

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального обучения  
«КРАСНОЯРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

им. В.П. Астафьева»  
(КГПУ им. В.П. Астафьева)

Институт/факультет: Факультет биологии, географии и химии  
Выпускающая(ие) кафедра(ы): Кафедра физиологии человека и методики  
обучения биологии

**Якушина Мария Игоревна**

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

**Тема: Организация исследовательского коллектива школьников и студентов по экологической физиологии**

Направление подготовки/специальность: 44.04.01 Педагогическое образование

Направленность (профиль) образовательной программы:  
Теория и методика естественнонаучного образования

ДОПУСКАЮ К ЗАЩИТЕ:

зав. кафедрой  
канд. пед. наук, доцент, Горленко Н.М.

« 16 » 05 2019 г.

Руководитель магистерской программы:  
д-р. пед. наук, профессор, Смирнова Н.З.

« 16 » 05 2019 г.

Научный руководитель:  
канд.био.наук, доцент, Елсукова Е.И.

« 16 » 05 2019 г.

Обучающийся: Якушина М.И.

« 24 » ИЮНЯ 2019

Красноярск 2019

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального обучения  
«КРАСНОЯРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ  
им. В.П. Астафьева»  
(КГПУ им. В.П. Астафьева)  
Институт/факультет: Факультет биологии, географии и химии  
Выпускающая(ие) кафедра(ы): Кафедра физиологии человека и методики  
обучения биологии

**Якушина Мария Игоревна**

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

**Тема: Организация исследовательского коллектива школьников и  
студентов по экологической физиологии**

Направление подготовки/специальность: 44.04.01 – «Педагогическое  
образование»

Направленность (профиль) образовательной программы:  
«Теория и методика естественнонаучного образования»

ДОПУСКАЮ К ЗАЩИТЕ:  
зав. кафедрой  
канд. пед. наук, доцент, Горленко Н.М.

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 г.  
Руководитель магистерской программы:  
д-р. пед. наук, профессор, Смирнова Н.З.

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 г.  
Научный руководитель:  
канд. биол. наук, доцент, Елсукова Е.И.

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 г.  
Обучающийся: Якушина М.И.

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019

Красноярск 2019

## Оглавление

Введение.....	2-4
ГЛАВА 1. ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ И РАЗВИТИЯ НАУЧНЫХ ОБЩЕСТВ УЧАЩИХСЯ. НОУ В СТРУКТУРЕ СОВРЕМЕННОЙ ШКОЛЫ.	
1.1 История научных обществ учащихся. Первые НОУ в Красноярском крае.....	5-7
1.2 Структура и задачи современных научных обществ учащихся.....	8-12
ГЛАВА 2. ОСОБЕННОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ШКОЛЫ И ВУЗа.....	13-16
ГЛАВА 3. НОУ УЧАЩИХСЯ И СТУДЕНТОВ НА БАЗЕ ЛАБОРАТОРИИ КГПУ ИМ. В.П. АСТАФЬЕВА	
3.1 Краткая характеристика лаборатории биохимии и физиологии энергообмена (тематика исследований, организация работы).....	17-21
3.2. Курирование студентами лаборатории исследовательской работы школьников.....	21-23
3.3. Школьники, выполняющие исследовательские работы под руководством студентов лаборатории.....	23-26
3.4. Организация совместной работы школьников и студентов.....	26-29
3.5. Организационно-методические документы для сопровождения учащегося при выполнении исследовательской работы в вузе.....	29-31
3.6. Материалы к методическому пособию «Советы и рекомендации начинающему биологу - экспериментатору».....	32-65
ВЫВОДЫ.....	66
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	67-71

## **Введение**

На рубеже 20-21 вв. наука стала основной производительной и социальной силой, создающей новые эффективные технологии и обеспечивающей непрерывное совершенствование производства и всей социальной сферы. Научный прогресс всегда был тесно связан с развитием образования. В современном быстро меняющемся мире уже недостаточно разносторонних знаний, успешная ориентация и продуктивная деятельность в любой сфере требуют от человека понимания внутренней логики развития научного знания. Подготовка учителей, обучающихся не предметам, а областям науки, раннее знакомство обучающихся с научным методом, формирование исследовательской компетенции через разные формы исследовательской деятельности рассматривается в числе первостепенных задач системы образования в ведущих мировых державах.

