитель перестаёт быть основным источником новых знаний, а становится организатором познавательной деятельности учащихся, к которой можно отнести и исследовательскую деятельность. Современные экспериментальные исследования по биологии уже трудно представить без использования не только аналоговых, но и цифровых измерительных приборов. В Федеральном государственном образовательном стандарте (ФГОС) прописано, что одним из универсальных учебных действий, приобретаемых учащимися должно стать умение «проведения опытов, простых экспериментальных исследований, прямых и косвенных измерений с использованием аналоговых и цифровых измерительных приборов». Для этого учитель биологии может воспользоваться учебным оборудованием нового поколения — цифровыми лабораториями.

В чём преимущества цифровой лаборатории по биологии? С точки зрения разработчиков, цифровая лаборатория позволяет объективизировать получаемые данные и приближает школьные лабораторные и исследовательские работы к современному стандарту научной работы. Раздел «Человек и его здоровье» можно назвать одним из наиболее актуальных в жизни любого из нас. Знания о функциях человеческого организма, об основах здорового образа жизни необходимы не только врачам или биологам. Материал, излагаемый в этом разделе, является актуальным в жизни любого человека, вне зависимости от рода деятельности, который он выберет. В ответ на запросы общества все больше внимания в школьных курсах уделяется проблемам охраны и поддержания здоровья. Широкий набор возможностей, обеспечиваемых цифровыми средствами измерения, не только обеспечивает в ходе практической работы наглядное выражение

полученных ранее теоретических знаний, но и демонстрирует их значимость для обыденной жизни .

Цифровая лаборатория по физиологии знакомит с современными методами исследования: функциональными методами оценки биоэлектрической активности сердца (ЭКГ), спирометрией, фотоплетизмографией, что позволит учащимся понять смысл и необходимость медицинских диагностических исследований, с которыми они будут сталкиваться в жизни . Учителю данный набор предоставляет возможность доступно и интересно провести урок, опираясь на современные технологии . Наглядность экспериментов, осуществляемых с помощью цифровой лаборатории по физиологии, — ещё одно подтверждение известной фразы, что лучше один раз увидеть (а ещё лучше — попробовать), чем сто раз услышать .

При этом эксперимент остается традиционно натурным, но данные эксперимента обрабатываются и выводятся на экран в реальном масштабе времени и в рациональной графической форме, в виде численных значений, диаграмм, графиков и таблиц . Основное внимание учащихся при этом сосредотачивается не на сборке и настройке экспериментальной установки, а на проектировании различных вариантов проведения эксперимента, накоплении данных, их анализе и интерпретации, формулировке выводов .

С точки зрения науки эксперимент — это исследовательский метод обучения, который поднимает познавательный интерес на более устойчивый уровень внутреннего желания к самостоятельной деятельности . Исследовательский метод является условием формирования интереса, потребности в самостоятельной, творческой деятельности у учащихся .

Следует помнить, что лабораторные и исследовательские работы, которые позволяет выполнить данная лаборатория, не являются диагностическими . Это дело врачей и специалистов физиологов с профессиональным оборудованием . Работы, представленные в данном руководстве, дают возможность разобраться в основах методик физиологического исследования, выявить закономерности работы человеческого организма, получить представление о некоторых навыках, требующихся в профессиональной деятельности физиолога или врача функциональной диагностики .

Данный курс содержательно связан с курсами математики, физики и химии, т . е . носит интегрированный характер и способствует развитию естественно-научного мировоззрения учащихся . Физиология — экспериментальная наука, которая располагает двумя основными методами — наблюдением и экспериментом . Наблюдение позволяет проследить за работой того или иного органа, но даже при использовании технических средств, даёт ответ только на вопрос «что происходит» . Кроме того, результаты наблюдения зачастую могут носить субъективный характер . Поэтому, основным и более объективным методом познания механизмов и закономерностей в физиологии является эксперимент, позволяющий не только ответить на вопрос, что происходит в организме, но и выяснить так же, как и почему происходит тот или иной физиологический процесс, как он возникает, какими механизмами поддерживается и управляется .

При изучении любого процесса обычно создают условия, в которых можно вызвать этот процесс и в последующем им управлять . В зависимости от того, какую цель преследует эксперимент, ему соответствует и определенный характер методических приемов .

Физиология составляет теоретическую основу медицины (её фундамент), а значит, физиологический эксперимент рассматривается как важный этап научных клинических



исследований . Вполне понятно, что практические занятия должны быть неотъемлемой частью обучения школьников основам физиологии человека .

Цифровая лаборатория по физиологии облегчает сбор и обработку экспериментальных данных, так как позволяет количественно выразить измеряемую величину или определить физиологический эффект точным числовым значением, не зависящим от субъективной оценки исследователя и даёт возможность перехода от качественных оценок к количественным .

Программа курса носит практико-ориентированный характер с элементами научно-исследовательской деятельности . Данный элективный курс может быть использован для преподавания в классах с биолого-химическим или медицинским профилями . Изучение элективного курса рассчитано на **68** часов, из них **31** час отводится на изучение теоретических вопросов, **(45%)** практических занятий (решение задач, выполнение лабораторных работ) — **37** ч . **(55%)** Развитие и формирование вышеуказанных качеств возможно благодаря развитию научно-познавательного интереса во время занятий .

Таким образом, цель данного методического пособия — помочь учителю освоить работу с цифровой лабораторией по физиологии, некоторые приемы анализа и представления получаемых данных и общие схемы постановки экспериментов .

#### **Целевая аудитория**

Учащиеся 10-х и 11-х классов школ, оборудованных «Школьными Кванториумами» .

#### **Цель программы**

- Развить у учащихся интерес к биологическим наукам и определённым видам практической деятельности (медицине, лабораторным исследованиям и др .), выявить интересы и помочь в выборе профиля в старшем звене .
- Познакомить с современными методами научного исследования, применяющимися при изучении физиологических процессов организма человека .
- Вооружить учащихся некоторыми навыками самонаблюдения и лабораторными навыками .

Расширить и углубить у учащихся общебиологический кругозор по данной тематике .

### **Планируемые результаты освоения учебного предмета биологии с описанием универсальных учебных действий, достигаемых обучающимися**

#### **Личностные**

*Обучающийся получит возможность для формирования следующих личностных УУД:* у определение мотивации изучения учебного материала;

у оценивание усваиваемого учебного материала, исходя из социальных и личностных ценностей;

у формирование целостной научной картины мира;

у понимание возрастающей роли естественных наук и научных исследований в современном мире, постоянного процесса эволюции научного знания, значимости международного научного сотрудничества;

у овладение научным подходом в решении задач;

у овладение умением сопоставлять экспериментальные и теоретические знания с объективными реалиями жизни;



- у воспитание ответственного и бережного отношения к окружающей среде; у овладение экосистемной познавательной моделью и её применение в целях прогноза экологических рисков для здоровья людей, безопасности жизни;
- у осознание значимости концепции устойчивого развития;
- у формирование умений безопасного и эффективного использования лабораторного оборудования, проведения точных измерений и адекватной оценки полученных результатов, представления научно обоснованных аргументов своих действий, основанных на межпредметном анализе учебных задач .

### **Метапредметные результаты**

#### Регулятивные

*Обучающийся получит возможность для формирования следующих регулятивных УУД* у целеполагание, включая постановку новых целей, преобразование практической задачи в познавательную, самостоятельный анализ условий достижения цели на основе учёта выделенных учителем ориентиров действия в новом учебном материале;

- у планирование пути достижения целей;
- у устанавливание целевых приоритетов, выделение альтернативных способов достижения цели и выбор наиболее эффективного способа;
- у умение самостоятельно контролировать своё время и управлять им; у умение принимать решения в проблемной ситуации;
- у постановка учебной задачи, составление плана и последовательности действий; у организация рабочего места при выполнении химического эксперимента; у прогнозирование результата усвоения, оценивание усвоенного материала, оценка качества и уровня усвоения, коррекция в план и способ действия при необходимости .

#### Познавательные

*Обучающийся получит возможность для формирования следующих познавательных УУД:* поиск и выделение информации;

- у анализ условий и требований задачи, выбор, сопоставление и обоснование способа решения задачи;
- у выбор наиболее эффективных способов решения задачи в зависимости от конкретных условий;
- у выдвижение и обоснование гипотезы, выбор способа её проверки;
- у самостоятельное создание алгоритма деятельности при решении проблем творческого и поискового характера;
- у участвовать в проектно-исследовательской деятельности; у проводить наблюдение и эксперимент под руководством учителя; у давать определение понятиям;
- у осуществлять сравнение, классификацию, самостоятельно выбирая основания и критерии для указанных логических операций;
- у объяснять явления, процессы, связи и отношения, выявляемые в ходе исследования;
- у уметь структурировать тексты (выделять главное и второстепенное, главную идею текста);
- у анализировать, сравнивать, классифицировать и обобщать факты и явления; у выявлять причины и следствия простых явлений .

#### Коммуникативные



Обучающийся получит возможность для формирования следующих коммуникативных УУД: у соблюдать нормы публичной речи и регламент в монологе и дискуссии; у формулировать собственное мнение и позицию, аргументировать их; у координировать свою позицию с позициями партнёров в сотрудничестве при выработке общего решения в совместной деятельности;

- у устанавливать и сравнивать разные точки зрения, прежде чем принимать решения и делать выбор;
- у осуществлять взаимный контроль и оказывать в сотрудничестве необходимую взаимопомощь;
- у организовывает и планирует учебное сотрудничество с учителем и сверстниками; определять цели и функции участников, способы взаимодействия; планировать общие способы работы;
- у уметь работать в группе — устанавливать рабочие отношения, эффективно сотрудничать;
- у способствовать продуктивной кооперации; устраивать групповые обсуждения и обеспечивать обмен знаниями между членами группы для принятия эффективных совместных решений;
- у самостоятельно организовывать учебное взаимодействие в группе (определять общие цели, распределять роли, договариваться друг с другом .

*Средством формирования коммуникативных УУД служат технология проблемного диалога (побуждающий и подводящий диалог) и работа в малых группах, также использование на уроках элементов технологии продуктивного чтения.*

Предметные результаты Обучающийся научится: у выделять существенных признаков биологических объектов (отличительных признаков живых организмов; организма человека; экосистем; биосферы) и процессов (обмен веществ и превращение энергии, питание, дыхание, выделение, транспорт веществ, рост, развитие, размножение, регуляция жизнедеятельности организма; круговорот веществ и превращение энергии в экосистемах);

- у приводить доказательства (аргументация) родства человека с млекопитающими животными; взаимосвязи человека и окружающей среды; зависимости здоровья человека от состояния окружающей среды; необходимости защиты окружающей среды; соблюдения мер профилактики заболеваний, вызываемых растениями, животными, бактериями, грибами и вирусами, травматизма, стрессов, ВИЧ-инфекции, вредных привычек, нарушения осанки, зрения, слуха, инфекционных и простудных заболеваний;
- у определять принадлежность биологических объектов к определенной систематической группе;
- у объяснять роль биологии в практической деятельности людей; места и роли человека в природе; родства, общности происхождения и эволюции растений и животных (на примере сопоставления отдельных групп); роли различных организмов в жизни человека; значения биологического разнообразия для сохранения биосферы; механизмов наследственности и изменчивости, проявления наследственных заболеваний у человека, видообразования и приспособленности;



- у различать на таблицах части и органоиды клетки, органов и систем органов человека; на живых объектах и таблицах органов цветкового растения, съедобных и ядовитых грибов; опасных для человека растений и животных;
  - у сравнивать биологические объекты и процессы, уметь делать выводы и умозаключения на основе сравнения;
  - у овладеть методами биологической науки: наблюдение и описание биологических объектов и процессов; постановка биологических экспериментов и объяснение их результатов;
  - у знать основные правила поведения в природе и основ здорового образа жизни; у проводить анализ и оценку последствий деятельности человека в природе, влияния факторов риска на здоровье человека .
  - у знать и соблюдать правила работы в кабинете биологии;
  - у соблюдать правила работы с биологическими приборами и инструментами (препаровальные иглы, скальпели, лупы, микроскопы, цифровое лабораторное оборудование);
  - у освоить приёмы оказания первой помощи простудных заболеваниях, ожогах, обморожениях, травмах, спасении утопающего; рациональной организации труда и отдыха; проведения наблюдений за состоянием собственного организма .
- Обучающийся получит возможность научиться:* у овладеть умением оценивать с эстетической точки зрения объекты живой природы;
- у доказывать взаимосвязь органов, систем органов с выполняемыми функциями; у развивать познавательные мотивы и интересы в области анатомии и физиологии; у применять анатомические понятия и термины для выполнения практических заданий .

**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 проводится в виде тестирования по темам курса, принимаются отчёты по практическим работам, самостоятельные творческие работы, итоговые учебно-исследовательские проекты . Итоговое занятие проходит в виде научно-практической конференции или круглого стола, где заслушиваются доклады учащихся по выбранной теме исследования, которые могут быть представлены в форме реферата или отчёта по исследовательской работе (Приложение 1) . **Срок реализации**

Программа рассчитана на 2 года обучения . Периодичность занятий: еженедельно . Длительность одного занятия — 1 час . **Формы**

**и методы обучения**

Учащиеся организуются в учебную группу постоянного состава .

**Основное содержание программы элективного курса**

**Учебно-тематический план**

№	Название разделов и тем	оличество часов		
		Всего	Теория	Практика
<b>10 класс</b>				



Тема 1	Строение и функции организма . Инструктаж по технике безопасности	2	1	1
Тема 2	Регуляция функций организма	4	3	1
Тема 3	Показатели работы мышц . Утомление	9	3	6
Тема 4	Внутренняя среда организма	4	3	1
Тема 5	Кровообращение	15	5	10
<b>11 класс</b>				
Тема 6	Сердце — центральный орган системы кровообращения	4	1	3
Тема 7	Дыхание	6	2	4
Тема 8	Пищеварение	7	3	4
Тема 9	Обмен веществ и энергии	4	2	2
Тема 10	Выделение . Кожа	5	3	2

*Продолжение*

№	Название разделов и тем	оличество часов		
		Всего	Теория	Практика
Тема 11	Биоэлектрические явления в организме	3	3	—
Тема 12	Жизненный путь человека (циклы развития) . Реальный и биологический возраст	3	2	1
Тема 13	Проектная работа (защита проекта)	2	—	2
<b>Итого</b>		<b>68</b>	<b>31</b>	<b>37</b>

### Содержание программы

#### **Тема 1 . Строение и функции организма (лекция) (2 ч)**

Некоторые общие данные о строении организма . Работа со световым микроскопом: рассмотрение микропрепаратов клетки, тканей . Строение и функции органов и систем органов .

#### **Тема 2 . Регуляция функций организма (4 ч)**

Организм как целое . Виды регуляций функций организма . Гуморальная регуляция и её значение . Строение и функции эндокринных желёз: гипоталамуса, гипофиза, щитовидной железы, паращитовидной железы, поджелудочной железы (островков Лангерганса), надпочечников, половых желёз . Гормоны: либерины и статины, тропные гормоны, гормон роста, вазопрессин, тиреоидные гормоны, кальцитонин, паратгормон, инсулин, глюкагон, андрогены . Нарушения работы эндокринных желёз . Нервная регуляция функций



организма: значение нервной регуляции, рефлекс – основе нервной деятельности . Принцип обратных связей . Условные и безусловные рефлексы . Основные понятия темы: спинной мозг, головной мозг, эндокринные железы, регуляция, гормоны, рецепторы, нейроны, эффектор, рефлекс . Демонстрация: таблица «Строение эндокринных желез», модель головного мозга, схема «Рефлекторные дуги безусловных рефлексов» .

*Лабораторная работа № 1.* «Определение безусловных рефлексов различных отделов мозга» .

### **Тема 3 . Показатели работы мышц . Утомление (9 ч)**

*Лабораторная работа № 1.* «Определение силы мышц, статической выносливости и импульса силы» .

*Лабораторная работа № 2.* «Активный отдых» .

*Лабораторная работа № 3.* «Измерение абсолютной силы мышц кисти человека» .

*Лабораторная работа № 4.* «Исследование максимального мышечного усилия и силовой выносливости мышц с помощью динамометрии» .

*Лабораторная работа № 5.* «Влияние статической и динамической нагрузок на развитие утомления» .

*Лабораторная работа № 6.* «Влияние активного отдыха на утомление» .

Контрольная работа № 1 .

### **Тема 4 . Внутренняя среда организма (4 ч)**

Понятие о внутренней среде организма . Гомеостаз . Роль различных органов в поддержании гомеостаза . Кровь — одна из внутренних сред организма; значение крови, количество и состав крови . Плазма крови . Осмотическое давление плазмы крови . Солевые растворы: изотонический, гипертонический, гипотонический . Гемолиз эритроцитов . Белки плазмы крови . Физиологический раствор . Водородный показатель крови . Клетки крови: эритроциты, их количество, форма . Подсчёт эритроцитов, счётная камера Горяева . Значение эритроцитов в поддержании постоянства внутренней среды . Скорость оседания эритроцитов, прибор Панченкова . Лейкоциты, их количество . Разнообразие форм лейкоцитов: зернистые (базофилы, эозинофилы, нейтрофилы), незернистые (лимфоциты, моноциты) . Лейкоцитарная формула здорового человека . Изменение соотношения различных форм лейкоцитов под влиянием заболеваний и лекарственных препаратов . Фагоцитоз — защитная реакция организма . И . И . Мечников — основоположник учения об иммунитете . Тромбоциты . Свёртывание крови . Группы крови . Переливание крови . Работы Ж . Дени, Г . Вольфа, К . Ландштейнера, Я . Янского по переливанию крови . Резусфактор эритроцитов . Гемолитическая желтуха у новорожденных . Механизм агглютинации эритроцитов . Правила переливания крови . Способы переливания крови: прямое, не прямое переливание .

*Основные понятия темы:* гомеостаз, разные диапазоны показателей внутренней среды, осмотическое давление, изотонический раствор, гипертонический раствор, гипотонический раствор, водородный показатель, сыворотка, фибрин, фибриноген, тромбин, протромбин, тромбопластин, глобулины, гепарин, фибринолизин, гирудин, эритроциты, лейкоциты, тромбоциты, донор, реципиент . Демонстрация: таблицы «Строение крови», «Группы крови человека», «Лейкоцитарная формула здорового человека», «Схема возникновения гемолитической болезни новорожденных» .

*Лабораторная работа № 1.* Строение и функции клеток крови (Микроскоп) .

Контрольная работа № 2 .

**Тема 5 . Кровообращение (15 ч)**

Значение кровообращения . Движение крови по сосудам . Непрерывность движения крови . Причины движения крови по сосудам . Кровяное давление . Скорость движения крови . Движение крови по венам . Кровообращение в капиллярах . Иннервация сердца и сосудов . Роль Ф . В . Овсянникова в изучении вопросов регуляции кровообращения . Изменение работы сердца под влиянием адреналина, ацетилхолина, ионов калия, ионов кальция . Заболевания сердечно-сосудистой системы: гипертоническая болезнь, ишемическая болезнь сердца, воспалительные заболевания (миокардит, ревматизм сердца), атеросклероз сосудов . Меры их профилактики (ЗОЖ, медосмотры) .

*Основные понятия темы:* предсердия, желудочки, полулунные клапаны, створчатые клапаны, систола, диастола, синусно-предсердный узел, предсердно желудочковый узел, миокард, эндокард, эпикард, сосудосуживающий нерв, сосудодвигательный центр, электрокардиограмма .

*Демонстрация:* модель сердца человека, таблица «Органы кровообращения», схема иннервации сердца .

*Лабораторная работа № 1.* «Определение артериального давления»

*Лабораторная работа № 2.* «Реакция ЧСС и АД на общие физические нагрузки»

*Лабораторная работа № 3.* «Реакция ЧСС и АД на локальную нагрузку»

*Лабораторная работа № 4.* «Определение в покое минутного и систолического объёмов крови . Расчёт сердечного индекса» .

*Лабораторная работа № 5.* «Влияние тренировки на производительность сердца в условиях динамической физической нагрузки» .

*Лабораторная работа № 6.* «Влияние ортостатической пробы на показатели гемодинамики» .

*Лабораторная работа № 7.* «Оценка уровня здоровья человека по показателям ортостатической пробы» .

*Лабораторная работа № 8.* «Влияние дыхания на артериальное кровяное давление».

*Лабораторная работа № 9.* «Реактивная гиперемия» .

*Лабораторная работа № 10.* «Сопряжённые сердечные рефлексы» .

Контрольная работа № 3 .

**Тема 6 . Сердце — центральный орган системы кровообращения (6)**

Сердце — центральный орган системы кровообращения . Особенности строения и работы клапанов сердца . Пороки сердца врождённые и приобретённые . Кардиохирургические методы устранения пороков сердца, протезирование клапанов . Сердечный цикл: систола, диастола . Систолический и минутный объём крови . Сердечный толчок . Тоны сердца . Автоматия сердца . Проводящая система сердца: типичная, атипичная мускулатура сердца, синусно-предсердный узел, предсердно желудочковый узел . Электрические явления в сердце . Современные методы изучения работы сердца: электрокардиография, эхокардиография, велоэргометрия, стресс-эхокардиография . А . Ф . Самойлов — основоположник русской электрофизиологии и электрокардиографии .

*Лабораторная работа № 1.* «Регистрация ЭКГ . Определение основных интервалов».

*Лабораторная работа № 2.* «Влияние психоэмоционального напряжения на переменность ритма сердца».

*Практическая работа № 1.* «Регистрация ЭКГ в I, II и III стандартных отведениях, определение электрической оси сердца» .



### Тема 7 . Дыхание (6 ч)

Значение дыхания . Состав вдыхаемого, выдыхаемого и альвеолярного воздуха . Парциальное давление кислорода и углекислого газа во вдыхаемом и альвеолярном воздухе и их напряжение в крови . Зависимость газообмена в лёгких от величины диффузной поверхности и разности парциального давления диффундирующих газов . Перенос газов кровью . Причины гибели людей на больших высотах . Дыхательные движения . Глубина и частота дыхательных движений у разных групп населения . Зависимость дыхательных движений от тренировки организма . Жизненная ёмкость лёгких . Необходимость определения функций внешнего дыхания у призывников . Регуляция дыхания: автоматизм дыхательного центра, рефлекторное изменение частоты и глубины дыхательных движений, гуморальное влияние на дыхательный центр . Нарушение целостности дыхательной системы . Оживление организма . Клиническая, биологическая, социальная смерть .

Основные понятия темы: диффузия, парциальное давление, напряжение газов, гемоглобин, оксигемоглобин, дыхательные мышцы, диафрагма, лёгочная плевра, пристеночная плевра, плевральная полость, пневмоторакс, спирометр, дыхательный центр .

*Демонстрация:* схема механизмов вдоха и выдоха .

*Лабораторная работа № 1.* «Спирометрия» .

*Лабораторная работа № 2.* «Определение объёмов лёгких и их зависимости от антропометрических показателей и позы» .

*Лабораторная работа № 3.* «Альвеолярная вентиляция . Влияние физической нагрузки на потребление кислорода» .

*Лабораторная работа № 4.* «Пробы с задержкой дыхания на вдохе/выдохе и при гипервентиляции» .

Контрольная работа № 4 .

### Тема 8 . Пищеварение (7 ч)

Значение пищеварения . Свойства пищеварительных ферментов . Обработка и изменение пищи в ротовой полости . Виды слюнных желез: околоушные, подчелюстные, подъязычные, железы слизистой нёба и щек . Состав слюны, ферменты слюны . Работа слюнных желез . Регуляция слюноотделения . Пищеварение в желудке . Типы желудочных желез: главные, обкладочные, добавочные, их функционирование . Состав и свойства желудочного сока . Ферменты желудочного сока: пепсин, химозин, липаза . Отделение желудочного сока на разные пищевые вещества . Роль блуждающего и симпатического нервов в регуляции отделения желудочного сока . Переход пищи из желудка в двенадцатиперстную кишку . Секреторная функция поджелудочной железы . Ферменты поджелудочной железы: трипсин, амилаза, мальтаза . Печень, её роль в пищеварении . Желчь: виды (пузырная, печеночная), состав, значение . Механизм поступления желчи в двенадцатиперстную кишку . Кишечный сок — состав и свойства . Механизм секреции кишечного сока . Перистальтика кишечника . Маятниковые движения кишечника . Остановка кишечника . Пищеварение в толстой кишке: деятельность бактерий . Всасывание в пищеварительном тракте, функции ворсинок . Механизм всасывания: диффузия, фильтрация, осмос . Регуляция всасывания . Методика И .ьП . Павлова в изучении деятельности пищеварительных желез . Современные методы изучения пищеварительного тракта: эндоскопия, фиброгастроскопия, ректороманоскопия, колоноскопия, магнито-



ядерный резонанс . Заболевания желудочно-кишечного тракта: гастрит, язвы, дуоденит, опухоли . Меры профилактики .

*Основные понятия темы:* ферменты, пищеварительные железы, слюноотделительный рефлекс, пристеночное пищеварение, диффузия, фильтрация, осмос, фистульный метод .

*Лабораторная работа № 1.* «Изучение ферментативного действия слюны человека на углеводы» .

*Лабораторная работа № 2.* «Значение механической обработки пищи в полости рта для её переваривания в желудке» .

*Лабораторная работа № 3.* «Изучение некоторых свойств слюны и желудочного сока» .

*Лабораторная работа № 4.* «Влияние афферентации от рецепторов полости рта на результативность целенаправленной деятельности» .

Контрольная работа № 4 .

### **Тема 9 . Обмен веществ и энергии (4 ч)**

Обмен веществ как основная функция жизни . Значение питательных веществ . Процессы ассимиляции и диссимиляции . Роль ферментов во внутриклеточном обмене . Роль белков в обмене веществ, их специфичность . Нормы белка в питании, биологическая ценность белков . Обмен углеводов и жиров . Значение воды и минеральных солей в организме . Обмен воды и минеральных солей . Регуляция водно-солевого обмена . Обмен энергии: прямая и непрямая калориметрия, основной обмен . Энергия пищевых веществ, нормы питания, режим питания . Нарушения обмена веществ: ожирение . Основные понятия темы: ассимиляция, диссимиляция, внутриклеточный обмен, водный баланс, аминокислоты: заменимые, незаменимые; белки: полноценные, неполноценные; гликоген, диабет, осморцепторы, калориметрия .

*Демонстрация:* таблицы «Образование энергии при окислении веществ в организме», «Состав пищевых продуктов и их калорийность», «Суточная энергетическая потребность подростков», «Суточный рацион пищевых продуктов» .

*Лабораторная работа № 1.* «Определение энергозатрат по состоянию сердечных сокращений» .

*Лабораторная работа № 2.* «Составление пищевого рациона» .

### **Тема 10 . Выделение . Кожа (5 ч)**

Строение почек . Функции почек . Кровоснабжение почек . Образование мочи . Регуляция деятельности почек . Нарушения работы мочевыделительной системы . Искусственная почка . Методы изучения мочевыделительной системы . Основные понятия темы: нефрон, корковый слой, мозговой слой, почечный каналец, капиллярный клубочек, моча, реабсорбция . Кожа . Понятие о терморегуляции . Значение терморегуляции для организма человека . Физиология закаливания организма . Первая помощь при ожогах и обморожениях .

*Демонстрация:* таблицы «Мочевыделительная система», «Содержание веществ в плазме крови», Схема строения капиллярного клубочка», «Схема строения почечного тельца» .

*Лабораторная работа № 1.* «Исследование потоотделения по Минору» .

*Лабораторная работа № 2.* «Зависимость кровоснабжения кожи от температуры окружающей среды» .

### **Тема 11 . Биоэлектрические явления в организме (3 ч)**

Л . Гальвани и А . Вольт — история открытия «животного электричества» . Потенциал покоя, мембранно-ионная теория . Потенциал действия . Изменение ионной проницаемости мембран . Калий-натриевый насос . Значение регистрации биоэлектрических явлений . Методы изучения биоэлектрических явлений в организме: электроэнцефалография, электромиография .

*Основные понятия темы:* потенциал покоя, потенциал действия, проницаемость клеточной мембраны, ритмы электроэнцефалограммы: альфа-ритм, тета-ритм, бета-ритм, дельта-ритм .

*Демонстрация:* таблицы «Схема расположения электродов для регистрации энцефалограммы», «Схема неповреждённого поляризованного нервного волокна», электромиограммы, «Электроэнцефалограмма головного мозга» .

*Экскурсия по теме* «Методы определения биоэлектрических явлений в организме» в поликлинику больницы, в кабинет функциональной диагностики .

### **Тема 12 . Жизненный путь человека (циклы развития) .**

#### **Реальный и биологический возраст (лекция) (3 ч)**

Онтогенетическое развитие человека . Понятие о биологическом и реальном возрасте человека .

*Практическая работа № 2.* «Определение биологического возраста по методу Войтенко» .

### **Тема 13 . Защита проектных работ (2 ч)**

Предлагается для проектной работы следующие темы (примерные):

- 1 . Динамика физической работоспособности (PWC170) и МПК в недельном и месячном циклах тренировки у спортсменов избранной специализации .
- 2 . Динамика ЧСС в покое и после специальной нагрузки у спортсменов в выбранной специализации в недельном и месячном циклах тренировочного процесса .
- 3 . Сравнительная характеристика общей физической работоспособности детей среднего и старшего школьного возраста, активно занимающихся и не занимающихся спортом .
- 4 . Динамика индекса физической работоспособности (ИГСТ) в Гарвардском степ-тесте в недельном и месячном циклах тренировки у спортсменов выбранной специализации .
- 5 . Сравнительная характеристика функционального состояния нервно-мышечного аппарата у спортсменов различных специализаций и квалификации по данным миотоно-метрии .
- 6 . Характеристика показателей внешнего дыхания (ЧД, время произвольной задержки дыхания) в покое и после работы различной мощности .
- 7 . ЧСС и АД при работе разной мощности .
- 8 . Физиологическая характеристика предстартовых состояний по выраженности реакций АД и ЧСС в зависимости от значимости соревнований .
- 9 . Физиологическая характеристика предстартовых состояний по выраженности реакции ЧД и времени произвольной задержки дыхания в зависимости от значимости соревнований .
- 10 . АД и ЧСС в предстартовом состоянии в зависимости от вида разминки .
- 11 . Качество реакции ССС на физические нагрузки (по пробе Руфье) — определяется ЧСС и АД .



- 12 . Влияние дозированных физических нагрузок на степень насыщения артериальной крови кислородом (оксигемометрия) .
- 13 . Изменение некоторых гемодинамических констант (ЧСС, АД, УОК, МОК) при выполнении стандартной физической нагрузки (степ-тест) .
- 14 . Некоторые константы вегетативной нервной системы как показатели тренированности организма (орто-, клиностатическая пробы, вегетативный индекс Кердо) .
- 15 . Адаптивные изменения некоторых функциональных показателей органов дыхания при физических нагрузках (ЖЕЛ, МОД, пробы Штанге и Генча) .
- 16 . Психофизиологическая диагностика в спортивном отборе .
- 17 . Оценка функционального состояния ЦНС у спортсменов .
- 18 . Оценка состояния регулирования сердечного ритма по данным вариационной пульсометрии .
- 19 . Влияние соревновательных нагрузок на характер регулирования сердечного ритма .
- 20 . Динамика активности нервно-мышечного аппарата (по показателям кистевой динамометрии, миотонометрии, теппинг-теста) у представителей выбранной специализации в годичном цикле тренировочного процесса .
- 21 . Сравнительная характеристика двигательных способностей у представителей выбранной специализации по времени двигательной реакции .
- 22 . Динамика ЧСС у представителей выбранной специализации на стандартную специальную нагрузку в отдельные периоды годичного цикла тренировки .
- 23 . Изменение частоты дыхания в микроцикле в зависимости от объёма тренировочных нагрузок .
- 24 . Динамика реакции на движущийся объект в зависимости от мощности выполненной нагрузки .
- 25 . Психофизиологические особенности спортсменов в избранном виде спорта .
- 26 . Значение индивидуально-типологических особенностей для выбора стиля соревновательной деятельности спортсмена .
- 27 . Влияние индивидуальных биоритмов на работоспособность подростка в избранном виде спорта .
- 28 . Определение энерготрат при выполнении конкретных упражнений в избранном виде спорта .
- 29 . Энергетическая, пульсовая и эмоциональная стоимость работы у школьников, занимающихся разными видами спорта .
- 30 . Определение уровня общей работоспособности у спортсменов разных специализаций .
- 31 . Максимальная лёгочная вентиляция (МВЛ) как метод оценки функционального состояния спортсменов .
- 32 . Влияние систематических занятий спортом на состояние жизненной ёмкости лёгких (ЖЕЛ) .
- 33 . Утомление при выполнении различных физических упражнений .
- 34 . Развитие мышечной силы у подростка .
- 35 . Оценка функционального состояния у спортсменов разных специализаций .



## Оформление отчётов по практическим работам

Ведение протокола научного исследования предусматривает отражение следующих основных разделов экспериментальной работы:

- 1 . название работы;
- 2 . цель работы;
- 3 . оборудование и материалы;
- 4 . объект исследования (человек);
- 5 . **Ход работы** . Приводится краткое, но вместе с тем емкое описание методики проводимого исследования; указываются все основные этапы проведения научного эксперимента, при необходимости концентрации используемых лекарственных средств или химических реагентов . Если вносятся какие-то изменения в проведение самого эксперимента, то это обязательно отражается в описании хода работы;
- 6 . результаты работы . Полученные в эксперименте результаты могут быть представлены в виде оригинальных записей, полученных с приборов, например, электрокардиографа или спирографа . Если возможно, то для выявления основных закономерностей изучаемых явлений по полученным данным строят таблицы, графики или схемы . Графики (схемы) должны иметь соответствующие обозначения;
- 7 . заключение по работе (выводы) . Это самый важный раздел протокола эксперимента, выявляющий глубину понимания изучаемой проблемы и умение применить теоретические знания при объяснении результатов, полученных в реальном эксперименте . Необходимо проанализировать полученные результаты с точки зрения современного уровня развития физиологии, представить конкретные механизмы, лежащие в основе наблюдаемых явлений . В заключении также следует объяснить, какое значение обнаруженный способ регуляции имеет в работе целого организма . В случае расхождения полученных результатов с теоретически ожидаемыми, необходимо установить возможные причины этих расхождений .

## Лабораторные работы, которые выполняются с использованием цифровой лаборатории Releon Lite

### Тема 3 . Показатели работы мышц . Утомление

#### Лабораторная работа № 1

#### «Определение силы мышц, статической выносливости и импульса силы» Теоретическая часть

Мышцы обладают работоспособностью, то есть при сокращении могут поднимать груз на определённую высоту . Работоспособность мышц характеризуется такими показателями, как сила и выносливость, которые зависят от структуры мышц, вида двигательных единиц, входящих в мышцы, а в целом организме, главным образом, от режима деятельности нервных клеток . Различают синхронный режим, когда возбуждается большое количество двигательных нейронов, одновременно посылающих команды мышечным волокнам, и асинхронный режим, когда нервные клетки, а, следовательно, и мышечные волокна возбуждаются попеременно . При синхронном режиме нервных



центров развивается большая сила мышц, а выносливость зависит, в основном, от характера двигательных единиц .

Различают *медленные* и *быстрые двигательные единицы*. У медленных мотонейронов меньше размер самой клетки, а также толщина аксона, скорость проведения возбуждения, количество мышечных волокон, иннервируемых аксоном, скорость сокращения, хорошо развита капиллярная сеть . В мышечном волокне замедлена скорость выхода кальция из саркоплазматического ретикулула и скорость связывания его с тропонином, больше митохондрий, выше активность окислительных ферментов . Всё это способствует совершению длительной работы при медленном развитии утомления .

У быстрых двигательных единиц выше частота импульсации и больше миофибрилл, но меньше митохондрий, *миоглобина* (белка, запасующего кислород в мышцах), капилляров . Быстрые двигательные единицы предназначены для кратковременной, но мощной работы .

Таким образом, сила и выносливость — это относительно автономные показатели работоспособности . Мышца может развивать большую силу, но обладать низкой выносливостью и наоборот . Интегральными показателями работоспособности при динамической работе являются объем работы в кгм и мощность в кгм/мин или Вт, Дж; а при статических напряжениях — импульс силы в кг x сек . Для измерения показателей работоспособности используют различные модели динамометров, эргометров и эргографов .

### Практическая часть

**Цель работы:** определить силу мышц и статическую выносливость .

**Оборудование:** компьютер, компьютерный интерфейс сбора данных Releon Lite, Датчик ручной силы — динамометр .

**Инструкция по выполнению лабораторной работы:**

#### Ход работы:

Измеряют силу мышц — сгибателей пальцев правой и левой руки с помощью ручного пружинного динамометра . Динамометр держат в вытянутой руке и при опускании руки сжимают его с максимально возможным усилием . Измерения проводят для каждой руки по 3 раза с интервалом в 5 сек .

Для определения статической выносливости испытуемому предлагают удерживать на динамометре усилие в 1/3 от максимального до полного утомления, то есть невозможности удержания заданного усилия .

### Результаты измерений/наблюдений

Записывают величину максимальной силы в килограммах для правой и левой рук и показатели статической выносливости кисти в сек . Сравнивают показатели на правой и левой руке . Рассчитывают интегральный показатель работоспособности при статических напряжениях — *импульс силы по формуле:  $ИС = P \cdot СВ$* , в кг сек, где P — максимальная сила (кг), СВ — статическая выносливость (сек) .

Сравнивают показатели работоспособности у нескольких испытуемых, делают вывод о механизмах, обеспечивающих силу и выносливость мышц. **Обработка результатов**

1 . Вычислить средние значения (M) силы правой и левой рук .

2 . Вычислить коэффициент асимметрии (КА) для силы рук . В процессе измерения силы мышечного напряжения и статической мышечной выносливости по показателям времени удержания и интенсивности тремора рассчитывают коэффициент асимметрии (КА) .





В общей форме величину его определяют по следующей формуле:

$$KA = \frac{V_{\text{пр}} - V_{\text{л}}}{V_{\text{пр}} + V_{\text{л}}} \cdot 100$$

где  $V_{\text{пр}}$  — показатель правой руки и  $V_{\text{л}}$  — показатель левой руки .

3 . Вычислить индекс реактивности (ИР) для правой и левой рук, а также для становой силы по формуле, приведенной в занятии 9 .2 .

**Вопросы для усвоения:**

- 1 . Каковы изменения силы мышц после нагрузки?
- 2 . Каково соотношение силы мышечного напряжения и статической мышечной выносливости?
- 3 . О чем свидетельствуют характеристики тремора и асимметрии при измерении силы и мышечной выносливости?

**Лабораторная работа № 2**

**«Активный отдых»**

**Теоретическая часть**

Изучая работу мышц и утомление, один из основоположников физиологии труда И . М . Сеченов заметил, что если во время отдыха после утомительной работы одной руки производить легкую работу другой рукой, то работоспособность восстанавливается быстрее, чем при пассивном отдыхе . Он объяснил этот феномен индукционными взаимоотношениями в нервных центрах, при которых работа другой рукой в периоде отдыха способствует углублению торможения в ранее утомленных центрах . Интенсивное торможение ускоряет восстановительные процессы . Открытый И . М . Сеченовым феномен активного отдыха является доказательством центральной природы утомления и широко используется в физической культуре и спорте для ускорения восстановительных процессов .

**Практическая часть**

**Оборудование:** компьютер, компьютерный интерфейс сбора данных Releon Lite, датчик ручной силы — динамометр .

**Инструкция по выполнению лабораторной работы** **Ход работы:**

Два испытуемых измеряют статическую выносливость кисти, удерживая на кистевом динамометре усилие в 1/3 от максимального до отказа . Первый испытуемый в периоде отдыха в течение одной минуты ритмично сжимает динамометр с небольшим усилием, второй в это время пассивно отдыхает . Затем они вновь измеряют статическую выносливость .

**Интерпретация результатов:** результаты фиксируют в таблицу 1 и рассчитывают эффективность восстановления в % по формуле:

$$ЭВ = \frac{СВ \text{ до}}{СВ \text{ после}} \cdot 100\%$$

Таблица 1

Восстановление статической выносливости после активного отдыха

Отдых	СВ (сек) до отдыха	СВ (сек) после отдыха	ЭВ (%)
-------	--------------------	-----------------------	--------



Активный			
Пассивный			

Сделать вывод о механизмах активного отдыха .

- 1 . Что является ведущей ролью в утомлении?
- 2 . Как влияет величина нагрузки на развитие утомления?
- 3 . В чём основное отличие активного отдыха от пассивного?

### Лабораторная работа № 3

#### «Измерение абсолютной силы мышц кисти человека» *Цель*

**работы:** освоение динамометрии .

**Оборудование:** компьютер, компьютерный интерфейс сбора данных Releon Lite, датчик ручной силы — динамометр .

*Объект исследования:* человек .

#### **Инструкция по выполнению лабораторной работы**

##### **Ход работы**

Плавно с максимальным усилием производят сжатие динамометра; резкие взмахи предплечья при этом недопустимы . После снятия показаний шкалы для подготовки динамометра к последующим измерениям стрелка его должна быть возвращена в нулевое положение! Проводят динамометрию мышц другой руки . Для каждой руки необходимо произвести 3 измерения силы ее кисти . Между отдельными измерениями необходимо делать 30 секундные интервалы отдыха .

Рекомендации к оформлению .

В протоколе следует указать среднее значение абсолютной силы мышц правой и левой рук для трех-четырех различно тренированных лиц разного пола, сравнить эти показатели и сделать вывод о влиянии пола и физической тренировки на силу мышц .

	1	2	3
Левая рука			
Правая рука			

#### **Вопросы для усвоения:**

- 1 . От чего зависит сила мышц?
- 2 . На какой возрастной период приходится наибольшая сила мышц?
- 3 . Почему кистевая сила правой руки, как правило, больше левой?
- 4 . Почему сила мышц мальчиков больше силы мышц девочек?

### Лабораторная работа № 4

#### «Исследование максимального мышечного усилия и силовой выносливости мышц с помощью динамометрии»

**Цель работы:** изучить влияние тренированности на выносливость к физической нагрузке

**Оборудование:** компьютер, компьютерный интерфейс сбора данных Releon Lite, датчик ручной силы — динамометр



*Объект исследования:* человек .

**Инструкция по выполнению лабораторной работы:**

### Ход работы

Испытуемый в положении стоя отводит вытянутую руку с динамометром в сторону под прямым углом к туловищу . Вторая рука опущена, и мышцы ее расслаблены . По сигналу экспериментатора испытуемый дважды максимально сжимает динамометр . Силу мышц оценивают по лучшему результату . Затем испытуемый сжимает динамометр еще 10 раз с частотой 1 раз в 5 с .

Записывают результаты и рассчитывают уровень работоспособности мышц по формуле:

$$P = (F_1 + F_2 + \dots + F_n) \cdot N, \text{ где}$$

P — уровень работоспособности;

F — показатели динамометрии; N

— количество попыток .

Рассчитывают показатель снижения работоспособности мышц по формуле:

$$S = [(F_1 - F_{\min}) \cdot F_{\max}] \cdot 100, \text{ где}$$

S — показатель снижения работоспособности; F<sub>1</sub> —

величина начального мышечного усилия; F<sub>min</sub> —

величина минимального мышечного усилия; F<sub>max</sub> —

величина максимального мышечного усилия .

### Рекомендации к оформлению

Для анализа полученных данных следует построить график, в котором на оси абсцисс отложить порядковый номер усилий, на оси ординат — показатели динамометрии при каждом усилии . Необходимо сравнить при этом результаты двух-трех учеников, различно тренированных к физическим нагрузкам . Графическое изображение позволит проанализировать скорость вработывания и время развития утомления, а также сравнить состояние этих показателей у различно тренированных людей .

### Вопросы для усвоения:

- 1 . Как изменяется сила мышц после нагрузки?
- 2 . Какое соотношение силы мышечного напряжения и статической выносливости?
- 3 . О чём свидетельствует асимметрия при измерении силы мышц и мышечной выносливости?

### Лабораторная работа № 5

#### «Влияние статической и динамической нагрузок на развитие утомления»

**Цель работы:** сравнить скорость развития утомления при статической и динамической нагрузках .

**Приборы и материалы:** груз весом 2 килограмма, часы с секундной стрелкой .

*Объект исследования:* человек .

**Инструкция по выполнению лабораторной работы:**

### Ход работы

Взять рукой груз . По команде отвести вытянутую руку с грузом в сторону и установить её под прямым углом к телу . Выявить время по секундомеру от момента установки руки в заданной позиции до начала невольного её опускания . После 15-минутного отдыха осуществлять неоднократное поднятие руки с грузом (в умеренном темпе) до указанной



позиции . Отметить время появления неполного поднятия руки, т . е . не до прямого угла между рукой и телом .

Рекомендации к оформлению

Результаты работы представить в виде показателей времени в секундах от начала работы до появления утомления, сделать соответствующий вывод .

**Вопросы для усвоения:**

Что такое утомление мышц?

Как нагрузка влияет на развитие утомления мышц?

Какая работа более утомительна?

**Лабораторная работа № 6**

**«Влияние активного отдыха на утомление»**

**Цель работы:** убедиться в возможности влияния активного отдыха на процессы утомления .

**Приборы и материалы:** набор грузиков, секундомер . **Объект исследования:** человек .

**Инструкция по выполнению лабораторной работы:**

**Ход работы**

Трём испытуемым-добровольцам предлагают удерживать груз на вытянутой руке, установив ее исходное положение на уровне горизонтальной линии, «проведенной» укрепленной на доске (стене) бумажной лентой — отдельной для каждого испытуемого .

С помощью трёх часов с секундной стрелкой проводится контроль за каждым испытуемым: отмечается длительность отрезка времени до развития утомления, т . е . до опускания руки ниже горизонтальной линии . Когда утомление разовьется у всех испытуемых, им предлагается сесть, после чего им в течение 5—8 минут зачитывается эмоционально окрашенный текст, способный заинтересовать студентов («Записки юного врача» М . Булгакова, «Руководство для желающих жениться» А . Чехова, «Я другой такой страны не знаю, где так вольно дышит экстрасенс» М . Задорнова и др .) . Отмечают длительность чтения . По окончании его испытуемым предлагают выполнить прежнюю работу, контролируя длительность развития утомления . После появления его признаков у всех испытуемых им предлагается сесть за рабочие столы и отдыхать пассивно, без чтения или общения с людьми . По прошествии отрезка времени, равного длительности чтения рассказа, испытуемые выполняют работу по удержанию груза в третий раз .

Данные вновь заносят в таблицу .

Испытуемые	Исходные значения,с	После активного отдыха (а), с	После пассивного отдыха (П), с
1-й испытуемый			
2-й испытуемый			
3-й испытуемый			

Далее проводится анализ полученных данных путем сравнения ряда цифр, соответствующих пассивному отдыху (П) с рядом цифр, отражающих влияние активного (А) отдыха . Замысел опыта таков, что параметры ряда П должны быть меньше цифр ряда А,

что может говорить о более успешном снятии утомления активным отдыхом. Однако у некоторых испытуемых данные могут быть иными, если выполняемая по удержанию груза работа являлась для них не средней или легкой, а интенсивной. В таком случае более эффективным может стать пассивный отдых, и параметр П может быть больше А.

Рекомендации к оформлению

Сделайте вывод о влиянии активного отдыха на процессы восстановления работоспособности.

**Вопросы для усвоения:**

1. От чего зависит сила мышц?
2. Назовите виды двигательных единиц.
3. Как можно измерить силу и выносливость мышц?
4. Что такое активный отдых?

## Тема 5 . Кровообращение

### ИЗМЕРЕНИЕ АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ И ЧАСТОТЫ СЕРДЕЧНЫХ СОКРАЩЕНИЙ

Артериальное (кровенное) давление (АД) — это сила, приложенная к артериальной стенке в результате наполнения кровью артерий. Ритмические сокращения левого желудочка во время сердечного цикла вызывают периодические изменения артериального давления.

Во время систолы АД достигает максимального значения — точки называемой «систолическим давлением», а во время расслабления желудочка, диастолы — регистрируется самое низкое значение — «диастолическое давление». Смена систолического и диастолического давления создает колебания стенок артерий, называемые артериальным пульсом. Разность между систолических и диастолических АД называют «пульсовым давлением».

Артериальное давление определяется двумя основными параметрами — объемом крови, прокачиваемым через сердце за минуту («сердечным выбросом»), и сопротивлением сосудов току крови. Сердечный выброс зависит от многих причин, например, ритма сокращений сердца и объема поступающей в сердце крови и ее вязкости. Сосудистое сопротивление также складывается из многих факторов, в числе которых мышечный тонус стенок малых артерий и артериол, который, в свою очередь, связан с активностью вегетативной нервной системы. Самое большое значение давления крови отмечается в крупных артериях большого круга кровообращения, снижаясь по мере уменьшения диаметра артерии. Помимо понижения давления, в мелких сосудах характер движения крови постепенно меняется с пульсирующего на равномерный. В венах давление крови минимально.

Акустический (аускультативный) метод измерения, с использованием стетоскопа или микрофона и манжеты — это наиболее популярный метод определения АД. Метод основан на выслушивании звуков — «тонов Короткова», возникающих в результате пульсаций артерий при их частичном пережатии. На плечо обследуемого накладывается манжета, в которую нагнетается воздух, для создания давления, превышающего систолическое (до момента исчезновения пульсации). После накачивания манжеты, медленно стравливая



воздух из нее, давление понижают . При этом систолическое и диастолическое артериальное давление определяют соответственно по появлению тонов Короткова (первым отчетливо слышимым тонам) и по их исчезновению (по последнему слышимому тону) . Особенности выслушиваемых тонов — продолжительность их фаз (всего выделяют пять фаз), отчетливость, продолжительность и наличие периода отсутствия звука, зависят от эластичности артериальной стенки, показателей АД, возраста .

Другой метод — осциллометрический используется в электронных анализаторах АД и основан на сходном принципе, однако вместо тонов Короткова регистрируются колебания давления в манжете, возникающие в результате пульсации артерий . Этот метод позволяет обойтись без микрофона, но более сложен для анализа в вычислительном плане .

Помимо значений систолического и диастолического АД и пульсового давления в определенный момент времени, используются показатели среднего артериального давления за сутки, день, ночь, максимальные и минимальные значения АД и ЧСС за различные периоды суток, вариабельность артериального давления, а также суточный индекс — степень снижения артериального давления в ночное время .

### Лабораторная работа № 1

#### «Определение артериального давления»

##### Теоретическая часть

На уровень давления крови в артериях влияют следующие факторы: объем сердечного выброса, скорость движения крови, сопротивление стенок сосудов, частота сердечных сокращений . После сокращения желудочков наблюдается максимальный подъем давления, это значение называется систолическим давлением . При расслаблении желудочков, в диастолу, давление в артериях поддерживается благодаря тону сосудов . Пульсовым давлением называется разница между систолическим и диастолическим давлением .

Из методов определения АД, не требующих оперативного вмешательства в кровеносную систему, выделяют акустический (аускультативный) и осциллометрический . Определение артериального давления на основании регистрации колебаний стенки плечевой артерии под манжетой, заполняемой воздухом, предложено Н С . Коротковым в 1905 году . Как правило, артериальное давление определяют в плечевой артерии, где его показатели близки к давлению в аорте . Иногда давление определяют в бедренной, подколенной и других периферических артериях . Оценку артериального давления в нижних конечностях в сравнении с верхними используют, например, для диагностики врожденного сужения просвета аорты (коарктации аорты) . Аускультативный метод основан на выслушивании с помощью стетоскопа момента начала и окончания звуковых тонов (тонов Короткова) . Осциллометрический метод определения артериального давления основан на регистрации колебания давления в манжете и реализован в электронных мониторах артериального давления, он требует для обработки данных привлечения сложных расчётов . Приведенный ниже простейший способ определения систолического и диастолического АД при помощи осциллометрического метода неточен и может использоваться только для получения ориентировочных значений .

*Ключевые слова:* артериальное давление, сердечно-сосудистая система, систола, диастола .

### Практическая часть

**Цель работы:** Ознакомление с методиками определения артериального давления .

**Оборудование:** компьютер, компьютерный интерфейс сбора данных Releon Lite, датчик артериального давления, фонендоскоп .

**Инструкция по выполнению лабораторной работы:**

#### Ход работы:

Перед измерением артериального давления дать испытуемому отдохнуть 5—10 минут в спокойной обстановке .

Подключите датчик артериального давления . *Важно измерять артериальное давление в постоянных условиях.* При измерении давления сидя спина испытуемого должна опираться на спинку стула, средняя точка плеча должна находиться на уровне четвертого межреберья, испытуемый не должен делать резких движений или разговаривать .

Отогните рукав одежды, он не должен пережимать руку испытуемого . Оберните манжету тонометра вокруг плеча, чуть выше локтя (на 2—3 сантиметра) так, чтобы воздушная трубка была расположена книзу, выходя из манжеты со стороны локтевой ямки .

Начните регистрацию показаний датчика . В верхнем левом окне отражаются изменения давления в манжете, в центре — кривая колебаний давления .

Измерение давления при помощи тонометра, методом Короткова .

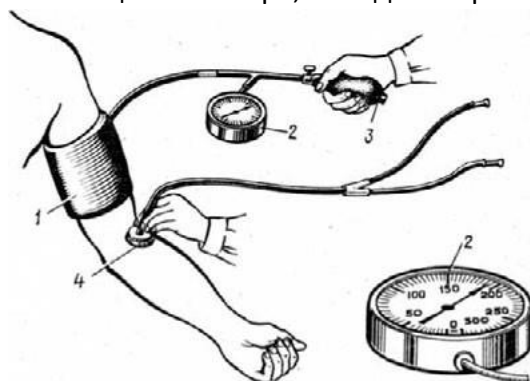


Рис. 1. Регистрация артериального давления аускультативным методом:  
1 — манжета, 2 — манометр, 3 — груша, 4 — стетофонендоскоп

Закрутите вентиль манжеты . Быстро накачайте воздух в манжету до давления 160— 180 мм рт . ст ., ориентируясь на показания датчика в верхнем окне программы .

Медленно отпустите вентиль манжеты, так чтобы кривая давления понижалась без рывков, постепенно, с небольшим наклоном . Чем медленнее понижать давление в манжете, тем проще будет выполнить измерения . Наблюдайте начало появления колебаний в манжете и их снижение . При наличии фонендоскопа одновременно выслушивайте тоны Короткова, приложив головку фонендоскопа к локтевой ямке . Отметьте уровень давления в манжете соответствующий их началу (систолическое давление) и завершению (диастолическое давление) .

После того как воздух выйдет из манжеты и давление окончательно снизится, остановите запись, снимите манжету с испытуемого .

Удобнее всего провести измерения на распечатке графиков



Измерьте максимальную амплитуду колебаний давления в манжете ( $A$ ).

Рассчитайте предполагаемый уровень амплитуды для систолического давления:  $A_s$   
 $= A_{\max} * 0,55$ .

Найдите пик, расположенный перед максимальным по амплитуде пиком ( $A_{\max}$ ) и наиболее соответствующий расчетной амплитуде  $A_s$ . Соотнесите время его появления с уровнем давления в манжете (на верхнем графике). Полученный показатель будет значением систолического давления. Аналогично найдите уровень амплитуды, соответствующий диастолическому давлению, используя формулу  $A_d = A_{\max} * 0,85$ . Найдите близкий к этому значению амплитуды пик, расположенный после максимального пика колебаний.

Сравните значения, полученные аускультативным и осциллометрическим методом.

*Примечание:* Усложнить работу можно, повторив измерения и рассчитав стандартное отклонение и коэффициент вариации значений, полученных аускультативным и осциллометрическим методом.

Таким образом, оценивается воспроизводимость результатов для двух методов. Сравнив результаты с показаниями поверенного электронного медицинского тонометра (в качестве эталона), можно дать оценку точности использованных методов. **Результаты измерений/наблюдений**

	Датчик артериального давления	Фонендоскоп
АД сист		
АД диас		
ЧСС		
пульсовое АД		

*Интерпретация результатов:* Занести результаты в тетрадь, сделать вывод, соответствует ли АД нормальным значениям и рассчитать пульсовое АД.

**Вопросы для усвоения:**

1. Чему равна ЧСС покоя?
2. Как называется ЧСС выше 90 уд/мин.?
3. Как называется ЧСС ниже 50 уд/мин.?
4. Каковы нормальные значения АДс?
5. Как называется АДс выше 135 мм рт.ст. ? 6. Как называется АДс ниже 90 мм рт.ст. ?

## РЕАКЦИЯ КРОВООБРАЩЕНИЯ НА ФИЗИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ

### Лабораторная работа № 2

#### «Реакция ЧСС и АД на общие физические нагрузки»

##### Теоретическая часть

Физические нагрузки бывают *общими*, когда в работе участвуют почти все мышцы, *региональными* — до 2/3 от всех мышц, например, работа двух ног, *локальные* — 1/3 от всех мышц (2 руки или 1 нога).





Механизм реакций кровообращения на любую физическую нагрузку заключается в том, что за счёт усиления симпатических влияний усиливается работа сердца, наблюдается увеличение показателей ЧСС и АД. При общих нагрузках эти показатели изменяются больше, при локальных – меньше.

Сосуды отвечают перераспределительной реакцией, то есть за счёт усиления симпатических влияний происходит сужение сосудов в общей системе циркуляции, при этом повышается давление крови. В работающих мышцах и органах (сердце, мозг) при этом сосуды расширяются за счёт местного накопления химических продуктов обмена, например, молочной кислоты. Поэтому кровь под высоким давлением хорошо поступает в расширенные сосуды мышц, снабжая работающие мышцы кислородом и питательными веществами.