Возрождение после кризиса 90-х гг. российской науки, создание в России сети уникальных научных установок, научных центров мирового уровня объявлено приоритетным национальным проектом. Одним из ключевых условий его реализации является увеличение притока в российскую науку молодежи. Уже сейчас Российская академия наук создает особые опорные школы с конкурсным отбором интеллектуально одаренных, ориентированных на успешную карьеру в области науки и высоких технологий школьников, в которых обучение исследовательским умениям и навыкам будет происходить на базе лабораторий академических институтов и ведущих университетов. При этом предшествующий отбору в такие школы поиск и выявление способных ребят, их мотивирование в науку зависит от учителей обычных российских школ, гимназий и лицеев. Недостаточный уровень подготовки учителей для организации исследовательской, проектно-исследовательской работы обучающихся с учетом их индивидуальных интересов и наклонностей, для эффективного взаимодействия с вузовскими лабораториями и другими научными

коллективами, остается серьезной проблемой педагогического образования в России. Одной из причин может быть, во-первых, недостаточная исследовательская деятельность по профильному предмету студентов педагогических вузов, а также дефицит этой формы работы в рамках педагогической практики.

В последние годы на факультете биологии, географии и химии КГПУ им. В.П. Астафьева появился опыт прикрепления школьников, желающих попробовать свои силы в науке, к студентам, активно занимающимся в научных лабораториях. Для школьника работа при вузовской лаборатории, знакомство с научной тематикой, с приборами, получение простейших навыков работы с ними, опыт участия в студенческой конференции – качественно новый этап развития его исследовательских компетенций, мотивирующий к более глубокому изучению проблем науки. Студенту такая форма работы дает необходимый в будущем опыт развития исследовательских компетенций школьников, воспитывает ответственность. Перераспределение работы по курированию исследовательского проекта между вузовским преподавателем и студентом разгружает преподавателя как вуза так и школы, при этом позволяя обогатить опыт студента как будущего учителя.

**Цель** магистерской диссертации состояла в анализе опыта выполнения школьниками исследовательских работ на базе ВУЗа и в разработке общих принципов организации совместного научно-исследовательского коллектива школьников и студентов.

**Задачи:**

1. Анализ современного состояния научных обществ учащихся, их взаимодействия с вузами и академическими институтами.
2. Разработка принципов организации и содержания совместной научно-исследовательской работы студентов и школьников.

3. Разработка методического пособия, содержащего советы и рекомендации по работе с экспериментальными животными и лабораторным оборудованием для реализации относительной самостоятельности и успешной адаптации в вузовской лаборатории.

## **Глава 1. ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ И РАЗВИТИЯ НАУЧНЫХ ОБЩЕСТВ УЧАЩИХСЯ. НОУ В СТРУКТУРЕ СОВРЕМЕННОЙ ШКОЛЫ.**

### **1.1. История научных обществ учащихся. Первые НОУ в Красноярском крае.**

Задача популяризации научных знаний, развития интереса к науке у молодежи как сфере профессиональной деятельности не нова. В СССР подъем науки в 60-70 г., расширение сети научных учреждений и исследовательских центров, принятие целевых фундаментальных научно-исследовательских программ сопровождалось активизацией кружков научного и технического творчества не только при школах, но и при многочисленных домах и дворцах пионеров, станциях юных техников и натуралистов. Приданию этой работе системности, как на уровне школы, так и на городском, краевом уровне способствовало объединение отдельных кружков в единую структуру – научное общество учащихся (НОУ). Для школьников организация НОУ демонстрировала прежде всего общественное, государственное признание значимости их первых попыток научного творчества, развивала ощущение научной преемственности, тем самым способствуя их ориентации в сферу науки. С самого начала значительный вклад в организацию этого движения школьников вносили вузы [15].