При общей работе участвуют большие мышечные массивы, в которых расширяются сосуды, и за счёт низкого сопротивления току крови диастолическое АД снижается или остается неизменным.

При локальной работе задействованы малые группы мышц, в которых сосуды расширяются. В остальных массивах мышц и внутренних органах (за исключением сердца и мозга) сосуды сужаются. Таким образом, периферическое сопротивление сосудов растёт, и АД повышается. Поэтому людям с гипертонией локальные нагрузки противопоказаны. Длительная работа на производстве с локальными нагрузками приводит к возникновению гипертонии. Профилактикой могут служить общие физические нагрузки и релаксация.

### Практическая часть

**Цель работы:** определить изменения АД зависимости от нагрузки.

**Реактивы и оборудование:** компьютер, компьютерный интерфейс сбора данных Releon Lite, датчик определения артериального давления

### Инструкция по выполнению лабораторной работы: **Ход работы**

- 1) Подключите датчики частоты пульса и артериального давления.
- 2) Измерьте и запишите показатели ЧСС и АД у испытуемого в покое.
- 3) Затем выполняется нагрузка в виде 20 приседаний за 30 сек. Сразу после нагрузки вновь измеряются показатели ЧСС и АД. Или для дозированной физической нагрузки используйте стандартную методику Гарвардского степ-теста (восхождения на ступеньку), описанную ниже, или другой доступный вид физических упражнений, которые следует подобрать соответственно возможностям группы испытуемых.
- 4) Во время физической нагрузки разных типов можно регистрировать прирост ЧСС, если это позволяет выполняемое упражнение, для чего требуется закрепить датчик частоты.
- 5) Проследите изменения ЧСС и АД по окончании упражнений: рассчитайте систолический и минутный объём крови у испытуемых в покое (по формуле Старра, приведенной в приложении к практической работе), на второй и третьей минуте после окончания физической нагрузки. Охарактеризуйте временную динамику этих показателей.

Результаты заносят в таблицу 1.

### Результаты измерений/наблюдений

Таблица 1.

Изменение показателей ЧСС и АД при общих нагрузках



Показатели	Покой	Нагрузка
ЧСС		
АДС		
АДд		

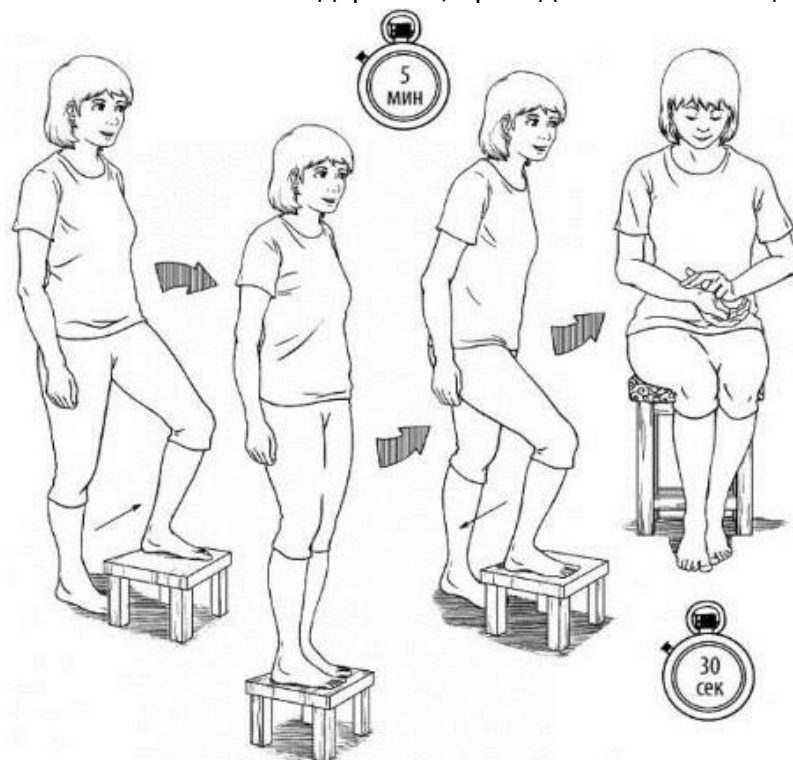
*Интерпретация результатов:* сделать вывод о механизмах изменения показателей ЧСС и АД при нагрузках общего характера .

*Выводы:* Какие регуляторные механизмы сердечно-сосудистой системы срабатывают при физической нагрузке и после неё? В чём биологический смысл этих механизмов?

### *Приложение к работе*

#### **Методика степ-теста**

Степ-тест — это интенсивная физическая нагрузка . Применять этот тест в полном объеме для слаботренированных людей нецелесообразно . Поэтому имеет смысл снизить время выполнения теста относительно стандартного, приведенного в таблице .



Испытуемый последовательно совершает следующие движения: встает на ступеньку (подставку) одной ногой, затем — двумя ногами, принимая вертикальное положение, затем ставит сначала одну ногу, а затем другую обратно на уровень пола . Частота этих движений задается метрономом, установленным на 120 ударов в минуту . Нагрузка задается в зависимости от пола и возраста испытуемых .

Группа	Высота ступеньки	Время теста (стандарт)	Рекомендуемое время для этой практической работы	Частота (восхожд . в минуту)
--------	------------------	------------------------	--------------------------------------------------	------------------------------



12—18 лет (юноши)	45 см	4 минуты	1—2 минуты	30
12—18 лет (девушки)	40 см	4 минуты	1—2 минуты	30
8 —11 лет (оба пола)	35 см	3 минуты	1—2 минуты	30

При выполнении теста требуется соблюдать ритм, принимать полностью вертикальную позу на ступеньке, не ставить ногу на носок . В начале необ ходимо объяснить испытуемому задачу и дать возможность ее опробовать . Тест прекращают, если испытуемый начинает отставать от заданного ритма .

Для приблизительной оценки систолического объема (СО) выведено несколько эмпирических формул, в том числе, формула Старра, которая имеет следующий вид для взрослых:  $СО = ((101 + 0,5 \cdot ПД) - (0,6 \cdot ДД)) - 0,6 \cdot А$  для детей:  $СО = ((40 + 0,5 \cdot ПД) - (0,6 \cdot ДД)) + 3,2 \cdot А$ ,

где ПД — пульсовое давление (разность между систолическим и диастолическим давлением); ДД — диастолическое давление; А — возраст испытуемого (полный в годах) . Минутный объем крови (МОК) рассчит ывается по формуле:  $МОК = СО \cdot ЧСС$ , где ЧСС — частота сердечных сокращений; СО — систолический объем .

**Контрольные вопросы:**

- 1 . Что такое артериальное кровяное давление?
- 2 . Какие функции выполняет артериальное давление в организме?
- 3 . Перечислите факторы, определяющие артериальное давление .
- 4 . Как изменяется давление с возрастом?
- 5 . За счёт каких механизмов повышается систолический объем у тренированных и нетренированных людей?

**Лабораторная работа № 3**

**«Реакция ЧСС и АД на локальную нагрузку»**

**Теоретическая часть**

Физические нагрузки бывают *общими*, когда в работе участвуют почти все мышцы, *региональными* — до 2/3 от всех мышц, например, работа двух ног, *локальные* — 1/3 от всех мышц (2 руки или 1 нога) .

Механизм реакций кровообращения на любую физическую нагрузку заключается в том, что за счёт усиления симпатических влияний усиливается работа сердца, наблюдается увеличение показателей ЧСС и АДс . При общих нагрузках эти показатели изменяются больше, при локальных меньше .

Сосуды отвечают перераспределительной реакцией, то есть за счет усиления симпатических влияний происходит сужение сосудов в общей системе циркуляции, при этом повышается давление крови . В работающих мышцах и органах (сердце, мозг) при этом сосуды расширяются за счет местного накопления химических продуктов обмена, например, молочной кислоты . Поэтому кровь под высоким давлением хорошо поступает в расширенные сосуды мышц, снабжая работающие мышцы кислородом и питательными веществами .



При общей работе участвуют большие мышечные массивы, в которых расширяются сосуды, и за счет низкого сопротивления току крови диастолическое АД снижается или остается неизменным .

При локальной работе задействованы малые группы мышц, в которых сосуды расширяются . В остальных массивах мышц и внутренних органах (за исключением сердца и мозга) сосуды сужаются Таким образом, периферическое сопротивление сосудов растёт, и АДд повышается . Поэтому людям с гипертонией локаль ные нагрузки противопоказаны . Длительная работа на производств е с локальными нагрузками приводит к возникновению гипертон ии . Профилактикой могут служить общие физические нагрузки и релаксация .

### Практическая часть

**Цель работы:** определить изменения АД зависимости от нагрузки .

**Реактивы и оборудование:** компьютер, компьютерный интерфейс сбора данных Releon Lite, датчик определения артериального давления, фонендоскоп, динамометр

**Инструкция по выполнению лабораторной работы:**

#### Ход работы:

У испытуемых измеряют показатели ЧСС и АД в состоянии покоя . В качестве нагрузки испытуемые удерживают на динамометре усилие в 1/3 от максимального, до утомления, т .е . до невозможности удержания усилия на одном уровне .

Вовремя и сразу после работы измеряют показатели ЧСС и АД и заносят в таблицу 2 .

- 1 . Подключите датчики частоты пульса и артериального давления .
- 2 . Измерьте и запишите показатели ЧСС и АД у испытуемого в покое .
- 3 . Затем испытуемые удерживают на динамометре усилие в 1/3 от максимального, до утомления .

Во время физической нагрузки разных типов можно регистрировать прирост ЧСС, если это позволяет выполняемое упражнение, для чего требуется закрепить датчик частоты .

Проследите изменения ЧСС и АД по окончании упражнений: рас считайте систолический и минутный объем крови у испытуемых в покое (по формуле Старра, приведенной в приложении к практической работе), на второй и третьей минуте после окончания физической нагрузки . Охарактеризуйте временную динамику этих показателей .

Таблица 1

#### Результаты измерений/наблюдений

ЧСС	АДс	АДд
1 П Ш	1 П Ш	1 П Ш

**Интерпретация результатов:** сделать вывод о механизмах 1— покой, П — работа, Ш — отдых .

#### Вопросы для усвоения:

- 1 . Как изменяется ЧСС при общей и локальной нагрузке? 2 . Как изменяется АДс при общей и локальной нагрузке?
- 3 . Как изменяется АДд при общей и локальной нагрузке?

### Лабораторная работа № 4



## «Определение в покое минутного и систолического объёмов крови . Расчёт сердечного индекса»

### Теоретическая часть

В клинической литературе чаще используют понятие «минутный объём кровообращения» (МОК) . Минутный объём кровообращения характеризует общее количество крови, перекачиваемое правым и левым отделом сердца в течение одной минуты в сердечно-сосудистой системе . Размерность минутного объёма кровообращения — л/мин или мл/ мин . Чтобы нивелировать влияние индивидуальных антропометрических различий на величину МОК, его выражают в виде сердечного индекса . Сердечный индекс — это величина минутного объёма кровообращения, деленная на площадь поверхности тела в м . Размерность сердечного индекса — л/(мин • м<sup>2</sup>). В системе транспорта кислорода аппарат кровообращения является лимитирующим звеном, поэтому соотношение максимальной величины МОК, проявляющейся при максимально напряженной мышечной работе, с его значением в условиях основного обмена дает представление о функциональном резерве сердечно-сосудистой системы . Это же соотношение отражает и функциональный резерв сердца в его гемодинамической функции . Гемодинамический функциональный резерв сердца у здоровых людей составляет 300—400 % . Это означает, что МОК покоя может быть увеличен в 3—4 раза . У физически тренированных лиц функциональный резерв выше — он достигает 500—700 % . Для условий физического покоя и горизонтального положения тела испытуемого нормальные величины минутного объёма кровообращения (МОК) соответствуют диапазону 4—6 л/ мин (чаще приводятся величины 5—5,5 л/мин) . Средние величины сердечного индекса колеблются от 2 до 4 л/(мин • м<sup>2</sup>) — чаще приводятся величины порядка 3—3,5 л/(мин • м<sup>2</sup>).

### Практическая часть

**Цель работы:** знакомство с методом расчёта основных показателей производительности мышцы сердца .

**Оборудование:** компьютер, компьютерный интерфейс сбора данных Releon Lite, датчик определения артериального давления .

**Объект исследования:** человек .

**Инструкция по выполнению лабораторной работы:**

#### Ход работы:

Для определения систолического (СО), или ударного объёма (УО), используется формула Старра:

$$\text{УО (СО)} = 100 + 0,5 \text{ ПД} - 0,6 \text{ ДД} - 0,6 \text{ В},$$

где:

**ПД** — пульсовое давление ( $\text{ПД} = \text{СД} - \text{ДД}$ )

**СД** — систолическое давление; **ДД**

— диастолическое давление; **В** —

возраст .

Минутный объём кровообращения (МОК) находят по формуле: **МОК**  
= **УО X ЧСС**

Далее найденную величину МОК, т . е . его фактическую величину (ФМОК) сравнивают с должной величиной (ДМОК) для человека данного возраста и пола . Для этого величину



должного основного обмена (ДОО) в ккал делят на 422 . Необходимо далее вычислить, сколько процентов от должной величины составляет ФМОК .

Для получения более четкой информации о производительности сердца и, главное, для сравнения показателей, полученных у лиц с различными антропометрическими данными, рассчитывается величина сердечного индекса (СИ) как частное от деления минутного объема (МОК) на площадь поверхности тела (S) . В условиях покоя СИ колеблется в пределах 3,0—3,5 л ? м<sup>-2</sup> ? мин<sup>-1</sup> .

#### **Рекомендации к оформлению**

В протокол следует внести формулы и результаты расчётов . В заключении следует определить тип кровообращения у испытуемого в покое (эу-, гипо- или гиперкинетический)

#### **Результаты измерений/наблюдений**

СД		МОК	
ДД		СИ	
ПД		ДОО	
ЧСС		ФМОК	
УО		S	

#### **Контрольные вопросы**

- 1 . Кровяное давление в артериях, капиллярах, венах?
- 2 . Факторы, определяющие величину кровяного давления?
- 3 . Понятие о систолическом, диастолическом давлениях?
- 4 . Понятие о пульсовом давлении, что оно характеризует?
- 5 . Методы определения артериального давления?
- 6 . В чем заключается роль лимфатической системы для организма человека?

#### **Лабораторная работа № 5**

#### **«Влияние тренировки на производительность сердца в условиях динамической физической нагрузки»**

**Цель работы:** выявить различия в изменениях частоты сокращений сердца (ЧСС) и ударного объема (УО) крови, выбрасываемой сердцем, у тренированного и не тренированного к таким нагрузкам человека .

**Оборудование:** компьютер, компьютерный интерфейс сбора данных Releon Lite, датчик определения артериального давления  
**Объект исследования:** человек .

#### **Инструкция по выполнению лабораторной работы:**

Среди учащихся выделяют двух (тренированного и нетренированного) добровольцев одного пола, одинаковых по телосложению и массе тела . Испытуемые не должны иметь противопоказаний к физической нагрузке, обострения хронических заболеваний .

Определяют еще 5 участников эксперимента: двух — для определения у испытуемых ЧСС по пульсу, двух — для измерения АД и одного — для занесения в таблицу (на доске) полученных данных . До начала физической нагрузки у испытуемых в положении сидя определяют ЧСС (подсчет ведут за 60 с) и АД . Затем испытуемые под общую команду делают за 30 с 20 глубоких приседаний с вытягиванием вперед рук . После этого



испытуемые быстро садятся, и у них немедленно подсчитывают пульс за 10 с и определяют АД. К найденному числу ударов пульса прибавляют 2 (эта поправка связана с инертностью ручного метода определения ЧСС) и сумму умножают на 6. Данные вносят в таблицу (на доске).

Каждый группы оформляет более развернутую таблицу и сравнивает в процентах показатели, полученные при физической нагрузке, с исходными.

#### *Рекомендации к оформлению*

В заключении делается вывод о различиях параметров работы сердца (ЧСС, УО) тренированных и нетренированных лиц в условиях покоя и процента увеличения этих параметров при физической нагрузке.

#### **Вопросы для усвоения:**

1. Как изменяется ЧСС при общей и локальной нагрузке? 1.
- Как изменяется АДс при общей и локальной нагрузке?
1. Как изменяется АДд при общей и локальной нагрузке?

### **Лабораторная работа № 6**

#### **«Влияние ортостатической пробы на показатели гемодинамики».**

**Цель работы:** изучение влияния ортостатической нагрузки на систему кровообращения и анализ приспособительных изменений системы кровообращения в условиях ортостаза.

**Оборудование:** компьютер, компьютерный интерфейс сбора данных Releon Lite, датчик определения артериального давления  
**Объект исследования:** человек.

#### **Инструкция по выполнению лабораторной работы:**

Исследуемый в течение 15—20 минут находится в горизонтальном положении с приподнятым головным концом. По истечении этого времени у испытуемого определяют частоту пульса и измеряют артериальное давление. Не снимая манжету, испытуемый быстро принимает вертикальное положение и стоит по стойке «смирно», но без напряжения мышц. При этом вновь определяют частоту пульса и артериальное давление.

У здоровых людей при выполнении ортостатической пробы обычно на 5—15 мм рт. ст. снижается артериальное давление, на 10—30 ударов возрастает частота сердечных сокращений. Эти показатели через 1—3 минуты восстанавливаются до исходного уровня.

#### *Рекомендации к оформлению*

В заключение протокола необходимо проанализировать изменения гемодинамических показателей при выполнении ортостатической пробы, а также объяснить их механизмы и биологическое значение.

#### **Вопросы для усвоения:**

1. . Что такое ортостатическая проба?
2. . Как изменяется ЧСС и АД при физических нагрузках?
3. . Влияние Ортостатической пробы на тонус симпатического отдела вегетативной нервной системы.

### **Лабораторная работа № 7 Теоретические основы**

#### **«Оценка уровня здоровья человека по показателям ортостатической пробы».**

Как и любая функциональная проба, ортопроба — это стандартный нагрузочный тест, в котором роль физического воздействия на организм играет переход из положения лежа в положение стоя. При этом оценивается степень выраженности реакции организма на



данное действие . В свою очередь выраженность реакции позволяет судить о степени восстановления спортсмена после предшествующих нагрузок .

Существуют разновидности ортостатической пробы . Ее могут проводить с мониторингом показателей ЧСС, ЧСС и АД, математическим анализом вариабельности сердечного ритма (этому методу будет посвящена отдельная статья) . Есть варианты перехода из горизонтального положения в вертикальное, и наоборот . В последнем случае метод будет называться клинстатической пробой . Для использования в практике спорта наиболее подходящий самый простой вариант ортопробы: переход из положения лежа в положение стоя, с измерением только ЧСС .

Алгоритм проведения пробы очень прост . Испытуемый лежит на протяжении 2—3 минут, далее измеряет ЧСС за одну минуты, переходит в положение стоя, стоит 1 минуту, потом измеряет ЧСС снова на протяжении минуты . Данные ортопробы записываются в дневник тренировок, в электронный дневник тренировок (если в нем есть специальное поле), или на специально отведенный лист для мониторинга за восстановлением организма . Далее необходимо провести анализ результатов и дать оценку оперативному состоянию организма, для последующей коррекции программы тренировок на этот день .

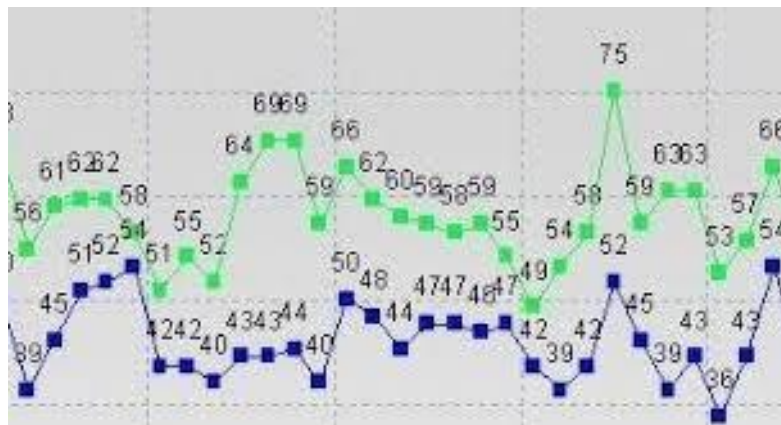
Любая функциональная проба со стандартной нагрузкой, как уже говорилось ранее, оценивает реакцию организма на определенное, мало изменяющееся по степени воздействия с течением времени действие, т . е . если ЧСС лежа у спортсмена колеблется в пределах 40—45 уд/мин, и один прекрасный день, оно составляет 55 уд/мин то можно судить про более выраженную реакцию на положение лежа . Более выраженная реакция свидетельствует или о недовосстановлении, поскольку из-за повышенного кислородного запроса, для восстановления разрушенных белков или количества энергосубстратов в мышцах, сердцу необходимо переносить больше крови с кислородом чем обычно, или же причиной выраженной реакции служит заболевание, которое также увеличивает количество газов — продуктов метаболизма, для успешного переноса которых сердцу нужно совершать больше сокращений .

Но самое главное, чем ортопроба выгодна в сравнении с многими другими похожими методами, это тем, что по мере повышения тренированности человека ее результаты все так же точно отражают процессы восстановления в организме .

Существует много методов интерпретации, и в большинстве своем они основываются на точных значениях ЧСС . (точные значения ЧСС для каждого человека будут разные) . Что одному хорошо, то другому плохо . У всех разные размеры сердца и тела, разная реактивность, как и для зон интенсивности в вопросе ортопробы самое главное индивидуальный подход .

При увеличении ЧСС лежа, не важно при этом какой ЧСС стоя, следует значительно уменьшить нагрузку предстоящей тренировки . Если ЧСС лежа меньше среднего диапазона — можно смело увеличить тренировочную дозу если в этот день запланирована аэробная нагрузка . При ЧСС стоя ниже среднего диапазона (если ЧСС лежа в пределах или ниже средних значений) можно увеличить количество анаэробных воздействий на организм .





Пример записи результатов ортопроб

Если же ЧСС как лежа, так и стоя с течением времени мало изменяется, то вам необходимо обратиться за советом к специалисту, поскольку тренировки не оказывают на организм должного воздействия, или нарушены процессы восстановления. В любом случае в таком состоянии все что вы делаете с организмом не будет иметь никакого толку, а выводить себя из состояний истощения адаптационных ресурсов или разной степени перетренированности лучше с помощью опытных людей.

### Практическая часть

**Цель работы:** убедиться в наличии связи ортостатической реакции со здоровьем человека.

**Оборудование:** компьютер, компьютерный интерфейс сбора данных Releon Lite, датчик определения артериального давления.

**Объект исследования:** человек.

### Инструкция по выполнению лабораторной работы:

Работа проводится так, как описано выше. Но при этом подсчитывается пульс только за 10 секунд дважды: 1) в положении лежа; 2) через минуту после перехода в вертикальное положение. Если число ударов пульса за 10 с увеличится на 1 удар, здоровье можно оценивать на 5, на 2 удара — на 4, на 3 удара — на 3, на 4 и более удара — на 2.

### Вопросы для усвоения:

1. Что показывает ортостатическая проба?
2. Что такое клиностатическая проба?
3. Что такое пульс и артериальное давление?

## Лабораторная работа № 8

### «Влияние дыхания на артериальное кровяное давление»

#### Теоретическая часть

Дыхательные волны артериального давления. Во время дыхательного цикла артериальное давление волнообразно повышается и понижается на 4—6 мм рт. ст. Это так называемые дыхательные волны артериального давления. Дыхательные волны появляются в результате нескольких совершенно разных причин.

1. Импульсы, которые возникают в дыхательном центре продолговатого мозга, во время каждого дыхательного цикла иррадиируют к нейронам сосудодвигательного центра.

2. Каждый раз, когда человек делает вдох, давление в грудной полости становится более отрицательным, чем обычно.

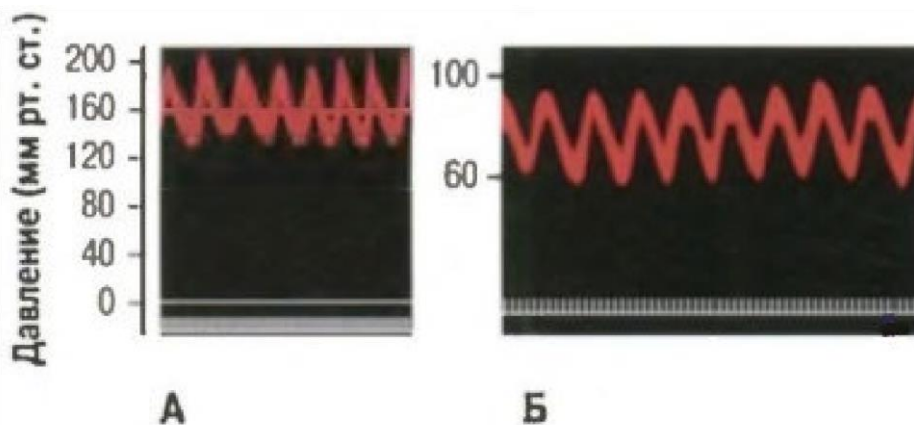


Это приводит к растяжению кровеносных сосудов органов грудной клетки . По этой причине объем крови, поступающий в левые отделы сердца, временно уменьшается, а, следовательно, уменьшаются и сердечный выброс, и артериальное давление .

3 . Изменение давления во внутригрудных сосудах, связанное с дыхательными движениями, вызывает возбуждение предсердных и сосудистых рецепторов растяжения .

Взаимодействие перечисленных факторов, вызывающих формирование дыхательных волн артериального давления, с трудом поддается анализу, тем не менее, факты свидетельствуют о том, что обычно давление увеличивается в начале выдоха и уменьшается в течение остальной части дыхательного цикла .

При глубоком форсированном дыхании давление может измениться на 20 мм рт . ст . в течение дыхательного цикла .



А — сосудодвигательные волны, вызванные колебаниями ишемической реакции ЦНС; Б — сосудодвигательные волны, вызванные колебаниями активности барорецепторного механизма .

### Практическая часть

**Цель работы:** убедиться в возможности произвольного изменения артериального давления (АД) .

**Оборудование:** компьютер, компьютерный интерфейс сбора данных Releon Lite, датчик определения артериального давления .

**Объект исследования:** человек .

### Инструкция по выполнению лабораторной работы:

После 5-минутного отдыха в положении сидя у испытуемого определяют АД . Далее в течение 20 минут испытуемый делает задержки дыхания после каждого вдоха (на 1—15 секунд) и после каждого выдоха (на 5—10 секунд), по возможности не меняя глубину дыхания . Вновь определяют АД . В большинстве случаев оно снижается .

### Рекомендации к оформлению

В заключении следует объяснить полученный результат .

### Вопросы для усвоения:

- 1 . Что такое дыхательные волны артериального давления?
- 2 . Как изменяется артериальное давление при вдохе и выдохе?
- 3 . Как влияет гипоксия на артериальное давление?



## Лабораторная работа № 9 «Реактивная гиперемия»

### **Важно!**

*Функциональные пробы сердечно-сосудистой системы у некоторых людей могут привести к ухудшению самочувствия!*

### **Теоретическая часть**

При усиленной работе органов и тканей организма происходит накопление продуктов метаболизма — углекислоты и лактата, что в свою очередь вызывает местную выработку эндотелиальными клетками сосудов сосудорасширяющих («вазодилатационных») факторов, основным из которых служит NO — оксид азота. Вазодилататоры вызывают расслабление гладкомышечных клеток сосудов и ответную реакцию кровеносной системы, направленную на увеличение кровотока и называемую «функциональной гиперемией», то есть — ответным усилением кровенаполнения. На действии оксида азота основано восстановление коронарного кровотока при приеме препарата нитроглицерин. Совместное действие сосудорасширяющих факторов, выделяемых клетками эндотелия, и сосудосуживающих влияний вегетативной нервной системы обеспечивает тонус сосудов. Баланс между этими двумя противодействующими влияниями позволяет регулировать кровоснабжение в различных условиях. Например, при временном прекращении кровотока, во время пережатия артерий нарастает недостаток кислорода в ткани, а при восстановлении кровотока возникает ответное расширение сосудов. Причем, поскольку в регуляции тонуса сосудов участвуют гуморальные механизмы, изменения наблюдаются не только местно, в области прекращения кровотока, но и системно, однако системные эффекты проявляются в меньшей степени.

### **Практическая часть**

**Цель работы:** Исследование изменений кровотока в периферических сосудах при временном прекращении кровоснабжения и при его восстановлении.