Первое в стране научное общество учащихся было организовано в 1963 г. на базе Челябинского государственного педагогического института. Эту инициативу быстро подхватили другие вузы. Уже в 1971 году на базе Всероссийского пионерского лагеря «Орленок» прошел I Всероссийский слет научных обществ учащихся. Интеграция школ в систему научно-исследовательской деятельности позволяла значительно расширить кругозор, развить творческие способности учащихся. В школах центром исследовательской деятельности были предметные кружки, а в ВУЗах создаются различные научные общества «Юный химик», «Юный естествоиспытатель». С учащимися школ, проводилась системная работа

коллективом педагогов школ и институтов. Совместная работа позволяла заинтересовать и вовлечь ребят в научно-исследовательскую деятельность.

Основной формой отчета по научно-исследовательской работе становится научно-практическая конференция школьников, которая позволяла обрести опыт представления своей работы, умения отвечать на вопросы и отстаивать свою позицию. Известными центрами научной деятельности учащихся были такие города как Челябинск, Санкт-Петербург, Москва, Новосибирск[15].

В Красноярске первый городской дворец пионеров и школьников появился в 1948г. На его основе начали функционировать первые кружки технического творчества, такие как кружок телеавтоматики, механико-конструкторского дела. В 70г. постепенно становятся регулярными встречи известными людьми, в том числе с учеными вновь образованного Красноярского государственного университета (КГУ), Красноярского научного центра (КНЦ СО РАН). Развитию интереса к самостоятельному изучению наук школьниками способствовали созданная по инициативе известных ученых и педагогов КГУ Летняя физико-математическая школа. Первый набор в нее состоялся в 1976 г. в летнем лагере «Таежный». В настоящее время в педагогический состав КЛШ входят научные сотрудники СФУ, институтов Российской академии наук, сотрудники университетов и научных лабораторий США и Европы[10]. В первые годы жизнь в КЛШ включала разнообразные научные состязания и конкурсы, такие как матбой, физбой, физ-мат турнир и другие. С 1996 г. в КЛШ появились и закрепились учебные занятия в рамках 4-х направлений - точные, естественные, общественные и филологические науки. С 2010 г. в рамках биохимического турнира начали реализовываться долгосрочные проекты по выращиванию африканских тараканов, рачков, перепелов и др. В КЛШ зачисление идет по результатам конкурсного отбора. В последние годы для того чтобы быть зачисленным, школьникам необходимо пройти в течении года несколько испытаний, которые дают возможность набирать баллы для зачисления.



Следует отметить, что ребята выбирают два обязательных направления, но могут посещать занятия и по третьему направлению, а с 2018 г. школьники получили возможность самостоятельно выбирать курсы в рамках любого направления.

Главная особенность Красноярской летней школы заключается в том, что старшеклассники не только изучают науки в рамках выбранного ими направления, Летняя школа демонстрирует свойственный научной среде интенсивный творческий и разумный способ жизни и работы, создает особую атмосферу сотрудничества в решении любых задач [10].

В 80-е г.г. в некоторых школах города появились первые научные общества учащихся. В 1985 г. на базе краевого дворца пионеров начало функционировать краевое НОУ. В 90-е г. на базе школы №100 (сейчас МАОУ лицей №12) функционировало НОУ по физиологии, возглавляемое доцентом КГПУ им. В.П. Астафьева Власовой В.Н.



Рисунок 1- Эмблема Красноярского НОУ

Данное направление в образовании было настолько востребовано, актуально и популярно, что в 1998 г. программа создания научного общества учащихся, была включена в федеральную программу "Одаренные дети".

## 1.2. Структура и задачи современных научных обществ учащихся

В настоящее время исследовательская и проектная деятельность прописана в стандарте об образовании, что делает эти виды деятельности обязательными для освоения учащимися в ходе учебного процесса [21]. В процессе такой деятельности учащийся должен освоить различные виды деятельности по получению новых знаний по данному предмету, уметь эффективно применить эти знания на практике, так же в ходе исследовательской и проектной работы будут формироваться научный тип мышления, научные представления о ключевых теориях, владение терминологией, основными понятиями и методами [2]. Таким образом, исследовательская деятельность позволяет достичь, одной из важнейших целей обучения - научить учащихся самостоятельно получать новые знания, уметь решать поставленные проблемы, выдвигать и доказывать гипотезы, планировать свою деятельность, чтобы по итогу достигнуть поставленной цели [3]. Поэтому исследовательская и проектная деятельность становится все популярнее в современных школах, так как позволяет не только расширить и углубить базовые знания учащихся по предмету, но и способствует развитию их самостоятельной работы. В результате такой работы развивается личность ученика, способность творчески мыслить, умение осваивать новые виды деятельности и применять их на практике. Выстраивается новый тип взаимоотношений между обучающимся и педагогом, при котором педагог же в свою очередь, лишь управляет процессом освоения новых знаний учащимся, направляет, консультирует по необходимым вопросам [1]. Начиная с младшей школы задача педагога - так организовать активную деятельность младшего школьника, чтобы не отбить его любознательность а преумножить ее и в дальнейшем продолжать развивать уже в средней школе формируя платформу для научно-исследовательской деятельности в старшей школе [12].

В педагогической литературе выделяют несколько видов исследовательской деятельности

Виды исследовательской деятельности:

1) Научно-исследовательская деятельность – это вид деятельности, направленный на получение новых объективных научных знаний.

2) Учебно-исследовательская деятельность – это деятельность, главной целью которой является образовательный результат, она направлена на обучение учащихся, развитие у них исследовательского типа мышления [11].

Модели исследовательской деятельности активно развиваются в педагогике.



Рисунок 2 - Модель формирования научно-исследовательской деятельности учащихся

На современном этапе основными задачами НОУ можно считать прежде всего, выявление способных учащихся которые не просто заинтересованы наукой, а мечтают о карьере ученого, эффективное

сопровождение их исследовательской работы, поддерживающее и стимулирующее их мотивацию заниматься наукой. Важно отметить, что научно-исследовательская деятельность учащихся в рамках НОУ может являться частью профориентационной работы.

Структура современных НОУ включает в себя такие компоненты как: школа, ВУЗ, внешкольные городские и районные учреждения дополнительного образования, краевые и федеральные программы.

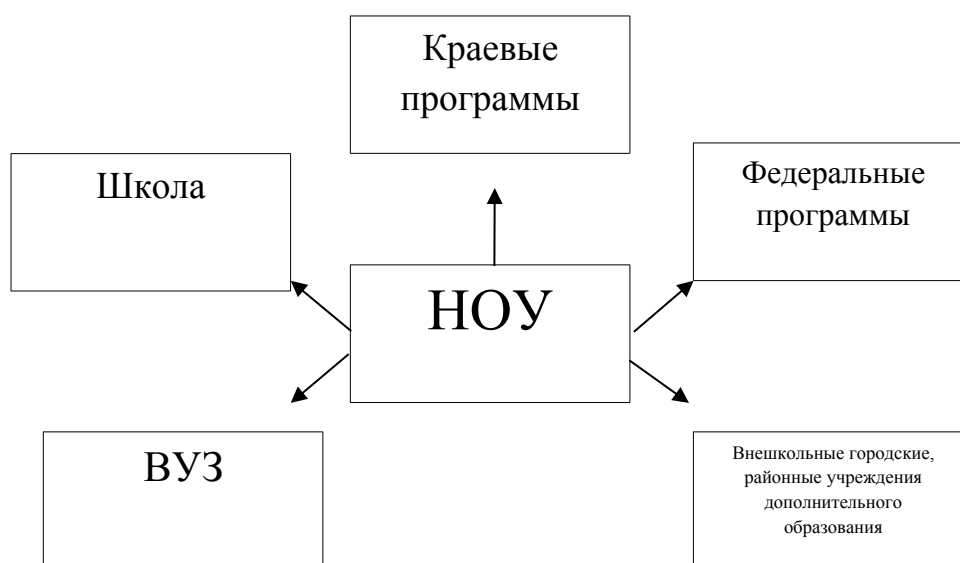


Рисунок 3 - Организационные структуры НОУ в России

Обучающиеся входящие в школьное НОУ имеют возможность реализовывать научно-исследовательскую деятельность не только на базе школы, но и в различных учреждениях дополнительного образования и лабораториях ВУЗов. А результаты научного исследования представлять в рамках краевых и федеральных программ.