**Оборудование:** компьютер, компьютерный интерфейс сбора данных Releon Lite, датчик определения артериального давления, датчики частоты пульса (2 шт.), датчик температуры.

### **Инструкция по выполнению лабораторной работы:**

Оденьте на плечо испытуемого манжету датчика артериального давления

Установите датчики частоты пульса на ногтевые фаланги пальцев обеих рук, зарегистрируйте показатели частоты сердечных сокращений в покое. Постарайтесь установить датчики так, чтобы амплитуда ФПГ и ее форма была примерно одинаковой при сравнении на обеих руках.

Резко поднимите давление в манжете, несколько выше уровня систолического давления (ориентируясь по графику колебаний давления в манжете). Наблюдайте падение амплитуды пульсовой волны и ее исчезновение, регистрируемое датчиком, расположенным на соответствующей руке.

Отметьте по секундомеру время начала остановки кровоснабжения. Выдерживайте манжету в накачанном состоянии около двух минут, затем спустите давление. Отмечайте ощущения испытуемого.

Продолжайте регистрацию частоты пульса и фотоплетизмограммы, обратите внимание на изменения амплитуды ФПГ на руке, которая была пережата, и сопоставьте их с



изменениями на противоположной руке . Одновременно проводится регистрация снижения температуры конечности - испытуемый удерживает кончиками пальцев чувствительный элемент датчика температуры .

Через 3—4 минуты, когда показатели вернутся к норме, остановите запись, освободите руку испытуемого от манжеты, снимите датчики .

**Результаты измерений/наблюдений** Рассчитайте необходимые показатели и заполните таблицу:

Рука	Амплитуда фотоплетизмограммы (средняя из пяти пиков)						
	В покое	При накачанной манжете	30 с после	60 с после	90 с после	120 с после	180 с после
Левая							
Правая (манжета)							

Отметьте время начала изменений ФПГ, регистрируемой с левой и правой руки . Наблюдается ли задержка в изменении амплитуды ФПГ по сравнению с правой рукой . С чем это связано?

**Вывод:** Какие закономерности можно выявить в изменении кровотока в периферических сосудах при временном прекращении кровоснабжения и при его восстановлении?

Как меняется температура конечности при прекращении кровоснабжения?

*Вопросы для усвоения:*

- 1 . Что такое пульс? как его определить?
- 2 . Определение АД методом Короткова и с помощью цифровых датчиков .
- 3 . Какое значение имеет кровеносная система?

### Лабораторная работа № 10

#### «Сопряженные сердечные рефлексy»

*Функциональные пробы сердечно-сосудистой системы у некоторых людей могут привести к ухудшению самочувствия!*

#### Теоретическая часть

Рефлексы, регулирующие деятельность сердечно-сосудистой системы (как и других систем), можно разделить на две основные категории: *собственные* рефлексы, возникающие при раздражении механо- и хеморецепторов, расположенных в сердце или сосудах, и *сопряженные*, возникающие при раздражении рецепторов других органов . Типичный рефлекс последнего типа — замедление ЧСС при надавливании на глазные яблоки (рефлекс Данини-Ашнера) . Роль собственных рецепторов состоит в саморегуляции деятельности сердечно-сосудистой системы, а сопряженных рецепторов — в ее адаптации к действию внешних и внутренних факторов . Кроме того, выделяют *неспецифические* рефлексы, наблюдаемые в условиях эксперимента .

Интересным сердечным рефлексом, носящим ясно выраженный адаптационный характер, является так называемый «дайвинг-рефлекс», наиболее выраженный у морских млекопитающих, приспособленных к длительному погружению в холодную воду . У человека этот рефлекс хотя и проявляется в меньшей степени, но может легко наблюдаться

. При контакте холодной воды (<math> < 10 \text{ }^\circ\text{C}</math>) с поверхностью лица, при задержке дыхания происходит снижение ЧСС . Эта реакция прямо противоположна наблюдаемой при задержке дыхания на воздухе . В данной работе вместо опасного фактора — погружения в воду используется наложение холодного компресса на лицо испытуемого .

*Ключевые слова:* регуляция деятельности сердца, сопряженные рефлексы сердца, адаптация к условиям среды .

**Цель работы:** исследование сопряженных сердечных рефлексов на примере дайвинг-рефлекса .

**Оборудование и материалы:** датчик частоты пульса, термометр, хол одильник, полотенце .

**Ход работы:**

1 . Подключите датчик частоты пульса (регистрация частоты пульса также может быть проведена с помощью датчика ЭКГ) . Пosaдите испытуемого на стул, надежно закрепите датчик частоты пульса на пальце руки .

2 . Запишите пульсограмму в течение одной минуты при спокойном дыхании, после чего дайте указание на длительную задержку дыхания (30—40 секунд), и зарегистрируйте время начала задержки дыхания . После окончания задержки дыхания испытуемый должен продолжать нормальное дыхание в течение некоторого времени перед окончанием записи .

3 . Остановите запись . Определите ЧСС до задержки дыхания и во время задержки на протяжении последних 20—30 секунд . Запишите полученные значения . Дайте испытуемому отдохнуть несколько минут, после чего приступите ко второму этапу эксперимента .

4 . Заранее подготовьте колотый лед в закрытом полиэтиленовом пакете (или охладите гелевый мешок) . Оберните пакет тонким полотенцем . Не замораживайте пакет, чтобы его температура не была ниже 0 °C .

5 . Начните запись частоты пульса при спокойном дыхании . Аналогично пункту «2» попросите испытуемого задержать дыхание и при этом прижать к лицу холодный компресс (40—60 секунд) . После окончания задержки дыхания испытуемый должен поднять голову и продолжать нормальное дыхание в течение некоторого времени перед окончанием записи . Остановите запись . Дайте испытуемому чистое сухое полотенце, снимите датчики, очистите рабочее место .

6 . Определите ЧСС до задержки дыхания и во время наложения холодного компресса на протяжении последних 15—20 секунд перед окончанием «погружения» . 7 . Заполните таблицу:

ЧСС при нормальном дыхании	ЧСС при задержке дыхания	ЧСС при охлаждении лица и задержке дыхания

*Примечание:* Работа может быть расширена за счёт проведения контрольного эксперимента с теплым компрессом . Может быть исследована зависимость выраженности рефлекса от температуры воды, для чего необходимо подготовить мокрые компрессы разной температуры . Кроме того, при задержке дыхания на воздухе может быть проведен анализ изменений частоты дыхания после его задержки (при помощи соответствующего датчика) .



**Выводы:** Объясните изменение ЧСС при погружении лица в холодную воду. Какова роль сопряженных сердечных рефлексов для организма?

**Вопросы для усвоения:**

1. Что такое сопряженные сердечные рефлексы?
2. Как температура влияет на ЧСС и АД?
3. Что показывает рефлекс Данини-Ашнера?

## Тема 6 . Изучаем Сердце

### Работы по теме «Сердечно сосудистая система»

Электрическая активность сердца (теоретические сведения)  
Электрокардиограмма (ЭКГ) — запись биоэлектрической активности, сопровождающей сокращение сердечной мышцы. Электрические явления в мышце возникают в результате регуляции поступления ионов калия, натрия, кальция и хлора через мембрану клетки. В состоянии покоя наружная поверхность мембраны кардиомиоцита (мышечного волокна) заряжена положи-



тельно и разность потенциалов на поверхности волокна отсут- **Рис. 1.** Электрокардиострует. При возбуждении мышечного волокна начинается его грамма деполяризация — смена заряда на поверхности, по отношению к участку, еще находящемуся в состоянии покоя. В этот момент

появляется разность потенциалов. Когда все волокно находится в состоянии возбуждения и его поверхность заряжена отрицательно, разность потенциалов на разных его участках вновь оказывается равной нулю, после чего наступает процесс быстрой деполяризации и вновь регистрируется разность потенциалов.

Электрокардиограмма отражает суммарные изменения потенциала кардиомиоцитов во времени, что дает представление о распространении возбуждения в сердечной мышце.

Напряжение (электродвижущая сила), регистрируемое на поверхности тела, зависит от количества одновременно активированных кардиомиоцитов, относительной скорости и направления проведения возбуждения.

Сердечный цикл запускается спонтанной деполяризацией атипичных кардиомиоцитов синоатриального узла (первичного водителя сердечного ритма), расположенного в стенке правого предсердия, происходящей, в норме, 60—80 раз в минуту, что определяет частоту сердечных сокращений. Поскольку общий объем клеток пейсмейкеров, запускающих цикл сокращения сердца, невелик, генерируемый ими потенциал действия не отражается на кардиограмме. Когда деполяризация распространяется на значительную массу рабочих кардиомиоцитов предсердий (вначале левого, затем правого) и вызывает их сокращение, на кардиограмме отмечается первый пик сердечного цикла — зубец, обозначаемый латинской буквой «Р». После активации предсердий атипичные кардиомиоциты атриовентрикулярного узла (расположенного в нижней части правого предсердия), пучка Гиса (внутрижелудочковой проводящей системы) и волокон Пуркинью (связанных непосредственно с миокардом желудочков), распространяют волну деполяризации на желудочки сердца. Атриовентрикулярный узел обеспечивает задержку проведения импульса в желудочек, который способствует тому, что желудочки начинают сокращаться только после окончания сокращения предсердий. В условиях нарушения деятельности сердца зона перехода АВ — узла в пучок Гиса может служить вторичным водителем



сердечного ритма, генерируя импульсы с частотой 40—60 раз в минуту . Задержка проведения импульса из предсердий в желудочки отражается интервалом PQ, измеряемым между предсердным зубцом P и зубцом Q, который соответствует возбуждению левой половины межжелудочковой перегородки . Наряду с зубцом Q «желудочковый комплекс» формируют два других зубца — высокоамплитудный зубец R, отражающий сокращение основной массы кардиомиоцитов и зубец S — конечный этап распространения деполяризации по желудочкам . Длительность QRS-комплекса соответствует времени распространения возбуждения по желудочкам . Последний зубец T, выявляемый на кардиограмме, соответствует процессу реполяризации желудочков . Следует отметить, что реполяризация предсердий на кардиограмме не выявляется, поскольку по времени совпадает с возникновением желудочкового комплекса QRS . Период, начинающийся с зубца Q и заканчивающийся зубцом T, называется электрической систолой желудочков . Во время электрической систолы кардиомиоциты неспособны вновь активироваться, этот период называется «рефрактерным» и его наличие защищает миокард от быстрого или повторного возбуждения и сокращения . В диастолу, наоборот, наступает период увеличенной возбудимости сердечной мышцы .

Наиболее значимыми параметрами, измеряемыми на ЭКГ, служат переменные промежутки, отражающие проведение возбуждения в сердечной мышце на разных этапах сердечного цикла . Для оценки частоты сердечных сокращений используется расстояние между вершинами соседних зубцов R, поскольку они имеют большую амплитуду и легко выявляются на разных отведениях .

Ритм сердца считается правильным, если продолжительность интервалов R-R примерно одинакова и разница полученных значений R-R составляет не более 10% от среднего значения . Размах выявляемых на ЭКГ зубцов зависит от отведений, в которых регистрируется кардиограмма . По форме и амплитуде зубцов желудочкового комплекса в разных отведениях можно определить «электрическую ось сердца», зависящую от анатомического положения сердца в грудной клетке . Угол электрической оси сердца может различаться у разных людей в зависимости от телосложения и индивидуальных особенностей .

### Лабораторная работа № 1

#### «Регистрация ЭКГ . Определение основных интервалов»

##### Теоретическая часть

Сердце условно можно рассматривать как один точечный источник тока, сформированный сокращающимися в отдельный момент времени кардиомиоцитами . Сокращение сердечной мышцы создает электрическое поле, которое может быть зарегистрировано с помощью электродов, расположенных на поверхности тела . Возбуждение разных отделов сердца приводит к формированию соответствующих пиков на электрокардиограмме (см . раздел теоретические сведения) .

Обычно на ЭКГ можно выделить 5 зубцов: **P, Q, R, S, T** .

Иногда можно увидеть малозаметную волну U . Зубец P отображает работу предсердий, комплекс QRS — систолу желудочков, а сегмент ST и зубец T — процесс реполяризации миокарда .

Каждая из измеряемых разниц потенциалов называется отведением .

Отведения I, II и III накладываются на конечности:



I — левая рука, II — правая рука, III — на правой ноге показания не регистрируются, он используется только для заземления пациента

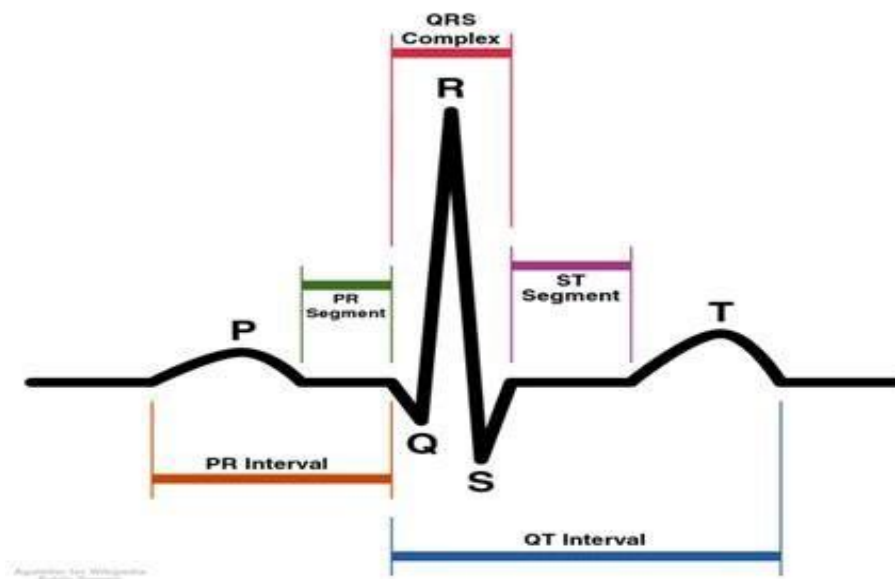


Рис.1. Схема интервалов и зубцов ЭКГ

### Практическая часть

**Цель работы:** при помощи метода электрокардиографии оценить продолжительность фаз сердечного цикла (временных параметров ЭКГ) и частоту сердечных сокращений.

**Оборудование:** компьютер, компьютерный интерфейс сбора данных Releon Lite, датчик ЭКГ, электроды

#### Инструкция по выполнению лабораторной работы:

1. Посадите испытуемого на стул в комфортной позе. Его руки должны свободно лежать на столе или на коленях.
2. На запястье правой и левой руки наклейте серебряные контактные электроды. (Чтобы обеспечить надежный электрический контакт с кожей)
3. Такой же электрод разместите на локтевом сгибе правой руки.
4. Наложите зажимные электроды так, чтобы металлические пластины легли на внутреннюю сторону запястья левой и правой руки, соответственно первому стандартному отведению (левая рука — зеленый зажим, правая — красный, черный зажим — на сгиб локтевого сустава).
5. Нажмите на старт и проведите пробную запись, откорректировав при необходимости масштаб по оси абсцисс и ординат.
6. Запишите электрокардиограмму на протяжении 2—3 минут.
7. Остановите запись, снимите электроды с испытуемого, приведите в порядок рабочее место.

### Результаты измерений/наблюдений





Измерьте на электрокардиограмме интервалы (время в секундах) между зубцами R - R , интервалы PQ(R), QT, TP для 5—10 сердечных циклов .

*Обработка полученных результатов:*

Из исходных данных рассчитайте среднее значение интервалов . Занесите результаты в таблицу . Частоту сердечных сокращений в минуту определяют по формуле: ЧСС = 60 / R-R, где R-R — вычисленное среднее значение интервала

Показатель	Среднее значение
Интервал между сокращениями R-R	
Интервал PQ(R)	
Продолжительность электрической систолы Q - T	
Продолжительность электрической диастолы (конец зубца T — начало зубца P)	
ЧСС	

Отметьте на распечатанном фрагменте ЭКГ все моменты возбуждения предсердий, отметьте желудочковые комплексы QRS . Определите, какой отдел сердца возбуждается первым .

*Выводы:* Какое практическое значение имеет анализ электрокардиограммы? Какова последовательность проведения возбуждения в сердце?

*Вопросы для усвоения:*

- 1 . Какие зубцы выделяют на ЭКГ 2 .
- Что такое систола и диастола?
- 3 . Что такое сердечный цикл?

### Лабораторная работа № 2

#### «Влияние психоэмоционального напряжения

### на вариабельность ритма сердца»

**Цель работы:** знакомство с одним из наиболее широко используемых методов оценки нервных влияний на ритм сердца .

**Оборудование:** компьютер, компьютерный интерфейс сбора данных Releon Lite, датчик ЭКГ, электроды

**Объект исследования:** человек .

#### **Инструкция по выполнению лабораторной работы:**

Испытуемому заранее сообщают план эксперимента и убеждаются в его добровольном согласии на участие в исследовании . Учащийся в течение 10 минут привыкает к условиям исследования, лежа на кушетке . Затем записывают ЭКГ во II стандартном отведении в течение 1,5 минут . Далее в лабораторию входит вся группа одноклассников . Преподаватель предлагает испытуемому быстро и правильно сделать некоторые математические вычисления в течении 3-х минут . Все следят за правильностью счета, вносят поправки и поторапливают испытуемого . По прошествии 3 минут снова записывают ЭКГ в течение около 1—2 минут (100 циклов) . Оба результата ЭКГ сохраняют для дальнейших вычислений .

Далее определяют в каждом ряду интервалов R-R «Моду» ( $M_o$ ), т . е . наиболее часто встречающееся значение R-R, и вариационный размах ( $X$ ) — разность между наибольшим в ряду и наименьшим R-R .

#### **Инструкция по выполнению ЭКГ:**

- 1 . Посадите испытуемого на стул в комфортной позе . Его руки должны свободно лежать на столе или на коленях .
- 2 . На запястье правой и левой руки наклейте серебряные контактные электроды . (Чтобы обеспечить надежный электрический контакт с кожей)
- 3 . Такой же электрод разместите на локтевом сгибе правой руки .
- 4 . Наложите зажимные электроды так, чтобы металлические пластины легли на внутреннюю сторону запястья левой и правой руки, соответственно первому стандартному отведению (левая рука —зеленый зажим, правая — красный, черный зажим — на сгиб локтевого сустава) .
- 5 . Нажмите на старт и проведите пробную запись, откорректировав при необходимости масштаб по оси абсцисс и ординат .
- 6 . Запишите электрокардиограмму на протяжении 2—3 минут .
- 7 . Остановите запись, снимите электроды с испытуемого, приведите в порядок рабочее место .

**Результаты измерений/наблюдений** Полученные данные вносят в таблицу:

Показатели ВРС (с)	$M_o$	$X$	Тип регуляции
Исходные (в покое)			
При психоэмоциональном напряжении			

По величине  $M_o$  и  $X$  делается заключение о типе регуляции .

При эйтонии (вегетативном равновесии)

$$M_o = 0,67-0,78 \text{ с}; X = 0,24-0,31 \text{ с} .$$



При симпатикотонии (преобладании симпатических влияний на сердце) значения  $M_0$  и  $X$  более низкие .

При ваготонии (преобладании парасимпатических влияний) — более высокие .

*Рекомендации к оформлению.*

В заключении по результатам работы делают вывод о характере влияния психоэмоционального напряжения на вариабельность и вегетативную регуляцию ритма сердца .

*Вопросы для усвоения:*

- 1 . Для чего необходимо изучать электрокардиограмму?
- 2 . Какие заболевания сердца показывает ЭКГ
- 3 . В какой последовательности накладывают электроды на тело человека?

### Практическая работа № 1 .

#### «Регистрация ЭКГ в I, II и III стандартных отведениях, определение электрической оси сердца»

##### Теоретическая часть

Разность потенциалов, возникающая при сокращении сердечной мышцы, регистрируется между двумя электродами, которые могут быть расположены на поверхности разных участков тела . Расположение двух электродов называют электрокардиографическим отведением, а воображаемую ось между ними — осью этого отведения . В настоящее время в практике используются три основных (стандартных) отведения, предложенных Эйнтховеном и обозначаемых римскими цифрами: I — левая рука и правая рука, II — левая нога и правая рука, III — левая нога и левая рука . Оси этих отведений образуют условный треугольник, называемый «треугольником Эйнтховена» . Кардиограмма, регистрируемая в каждом отведении, представляет собой проекцию суммарного вектора ЭДС (отражающего направление деполяризации и реполяризации в сердечной мышце) на ось данного отведения . Если суммарный вектор направлен в сторону положительного электрода, то кривая ЭКГ смещается вверх, а если в сторону отрицательного — вниз . Разные отведения позволяют взглянуть на процессы проведения возбуждения в сердце под разными углами .

Направление вектора ЭДС сердца в течение периода деполяризации желудочков называется электрической осью сердца и обозначается углом альфа ( $\alpha$ ), определяемым между электрической осью сердца и I стандартным отведением . Его легко можно оценить графически, отложив суммы амплитуд зубцов Q (если возможно), R и S (если возможно) на осях стандартных отведений . Электрическая ось сердца примерно соответствует направлению его продольной анатомической оси, проходящей от верхушки к основанию сердца .

**Цель работы:** при помощи метода электрокардиографии определить направление распространения возбуждения в сердце на разных этапах сердечного ритма, определить электрическую ось сердца .

**Оборудование и материалы:** датчик ЭКГ, марлевые прокладки под электроды, 5% раствор NaCl, линейка, транспортёр **Ход работы:**

1 . Проведите запись ЭКГ в первом стандартном отведении (левая рука — черный провод («+»), правая — красный («-»)), как описано в практической работе № 1 .



- 2 . Определите амплитуды зубцов (QRS) желудочкового комплекса в первом отведении .
- 3 . Аналогичным образом проведите запись ЭКГ в третьем стандартном отведении (левая нога («+»), левая рука («-»)
- 4 . Определите амплитуды (высоту) зубцов желудочкового комплекса в третьем отведении .

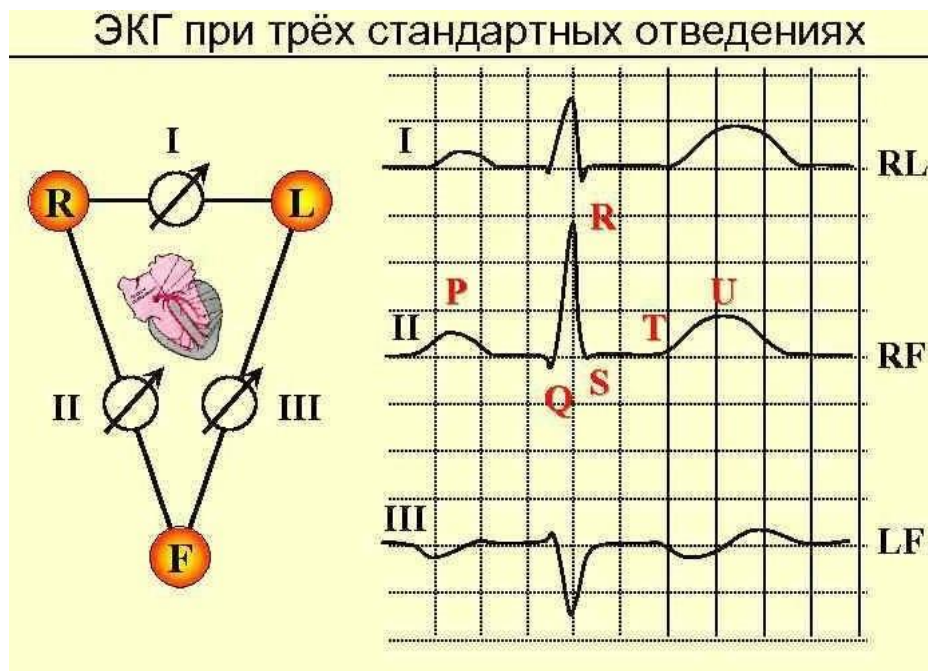
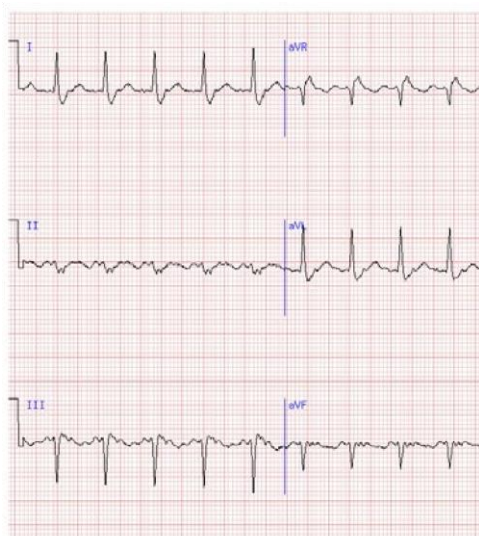


Рис.1. Запись электрокардиограммы в первом (I) и третьем (III) отведениях

Обработка полученных результатов:

Как показано на рисунке 2, рассчитайте сумму амплитуд зубцов Q,R,S для 1-го и III-го отведений; если значения суммы положительные, их в произвольном масштабе откладывают на положительную часть отведения, если отрицательные — на отрицательную часть отведения . Из концов этих проекций, как показано на рисунке 2, восстанавливают перпендикуляры к осям отведений . Точку пересечения перпендикуляров соединяют с центром . Полученная линия и является электрической осью сердца .

*Примечание:* Нормальным положением оси сердца считают показанный на диаграмме диапазон (от -30 до +110 градусов) . У астеников наблюдается более вертикальное положение сердца (электрическая ось сердца до 90 градусов), при полноте и высоком стоянии диафрагмы — более горизонтальное положение сердца .



**Рис.2.** Пример графического определения электрической оси сердца

*Протокол эксперимента:*

I отведение

(левая рука — правая рука) Амплитуда зубцов:

Q =

R =

S =

Сумма зубцов QRS (I) =

III отведение

(левая нога — левая рука) Амплитуда зубцов:

Q=

R =

S =

Сумма зубцов QRS (III) =

*Выводы:* Для чего проводится измерение ЭКГ с разных отведений? Какие зубцы электрокардиограммы связаны с проведением возбуждения по желудочкам сердца?

**Вопросы для усвоения:**

- 1 . Объясните происхождение электрокардиограммы .
- 2 . Объясните значение зубцов и интервалов на ЭКГ .
- 3 . Назовите основные отведения при регистрации ЭКГ .

## Тема 7 . Дыхание

### ИЗМЕРЕНИЕ ДЫХАТЕЛЬНЫХ ОБЪЁМОВ

#### Лабораторная работа № 1

#### «Спирометрия»

#### Теоретическая часть

*Дыхание* — это процессы, в результате которых организм поглощает кислород и выделяет углекислый газ . Частота дыхания составляет 16—18 дыханий в мин, при нагрузке до 50 и более .



Работу легких характеризует не только частота, но и глубина дыхания, которая характеризуется дыхательными объемами .

Если мы спокойно дышим, то при каждом вдохе вдыхаем около 500 мл воздуха, столько же выдыхаем . Это *дыхательный объем (ДО) = 500 мл*. При усиленном вдохе можно дополнительно вдохнуть 1500 мл, это *резервный объем (РОВд) = 1500мл*. При глубоком выдохе можно дополнительно выдохнуть до 1300—1500мл . Это *резервный объем выдоха (РОВыд) = 1300мл*.

Сумма дыхательного объема ДО, резервного объема вдоха РОВд . и резервного объема выдоха РОВыд . составляет **ЖЕЛ** — *жизненную ёмкость легких*. В среднем она составляет 3000—5000 мл, или 3—5 литров .

Даже при самом глубоком выдохе в легких остается воздух, он называется *остаточным объемом* и составляет примерно 1000 мл . Его нельзя измерить прибором . Остальные объёмы можно измерить при помощи спирометра, или спирографа, на котором можно записать кривую дыхания . Спирометры бывают водные и воздушные . Воздушный спирометр состоит из манометра и мундштука . Специальные приборы предназначены для определения объема форсированного выдоха, который отражает состояние как легких, так и бронхов, уменьшаясь при затруднении дыхания .

### Практическая часть Цель

#### работы:

**Реактивы и оборудование:** компьютер, компьютерный интерфейс сбора данных

Releon Lite, датчик определения дыхательного объема

*Инструкция по выполнению лабораторной работы* **Ход**

#### работы:

Одеваем чистый мундштук на прибор, плотно охватываем его губами, нос зажимаем пальцами или специальным зажимом . Делаем спокойный выдох в мундштук и записываем показатели манометра, соответствующие ДО . Затем делаем глубокий выдох и записываем показания, соответствующие РО выд .

Для измерения ЖЕЛ делаем глубокий вдох, затем глубокий выдох в мундштук и записываем показания .

Для расчёта РО вд из ЖЕЛ вычитаем ДО + РО выд .

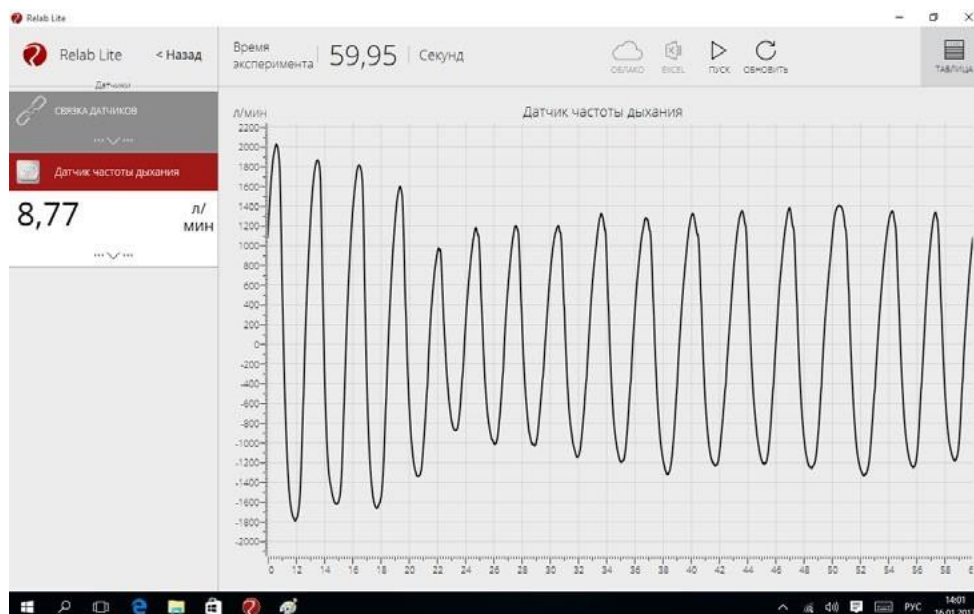
$РО\text{ вд} = ЖЕЛ - (ДО + РО\text{ выд})$  .

**Интерпретация результатов:** Сравнить полученные показатели с расчетными величинами ЖЕЛ по таблицам . В таблицах ЖЕЛ дана в децилитрах, в зависимости от пола, роста, возраста . После этого нужно рассчитать, сколько % составляет измеренная ЖЕЛ от должной по уравнению:

$$X = \frac{ЖЕЛ \times 1000}{ДЖЕЛ} \%$$

При нормальном функциональном состоянии дыхания ЖЕЛ не должна быть меньше ДЖЕЛ более, чем на 15% .

Результаты записываем в тетрадь и делаем вывод .



Например, измеренная ЖЕЛ соответствует должной ДЖЕЛ, или меньше её .

**Вопросы для усвоения:**

- 1 . Перечислите функции дыхательной системы 2
- . Что такое дыхательный объём?
- 3 . Что такое жизненная ёмкость лёгких?

**Лабораторная работа № 2**

**«Определение объёмов лёгких и их зависимости от антропометрических показателей и позы»**

**Теоретическая часть**

Наиболее распространенной характеристикой состояния легких является измерение легочных объемов, которые свидетельствуют о развитии органов дыхания и функциональных резервах дыхательной системы . В нормальных физиологических условиях глубина вдоха и функциональный объем легких могут быть ограничены пространственным расположением тела и размерами грудной клетки . Рег истрацию легочных объемов и объемной скорости воздушного потока возможно осуществить с помощью спирометрии (см . раздел «Определение лёгочных объёмов») .

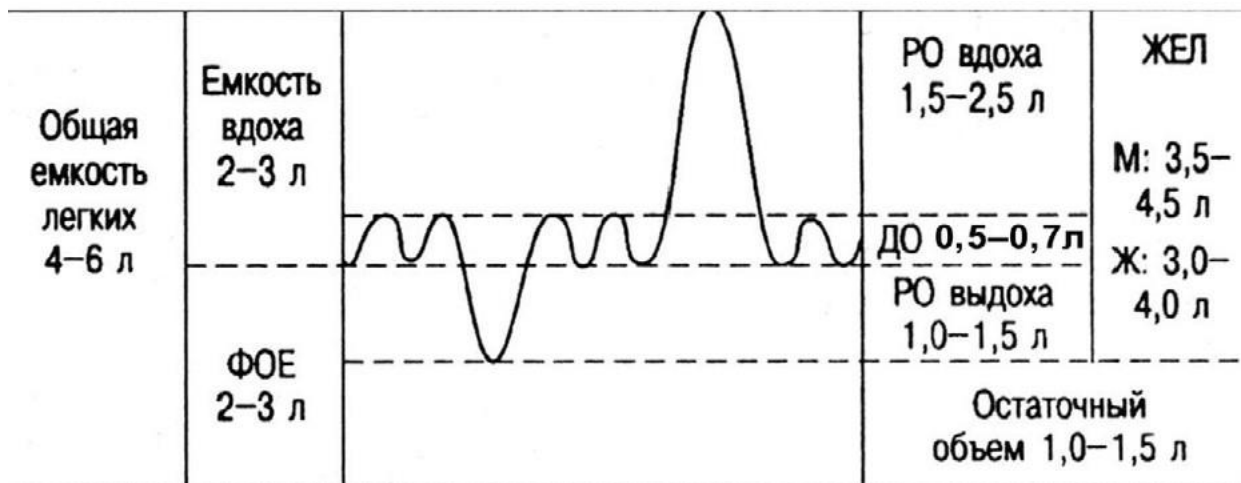


Рис. 1. Схема определения лёгочных объёмов



**Ключевые слова:** жизненная ёмкость лёгких, дыхательный объём, резервный вдох, резервный выдох, спирограмма, внешнее дыхание .

**Цель работы:** при помощи спирометрии рассчитать показатели легочных объемов, характеризующих внешнее дыхание . Определить их зависимость от антропометрических показателей и позы .

**Оборудование и материалы:** датчик дыхания (спирометр) с одноразовым мундштуком .

**Особенности работы:** Для выявления зависимости легочных объемов от антропометрических показателей в исследовании принимает группа учащихся, предпочтительно, разновозрастная .

**Ход работы:**

1 . У группы испытуемых с помощью гибкого метра или рулетки измерьте окружность грудной клетки .

2 . Подключите датчик дыхания (спирометр) . Испытуемый в положении сидя осуществляет спокойное дыхание через трубку спирометра . При испытании нос зажимают пальцами или зажимом . Проводится пробная запись, при необходимости нужно откорректировать масштаб по оси ординат и абсцисс .

3 . Приступите к измерениям . Дыхательный объём регистрируется в ходе спокойного дыхания (не меньше 5 циклов спокойного дыхания) через спирометр .

4 . Для определения ЖЕЛ испытуемый после максимально глубокого вдоха делает максимальный выдох в спирометр, после чего продолжает спокойное дыхание, и через 5—7 циклов вновь повторяет маневр для определения ЖЕЛ .

5 . Измерение ЖЕЛ проводят в разных положениях, например, стоя, лежа (на парте или на стульях), сидя, обхватив руками колени и т . д . Для повышения точности результатов измерения в каждом положении производят несколько раз (2—4 раза) и вычисляют среднюю величину . Отмечают разницу в результатах измерения .

6 . Обработка полученных результатов:

По графику пневмотахограммы при помощи процедуры интегрирования определите объёмы воздуха при спокойном дыхании и при полном вдохе/выдохе . Ориентируясь на приведенную схему легочных объемов для каждой позы вычислите показатели, требуемые для определения жизненной емкости легких: дыхательный объём, резервный объём вдоха и выдоха .

Суммируйте полученные значения . Результаты занесите в таблицу .

Испытуемый	Поза	Дыхательный объём	Резервный объём вдоха	Резервный объём выдоха	Жизненная ёмкость лёгких
Василий Иванов рост = (см) обхват груди = (см)	Сидя				
	Стоя				
	Лёжа				
	Сидя, обхватив				





	руками колени				
--	------------------	--	--	--	--

Представьте полученные в группе данные в виде графика зависимости показателей ЖЕЛ от окружности грудной клетки (для положения стоя)

*Примечание:* Усложнить работу можно, исследовав лёгочные объёмы и в других положениях (лежа на спине, лежа на животе, с опорой на руки и на колени, наклонившись, сидя) . Наблюдаемые изменения будут зависеть от целого ряда факторов, которые можно проанализировать и сделать соответствующие выводы . Это внутригрудной объём крови, степень эластического сопротивления легких, возможности расширения грудной клетки и изменения давления брюшных внутренностей на диафрагмы . Все эти факторы в совокупности, но в разной степени, влияют на лёгочные объёмы при разных положениях тела . Еще одним вариантов данной практической работы может стать сравнение полученных показателей со среднестатистическими показателями ЖЕЛ подростков:

Возраст (лет)	ЖЕЛ (л) мальчиков	ЖЕЛ (л) девочек
11	2,1	1,8
12	2,2	2,0
13	2,3	2,2
14	2,8	2,5
15	3,3	2,7

В литературе предлагается ряд эмпирических формул для расчета жизненной емкости легких подростков, приводим одну из них (сравните полученные результаты с расчетными): для мальчиков (13—16 лет):

$$\text{ЖЕЛ} = (\text{рост (см)} \times 0,052) - (\text{возраст (лет)} \cdot 0,022) - 4,2$$

для девочек (8—16 лет):

$$\text{ЖЕЛ} = (\text{рост (см)} * 0,041) - (\text{возраст (лет)} \cdot 0,018) - 3,7$$

Напоминаем, что данные, полученные в результате работы, будут являться ни в коей мере не диагностическими, а достаточно приблизительными . На величину ЖЕЛ влияет не только степень физической тренированности, но и волевые усилия испытуемых, степень усталости и ряд других факторов .

*Выводы:* Какое практическое значение имеет анализ спирограммы? Почему жизненная ёмкость лёгких зависит от положения тела в пространстве и антропометрических показателей?

**Вопросы для усвоения:**

- 1 . Где расположен дыхательный центр у человека?
- 2 . Почему после длительного бега частота дыхания человека восстанавливается не сразу?
- 3 . Расскажите о стадиях внутреннего дыхания .
- 4 . Что такое сурфактант?
- 5 . От каких факторов зависит ЖЕЛ?

### Лабораторная работа № 3 Влияние физической нагрузки на потребление кислорода»

#### «Альвеолярная вентиляция .

Выполнение дыхательных проб у некоторых людей может привести к ухудшению самочувствия! (при наличии спирометра!)

#### Теоретическая часть

Во время тяжелых физических нагрузок организм пытается получить максимальное количество кислорода, для того, чтобы обеспечить работающие мышцы энергией . В частности, это осуществляется путем изменения режима дыхания . Объем воздуха, проходящего через легкие за 1 минуту — минутный объем дыхания (МОД) . Величина МОД зависит от частоты дыхания и дыхательного объема (ДО) и имеет довольно широкую вариабельность, в связи с разными факторам (пол, возраст, физическая тренированность) . Частота дыхания (ЧД) в покое в среднем составляет 12—16 раз/мин, а ДО (объем воздуха за один вдох и выдох) в покое около 500 мл . Повышение концентрации углекислого газа в альвеолярном пространстве увеличивает минутный объем дыхания (МОД), а понижение — уменьшает . Осмысление механизма вентиляции альвеол необходимо в частности спортсменам для осуществления правильного дыхания во время физических тренировок . В том случае, если потребность мышц в кислороде (кислородный запрос) больше, чем возможность его поступления из легких и крови, несмотря на увеличение частоты и глубины дыхания, возникает дефицит кислорода . После окончания упражнения возникший кислородный долг проявляется в увеличенном потреблении кислорода, который расходуется на окисление недоокисленных продуктов метаболизма .

*Ключевые слова:* парциальное давление кислорода, минутный объем дыхания, кислородный долг, физическая нагрузка .

**Цель работы:** Оценить потребление кислорода в покое и после физической нагрузки . Выявить влияние физической нагрузки на частоту и глубину дыхания . Установить тип дыхательных движений, обеспечивающий максимальную вентиляцию альвеол, при физической нагрузке .

**Оборудование и материалы:** датчик дыхания (спирометр), датчик со держания кислорода, адаптер для их соединения (можно изготовить сам остоятельно из плотной бумаги или пластиковой бутылки) .

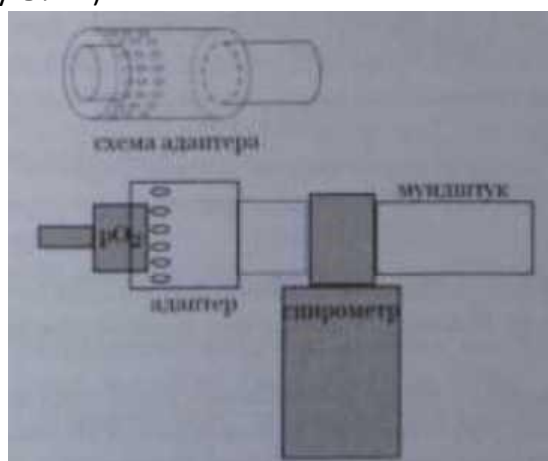


Схема 1. Соединения спирометра и датчика кислорода



**Ход работы:**

1 . Соберите экспериментальную установку, руководствуясь схемой 1 оденьте, используя подготовленный адаптер, датчик кислорода на выходную трубку пневмотахографа/спирометра .

2 . Держа спирометр вертикально, плотно обхватив губами мундштук и зажав нос, испытуемый должен совершать медленные, глубокие дыхательные движения (длительность цикла: 8—10 секунд на вдох/выдох) на протяжении 40—60 секунд . Остановите запись .

3 . Определите дыхательный объем (как описано в разделе «определение дыхательных объемов» и в работе № 13) . Определите разность (ДО<sub>2</sub>) между содержанием кислорода во вдыхаемом (высота пиков на графике содержания кислорода) и выдыхаемом воздухе (основание пиков) .

4 . Повторите эксперимент после физической нагрузки (30 приседаний или двух минут бега на месте с использованием рук и ног) . При регистрации поддерживайте режим дыхания, как описано в пункте 2) . Рассчитайте показатели как написано в пункте 3) .

5 . После 10-минутного отдыха вновь повторите эксперимент без нагрузки и с физической нагрузкой . На этот раз при регистрации показателей испытуемый должен дышать с увеличенной частотой . Рассчитайте показатели как написано в пункте 3) . 6 . Завершите эксперимент, приступите к обработке результатов .

*Обработка полученных результатов:*

Рассчитайте минутный объем дыхания при частых дыхательных движениях и при глубоких, но редких дыхательных движениях . Минутный объем дыхания определяют по формуле:  $МОД (л) = ЧД (раз/мин) \cdot ДО (л)$

	МОД (л)	ДО <sub>2</sub> % до упражнения	ДО <sub>2</sub> % после упражнения
Медленное глубокое дыхание			
Быстрое дыхание			

Заполните таблицу, оцените влияние физической нагрузки на потребление кислорода . Оцените вентиляцию альвеол при разных типах дыхания .

*Выводы:* При каких типах дыхательных движениях вентиляция альвеол будет наиболее эффективной? Каким образом вы посоветуете дышать спортсмену, выполняющему физические упражнения (бег, поднятие тяжестей и т . п .)?

**Вопросы для усвоения:**

- 1 . Что такое минутный объем дыхания?
- 2 . От каких факторов зависит частота дыхания?
- 3 . Где расположен дыхательный центр?
- 4 . Как происходит гуморальная регуляция дыхания?

**Лабораторная работа № 4**

**«Пробы с задержкой дыхания на вдохе/выдохе и при гипервентиляции»**

*Гипервентиляция и пробы с задержкой дыхания у некоторых людей могут привести к ухудшению самочувствия!*



### Теоретическая часть

Продолжительность максимальной задержки дыхания является важным физиологическим показателем, характеризующим состояние сердечно-сосудистой и дыхательной систем органов и позволяющим оценить общую устойчивость организма человека к смешанной гиперкапнии (при избыточном содержании  $\text{CO}_2$  в крови) и гипоксии (состоянии кислородного голодания организма). Функциональное состояние дыхательной системы возможно оценить с помощью ряда проб с задержкой дыхания.

Проба Штанге — задержка дыхания на вдохе. В среднем, у здорового человека (взрослого), её длительность составляет 40—55 секунд. При утомлении время задержки дыхания снижается. Проба Генча заключается в задержке дыхания после выдоха. Продолжительность задержки дыхания при этом составляет 25—30 секунд. Проба Генча после гипервентиляции заключается в измерении продолжительности задержки дыхания после 45 секунд усиленного дыхания. В среднем происходит возрастание продолжительности задержки дыхания на выдохе в 1,5—2 раза. При наличии изменений системы крови или со стороны кардиореспираторной системы отмечается отсутствие возрастания времени задержки дыхания на выдохе. Необходимо отметить, что результат в пробах с задержкой дыхания во многом зависит как от волевых усилий человека, так и от чувствительности его центральной нервной системы к изменению содержания углекислоты в крови. При выполнении работы можно значительно повысить информативность полученных данных, если сопоставить изменения ЧСС и степень учащения и глубины дыхания при выполнении пробы. При хорошей физической тренированности дыхание учащаться не должно в связи с тем, что возникший кислородный долг погашается за счет углубления, а не учащения дыхания.

*Ключевые слова:* гиперкапния, гипоксия, проба Штанге, проба Генча, гипервентиляция.

**Цель работы:** Определить продолжительность максимальной задержки дыхания на вдохе и на выдохе и её влияние на ЧСС.

**Оборудование и материалы:** датчик дыхания (спирометр), датчик пульса.

#### Ход работы:

Подключите спирометр и датчик пульса. Датчик пульса надежно установите на мочку уха испытуемого. В положении сидя проведите пробную запись, при необходимости откорректируйте масштаб по оси ординат и абсцисс. Регистрацию показателей ЧСС и спирограмму производите во время выполнения всех проб.

1. Проба Штанге: Испытуемый в положении сидя делает 2—3 глубоких вдоха и выдоха, затем задерживает дыхание при максимальном вдохе, зажимая нос пальцами. Отметьте длительность задержки дыхания. Продолжайте запись около 2 минут после окончания задержки дыхания.

2. Остановите запись, проведите ее обработку, испытуемый должен отдохнуть 5 минут.

Проба Генча: Испытуемый в положении сидя совершает 2—3 глубоких вдоха и выдоха, затем после максимального выдоха задерживает дыхание, зажимая нос пальцами.

Проводите измерения как в пункте «2».

3. Остановите запись, проведите ее обработку, испытуемый должен отдохнуть 5 минут.



4 . Проба Генча после гипервентиляции: Испытуемый в положении сидя усиленно дышит в течение 45 секунд, затем задерживает дыхание на выдохе . Опять же нос зажимается пальцами . Проводите измерения как в пункте «2» .

5 . Остановите запись, привести в порядок рабочее место .

Рассчитайте показатели, указанные в таблице и заполнить таблицу:

Пробы	Спокойное дыхание		Задержка дыхания		После окончания задержки	
	ЧСС	Частота дыхания	ЧСС	Длительность задержки	ЧСС	Частота дыхания
Проба Штанге						
Проба Генча						
Проба Генча после гипервентиляции						

Отметьте изменения не только частоты, но и скорости вдоха/выдоха и глубины дыхания после задержки .

*Примечание:* Также можно провести групповые исследования с испытуемыми разного возраста, пола, физической тренированности .

Выводы: Каким образом пробы с максимальной задержкой дыхания позволяют оценить общую устойчивость организма человека? С чем связана разная длительность задержки дыхания на вдохе и выдохе **Вопросы для усвоения:**

- 1 . Что такое гипервентиляция?
- 2 . Как происходит газообмен в легких?
- 3 . Онтогенез дыхательной системы

## Тема 8 . Пищеварение ФИЗИОЛОГИЯ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

### Теоретическая часть

Как известно, процесс пищеварения начинается в ротовой полости . Здесь происходит механическая обработка пищи, смачивание слюной, анализ вкусовых свойств пищи, формирование пищевого комка и начальный гидролиз некоторых пищевых веществ . Химическое воздействие, которое оказывает слюна на пищевые вещества (главным образом, расщепление углеводов) хоть и незначительное (в связи с непродолжительным пребыванием пищи в ротовой полости), но имеет большое значение для последующего процесса пищеварения . Слюна в основном продуцируется тремя парами крупных слюнных желез (околоушными, поднижнечелюстными и подъязычными) . Смешанная слюна имеет pH 5,8 — 7,4 и содержит 99,4 — 99,5% воды, остальное — сухой остаток . Консистенция слюны в основном зависит от содержания гликопротеида муцина, который придает ей слизистые свойства, обеспечивая проглатывание пищи . Ферментный состав слюны разнообразен: лизоцим оказывает бактерицидное действие; амилаза гидролизует крахмал, превращая его в декстрины и



мальтозу . Мальтоза в свою очередь под действием малых азотистых ферментов расщепляется до двух остатков глюкозы, поэтому длительно пережевывая хлеб, мы ощущаем сладкий вкус во рту . Кроме того, слюна человека содержит протеолитический и липолитический ферменты, однако практически их переваривающее действие весьма слабо .

Попадая в желудок, в желудочном соке которого высокая концентрация соляной кислоты (0,5%), слюна вскоре теряет свои ферментативные свойства из-за разрушения ферментов . Желудочный сок вырабатывается железами желудка . Он представляет собой прозрачную бесцветную жидкость, содержащую соляную кислоту, что обеспечивает низкий pH среды желудка . Как известно, в желудке происходит расщепление в основном белков, а липолитическая активность желудочного сока невелика . Соляная кислота вызывает денатурацию белков, «упрощая» последующее расщепление их пепсинами . Кроме того, желудочный сок содержит несколько типов пепсиногенов .

### Лабораторная работа № 1

#### «Изучение ферментативного действия слюны человека на углеводы»

##### Практическая часть

**Цель работы:** доказательство карбогидразного действия слюны и настроенности ферментов слюны человека на расщепление термически обработанных углеводов .

**Приборы и материалы:** три пробирки с делениями, крахмальный клейстер, взвесь сырого крахмала, водяная баня, спиртовой раствор йода, пипетки .

**Оборудование:** компьютер, компьютерный интерфейс сбора данных Releon Lite, датчик для определения pH .

**Объект исследования:** человек .

##### Инструкция по выполнению лабораторной работы:

- 1 . Собирают в пробирку 2 мл слюны .
- 2 . Слюну разливают в две пробирки по 1 мл (определяют pH) .

В одну пробирку прибавляют 0,5 мл крахмального клейстера, в другую — 0,5 мл сырого крахмала .

- 3 . Пробирки ставят на 10—20 мин . в водяную баню при температуре 38—40 °С .

- 4 . Охлаждают пробирки водопроводной водой (определяют pH) .

- 5 . Прибавляют к содержимому каждой пробирки по одной-две капли йода . По изменению окраски смеси оценивают степень расщепления слюной сырого и обработанного крахмала, а также изменение pH раствора . *Рекомендации к оформлению*

Пробирка	Начало эксперимента	Окончание эксперимента	Описание изменений в пробирке
1 . Клейстер	pH=	pH=	
2 . Крахмал	pH=	pH=	

Следует сделать вывод о степени расщепления ферментами слюны человека нативных и термически обработанных углеводов; перечислить ферменты слюны .

##### Вопросы для усвоения:

- 1 . Какие ферменты входят в состав слюны?



- 2 . Какова величина суточного объема желудочного сока у взрослого человека?
- 3 . Опишите механизм рефлекторного выделения слюны.

### Лабораторная работа № 2

#### «Значение механической обработки пищи в полости рта для ее переваривания в желудке»

##### Практическая часть

**Цель работы:** анализ одного из проявлений преемственности в работе различных отделов пищеварительного тракта .

**Приборы и материалы:** две пробирки, водяная баня, термометр, желудочный сок, молоко, слюна .

**Оборудование:** компьютер, компьютерный интерфейс сбора данных Releon Lite, датчик для определения рН .

##### Ход работы

В две пробирки наливают по 1 мл свежего молока, слюны и желудочного сока . Содержимое первой пробирки осторожно смешивают, а содержимое второй тщательно встряхивают, закрыв ее, в течение 1,5 минут, имитируя процесс жевания в полости рта . Ставят обе пробирки в водяную баню при температуре 37°С на 20 минут, после чего сравнивают характер створаживания молока по величине хлопьев . Исследуют рН в начале и в конце опыта .

##### Рекомендации к оформлению

Пробирка	Начало эксперимента	Окончание эксперимента	Описание изменений в пробирке
1	рН=	рН=	
2	рН=	рН=	

Следует сделать вывод о роли предварительной механической обработки пищи для эффективности последующего действия желудочного сока .

##### Вопросы для усвоения:

- 1 . Какие пищевые вещества в основном подвергаются ферментативной обработке в желудке?
- 2 . Какой из отделов желудочно-кишечного тракта выполняет функцию депонирования пищи?
- 3 . Как влияет раздражение блуждающих нервов на желудочную секрецию?
- 4 . Какие парные слюнные железы имеются у человека?
- 5 . Как повлияет снижение рН желудочного секрета до 1 и ниже на выделение гастрин G-клетками слизистой оболочки желудка?

### Лабораторная работа № 3

#### «Изучение некоторых свойств слюны и желудочного сока»

**Цель работы:** познакомить учащихся с ферментными свойствами слюны и желудочного сока .

**Оборудование и материалы:** компьютер, компьютерный интерфейс сбора данных Releon Lite, датчик для определения рН, чистые пробирки, штатив для пробирок, пипетка,



мерные стаканы на 100 мл, мерные стаканы на 50 мл, маркер (для работы по стеклу, смывающийся), стеклянная палочка, пластмассовая ложка, обогреватель для аквариума на 40—60 литров с терморегулятором 50 W, аквариум 40 л, крахмал, пероксид водорода, йод, лимон, желудочный сок (приобретается в аптеке), куриное яйцо .

**Особенности работы:** Выполнение этой практической работы требует некоторой предварительной подготовки . Желудочный сок лучше всего приобрести заранее, так как он не всегда бывает в продаже . Обычно он продается в аптеках в расфасовке по 100 мл . В случае необходимости он может быть заменен непосредственно пепсином, также приобретаемым в аптеке . Полусваренный белок куриного яйца также лучше приготовить заранее . При этом удобно не варить яйцо целиком, а вылить белок в горячую (не кипящую) воду и отобрать нужное количество образовавшихся хлопьев белка . При необходимости воду с белком можно подогреть, чтобы добиться необходимой стадии денатурации . Может быть, вам покажется более удобным получение белка нужной консистенции непосредственно в пробирке путем ее нагревания в воде .

В ходе работы выполняется несколько различных действий, результат которых проявляется не сразу . Это требует определенной теоретической подготовки аудитории, чтобы учащиеся не запутались в происходящем .

#### Ход работы

1 . В пробирку с частично денатурированным белком долейте несколько миллилитров натурального желудочного сока . Поместите пробирку в емкость с теплой водой (38—39 °С) . Удобно воспользоваться небольшим аквариумом, в котором постоянная нужная температура будет поддерживаться с помощью аквариумного обогревателя с терморегулятором . Через 20—30 минут хлопья белка исчезнут и можно будет обсудить произошедшее .

2 . Приготовьте в мерном стакане (100 мл) йодную воду . Стакан на 1/3 заполните водой . В воду добавьте несколько капель йода, до получения раствора цвета не слишком крепкого чая .

3 . Приготовьте в мерном стакане (100 мл) раствор крахмала . Стакан на 1/3 заполните теплой водой . Возьмите 1/3 чайной ложки крахмала и растворите его в воде . Получится мутный раствор . Добиваться полного растворения крахмала не нужно . Дайте раствору отстояться .

4 . В два мерных стакана объемом 50 мл налейте немного крахмальной воды (5—10 мл) . Не забудьте с помощью маркера пронумеровать стаканы . В первый стакан добавьте несколько капель йодной воды . Убедитесь в том, что реакция на крахмал (синее окрашивание) произошла . Во второй стакан добавьте немного слюны . Полученную смесь перемешайте стеклянной палочкой и оставьте на 2—3 минуты . В это время соберите в дне чистых пробирки по несколько мл слюны . В этой части работы можно акцентировать внимание учащихся на том, что слюноотделение, как и отделение желудочного сока, процесс рефлекторный . Для этого напомните ученикам о кислом вкусе лимона, а затем предъявите им лимон . Отметьте повышенное слюноотделение и соберите необходимое количество слюны для выполнения работы . Добавьте в стакан со смесью крахмальной воды и слюны несколько капель йодной воды . Плавными движениями перемешайте раствор . Убедитесь в отсутствии реакции на крахмал .

5 . Сделайте вывод о том, в каком отделе пищеварительной системы начинается переваривание пищи, о действии слюны на крахмал и рефлекторном слюноотделении .





6 . Возьмите первую пробирку со слюной . Пользуясь пипеткой, добавьте в пробирку несколько капель пероксида водорода . Проследите за образованием пузырьков, заполненных кислородом . *Обсудите с учениками действие фермента каталазы на пероксид водорода. Укажите на дезинфицирующее действие кислорода.* Сделайте дополнительный вывод о ферментативной активности слюны .