Результаты научно-исследовательской деятельности на первом этапе представляются на школьной научно-практической конференции НОУ. Данный этап позволяет отобрать наиболее интересные и перспективные работы обучающихся для участия в дальнейшем на районном, а затем и краевом НОУ. Учащиеся, чьи работы не прошли школьный отборочный тур получают рекомендации и советы по доработке своего исследования.

На сегодняшний день научно-исследовательская деятельность учащихся в Красноярском крае представлена разнообразными проектами такими как: дистанционная школа «Юный исследователь», авторская школа ученого- исследователя, образовательная программа «Поле научных проб», краевая интенсивная школа «Экспедиция к успеху», краевая интенсивная школа «Ресурс будущего», международный форум «Молодежь и наука», краевая научная молодежная выставка «Шаг в будущее». Данные мероприятия направлены на ориентирование учащихся в сфере науки и формирование исследовательской культуры [17].

Результаты научно-исследовательской работы учащихся представляются на конференциях школьного уровня, районного, а затем краевого уровня. Данная система позволяет отобрать наиболее интересные научно-исследовательские работы учащихся. Участие в научно-практических конференциях играют огромную роль в личностном развитии учащегося, так как позволяет мыслить как письменно так и устно научным языком, приобретает навык ведения дискуссии, знакомится с актуальными проблемами современной науки[15].

Следует отметить, что слабым лимитирующим звеном, сводящим на «нет» возможности, предоставляемые многоуровневой серьезной системой современного НОУ, является школьный и районный этапы. Работа школьных НОУ зачастую ограничена только распределением тем исследовательских работ или учебных проектов, прикреплением, если есть такая возможность, учащихся с высоким средним баллом к вузовским подразделениям или структурам дополнительного образования. Отсутствуют другие важные элементы работы, сплачивающие обучающихся в НОУ, например, научный семинар, стенгазета или страничка НОУ на сайте учебного заведения с новостями науки, организация мероприятий, посвященных юбилейным датам. Эти негативные тенденции, связанные с загруженностью школьных учителей, с системой рейтинга, требующей в короткие сроки любыми средствами

добиться высоких достижений, призовых мест обучающихся на конкурсах, конференциях, обесценивают работу школьных НОУ. Отчасти они могут быть преодолены при прикреплении школьников к вузовским подразделениям.

## ГЛАВА 2. ОСОБЕННОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ШКОЛЫ И ВУЗА

При анализе работ, представляемых на различных научно-практических конференциях, можно сделать вывод, что работы, выполняемые учащимися при вузовской лаборатории или тем более на базе Института РАН, отличает высокий научный уровень. Как правило, это не реферативные работы, а небольшие экспериментальные или полевые исследования с простым статистическим анализом данных. Именно эти работы чаще всего занимают призовые места.

Среди вузов Красноярскa, регулярно организующих работу со школьниками, можно выделить несколько факультетов Сибирского Федерального Университета (СФУ). Наиболее крупным проектом является проект ФМШ ( физико-математическая школа) на базе Лицея №7, Гимназии № 13, Лицея № 6. Ежегодно в данные классы набирается 55 лучших выпускников 9-ых классов со всего Красноярского края. Физико-математическая школа функционирует в формате классов с углубленным изучением таких предметов как физика и математика. Учебный процесс в физико-математических классах реализуют преподаватели СФУ. Кроме учебы обучающимся устраивают экскурсии по лабораториям КНЦ, встречи с учеными, открыта школа академика Гительзона «Экологическая биофизика», создаются условия для выполнения на базе лабораторий СФУ и КНЦ исследовательских работ.