7 . Возьмите вторую пробирку со слюной и пробирку с несколькими мл чистого желудочного сока . Пользуясь компьютерным интерфейсом сбора данных Releon Lite, определите pH этих жидкостей . Сделайте вывод об изменении кислотности среды в разных отделах пищеварительной системы .

8 . Достаньте пробирку, в которой к белку был добавлен желудочный сок . Убедитесь, что хлопья белка исчезли . Обсудите действие пепсина на белок, Подчеркните, что он действует только в кислой среде .

9 . Сделайте вывод о ферментативной активности желудочного сока .

#### **Вопросы для усвоения:**

- 1 . На какие процессы в желудочно-кишечном тракте влияет соляная кислота?
- 2 . Какие вещества подвергаются гидролизу в желудке взрослого человека?3 .  
Всасывание каких веществ происходит преимущественно в желудке?
- 4 . Какие гуморальные факторы не вызывают выделение желудочного сока?
- 5 . Как повлияет снижение pH желудочного секрета до 1 и ниже на выделение гастрин G-клетками слизистой оболочки желудка?

### **Лабораторная работа № 4**

#### **«Влияние афферентации от рецепторов полости рта на результативность целенаправленной деятельности»**

##### **Теоретическая часть**

**Афферентация** (от лат . *afferens* — «приносящий») — постоянный поток нервных импульсов, поступающих в центральную нервную систему от органов чувств, воспринимающих информацию как от внешних раздражителей (экстерорецепция), так и от внутренних органов (интерорецепция) . Находится в прямой зависимости от количества и силы воздействующих раздражителей, а также от состояния — активности или пассивности — индивида .

##### **Практическая часть**

**Цель работы:** убедиться, что афферентация от рецепторов полости рта при формировании функциональных систем с различным конечным результатом по-разному влияет на результативность умственной деятельности .

**Приборы и материалы:** секундомер, кусочки хлеба (по 2 см), жевательная резинка .  
Объект исследования: человек .

##### **Ход работы**

Сформировать пары «испытуемый — экспериментатор» . Испытуемому необходимо устно решить три арифметических примера в разных условиях:

- спокойно, сидя за столом (фоновое исследование);
- сидя за столом, при жевании хлеба;
- сидя за столом, при жевании жевательной резинки.



Исследователю следует отмечать время, затраченное на решение каждого примера, вычислять среднее значение и проверять правильность ответов. Определить время формирования пищевого комка в фоне и при решении арифметических примеров.

*Рекомендации к оформлению*

Результаты занести в таблицу и сделать заключение о влиянии афферентации от рецепторов ротовой полости на показатели умственной деятельности человека.

Таблица 1

Условия исследования	Пример	Время решения, с	Среднее значение, с	Правильность решения (+/-)	Время формирования пищевого комка, с
Сидя (исх.)	37*12= 43*17= 24*22=				
Жевание хлеба (исх.)					
Сидя, при жевании хлеба	29*13= 51*12= 18*28=				
Сидя, при жевании жевательной резинки	19*32= 16*14= 27*17=				

*Вопросы для усвоения:*

1. Какое значение имеет рН панкреатического сока?
2. Какие вещества не входят в состав панкреатического сока?
3. Какие ферменты поджелудочной железы вырабатываются в активном состоянии?
4. В чём заключается основная суть мембранного (пристеночного) пищеварения?
5. Какую рН имеет кишечный сок в норме?

## Тема 9 . ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ТЕРМОРЕГУЛЯЦИЯ

### Лабораторная работа № 1

#### «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 вреда 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 легкие, 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 о необходимости получения большей порции кислорода и начинает работать в ускоренном темпе, чтобы обеспечить подачу нужного объема кислорода .

**Практическая часть**

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

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

**Ход работы:**

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

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

$$Q = 2,09 \cdot (0,2 \cdot ЧСС - 11,3),$$

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

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

$$Q = 2,09 \cdot (0,2 \cdot 120 - 11,3) = 2,09 \cdot (24 - 11,3) = 26,5 \text{ кДж/мин. } Q = 30 \text{ мин} \cdot 26,5 \text{ кДж/мин} = 795 \text{ кДж}$$

Ответ: за 30 мин израсходовано 795 кДж энергии .

Задание . Определите энергозатраты при занятии на уроке физкультуре .

Вид	Разминка	Бег	Подвижные игры	Силовые упражнения
Время занятия, мин	10	10	10	10
Пульс				
Энергозатраты				

Вывод: сравните энергозатраты .

**Вопросы для усвоения:**

- 1 . Как энергозатраты организма в покое можно определить путём измерения?
- 2 . Что такое основной обмен?
- 3 . Что такое ассимиляция и диссимиляция?

**Лабораторная работа № 2****«Составление пищевого рациона»**

**Цель работы:** научиться правильно составлять пищевые рационы в зависимости от суточных энергозатрат и проанализировать собственный характер питания .

**Приборы и материалы:** таблицы состава пищевых продуктов и их калорийности (Приложение 2) .

Объект исследования: человек .

**Ход работы**

1 . Описать пищевой рацион любого из своих дней и, пользуясь таблицами, оценить пищевую ценность и калорийность каждого из блюд . Сравнить употреблённое количество белков, жиров, углеводов и ккал с требуемым в норме . 2 . Составить пищевой рацион, данные занести в таблицу .

**Расчёт основного обмена**

**Цель работы:** освоение методики оценки основного обмена табличным методом .

**Приборы и материалы:** таблицы для расчёта основного обмена (Приложение 1, 2) .

**Объект исследования:** человек . **Ход работы**

1 . Формула вычисления основного обмена без учёта возраста: для мужчин: 1 ккал х кг массы тела х 24 часа; для женщин: 0,9 ккал х кг массы тела х 24 часа .

2 . Формула вычисления основного обмена с учётом возраста и роста:

$$655 + (9,6 \times \text{вес в кг}) + (1,8 \times \text{рост в см}) - (4,7 \times \text{возраст}) .$$

3 . Основной обмен в сутки = базовая скорость метаболизма (приложение С)  $\times$  площадь поверхности тела (приложение 2)  $\times$  24 .

*Приложение***1 Показатель основного обмена в час**

Возраст	Мужчины	Женщины
20	39	37
25	38	36
30	37	36
35	37	36
40	37	36
45	37	36
50	37	35
55	36	35
60	35	33
65	35	33
70	34	32
75	34	32



80	33	32
----	----	----

Приложение 2 Площадь поверхности тела

<b>145 см</b>		<b>150 см</b>	
32 кг — 1,1	64 кг — 1,5	36 кг — 1,2	73 кг — 1,7
36 кг — 1,2	73 кг — 1,6	45 кг — 1,3	82 кг — 1,8
45 кг — 1,3	82 кг — 1,7	55 кг — 1,5	91 кг — 1,9
55 кг — 1,4	91 кг — 1,8	64 кг — 1,6	100 кг — 2,0
<b>155 см</b>		<b>160 см</b>	
36 кг — 1,3	73 кг — 1,7	45 кг — 1,4	82 кг — 1,9
45 кг — 1,4	82 кг — 1,8	55 кг — 1,6	91 кг — 2,0
55 кг — 1,5	91 кг — 1,9	64 кг — 1,7	100 кг — 2,1
64 кг — 1,6	100 кг — 2,0	73 кг — 1,8	109 кг — 2,2
<b>165 см</b>		<b>170 см</b>	
45 кг — 1,5	82 кг — 1,9	55 кг — 1,6	91 кг — 2,0
55 кг — 1,6	91 кг — 2,0	64 кг — 1,7	100 кг — 2,1
64 кг — 1,7	100 кг — 2,1	73 кг — 1,8	109 кг — 2,2
73 кг — 1,8	1,9 кг — 2,2	82 кг — 1,9	117 кг — 2,3
<b>175 см</b>		<b>180 см</b>	
55 кг — 1,7	91 кг — 2,1	55 кг — 1,7	91 кг — 2,1
64 кг — 1,8	100 кг — 2,2	64 кг — 1,8	100 кг — 2,2
73 кг — 1,9	109 кг — 2,3	73 кг — 1,9	109 кг — 2,3
82 кг — 2,0	117 кг — 2,3	82 кг — 2,0	117 кг — 2,4
	127 кг — 2,4		127 кг — 2,5
<b>185 см</b>		<b>190 см</b>	



64 кг — 1,8	100 кг — 2,2	73 кг — 2,0	109 кг — 2,4
73 кг — 1,9	109 кг — 2,3	82 кг — 2,1	117 кг — 2,5
82 кг — 2,0	117 кг — 2,4	91 кг — 2,2	127 кг — 2,6
91 кг — 2,1	127 кг — 2,5	100 кг — 2,3	136 кг — 2,6
	136 кг — 2,6		145 кг — 2,7

*Вопросы для усвоения:*

- 1 . Что такое белковый оптимум?
- 2 . Какая структуры организма человека является главной в процессе обмена веществ?
- 3 . Какие взаимопревращения происходят в организме человека с органическими веществами в результате обмена веществ?

## Тема 10 . Выделение и кожа ФИЗИОЛОГИЯ ВЫДЕЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

### Лабораторная работа № 1

#### «Исследование потоотделения по Минору»

**Цель работы:** изучить особенности расположения и функционирования потовых желёз

**Приборы и материалы:** кристаллический йод, касторовое масло, абсолютный алкоголь, крахмал, горячая вода (40—43<sup>0</sup>С), вата .

**Объект исследования:** человек .

#### Ход работы

- 1 . Необходимо насухо вытереть ладонь и смочить её раствором . кристаллический йод — 10,0; абсолютный спирт — довести до 100,0 .
- 2 . После испарения спирта, выровнять неравномерно окрашенные места чистой сухой ватой . Припудрить смазанный участок крахмалом . Другую руку опустить в горячую воду (40—43 °С) и следить за изменением цвета крахмала .
- 3 . Рекомендации к оформлению . Зарисовать форму и расположение точек и пятен на ладони, возникающих при действии йода на крахмал .

*Вопросы для усвоения*

#### Задача № 1

Человек находится в финской сауне: температура окружающего воздуха составляет 90<sup>0</sup>С, а влажность 5 % .

*Вопросы:*

- 1 . Какие процессы физической терморегуляции могут осуществляться в этих условиях, а какие — не могут? Дайте обоснование ответу .
- 2 . Какие регуляторные механизмы в организме будут задействованы для регуляции теплоотдачи?
- 3 . Как изменятся процессы химической терморегуляции в этих условиях?
- 4 . Какие регуляторные механизмы в организме будут задействованы для регуляции несократительного термогенеза в этих условиях?



5 . Какие регуляторные механизмы в организме будут задействованы для регуляции сократительного термогенеза в этих условиях?

### **Задача № 2**

Человек в течение 10 мин находится в паровой бане, и с него обильно стекает пот . Температура воздуха составляет 90°C, влажность равна 100 % .

*Вопросы:*

1 . Какие процессы физической терморегуляции могут осуществляться в этих условиях, а какие — не могут? Дайте обоснование ответу .

2 . Какие регуляторные механизмы в организме будут задействованы для регуляции теплоотдачи?

3 . Как изменятся процессы химической терморегуляции в этих условиях?

4 . Какие регуляторные механизмы в организме будут задействованы для регуляции несократительного термогенеза в этих условиях?

5 . Какие регуляторные механизмы в организме будут задействованы для регуляции сократительного термогенеза в этих условиях?

### **Лабораторная работа № 2**

#### **«Зависимость кровоснабжения кожи от температуры окружающей среды»**

##### **Теоретическая часть**

Для нормального протекания биохимических процессов в организме человека необходима постоянная внутренняя температура около 37,5 °С . Кожа играет основную роль в физической терморегуляции — поддержании температурного баланса в организме путем регуляции теплоотдачи . Периферические терморепторы, расположенные в коже, чувствительны к понижению (холодовые) или повышению (тепловые рецепторы) температуры . Количество терморепторов на поверхности разных участков тела различно, например, их плотность в коже губ в несколько раз выше, чем на поверхности стопы . При этом холодных рецепторов в целом больше, чем тепловых . Центр терморегуляции, получающий сигналы от периферических рецепторов, а также контролирующей внутреннюю температуру, расположен в гипоталамусе .

При повышении температуры кровеносные сосуды кожи расширяются, увеличивается объем циркулирующей в них крови и ее приток от внутренних органов, также усиливается выделение влаги потовыми железами . Испарение воды с поверхности кожи и лёгких — единственный механизм, позволяющий понизить температуру тела, если температура окружающей среды выше 37 °С . Поэтому повышение температуры при высокой влажности (например, в тропиках), препятствующей испарению пота, переносится человеком тяжелее, чем жаркая сухая погода .

При понижении температуры окружающей среды сосуды кожи суживаются и циркуляция крови через кожу уменьшается . Однако при значительном понижении температуры может возникать периодическое расширение сосудов кожи, связанное с «усталостью» гладких мышц, обуславливающих вазоконстрикцию (сужение просвета сосудов) . Этот эффект имеет защитное значение для предотвращения обморожения, например, пальцев .

Ключевые слова: терморегуляция, функции кожи, тепловая чувствительность, регуляция периферического кровотока, вазомоторные реакции .

### Практическая часть

**Цель работы:** Изучение изменений периферического кровотока под влиянием температуры окружающей среды .

**Оборудование:** датчик температуры, датчик частоты пульса, бытовой фен .

#### Ход работы:

1 . Подключите цифровой термометр и датчик пульса .

Попросите испытуемого положить вытянутую руку на стол, без напряжения, ладонью вверх . Закрепите на штативе над поверхностью ладони термодатчик, так чтобы чувствительный элемент находился на расстоянии около 1 см от кожи ладони .

2 . Надёжно установите на ногтевую фалангу пальца той же руки зажим датчика пульса, при необходимости, не перетягивая, закрепите его лейкопластырем .

3 . Начните регистрацию фотоплетизмограммы и температуры (1—2 минуты до начала температурного воздействия) .

4 . Включите фен и направьте ток горячего воздуха с расстояния не меньше 60 см в сторону ладони испытуемого .

5 . Медленно приближая фен, добейтесь постепенного повышения температуры воздуха вокруг ладони и стабильной температуры 40—42 °С . (Примечание: чтобы заранее отработать этот маневр, можно использовать только электронный термометр на штативе, без испытуемого . При наличии воздушного термостата — удобнее использовать его) .

6 . Регистрировать изменения фотоплетизмограммы при температуре 40—42 °С на протяжении 3—4 минут (Прекратите нагрев по первому требованию испытуемого!).

7 . Остановите запись, снимите датчик пульса с испытуемого, протрите его спиртовой салфеткой, приведите в порядок рабочее место .

**Анализ результатов:** Попросите испытуемого описать ощущения, обратите внимание на потоотделение . Опишите зависимость изменений амплитуды пульсовой волны от роста температуры . Вычислите среднюю амплитуду пульсовой волны (по 3—5 измерениям) в начале эксперимента (при комнатной температуре), при температуре (35—37 °С), в начале воздействия максимальной температуры (40 °С) и в конце воздействия .

Заполните таблицу .

Температура	Средняя амплитуда ФПГ	Изменения амплитуды ФПГ в процентах от начального значения
20—21 °С (комнатная т-ра)		100%
35—37 °С		
40 °С (t max) первая минута		
40 °С (t шах) вторая минута		
40 °С (t max) третья минута		





**Примечание:** Возможный вариант работы — охлаждение руки в емкости с холодной водой .

Закрепите на пальце испытуемого датчик ФПГ и оденьте поверх руки герметичный полиэтиленовый мешок . После чего попросите испытуемого опустить пальцы в холодную воду на 1—2 минуты, следя, чтобы вода не попала на датчик, Регистрируйте изменения амплитуды фотоплетизмограммы . Воду лучше охладить до температуры около 15°С заранее заготовленными кусками льда или «аккумуляторами холода» от холодильника . В качестве исследовательской задачи также можно предложить изучить влияние местного кратковременного нагрева до 40—42 °С разных участков тела (затылок, живот, спина) на периферический кровоток в конечностях .

**Выводы:** Каким образом температура окружающей среды влияет на периферический кровоток и чем это вызвано? Объясните, с точки зрения физиологии, почему на морозе краснеют щеки?

### Вопросы для усвоения

#### Задача № 1

У здорового человека произвели измерения температуры тела . Результаты термометрии, следующие: температура, измеренная в подмышечной впадине, составляет 36,6 °С, ректальная температура — 37,1 °С, подъязычная температура — 36,8 °С .

**Вопросы:**

- 1 . Какую температуру (ядра или оборочки тела человека) отражает температура, измеряемая в подмышечной впадине?
- 2 . Какую температуру (ядра или оборочки тела человека) отражает ректальная температура?
- 3 . Какую температуру (ядра или оборочки тела человека) отражает подъязычная температура?
- 4 . Каковы верхний и нижний пределы температуры ядра тела человека?
- 5 . Охарактеризуйте суточные ритмы колебания температуры тела человека .

#### Задача № 2

Человек попал в условия охлаждения: при температуре окружающей среды 0° С на остановке длительное время ожидает автобус .

**Вопросы:**

- 1 . Какие процессы физической терморегуляции могут осуществляться в этих условиях, а какие — не могут? Дайте обоснование ответу .
- 2 . Какие регуляторные механизмы в организме будут задействованы для регуляции теплоотдачи?
- 3 . Как изменятся процессы химической терморегуляции в этих условиях?
- 4 . Какие регуляторные механизмы в организме будут задействованы для регуляции несократительного термогенеза в этих условиях?
- 5 . Какие регуляторные механизмы в организме будут задействованы для регуляции сократительного термогенеза в этих условиях?
- 6 . Какое значение для поддержания нормальной температуры ядра тела человека в этих условиях имеет слой подкожно-жировой клетчатки?
- 7 . В какую погоду человек теряет тепло быстрее — в дождливую или сухую, если остальные показатели погодных условий одинаковы?



## Тема 12

**Практическая работа № 2 «Оценка биологического возраста по готовым антропометрическим данным»**

Данную работу, вы можете провести с одним из своих родственников — дедушкой, бабушкой, родителями (желательно не моложе 30—35 лет) . Результаты работы отправьте на электронный адрес учителя .

**I . Формулы для расчёта должного значения биологического возраста (ДБВ) и биологического возраста (БВ)**

Расчёт **ДБВ** и **БВ** производится по методу Войтенко Владимира Платоновича, доктора медицинских наук, профессора НИИ Геронтологии АМН СССР . Методика расчёта была разработана в 1984 году и является упрощённым вариантом определения Биологического и Должного Биологического возрастов .

Показатели Должного биологического возраста и Биологического возраста для мужчин и для женщин различаются .

**Оценка индивидуальных значений должного биологического возраста (ДБВ):**

**Мужчины:**  $ДБВ = 0,629 * KB + 18,56$

**Женщины:**  $ДБВ = 0,581 * KB + 17,24$  где: KB

— календарный возраст, лет .

**Формула расчёта Биологического возраста для мужчин:**

$$БВ = 26,985 + 0,215 АДС - 0,149 ЗДВ - 0,151 СБ + 0,723 СОЗ$$

Где:

**АДС** — систолическое артериальное давление . В расчётную формулу вставляется значение, отражающее уровень систолического давления (верхнее), выраженное в мм . рт . ст .

Систолическое давление непрерывно повышается с возрастом и является сильным, независимым, но изменяемым фактором риска сердечнососудистых осложнений . Систолическое давление едва ли не единственный фактор риска, значение которого увеличивается с возрастом, оно повышается в возрасте от 5 до 20 лет, стабилизируется до 40 лет, а затем вновь начинает возрастать . При этом происходят возрастные изменения сердечнососудистой системы, процессы старения, сопровождающиеся потерей эластичности стенок артерий и отложением в них коллагена и кальция . Количество эластических волокон в мышечном слое стенки аорты и крупных артерий при этом уменьшается . Мужчина в период увядания подвержен развивающемуся у него атеросклерозу, что вызывает общее ослабление (снижение) жизненной активности . Это сказывается, в первую очередь, на работе сердечно-сосудистой системы . Если у людей от 40 до 50 лет болезни сердца служат причиной 25% всех случаев смерти, то в возрасте от 50 до 60 лет она достигает 40%, от 60 до 70 лет — 52%, от 70 до 80 лет она доходит уже до 62%, а в возрасте от 80 до 90 лет составляет 66% всех случаев смерти .

У мужчин атеросклероз обнаруживается гораздо чаще, чем у женщин . Инфаркт чаще поражает мужчин, чем женщин, и обычно после 50 лет, хотя нередки инфаркты и у более молодых людей . Стенокардия (грудная жаба) поражает мужчин в 4 раза чаще, чем женщин . Чаще всего это бывает в возрасте от 50 до 60 лет .

**ЗДВ** — продолжительность задержки дыхания на вдохе, проба Штанге ( в сек .)



*Методика измерения.* После 5 мин . отдыха, сидя сделать 2—3 глубоких вдоха и выдоха, затем сделать полный вдох (80—90% от максимального), задерживать дыхание . Отмечается время от момента задержки дыхания до её прекращения .

**СБ** — статистическая балансировка, проба Ромберга, сек .

*Методика измерения.* Испытуемый должен стоять так, чтобы ноги его были на одной линии, при этом пятка одной ноги касается носка другой, руки вытянуты вперед, пальцы разведены и глаза закрыты . По нашим данным, время устойчивости у здоровых нетренированных лиц обычно в пределах 30—50 сек .

При всей простоте проведения этого теста его итог находится в сложной зависимости от состояния опорно-двигательного аппарата, координации движений и стойкости психологической установки на достижение наилучшего результата . Продолжительность балансировки имеет взаимосвязи с жизненной емкостью легких, продолжительностью задержки дыхания, силой мышц, антропометрическими показателями

**СОЗ** — Субъективная оценка здоровья, в баллах . Проводится с помощью анкеты . (Приложение 1) .

#### **Формула расчёта Биологического возраста для женщин:**

**БВ** = - 1, 463 + 0,415 **АДП** - 0,140 **СБ** + 0, 248 **МТ** + 0,694 **СОЗ** где:

**АДП** — артериальное давление пульсовое . Так называется разница между АДС (артериальным давлением систолическим т .е . верхним) и АДД (артериальным давлением диастолическим т .е . нижним) . АДС - АДД . АДП измеряется в мм . рт . ст . Пульсовое давление отражает жесткость («возраст») крупных артерий и является сильным независимым фактором риска сердечнососудистой смертности (особенно коронарной) . Повышенное пульсовое давление — показатель реального возраста артерий, который далеко не всегда совпадает с календарным возрастом человека .

**МТ** — вес тела, кг .

Отмечается связь биологического возраста с морфологической конституцией — признаками телосложения, например, с относительной массой тела и развитием жирового компонента . Лишний вес — это первый шаг к ожирению, серьёзному хроническому многофакторному заболеванию . Это не только избыточное накопление жировой ткани в организме, не только косметический дефект . Ожирение сопряжено с нарушениями, затрагивающими опорно-двигательную систему (артрозы), желудочно-кишечный тракт (панкреатит, холецистит, желчекаменная болезнь), сердце (ишемическая болезнь сердца, гипертоническая болезнь), сосуды (варикозная болезнь), половую систему (бесплодие) . Лишний вес ускоряет старение организма, ухудшает качество жизни . Кроме того, ожирение составляет основу эмоциональной неудовлетворенности, заниженной самооценки, что является одним из психологических признаков старения .

При каждом делении соматических клеток в ядре укорачиваются концы хромосом — теломеры . Теломеры служат часами жизни соматических клеток: чем они короче, тем меньше делений может сделать клетка до своего отмирания . Британские ученые недавно определили длину теломеров в соматических клетках у 1100 женщин в возрасте от 18 до 78 лет . У молодых женщин они содержали почти 7500 пар оснований нуклеотидов . С каждым прожитым годом теряется в среднем почти 27 таких пар . Женщины с избыточным весом стареют явно быстрее: теломеры в их соматических клетках оказались таких же размеров, как и у женщин старше их на 9 лет, но с нормальным весом . Курение ускоряет старение хромосом на 5 лет, а у женщин с избыточным весом — на 10 лет .



**СБ** — статистическая балансировка, проба Ромберга, сек .

**СОЗ** — Субъективная оценка здоровья, в баллах . Проводиться с помощью анкеты .

*Приложение 1*

**Анкета «Субъективная оценка здоровья (СОЗ)»**  
**Ответить на 30 вопросов, приведенных в таблице**

№	Вопрос	Ответ	Балл
1	Беспокоят ли тебя головные боли?	да/нет	1/0
2	Просыпаешься ли ты от любого шума?	да/нет	1/0
3	У тебя покалывает в области сердца?	да/нет	1/0
4	Считаешь ли ты, что в последние годы твое зрение ухудшилось?	да/нет	1/0
5	Считаешь ли ты, что в последние годы твой слух ухудшился?	да/нет	1/0
6	Ты кипятишь всю воду, которую пьешь?	да/нет	1/0
7	У тебя есть проблемы с памятью?	да/нет	1/0
8	Тебя беспокоят боли в суставах?	да/нет	1/0
9	Ты регулярно бываешь на пляже?	да/нет	0/1
10	Перемена погоды как-то отражается на твоём здоровье?	да/нет	1/0
11	Ты хоть раз терял сон из-за волнений?	да/нет	1/0
12	У тебя бывают запоры?	да/нет	1/0
13	Ты так же работоспособен, как и раньше?	да/нет	0/1
14	У тебя болит в области печени?	да/нет	1/0
15	Тебя хоть иногда беспокоят головокружения?	да/нет	1/0
16	Тебе стало труднее сосредоточиться?	да/нет	1/0

*Продолжение*

№	Вопрос	Ответ	Балл
17	Тебе хоть раз уступали место в общественном транспорте?	да/нет	1/0
18	Бывает, что у тебя по всему телу пробегают мурашки?	да/нет	1/0
19	Тебе случалось в течение последнего года испытывать длительные периоды счастья?	да/нет	0/1
20	У тебя в ушах звенит?	да/нет	1/0
21	Ты хоть раз покупал препараты для сердца?	да/нет	1/0
22	У тебя отекают ноги?	да/нет	1/0



23	Ты стараешься исключить из своего рациона какие-то определенные блюда?	да/нет	1/0
24	У тебя бывает одышка при быстрой ходьбе?	да/нет	1/0
25	У тебя бывают боли в пояснице?	да/нет	1/0
26	Приходится ли тебе пить минеральную воду в лечебных целях?	да/нет	1/0
27	Замечал ли ты неприятный привкус во рту, взявшийся ниоткуда?	да/нет	1/0
28	Тебе стало легче заплакать, чем несколько лет назад?	да/нет	1/0
29	Седина покрывает хотя бы половину твоей головы?	да/нет	1/0
30	Как ты сам оцениваешь свое здоровье по 5-бальной системе?		1 . . . 5

**Результаты расчета СОЗ**

**1** . Если ты ответил **ДА** на вопросы **1 —8, 10 —12, 14 —18 и 20 —29**, —плюсуй себе по одному баллу за каждый вопрос .

**2** . Если ты ответил **НЕТ** на вопросы **9, 13 и 19**, — тоже плюсуй по одному баллу за каждый .

**3** . **За ответ на 30-й вопрос:**

- **5** — отними 2 балла;
- **4** — отними 1 балл;
- **3** — отними 0 баллов; - **2** — плюсуй 1 балл;
- **1** — плюсуй 2 балла .

**Расчет биологического возраста (БВ) по формулам, приведенным выше . Расчет группы риска .**

$$ДБВ = 0,629 * КВ + 18,56;$$

**ДБВ** — должный биологический возраст; **КВ** — календарный возраст .

Рассчитав разницу между биологическим возрастом (**БВ**) и должным биологическим возрастом (**ДБВ**) . Вы определите, к какой группе риска Вы относитесь:

$$D = БВ - ДБВ$$

**1 группа (D = - 15 ... - 9,0)**

**2 группа (D = - 8,9 ... - 3,0)**

**3 группа (D = - 2,9 ... + 2,9)**

**4 группа (D = + 3,0 ... + 6,9)**

**5 группа (D = + 7,0 ... + 15)**

**Результаты теста**

**1** . Если Вы принадлежите к **3-ей группе**, значит Ваш **биологический возраст соответствует Вашему календарному возрасту** . Особых причин для беспокойства нет, но и **поводов для оптимизма тоже** . Ожидаемая продолжительность Вашей жизни будет примерно равна **среднестатистической по стране** .



**2** . Если Вы попали в **группу 2 или 1**, значит Ваш **биологический возраст меньше, чем календарный** . Это хорошо . Наверняка Вы следите за своим здоровьем!

**3** . Если Вы угодили в **группу 4 или, что ещё хуже, в 5**, то Вам надо **срочно принимать меры!**

Бросайте все свои вредные привычки и **меняйте свой образ жизни!**

Люди, ведущие активный образ жизни, правильно питающиеся и обычно имеющие хорошее настроение, живут дольше, чем их малоподвижные и мрачные современники .

Человеческий организм как совершенный механизм рассчитан на длительную жизнеспособность и продолжительность жизни, что во многом определяется тем, как человек сам себе её строит, сокращает или продлевает, как заботится о своем здоровье, т . к .

именно здоровье является главной основой долголетия и активной творческой жизни .

Медицина не может гарантировать человеку сохранение абсолютного здоровья и долголетия, если у него нет установки на соблюдение этических норм в поведении и желания как можно дольше быть здоровым и трудоспособным .

Продолжительность жизни и здоровья на 50% зависят от образа жизни, который человек создает себе сам, на 20% от наследственно обусловленных биологических факторов, еще на 20% от внешних экологических факторов и лишь на 10% от усилий .

### Тема .13 Проектная работа

#### Изменения остроты зрения при разной освещенности

##### Теоретическая часть

Известно, что зрение осуществляется при помощи двух типов рецепторных клеток — колбочек и палочек, расположенных в сетчатке глаза . Фотопическое или «дневное» цветное зрение в условиях хорошей освещенности осуществляется с помощью колбочек . Мезопическое или «сумеречное» зрение обеспечивается и палочками, и колбочками, а скотопическое («ночное») — связано с функционированием палочек, характеризуется отсутствием цветовых ощущений, но высокой чувствительностью . Наибольшая острота дневного цветного зрения достигается в центральном поле, а ночного — по периферии, что связано с плотностью расположения соответствующих рецепторов в разных областях сетчатки . Кроме того, глаз приспособляется к различным условиям освещенности путем изменения размеров зрачка (в пределах от 2,5 до 8,3 мм в диаметре), что позволяет регулировать количество света, поступающего на сетчатку, аналогично диафрагме фотоаппарата . Помимо изменений размеров зрачка в темновой адаптации также участвуют другие механизмы, основанные на изменении концентрации фоточувствительных пигментов (например, родопсина), а также характера передачи импульсов нейронами сетчатки . При этом нервная и зрачковая адаптация происходит в течение долей секунды, тогда как на химическую перестройку требуется значительное время, вплоть до часов .

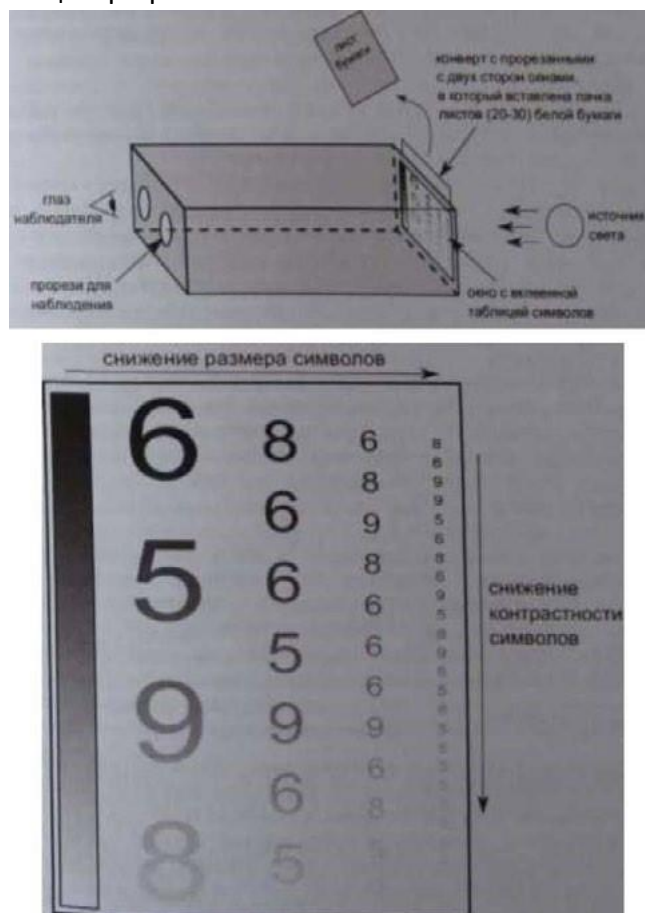
Остротой зрения называется способность различать детали . При этом объекты должны иметь достаточный контраст с окружением, то есть отличаться по светлоте или цвету от фона . Физические различия в интенсивности стимула, в данном случае уровня контраста, могут быть измерены непосредственно, тогда как в отсутствие возможности непосредственно измерить ощущения прибегают к различным типам шкал . Одно из уравнений, описывающих зависимость величины ощущения от интенсивности

раздражителя, называется законом Фехнера-Вебера, и носит нелинейный, логарифмический характер .

Ключевые слова: зрительный анализатор, острота зрения, темновая адаптация, контрастная чувствительность глаза .

**Цель работы:** Оценка остроты зрения и контрастной чувствительности глаза при разных условиях освещения .

**Оборудование:** Датчик освещенности, проверочная таблица и устройство для её наблюдения . Последние могут быть изготовлены самостоятельно . Устройство представляет собой коробку длиной 30—35 см, обклеенную изнутри черной бумагой . Свет проникает лишь через торцевое окно коробки с вклеенной таблицей символов . Прорези для наблюдения оклейте по периметру мягким материалом . Можно использовать предлагаемую на рисунке таблицу, или другие оптометрические таблицы . Пачка листов бумаги, вставляемых в конверт, приклеенный с торца коробки, выполняет роль светофильтров, ослабляющих света, падающий сзади на таблицу . При максимальной толщине пачки бумаги свет не должен проникать в коробку . Вынимая светофильтры, постепенно увеличивают освещенность поля таблицы . Внутри коробки разместите датчик освещенности так, чтобы он не мешал восприятию таблицы . При стабильном источнике света освещенность таблицы при разном количестве листов можно определить заранее .



**Рис.1.** Устройство к практической работе и таблица для анализа контрастного зрения

**Ход работы:**

1 . Заранее подготовьте устройство для наблюдения . Поместите внутрь датчик освещенности фотоэлементом по направлению к таблице . Начните регистрацию освещенности .



2 . В хорошо освещенном помещении направьте устройство в сторону стены или в сторону стабильного источника света, расположенного на расстоянии . Испытуемый должен смотреть внутрь устройства при максимальном затенении 2—3 минуты, вплотную приблизив глаза к прорезям, адаптируясь к темноте . По ходу эксперимента он не должен отрываться от наблюдения . Испытуемый не должен заранее видеть таблицу символов . Начните эксперимент, вынимая листы бумаги и постепенно увеличивая освещенность .

После каждого шага увеличения освещенности испытуемый должен прочесть все символы, которые он видит (на что дается не больше 30—40 секунд) . Записывайте число правильно распознанных символов для первого, второго, третьего и четвертого столбцов таблицы . Определите в процентах увеличение доли распознанных символов . Заполните таблицу:

Уровень освещенности	Распознанных символов	Распознанных символов	Распознанных символов	Распознанных символов
	всего символов	всего символов	всего символов	всего символов
	столбец 1	столбец 2	столбец 3	столбец 4
уровень 1	0/4	0/7	0/12	0/23
уровень 2	$\frac{1}{4}$ (25%)			
уровень 10	$\frac{3}{4}$ (75%)			

3 . Повторите эксперимент в другом варианте: теперь после каждого изменения освещенности испытуемый должен перевести взгляд в сторону яркого источника света (лампа, окно), после чего попытаться прочесть таблицу . Заполните таблицу корректных ответов . Сравните результаты, полученные при адаптации к темноте и при переводе взгляда на яркий объект . Оцените влияние размера и контрастности символов на точность их распознавания Примечание: Работа может быть расширена за счет изучения цветового восприятия при разном уровне освещенности . Для этого нужно использовать вместо предлагаемой любые известные таблицы для проверки цветового зрения .

*Выводы:* Какие закономерности изменения остроты зрения и контрастной чувствительности глаза мы можем выявить при разных условиях освещения? Почему водитель на ночной дороге переключает «дальний» свет на «ближний» перед встречным автомобилем?

### Урок на тему «Гигиена питания .

#### Изучение рН некоторых популярных напитков» Конспект

урока биологии с использованием цифровой лаборатории

**Цель урока:** познакомить учащихся с некоторыми правилами гигиены питания, изучить рН некоторых напитков, выпускаемых промышленным способом; образовательная: — закрепить материал о строении и процессах происходящих в пищеварительной системе; развивающая: — развивать умение работать с цифровой лабораторией; проводить биологические исследования, делать выводы на основе полученных результатов; научиться определять кислотность некоторых напитков; приводить доказательства (аргументация) необходимости соблюдения мер профилактики нарушений работы пищеварительной





системы; умение делать выводы на основе полученной информации; воспитательная: — совершенствовать умения практически использовать усвоенные знания, объективно оценивать свою деятельность .

*Форма работы:* групповая .

**Оборудование:** портативный компьютер или планшет с программным обеспечением, цифровой датчик температуры, цифровой датчик влажности pH, напитки, лабораторное оборудование, муляж человека, слайды в презентации

*Примечание:* исследовательский урок — форма организации образовательного процесса, основанная на применении исследовательско-образовательной технологии в рамках одного урока .

**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>                  Для нормальной жизнедеятельности нашего организма в целом и для каждого необходимы питательные вещества и энергия, которые и поставляет пищеварительная система . Биологический возраст человека 130 лет, но мало кто доживает до этого возраста . Причин этому много, однако, человек может прожить как можно дольше, если будет знать, соблюдать определённые правила гигиены питания .  <i>Вспомните, что изучает наука гигиена?</i>  <i>Вспомним строение пищеварительной системы (работа с муляжом)</i>  <i>Что помогает перерабатывать пищу, попавшую в организм? (ферменты, определённая среда)</i></p> <p><b>Учебная деятельность обучающихся:</b>                  высказывают свои предположения; согласовывают с учителем тему и цель урока; предлагают способы и средства достижения цели .</p>
<b>Этап урока 3 . Объяснение нового материала . Применение знаний в новой ситуации</b>



**Предполагаемая продолжительность: 17 мин Педагогическая**

**деятельность учителя:**

- 1 . Объясняет учащимся новый материал с демонстрацией опытов «определение рН напитков»
- 2 . Сформулируйте для учеников проблему, решение которой может стать целью исследования . Вот один из возможных вариантов . Пища, попадая в ротовую полость и проходя по пищеводу, находится в слабощелочной среде . В желудке пищевой комок попадает в кислую среду . Окончательное переваривание пищи происходит в тонком кишечнике в щелочной среде . Может ли химический состав пищи повлиять на рН пищеварительных соков? К чему может привести повышение уровня кислотности желудочного сока?

*Продолжение*

**Учебная деятельность обучающихся:**

Повышенная кислотность желудочного сока у людей встречается в 4—5 раз чаще, чем пониженная . Принимая пищу, мы можем спровоцировать дополнительное увеличение кислотности желудочного сока . Одним из симптомов повышенной кислотности является изжога .

- 3 . Проведение демонстрационных опытов .

#### **Этап урока 4 .**

Ученики образуют несколько рабочих групп, решающих локальные исследовательские задачи . Например, группа исследует:

- 1 . рН слюны и желудочного сока (может быть проанализирована слюна всех участников группы, получены крайние и среднее значения);
- 2 . группа исследует рН напитков ряда кока кола/фанта и собирает информацию об их составе и т . п .;
- 3 . группа исследует рН различных минеральных вод, собирает информацию о классификации и применении этих напитков;
- 4 . группа исследует напитки группы чай/кофе;
- 5 . аналитическая группа готовит обзор проблемы по предоставленным материалам;
- 6 . вторая аналитическая группа суммирует данные, поступающие от коллег по работе и т . п .

В заключение каждой исследовательской группе предоставляется время для оглашения результатов . Учитель /научный руководитель лаборатории направляет деятельность групп, следит за скоростью выполнения задания, помогает анализировать полученные данные и т . д .

**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 жизнедеятельности 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 .**

### 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 дополнение к домашнему заданию подумать над причинами этого .

*Продолжение*

**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

#### **Важно!**

Особенности работы: рекомендуем использовать для определения pH следующие напитки . «Фанта», «Кока-кола», «Ессентуки-4» . Вместо «Ессентуки-4» можно использовать любые щелочные минеральные воды, например, «Боржоми» или «Славяновская» . Ряд исследуемых минеральных вод советуем не увеличивать, а ограничиться изучением pH одной марки воды . Это расширит ваши возможности при проведении следующей работы . При желании можно попросить учеников принести для исследований не только «Кока-колу», но и похожие напитки: «Пепси-колу», «Байкал» . Это даст дополнительную возможность активизировать исследовательский интерес детей и расширит задачи урока . Дополнительно можно проанализировать кислотность чёрного и зелёного чая, кофе и других напитков, как свежесваренных, так и промышленного производства из бутылок .

#### **Теоретическая часть**

Кислотность желудочного сока — это характеристика концентрации кислоты в желудочном соке, которая измеряется в единицах pH . Желудочный этап переваривания



пищи происходит с помощью ферментов, важнейшим из которых является пепсин, требующих обязательно кислой среды. Соляную кислоту продуцируют париетальные (обкладочные) клетки фундальных (главных) желёз желудка, которые составляют основную часть желёз области дна и тела желудка. В желудке выделяют: верхнюю — кислотообразующую зону (рН 6,0—4,0); среднюю зону, где реакция среды становится резко кислой (рН менее 3,0) и нижнюю зону (не является дном желудка) в которой происходит нейтрализация кислоты за счёт ионов гидрокарбонатов, секретлируемых поверхностными клетками слизистой оболочки. Таким образом, кислота в кашице, состоящей из частично переваренной пищи и желудочных соков, перед поступлением ее в двенадцатиперстную кишку должна быть нейтрализована.

Соляная кислота присутствует в желудке человека всегда. У здорового человека, при пустом желудке, скорость её секреции составляет 5—7 ммоль/ч. Концентрация выделяющейся соляной кислоты всегда одинакова и равна 160 ммоль/л, но кислотность желудочного сока варьирует за счёт изменения числа функционирующих париетальных клеток и нейтрализации соляной кислоты щелочными компонентами желудочного сока. Чем быстрее секреция соляной кислоты, тем меньше она нейтрализуется и тем выше кислотность желудочного сока. Повышение кислотности желудочного сока включает механизм регуляции секреции: в клетках антрального (заднего) отдела желудка запускается выработка соматостатина, блокирующего секрецию соляной кислоты.

Химический состав принимаемой нами пищи может существенно влиять на секреторную активность различных клеток желудка, изменяя общую кислотность желудочного сока.

### Демонстрационные опыты

#### Инструкция к лабораторному опыту

##### «Определение рН напитков»

1. Познакомьтесь с кислотностью желудочного сока подробнее, чем на предыдущих уроках. Используйте для демонстрации компоненты, описанные в предыдущей практической работе.

2. Подготовьте к работе компьютер с подсоединенным к нему электронным измерителем рН.

3. Возьмите приготовленные мерные стаканы. Налейте в них испытуемые жидкости. Проведите измерения рН испытуемых жидкостей.

4. Заполните таблицу:

	Фанта	Пепси-кола	Эссенцуки - 4
рН			

#### Обсудите ситуацию.

Прохладительные напитки пьют часто натошак, то есть не одновременно с приемом пищи. Как могут повлиять на изменение кислотности желудочного сока напитки из числа испытанных на рН?

5. Вымойте мерные стаканы и приготовьте их к работе с другими жидкостями. Налейте в них испытуемые жидкости. Проведите измерения рН испытуемых жидкостей. Заполните таблицу:

	Пепси-кола	Кока-кола	Лайм



рН			
----	--	--	--

Если практическая работа проводится как часть урока, а не как исследовательский урок, сделайте вывод о том, могут ли употребляемые нами напитки повлиять на уровень кислотности желудочного сока. Если вы выбрали развернутый вариант урока — продолжайте действовать по плану.

**Дополнительная информация.** Изжога, как правило, возникает в течение часа после еды, вследствие того, что кислое содержимое желудка проникает вверх в пищевод, где нормой является щелочная среда. Побочным эффектом реакции нейтрализации является ожог слизистой оболочки пищевода. Чем выше кислотность поступающих в пищевод соков, тем сильнее жжение. Поступление соков желудка в пищевод происходит вследствие относительной слабости клапана (сфинктера), разделяющего эти отделы пищеварительной системы. При врожденном дефекте клапана может потребоваться хирургическое вмешательство, т. к. хроническая изжога может привести к развитию астмы и других серьезных заболеваний. Но чаще всего мы сами провоцируем появление изжоги (рефлюкса). Обратный заброс желудочного сока могут спровоцировать чрезмерное употребление продуктов с повышенной кислотностью, газированных напитков, острых, жареных, жирных блюд и т. п.; привычка наедаться на ночь (когда тело находится в горизонтальном положении, тонкому клапану трудно выдерживать давление большого комка полупереваренной пищи); тесная одежда; избыточный вес; естественное повышение внутрибрюшного давления, возникающее при беременности, поднятии тяжестей. Кроме того, рефлюкс могут вызывать курение, стрессы, некоторые лекарственные препараты.

## Перечень источников информации

В разделе представлен список книг и ссылок 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 . *Максимова Г. И.* Анализаторы: Учебное пособие по выполнению лабораторных работ/под ред. Т. В. Поповой. — Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2002. — 24 с.
- 2 . *Коц Я.М.* Физиология мышечной деятельности. — М.: Физкультура и спорт, 1982. — 347 с.
- 3 . *Основы физиологии человека: Учебник.* — В 2-х т./Под ред. Б. И. Ткаченко. — СПб.: Медицина, 1994.
- 4 . *Рохлов В. С.* Практикум по анатомии и физиологии человека: Учебное пособие для сред. пед. учеб. заведений. — М.: «Академия», 1999. — 157 с.
- 5 . *Фомин Н. А.* Физиология человека. — М.: Просвещение, 1982. — 320 с.
- 6 . *Анатомия человека.* — В 2-х т./Под ред. М. Р. Сапина. — М.: Медицина, 1993.
- 7 . *Асратян Э. А.* Руководство к практическим занятиям по курсу нормальной физиологии. — М.: Медгиз, 1963. — 304 с.
- 8 . *Агаджанян Н. А.* Основы физиологии человека, 2011
- 9 . *Физиология человека* Авторы книги: Покровский В. М., Коротко Г. Ф. Год: 1997, 2 тома 447+372 с.
- 10 . *Большой практикум по физиологии,* Под редакцией А. Г. Камкин



- 11 . Алфёрова Т. В. Утомление и восстановление при локальной работе мышц . — Омск: Изд . ОГИФК, 1990 . — 17 с .
- 12 . Белявская Л. И., Гудкова Н. С., Андропова Т. А. Методическое пособие к практическим занятиям по биологии . — Саратов . Изд . СМИ, 1977, — 183 с .
- 13 . Белянина С. И., Кузьмина К. А., Боброва Л. А. Биология . Методические указания для слушателей подготовительного отделения . — Саратов . Изд . СМИ, 1990 .
- 14 . Максимова Г. И. Анализаторы: Учебное пособие по выполнению лабораторных работ/Под ред . Т.В. Поповой . — Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2002 .— 24 с .
- 15 . Шибкова Д. З., Андреева О. Г. Практикум по физиологии человека и животных . — Челябинск: ЧГПУ, 2004 .—282 с .
- 16 . Биология для поступающих в ВУЗы . Под ред . В . Н . Ярыгина . — М ., Высшая школа . 1997 .
- 17 . Хелевин Н. В. Задачник по общей и медицинской генетике . — М ., Высшая школа . 1984 .

**Приложение 1**

**КОМПЛЕКТ КОНТРОЛЬНО-ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ  
ПО ЭЛЕКТИВНОМУ КУРСУ «ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА» ТЕСТ .**

**СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИИ ТКАНЕЙ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА**

*Выбрать один верный ответ*

1 . Ткань — это совокупность клеток и межклеточного вещества, обладающих общностью:

- а) строения
- б) функции
- в) строения, происхождения и функции
- г) происхождения

2 . Эпителиальная ткань состоит:

- а) только из волокон
- б) только из клеток
- в) из клеток и небольшого количества волокон
- г) из клеток и большого количества волокон

3 . Эпителий с микроворсинками на поверхности называется:

- а) мерцательный
- б) каёмчатый
- в) реснитчатый
- г) микроворсинчатый 4 .

Эпидермис покрывает:

- а) кожу б) серозные оболочки
- в) внутреннюю оболочку сосудов
- г) наружную оболочку глаза 5 .

Желудок выстлан эпителием:



- а) многослойным неороговевающим
- б) однослойным кубическим
- в) однослойным цилиндрическим
- г) многослойным переходным

6 . В рыхлой волокнистой соединительной ткани волокна межклеточного вещества лежат:

- а) параллельными пучками
- б) хаотично
- в) склеены в пластинки
- г) отсутствуют

7 . Кости скелета образует костная ткань: а) грубоволокнистая

- б) скелетная
- в) коллагеново-волокнистая
- г) пластинчатая

8 . Основу кожи образует ткань:

- а) рыхлая волокнистая
- б) плотная волокнистая неоформленная
- в) плотная волокнистая оформленная
- г) рыхлая неоформленная

9 . Клетки костной ткани называются:

- а) фиброциты
- б) хондроциты
- в) хондробласты
- г) остеоциты

10 . Клетки сердечной мышечной ткани называются:

- а) миоциты
- б) кардиомиоциты
- в) миофибриллы
- г) миобласты

11 . В стенках внутренних органов, кроме сердца, находится мышечная ткань:

- а) неисчерченная сердечная
- б) исчерченная скелетная
- в) исчерченная сердечная
- г) неисчерченная

12 . Гладкая мышечная ткань по строению является: а) исчерченной

- б) поперечно-полосатой
- в) неисчерченной
- г) продольно-полосатой

13 . Множественными отростками нейрона являются: а) нейриты

- б) дендриты
- в) аксоны
- г) невриномы



- 14 . Возбуждение к телу нейрона проводится: а) по дендритам  
б) по аксонам  
в) по нейритам  
г) по невритоммам

- 15 . Количество отростков у униполярных нейронов:  
а) 1  
б) 2  
в) множество  
г) один, но сразу раздваивающийся 16 .

Волокнистый хрящ входит в состав:

- а) хрящей стенок воздухоносных путей  
б) хрящей ушной раковины и слуховой трубы  
в) почти всех суставных хрящей  
г) хряща лобкового симфиза, межпозвоночных дисков

**Эталоны ответов**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
в	б	а	а	в	б	г	б	г	б	г	в	б	а	а	г

**ТЕСТ . СОСТАВ, СВОЙСТВА И ФУНКЦИИ КРОВИ**

*Выбрать один верный ответ*

- 1 . Распространённость лиц с кровью первой группы:  
а) 6%                      б) 15%                      в) 39%                      г) 40%
- 2 . Количество крови в организме взрослого человека в литрах составляет:  
а) 2,5—3л                      б) 3—4,5л  
в) 4,5—6л                      г) 6—7,5л
- 3 . Плазма от общего количества крови составляет:  
а) 42—48%                      б) 52—58%                      в) 55—60%                      г) 65—70%
- 4 . Средняя величина показателя гематокрита составляет:  
а) 52—58%                      б) 42—48%                      в) 40—45%                      г) 30—35%
- 5 . Водородный показатель крови (рН) составляет:  
а) 7,22—7,26                      б) 7,36—7,42                      в) 7,62—7,66                      г) 7,0— 7,2
- 6 . Сдвиг реакции крови в щелочную сторону называется:  
а) ацидоз                      б) алкалоз                      в) гиперволемиа                      г) сдвиг формулы влево
- 7 . Содержание в плазме общего белка составляет:  
а) 3—8 г/л                      б) 65—85 г/л                      в) 3,5—5,5 ммоль/ л                      г) 100—120 г/л
- 8 . Увеличение уровня белка в плазме носит название:  
а) гиперазотемия                      б) диспротеинемия  
в) гиперпротеинемия                      г) гипопропротеинемия
- 9 . Гиполипидемией называют:  
а) снижение уровня углеводов в плазме                      б) снижение уровня жиров в плазме  
в) повышение уровня жиров в плазме                      г) снижение уровня белков в плазме





10 . Электролиты плазмы обеспечивают:

- а) рН крови
- б) осмотическое давление плазмы
- в) осмотическое давление плазмы
- г) свёртывание крови

11 . Количество эритроцитов в 1л крови у женщин:

- а)  $3,7—4,7 \cdot 10^{12} / л$
- б)  $4,5—5,5 \cdot 10^{12} / л$
- в)  $4,0—9,0 \cdot 10^9 / л$
- г)  $180—320 \cdot 10^9 / л$

12 . Основная функция гемоглобина:

- а) защитная
- б) свёртывающая
- в) дыхательная (транспорт газов)
- г) питательная

Показатель СОЭ для мужского организма в норме составляет:

- а) 1—10 мм/ч
- б) 10—20 мм/ч
- в) 20—30 мм/ч
- г) 30—40 мм/ч

14 . Лимфоциты относятся к:

- а) гранулоцитам (зернистым формам)
- б) агранулоцитам (незернистым формам)
- в) незрелым формам
- г) не являются лейкоцитами

15 . Увеличение общего числа лейкоцитов в крови называется:

- а) лейкоцитоз
- б) лейкопения
- в) нейтрофилёз
- г) лимфоцитоз

16 . Нормальное содержание тромбоцитов в организме человека: а)  $4,5—5,5 \cdot 10^{10} / л$

- б)  $180—320 \cdot 10^9 / л$
- в)  $4,0—9,0 \cdot 10^9 / л$
- г)  $3,7—4,7 \cdot 10^{12} / л$

17 . Основная функция тромбоцитов:

- а) фагоцитоз
- б) свёртывающая
- в) дыхательная
- г) регуляторная

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
в	в	г	б	б	б	в	б	б	а	а	в	а	б	а	б	б

ТЕСТ . СТРОЕНИЕ ОРГАНОВ ДЫХАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ . ФИЗИОЛОГИЯ ДЫХАНИЯ

### Эталоны ответов

*Выбрать правильный ответ*

- 1 . В обычных условиях вдох осуществляется в основном за счёт сокращения мышц: а) внутренних межрёберных  
б) наружных межрёберных и диафрагмы  
в) мышц живота  
г) мышц плечевого пояса и шеи .
- 2 . Давление в плевральной полости является: а) всегда положительной величиной  
б) всегда отрицательной величиной  
в) положительной величиной на вдохе и отрицательной на выдохе  
г) отрицательной величиной на вдохе и положительной на выдохе .
- 3 . Резервный объём вдоха в покое составляет:



- а) 500—1000 мл                                    б) 1000—1500 мл  
 в) 1500—2000 мл                                г) 2000—2500 мл
- 4 . 4 . Остаточный объём лёгких равен:  
 а) 500—1000 мл                                б) 1000—1500 мл  
 в) 1500—2000 мл                                г) 2000—2500 мл
- 5 . Жизненной ёмкостью лёгких называют:  
 а) объём воздуха, вдыхаемый при спокойном дыхании  
 б) максимальный объём воздуха, который может быть введён в лёгкие после спокойного вдоха  
 в) максимальный объём воздуха, который может быть выведен из лёгких после спокойного выдоха  
 г) максимальный объём воздуха, который может быть выведен из лёгких после максимального вдоха
- 6 . Формула для расчёта величины минутного объёма дыхания (МОД):  
 а)  $DO \cdot \bar{V} \cdot ЧД$                                     б)  $ЖЕЛ \cdot \bar{V} \cdot ЧД$   
 в)  $PO \text{ вд} \cdot \bar{V} \cdot ЧД$                                 г)  $PO \text{ выд} \cdot \bar{V} \cdot ЧД$
- 7 . Процессом газообмена в лёгких называют:  
 а) газообмен между атмосферным и альвеолярным воздухом  
 б) газообмен между кровью и тканями  
 в) газообмен в клетке  
 г) газообмен между альвеолярным воздухом и кровью
- 8 . В 100 мл крови в химически связанном с гемоглобином виде находится кислорода:  
 а) 15—16 мл                                        б) 17—18 мл  
 в) 19—20 мл                                        г) 21—22 мл
- 9 . Дыхательный центр расположен в:  
 а) спинном мозге                                б) продолговатом мозге  
 в) заднем мозге                                г) гипоталамусе
- 10 . Увеличение частоты дыхания более 18 циклов в минуту — это: а) тахипноэб) брадипноэ  
 в) апноэ г) гиперпноэ
- 11 . Состояние, возникающее в результате недостаточного снабжения тканей кислородом, — это:  
 а) гипоксемия                                    б) гиперкапния  
 в) гипоксия                                        г) гипокапния
- 12 . Установить правильную последовательность процессов при совершении спокойного вдоха. Ответ представить в виде перечня цифр.
- 1 . Сокращение основных дыхательных мышц
  - 2 . Поступление воздуха в лёгкие
  - 3 . Возбуждение дыхательного центра в продолговатом мозге
  - 4 . Увеличение объёма лёгких
  - 5 . Подъём рёбер, опускание купола диафрагмы
  - 6 . Уменьшение давления воздуха в лёгких
  - 7 . Увеличение объёма грудной клетки



**Эталоны ответов**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
б	б	в	б	г	а	г	г	б	а	в	3157624

**ТЕСТ . СТРОЕНИЕ И РАБОТА СЕРДЦА**

*Выбрать правильный ответ 1 .*

Сердце расположено в:

- а) грудной клетке
- б) брюшной полости
- в) в переднем средостении
- г) в заднем средостении

2 . Сердце находится в:

- а) левой половине грудной клетки;
- б) правой половине грудной клетки;
- в) 2/3 сердца в левой половине грудной клетки, 1/3 — правой;
- г) все ответы верны .