К 1 сентября 2019 года в г. Красноярске планируется открытие 3 опорных школ Российской академии наук. Курировать этот проект будет Красноярский научный центр СО РАН. Основная идея формирования таких школ является обучение способных детей и подготовка к будущей работе в науке. Предполагается, что в Красноярске на первоначальном этапе данный проект будет реализован в виде дополнительных классов-лабораторий. В этих классах наряду с общим образованием, обучающиеся будут получать более углубленные знания по различным дисциплинам[16].

В Гимназии № 13 будет реализовываться молекулярно-генетическое

направление, в рамках которого обучающиеся будут изучать персонифицированную медицину. Целью этого направления будет рассказать обучающимся о современных достижениях науки, познакомить с современными разработками средств прогноза заболеваний на основе молекулярно-генетических методов.

На базе гимназии будет создана генетическая лаборатория, в которой обучающиеся будут учиться выделять ДНК из биоматериала, выявлять различия в последовательности ДНК отдельных мутаций генов и на основе которых смогут прогнозировать развитие тяжелых форм болезней органов дыхания, сердечнососудистой системы, желудочно-кишечного тракта. Однако для того чтобы обучающиеся могли проводить исследования в лаборатории им необходимы теоретические знания, которые они будут получать на уроках проводимых как школьными учителями так и научными сотрудниками КНЦ СО РАН.

В Лицее № 7 шефство берет институт химии и химических технологий. В лицее будет сделан упор на химико-биологические исследования в области переработки возобновляемого сырья.

А средняя школа № 10 будет ориентирована на физико-математическое направление в частности физику конденсированного состояния и фотонику. Курировать школу № 10 будет институт физики им. Л.В. Киренского [16].

Ожидается, что данный проект позволит более успешно ориентировать одаренных обучающихся на выбор карьеры в области науки. Итогом этого проекта будет приток молодых талантливых ученых в научно-образовательные организации и исследовательские центры. Связано это с тем, что обучающиеся не только получают более углубленные знания по отдельным дисциплинам, но и активно вовлечены в научно-исследовательский процесс[24].

В других вузах специальные проекты по организации исследовательской работы школьников отсутствуют. Но при обращении



администраций школ детей прикрепляют к кафедрам для выполнения ими исследовательских проектов. Так, в КрасГМУ им. Войно-Ясенецкого проводится школьная секция в рамках ежегодной научной студенческой конференции, на которой представляются доклады, выполненные при кафедрах вуза. В КГПУ им. В.П. Астафьева в период 2016-2017 на факультете биологии, географии и химии было организовано взаимодействие с лицеем №1. Учащиеся профильного класса один день недели посвящали выполнению исследовательских работ при университете. Кроме того для них организовывали семинары, практические занятия преподаватели факультета. Как и в школе основной трудностью организации работы со школьниками была большая загруженность вузовских преподавателей, отсутствие методических рекомендаций по поведению и элементарным навыкам работы в научной лаборатории для не имеющих такого опыта юных начинающих исследователей, выработка объективных критериев оценки школьных работ. При последующем опросе школьников выяснилось, что многие не получили опыт самостоятельного исследования, готовя доклад на итоговую конференцию по предоставленным им на кафедрах ранее полученным данным. По отзывам школьников, выполнение исследовательских проектов лучше было организована в лаборатории биохимии и физиологии энергообмена и на кафедре химии.

Таким образом поиск интеллектуально одаренных школьников, их мотивация к научному творчеству – многоэтапный процесс, успех которого зависит от взаимодействия школы, вузов и академических институтов. Для старшеклассников наиболее эффективной формой развития исследовательской компетенции и профессионального самоопределения в науке является участие в реальном научном исследовании. В настоящее время исследовательская работа школьников в вузах носит стихийный характер, часто подменяется подготовкой выступления школьника по уже готовым результатам на итоговой конференции. На основании опыта

организации исследовательских работ школьников при лаборатории биохимии и физиологии энергообмена предлагается модель, в которой куратором исследовательской работы школьника является студент, проходящий практику при лаборатории вуза.