3 . Верхушка сердца образована: а) левым желудочком;

- б) правым желудочком;
- в) ушками предсердий;
- г) ответы а и б .

4 . Правое предсердно-желудочковое отверстие перекрывает клапан: а) митральный;

- б) аортальный;
- в) трехстворчатый;
- г) легочного ствола .

5 . Границы сердца:

- а) постоянные в течение жизни;
- б) изменяются при гипертрофии миокарда;
- в) изменяются в зависимости от возраста, конституции и положения тела; \г) ответы б и

в .

6 . Верхушка сердца проецируется: а) в 5 межреберье справа

- б) в 4 межреберье слева
- в) в 4 межреберье справа
- г) в 5 межреберье слева

7 . В правое предсердие впадают следующие сосуды:

- а) лёгочная вена
- б) коронарные артерии
- в) верхняя полая вена
- г) нижняя полая вена

8 . Водителем сердечного ритма является: а) синусно-предсердный узел

- в) пучок Гиса
- б) предсердно-желудочковый узел;
- г) волокна Пуркинье

9 . Число импульсов, генерируемых в предсердно-желудочковом узле в 1 мин: а) 40—50

б) 20—40

в) 60—75

г) 10—20

10 .

Продолжительность первой фазы сердечного цикла:

- а) 0,1—0,16 с
- б) 0,3 с
- в) 0,4 с
- г) 0,8 с



## Эталоны ответов

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
в	в	г	в	г	г	б	а	а	а

ТЕСТ . ПРОЦЕСС КРОВООБРАЩЕНИЯ И ЛИМФООБРАЩЕНИЯ *Выбрать правильный ответ из трёх предложенных*

- 1 . При диастоле предсердий открыты следующие клапаны сердца: а) трехстворчатый б) полулунный  
в) двустворчатый г) клапаны сердца закрыты
- 2 . Большой круг кровообращения заканчивается: а) полыми венами  
б) аортой  
в) легочным стволом г) легочными венами
- 3 . Сосуды кожи:  
а) обуславливают артериальное давление  
б) депонируют кровь  
в) сглаживают пульсацию кровотока  
г) регулируют капиллярный кровоток
- 4 . При общем расслаблении сердечной мышцы закрыты следующие клапаны:  
а) полулунные б) двустворчатый  
в) трехстворчатый г) артериальный
- 5 . Малый круг кровообращения начинается:  
а) аортой б) легочными стволами  
в) легочными артериями г) полыми венами
- 6 . Сосудорасширяющими нервами являются:  
а) блуждающие; б) парасимпатические  
в) симпатические г) корешковые
- 7 . Продолжительность систолы желудочков составляет:  
а) 0,7 с б) 0,8 с в) 0,3 с г) 0,1 с
- 8 . Верхушка сердца проецируется на:  
а) 5 межреберье справа б) межреберье слева  
в) 4 межреберье справа г) межреберье слева
- 9 . Кровь от головного мозга оттекает в вены:  
а) подключичные б) внутренние сонные  
в) внутренние яремные г) наружные яремные
- 10 . Обменные сосуды:  
а) сглаживают пульсацию кровотоков  
б) осуществляют обмен между кровью и тканями  
в) депонируют кровь  
г) обуславливают артериальное давление
- 11 . Кровь от органов малого таза оттекает в вены:  
а) внутренние подвздошные б) наружные подвздошные  
в) бедренные г) воротную
- 12 . Кровь от тонкого кишечника оттекает в вену:

- а) чревную
  - б) наружную подвздошную
  - в) нижнюю брыжеечную
  - г) воротную
- 13 . Какое из утверждений не верное:
- а) клапаны имеют вены среднего калибра
  - б) клапаны имеют лимфатические сосуды
  - в) клапаны имеют венулы
  - г) клапаны имеют полые вены
- 14 . Кожу и мышцы головы кровоснабжают:
- а) мозговые артерии
  - б) наружные сонные артерии
  - в) подключичные артерии
  - г) внутренние сонные артерии
- 15 . Систолическое давление характеризует: а) состояние миокарда предсердий
- б) состояние миокарда левого желудочка
  - в) степень тонуса артериальных стенок
  - г) состояние миокарда правого желудочка
- 16 . Малый круг кровообращения начинается в:
- а) правом предсердии
  - б) правом желудочке;
  - в) левом предсердии
  - г) в левом желудочке
- 17 . Левая желудочная артерия является ветвью: а) внутренней подвздошной артерии
- б) чревного ствола
  - в) верхней брыжеечной артерии
  - г) нижней брыжеечной артерии
- 18 . Трехстворчатый клапан сердца расположен:
- а) в правом предсердно-желудочковом отверстии
  - б) в левом предсердно-желудочковом отверстии
  - в) в устье легочного ствола
  - г) в устье легочной вены
- 19 . Большой круг кровообращения начинается:
- а) легочными венами
  - б) полыми венами
  - в) аортой
  - г) легочным стволом
- 20 . ольшой круг кровообращения начинается:
- а) в левом желудочке
  - б) в правом предсердие
  - в) в правом желудочке
  - г) в левом предсердии
- 21 . Малый круг кровообращения начинается:
- а) полыми венами
  - б) легочными венами
  - в) аортой
  - г) легочным стволом
- 22 . Клапаны образованы складками:
- а) эпикарда
  - б) миокарда
  - в) эндокарда
  - г) перикарда
- 23 . Самая большая скорость кровотока в:
- а) аорте
  - б) нижней поллой вене
  - в) верхней поллой вене
  - г) воротной вене
- 24 . Число импульсов, генерируемых синусовым узлом в 1 мин:
- а) 60—75
  - б) 10—20
  - в) 40—60
  - г) 20—40
- 25 . Коронарные артерии отходят от:



- а) устья аорты
  - б) левого желудочка
  - в) легочной артерии
  - г) левого предсердия
- 26 . Малый круг кровообращения заканчивается: а) в правом предсердии б) в левом желудочке
- в) в левом предсердии г) в правом желудочке
- 27 . Шунтирующие сосуды:
- а) сглаживающие пульсацию кровотока
  - б) обуславливают артериальное давление
  - в) регулируют капиллярный кровоток
  - г) депонируют кровь
- 28 . Средний слой стенки сердца называется:
- а) эндокард
  - б) эпикард
  - в) миокард
  - г) перикард
- 29 . Большой круг кровообращения заканчивается:
- а) в правом желудочке
  - б) в левом желудочке
  - в) в правом предсердии
  - г) в левом предсердии
- 30 . Полулунные клапаны расположены: а) в устье легочной вены
- б) в устье аорты
  - в) в левом предсердно-желудочковом отверстии
  - г) в правом предсердно-желудочковом отверстии

**Эталоны ответов**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3
									0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
б	а	б	а	б	б	в	г	в	б	а	г	в	б	б	б	б	а	в	а	г	в	а	а	а	в	в	в	в	б

**СИСТЕМЫ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ  
ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ**

*Выберите один правильный ответ*

**1 . Единство организма и среды проявляется в непрерывном:**

- 1) обмене энергии между клетками организма
- 2) обмене веществ между клетками организма
- 3) обмене веществ и энергии между организмом и средой\*
- 4) поступлении в организм питательных и выделении токсичных веществ
- 5) выделении из организма питательных веществ

**2 . Энергозатраты организма в условиях физиологического покоя в положении лежа, натошак, при температуре комфорта составляют обмен:**

- 1) рабочий
- 2) основной\*
- 3) энергии
- 4) веществ
- 5) специфическое динамическое действие пищи

**3 . Энергозатраты организма в покое можно определить путем измерения:**

- 1) частоты сердечных сокращений (ЧСС) и артериального давления (АД)
- 2) количества выделяемого тепла\*
- 3) уровня глюкозы и свободных жирных кислот в крови
- 4) клиренса мочевины
- 5) частоты дыхания

**4 . Затраты энергии на выполнение мышечной нагрузки составляют обмен:**

- 1) основной
- 2) рабочий\*
- 3) суммарный
- 4) специфический

**5 . Общие (на протяжении суток) энергозатраты организма складываются из следующих компонентов:**

- 1) основного обмена, рабочей прибавки
- 2) основного обмена, специфического динамического действия пищи
- 3) основного обмена, специфического динамического действия пищи, рабочей прибавки\*
- 4) основного обмена, постоянного обмена
- 5) основного обмена, постоянного обмена, специфического динамического действия пищи

**6 . Не могут быть компонентом основного обмена:**

- 1) повышение расхода энергии при эмоциях и действии на организм холода\*
- 2) затраты энергии на клеточный метаболизм
- 3) затраты энергии на дыхание
- 4) затраты энергии на кровообращение
- 5) затраты энергии на мочеобразование

**7 . Метод определения расхода энергии по количеству образовавшегося тепла в организме называется:**

- 1) полным газоанализом
- 2) неполным газоанализом
- 3) калориметрией\*
- 4) теплопродукцией
- 5) энергообеспечением

**8 . Исходя из соотношения объемов выделенного углекислого газа и поглощенного кислорода, можно определить величину основного обмена методом:**

- 1) неполного газоанализа
- 2) полного газоанализа\*
- 3) прямой калориметрии
- 4) определения энергетической ценности пищевого рациона
- 5) определения азотистого равновесия



**9 . Зная объём поглощенного кислорода, можно определить величину основного обмена методом:**

- 1) прямой калориметрии
- 2) полного газоанализа
- 3) неполного газоанализа\*4) теплопродукции в покое
- 5) энергообеспечения при нагрузке

**10 . Отношение объёма выделенного углекислого газа к объёму поглощенного кислорода называется:**

- 1) дыхательным коэффициентом\*
- 2) калорическим эквивалентом кислорода
- 3) калорической ценностью пищевого вещества
- 4) специфическим динамическим действием пищи
- 5) дыхательным эквивалентом

**11 . Общий обмен после приема белковой пищи:**

- 1) уменьшается на 15%
- 2) увеличивается на 30%\*
- 3) увеличивается на 15%
- 4) увеличивается на 60%
- 5) не изменяется

**12 . Общий обмен после приема углеводной пищи:**

- 1) уменьшается на 15%
- 2) увеличивается на 15%\*
- 3) увеличивается на 30%
- 4) увеличивается на 60%
- 5) не изменяется

**13 Общий обмен после приёма жирной пищи:**

- 1) уменьшается на 15%  
увеличивается на 15%\*
- 2) увеличивается на 30%
- 3) увеличивается на 60%
- 4) не изменяется

**14 . Суточная потребность человека среднего возраста в углеводах составляет:**

- 1) 70—100 г
- 2) 150—200 г
- 3) 400—450 г\*
- 4) 20—30 г
- 5) 2—4 г

**15 . Суточная потребность человека среднего возраста в белках составляет:**





- 1) 150—200 г
- 2) 80—130 г, или 1 г на 1 кг массы тела\*
- 3) 400—450 г
- 4) 2—4 г
- 5) 10—20 г

**16 . Суточная потребность человека среднего возраста в жирах составляет:**

- 1) 70—100 г\*
- 2) 400—450 г
- 3) 100—150 г
- 4) 2—4 г
- 5) 10—20 г

**17 . Преимущественное действие на углеводный обмен оказывает гормон:**

- 1) тироксин
- 2) глюкагон\*
- 3) антидиуретический
- 4) альдостерон
- 5) эстроген

**18 Преимущественное действие на белковый обмен оказывает гормон:**

- 1) инсулин
- 2) адреналин
- 3) тироксин\*
- 4) антидиуретический
- 5) эстроген

**19 . Усиливают распад белков в тканях гормоны:**

- 1) вазопрессин, соматотропин
- 2) адреналин, норадреналин
- 3) инсулин, соматостатин
- 4) глюкокортикоиды\*5) интермедин

**20 . Стимулирует синтез белка в тканях гормон:**

- 1) гидрокортизон
- 2) соматотропин\*
- 3) адреналин
- 4) паратгормон
- 5) норадреналин

**21 . Выход жира из депо тормозит гормон:**

- 1) тироксин
- 2) адреналин
- 3) инсулин\*
- 4) паратгормон
- 5) норадреналин



**22 . К жирорастворимым относятся витамины:**

- 1) А, Е\*
- 2) С, Р
- 3) группы В
- 4) тиамин
- 5) рибофлавин

**23 . При отсутствии в потребляемой пище незаменимых аминокислот наблюдается:**

- 1) положительный азотистый баланс
- 2) отрицательный азотистый баланс\*
- 3) азотистое равновесие
- 4) уменьшение специфического динамического действия пищи
- 5) увеличение специфического динамического действия пищи

**24 . К водорастворимым относятся витамины:**

- 1) А, D, Е
- 2) Е, К, Р
- 3) В, D, Р
- 4) В, С, Р\*
- 5) токоферол

**25 . Образование сложных органических соединений из простых с затратой энергии называется:**

- 1) основным обменом
- 2) рабочим обменом
- 3) диссимиляцией
- 4) ассимиляцией\*
- 5) специфическим динамическим действием пищи

**26 . Распад сложных органических соединений до простых с выделением энергии называется:**

- 1) ассимиляцией
- 2) диссимиляцией\*
- 3) основным обменом
- 4) энергетическим балансом
- 5) специфическим динамическим действием пищи

**27 . Соотношение количества азота, поступившего в организм с пищей, и его количества, выведенного из организма, называется:**

- 1) азотистым балансом
- 2) азотистым дисбалансом\*
- 3) белковым минимумом
- 4) ретенцией (задержкой) азота
- 5) специфическим динамическим действием пищи



**28 . Состояние, при котором наблюдается равенство количества выведенного азота и поступившего в организм, называется:**

- 1) азотистым дискомфортом
- 2) положительным азотистым балансом
- 3) отрицательным азотистым балансом
- 4) азотистым равновесием\*
- 5) специфическим динамическим действием пищи

**29 . Состояние, при котором количество выведенного азота меньше количества азота, поступившего в организм, называется:**

- 1) отрицательным азотистым балансом
- 2) положительным азотистым балансом\*
- 3) азотистым равновесием
- 4) азотистым дискомфортом
- 5) специфическим динамическим действием пищи

**30 . Количество белка в пище, которое полностью обеспечивает потребности организма, называется:**

- 1) положительным азотистым балансом
- 2) отрицательным азотистым балансом
- 3) белковым минимумом
- 4) белковым оптимумом\*
- 5) специфическим динамическим действием пищи

**31 . Минимальное количество белка, способствующее поддержанию азотистого равновесия в организме, называется:**

- 1) отрицательным азотистым балансом
- 2) положительным азотистым балансом
- 3) белковым минимумом\*
- 4) белковым оптимумом
- 5) специфическим динамическим действием пищи

**32 . Количество тепла, выделяемое при сгорании 1 г пищевого вещества в бомбе Бертра, называется:**

- 1) калорическим эквивалентом кислорода
- 2) дыхательным коэффициентом
- 3) физической калорической ценностью\*
- 4) физиологической калорической ценностью
- 5) основным обменом

**33 . Физическая калорическая ценность больше физиологической для:**

- 1) белков\*
- 2) жиров
- 3) углеводов
- 4) воды
- 5) микроэлементов



**34 . Количество тепла, выделяемое при окислении 1 г пищевого вещества в организме, называется:**

- 1) калорическим эквивалентом кислорода
- 2) калорической ценностью\*
- 3) дыхательным коэффициентом
- 4) основным обменом
- 5) дыхательным эквивалентом

**35 . Влияние приема пищи, усиливающее обмен веществ и энергетические затраты, называется:**

- 1) изодинамией питательных веществ
- 2) усвояемостью пищи
- 3) основным обменом
- 4) специфическим динамическим действием пищи\*5) дыхательным коэффициентом

**36 . При сгорании белка в калориметре конечными продуктами являются:**

- 1) углекислый газ, вода
- 2) углекислый газ, вода, аммиак\*
- 3) углекислый газ, мочевины, мочевая кислота, креатинин
- 4) кислород, аммиак
- 5) углекислый газ, мочевины, сера

**37 . В организме жиры и углеводы окисляются до конечных продуктов:**

- 1) углекислого газа, воды\*
- 2) мочевины, мочевой кислоты, креатинина
- 3) углекислого газа, воды, аммиака
- 4) мочевины, серы
- 5) углекислого газа, серы

**38 . Взаимозаменяемость отдельных питательных веществ в соответствии с их теплотворной способностью носит название закона:**

- 1) специфического динамического действия пищи
- 2) усвояемости пищи
- 3) изодинамии питательных веществ Рубнера\*
- 4) калорической ценности5) силы

**39 . Ведущая роль в регуляции обмена энергий принадлежит:**

- 1) таламусу
- 2) гипоталамусу\*
- 3) ретикулярной формации среднего мозга
- 4) продолговатому мозгу
- 5) гиппокампу

**40 . Состав и количество продуктов питания, необходимых человеку в сутки, называется:**

- 1) пищевым рационом\*



- 2) специфическим динамическим действием пищи
- 3) законом изодинамии питательных веществ
- 4) потребностью
- 5) основным обменом

**41 . Необходимо знать калорическую ценность продуктов, пол, возраст и род занятий человека при определении:**

- 1) основного обмена
- 2) изодинамии питательных веществ
- 3) специфического динамического действия пищи
- 4) пищевого рациона\*5) аппетита

**42 . Специфическим динамическим действием пищи называется:**

- 1)повышение энергозатрат под влиянием содержащихся в продуктах питания витаминов
- 2)повышение энергозатрат, обусловленное приемом и дальнейшим превращением пищевых веществ\*
- 3)теплотворный эффект пищевых веществ
- 4)пищевой рацион5) аппетит

**43 . Для определения интенсивности основного обмена неприемлемо:**

- 1) максимальное расслабление мышц
- 2) комфортная температура
- 3) исключение белков из пищевого рациона в течение 2 суток
- 4) приём пищи за 12—14 ч до исследования
- 5) выполнение дозированной нагрузки за час до исследования\*

**44 . Повышению энергозатрат при умственном труде в наибольшей степени способствует фактор:**

- 1) мышечная нагрузка, сопровождающая умственную деятельность
- 2) выполнение логических операций, в которых участвуют ассоциативные зоны коры больших полушарий
- 3) эмоциональная реакция на результат деятельности\*
- 4) специфическое динамическое действие пищи5) аппетит

**45 . Значительнее всего увеличивают обмен энергий гормоны:**

- 1) вазопрессин, тироксин
- 2) адреналин, тиреотропин
- 3) тироксин, трийодтиронин, адреналин\*
- 4) АКТГ, соматотропин
- 5) эстроген

**46 . В первые дни белкового голодания может увеличиться секреция гормона:**

- 1) адреналина\*
- 2) вазопрессина
- 3) инсулина
- 4) тимозина



5) АКТГ

**47 . Увеличение массы тела и рост детей-акселератов сопровождаются повышенной секрецией гормонов:**

- 1) андрогенов, эстрогенов
- 2) адреналина, глюкокортикоидов
- 3) АКТГ, тироксина
- 4) тироксина, соматотропного гормона\*
- 5) окситоцина

### ТЕРМОРЕГУЛЯЦИЯ

**Выберите один правильный ответ**

**1 . Зоной комфорта называется температура окружающей среды: 1) 16—18 °С**

- 2) 18—20 °С\*
- 3) 22—24 °С
- 4) 26—28 °С
- 5) 30—32 °С

**2 . Теплообразование в мышцах при тяжелой мышечной работе повышается:**

- 1) на 10%
- 2) 50—80%
- 3) 400—500%\*
- 4) 1—2%
- 5) 30%

**3 . Суточная температура тела у человека в норме колеблется в пределах: 1) 35,6—36,6 °С**

- 2) 36,5—36,9 °С\*
- 3) 36,4—37,5 °С
- 4) 34—37 °С
- 5) 35,9-36 °С

**4 . Тепловой удар может возникнуть при температуре тела:**

- 1) 37—38 °С
- 2) 38—39 °С
- 3) 40—41 °С\*
- 4) 35—38 °С 5) 47—50 °С

**5 . Наибольшее количество тепла образуется:**

- 1) в лёгких
- 2) почках
- 3) печени\*
- 4) соединительной ткани 5) головном мозге

**6 . Самая интенсивная отдача тепла идет путем:**



- 1) излучения\*
- 2) испарения
- 3) кондукции4) конвекции
- 5) фильтрации

**7 . При понижении температуры окружающей среды сосуды внутренних органов:**

- 1) суживаются
- 2) расширяются\*
- 3) не изменяют просвета
- 4) не участвуют в процессе терморегуляции5) участвуют в теплопродукции

**8 . При повышении температуры окружающей среды кожные капилляры:**

- 1) суживаются
- 2) расширяются\*
- 3) не изменяют просвета
- 4) не участвуют в процессе терморегуляции5) участвуют в теплопродукции

**9 . Самая низкая температура тела человека наблюдается в области кожи:**

- 1) щек
- 2) спины
- 3) пальцев ног и рук\*
- 4) волосистой части головы
- 5) живота

**10 . Наиболее высокая температура тела здорового человека наблюдается в:**

- 1) 4—6 ч
- 2) 7—9 ч
- 3) 13—15 ч
- 4) 16—18 ч\*5) 19—21 ч

**11 . Наиболее низкая температура тела здорового человека наблюдается в:**

- 1) 03:00—04:00\*
- 2) 07:00—09:00
- 3) 13:00—15:00
- 4) 16:00—18:00
- 5) 19:00—21:00

**12 . Полезным приспособительным результатом в функциональной системе терморегуляции является:**

- 1) мышечная дрожь
- 2) усиление потоотделения
- 3) изменение температуры тела
- 4) поведенческая реакция
- 5) постоянство температуры крови в правом предсердии\*

**13 . Под влиянием гормона щитовидной железы тироксина температура тела:**



- 1) понижается
- 2) повышается\*
- 3) не изменяется
- 4) имеет перемежающийся характер
- 5) снижается в утренние часы

**14 . К механизмам физической терморегуляции относится:**

- 1) испарение влаги с поверхности тела
- 2) мышечная дрожь
- 3) усиление метаболизма\*
- 4) увеличение кровоснабжения органов
- 5) снижение температуры тела

**15 . Изотермия свойственна животным:**

- 1) пойкилотермным
- 2) гетеротермным
- 3) гомойотермным\*
- 4) всем
- 5) не свойственна животным

**16 . Наиболее высокую температуру в организме имеет:**

- 1) головной мозг;
- 2) печень\*
- 3) почки
- 4) кожа
- 5) орган зрения

**17 . Отдача тепла у человека, находящегося в воде, идет путем:**

- 1) теплопроводения\*
- 2) излучения
- 3) испарения
- 4) повышения температуры кожи
- 5) понижения температуры органов

**18 . Центр теплообразования расположен:**

- 1) в таламусе
- 2) гипоталамусе\*
- 3) коре больших полушарий
- 4) спинном мозге
- 5) продолговатом мозге

**19 . Постоянство температуры тела называется:**

- 1) гипертермией
- 2) гипотермией
- 3) изотермией\*
- 4) гомеостазом
- 5) гомеокинезом

**20 . Изотермия отсутствует у животных:**

- 1) пойкилотермных\*





- 2) гетеротермных
- 3) гомойотермных
- 4) всех
- 5) только у млекопитающих

**21 . Повышение температуры тела более 37 °С называется:**

- 1) гипотермией
- 2) гипертермией\*
- 3) изотермией
- 4) конвекцией
- 5) теплопроводением

**22 . Охлаждение организма до 35 °С называется:**

- 1) гетеротермией
- 2) гипертермией
- 3) гипотермией\*
- 4) изотермией
- 5) теплоотдачей

**23 . Наибольшее количество центральных терморецепторов находится:**

- 1) в гипоталамусе\*
- 2) спинном мозге
- 3) продолговатом мозге
- 4) коре больших полушарий
- 5) мозжечке

**24 . Процесс образования тепла в организме называется:**

- 1) теплопродукцией\*
- 2) теплоотдачей
- 3) перераспределением тепла
- 4) термостабилизацией
- 5) изотермией

**25 . Изменение интенсивности обмена веществ в клетках организма влияет на процесс:**

- 1) потоотделения
- 2) теплопроводения
- 3) теплообразования\*
- 4) теплоизлучения
- 5) конвекции

**26 . Наибольшая доля тепла в организме образуется:**

- 1) в сердце, почках
- 2) мышцах, печени, почках\*
- 3) костной ткани, печени
- 4) соединительной ткани, мышцах
- 5) сердце, мозге



**27 . Беспорядочные непроизвольные сокращения скелетных мышц в результате действия холода представляют собой:**

- 1) тонические рефлексy
- 2) пиломоторный рефлекс
- 3) позные рефлексy
- 4) озноб, дрожь\*
- 5) ритмический рефлекс

**28 . В условиях холода теплообразование в мышцах:**

- 1) резко возрастает\*
- 2) не изменяется
- 3) снижается
- 4) возрастает постепенно
- 5) прекращается

**29 . Процесс отдачи тепла организмом называется терморегуляцией:**

- 1) химической
- 2) физической\*
- 3) метаболической
- 4) гипертермической
- 5) гипотермической

**30 . Отдача тепла организмом осуществляется путем:**

- 1) повышения тонуса мышц и дрожи
- 2) мышечной деятельности
- 3) изменения основного обмена
- 4) теплоизлучения, конвекции, теплопроводения, испарения\*
- 5) снижения тонуса мышц

**31 . Отдача тепла организмом в окружающую среду путем излучения называется:**

- 1) конвекцией
- 2) испарением
- 3) радиацией\*
- 4) теплопроводением
- 5) теплопродукцией

**32 . Отдача тепла организмом путем контакта с потоками воздуха или жидкости называется:**

- 1) теплопроводением
- 2) теплоизлучением
- 3) испарением
- 4) конвекцией\*
- 5) теплопродукцией

**33 . Отдача тепла предмету при его соприкосновении с поверхностью тела называется:**

- 1) теплоизлучением
- 2) теплопроводением\*



- 3) конвекцией
- 4) испарением
- 5) теплопродукцией

**34 . Отдача тепла испарением при 100% относительной влажности:**

- 1) высокая
- 2) низкая
- 3) полностью отсутствует\*
- 4) увеличивается, затем уменьшается5) уменьшается, затем увеличивается

**35 . Наиболее интенсивный путь теплоотдачи при температуре комфорта:**

- 1) конвекция
- 2) излучение\*
- 3) испарение
- 4) теплопроводение
- 5) теплопродукция

**36 . При повышении температуры окружающей среды отдача тепла с поверхности кожи:**

- 1) не изменяется
- 2) уменьшается
- 3) увеличивается\*
- 4) остается постоянной
- 5) полностью прекращается

**37 . К механизму физической терморегуляции относят:**

- 1) усиление метаболизма
- 2) изменение основного обмена
- 3) испарение влаги с поверхности тела\*
- 4) специфическое динамическое действие пищи5) мышечную дрожь

**38 . Отдача тепла испарением при повышении влажности воздуха:**

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается\*
- 3) меняется разнонаправленно
- 4) остается постоянной
- 5) полностью прекращается

**39 . В терморегуляции преимущественно участвуют гормоны желез внутренней секреции:**

- 1) щитовидной железы, надпочечников\*
- 2) гипофиза, щитовидной железы
- 3) околощитовидной железы, половых желез
- 4) поджелудочной железы, надпочечников5) щитовидной и поджелудочной желез



**40 . В терморегуляции принимает участие гормон:**

- 1) вазопрессин
- 2) тестостерон
- 3) тироксин\*
- 4) инсулин
- 5) окситоцин

**41 . Под влиянием тироксина и адреналина теплообразование:**

- 1) меняется разнонаправленно
- 2) уменьшается
- 3) увеличивается\*
- 4) остается постоянным
- 5) полностью прекращается

**42 . Сужение периферических сосудов приводит:**

- 1) к понижению температуры тела
- 2) понижению теплоотдачи\*
- 3) повышению теплоотдачи
- 4) понижению теплообразования
- 5) повышению теплообразования

**43 . При понижении температуры внешней среды количество тироксина и адреналина в крови:**

- 1) понижается
- 2) повышается\*
- 3) изменяется разнонаправленно
- 4) остается постоянным