### **Глава 3. НОУ учащихся и студентов на базе лаборатории КГПУ**

#### **3.1. Краткая характеристика лаборатории биохимии и физиологии энергообмена (тематика исследований, организация работы).**

Лаборатория биохимии, физиологии энергообмена ФБГХ появилась в середине 90-х гг. по инициативе заведующего кафедрой физиологии д.б.н., профессора Медведева Л.Н. для организации исследований ионного гомеостаза жировых тканей. В настоящее время после сокращений преподавательского и учебно-вспомогательного состава факультета лаборатория относится к кафедре биологии, химии и экологии. Основным научным направлением лаборатории является выяснение функциональных основ морфологической и биохимической гетерогенности термогенных жировых тканей, естественных факторов среды, стимулирующих бурый и бежевый адипогенез.

Термогенные жировые ткани – стремительно развивающееся в последние два десятилетия научное направление, кардинально изменившее представления о физиологии не только бурого жира, но и жировой ткани в целом[27]. Она все чаще предстает как структура, филогенетическое становление которой предопределило становление тахиметаболизма и гомойотермии у млекопитающих [4]. Нарушения метаболизма жировых клеток лежат в основе серьезных заболеваний, стартующих во второй половине онтогенеза и объединенных термином «метаболический синдром». Ключевая роль жировой ткани в поддержании энергетического, температурного, метаболического гомеостаза тесно связана с обнаруженной благодаря прогрессу методов молекулярной биологии высокой степенью ее клеточной гетерогенности и пластичности[5]. Наряду с двумя основными типами клеток – белый и бурый адипоциты, в последние годы обсуждают целесообразность выделения еще ряда клеточных типов. Особый интерес у биологов и медиков вызывают диффузно рассеянные в депо белого жира клетки с термогенным

аппаратом, подобным термогенному аппарату бурых адипоцитов. Различия в составе транскриптома отличают эти клетки, называемые в литературе часто бежевыми адипоцитами, от типичных бурых и от типичных белых адипоцитов. Часто наблюдаемая в исследованиях на людях, в лабораторном эксперименте обратная корреляционная связь между количеством этих клеток и массой жировых депо, развитием резистентности к инсулину, порождает надежду на их использование в медицине для профилактики и лечения ожирения и метаболического синдрома. Пока, однако, не решен окончательно даже вопрос о том, являются ли они отдельным клеточным типом/типами или промежуточной стадией клеточной дифференцировки белых адипоцитов[7]. В разных жировых депо свойства и термогенная активность бежевых адипоцитов существенно отличаются. Например, очень слабые недостаточно воспроизводимые термогенные реакции на холодовые, стимулы вызывают сомнения в выполнении термогенных функций бежевыми адипоцитами абдоминального депо. Практически не изучены свойства бежевых адипоцитов красного костного мозга, тимуса. Бежевые адипоциты были обнаружены и изучались в основном с использованием инбредных и трансгенных линий лабораторных грызунов, клеточных культур[8].

Сравнительные физиологические, биохимические исследования жировых тканей у животных из природных популяций, а также у животных в лабораторном эксперименте, моделирующем природные условия, могли бы помочь в понимании эволюционно закрепленных функций бежевых адипоцитов, выявить особенности их проявления у животных с разными адаптивными стратегиями, выявить естественные факторы, регулирующие и модулирующие процесс адипогенеза и подвести научную основу под разрабатываемые терапевтические схемы профилактики и лечения ожирения и метаболического синдрома.

Несмотря на интенсивные исследования происхождения, стадий дифференцировки бежевых адипоцитов за рубежом, в России работы в

этом направлении единичны. Систематические исследования проводятся лабораторией КГПУ им. В.П. Астафьева и недавно начаты в лаборатории физиологии РГУ физической культуры, спорта и туризма под руководством проф. Сонькина В.Д. Однако их масштабы несопоставимы с зарубежными. Несмотря на то, что в лаборатории биохимии и физиологии энергообмена КГПУ основной и единственной рабочей силой являются студенты, за последние пять лет по результатам их работ опубликовано 5 статей в журналах, индексируемых в международных базах данных Web of Science и Scopus, представлено два доклада на международном совещании в Институте эволюционной биохимии и физиологии им. Сеченова М.М. в Санкт-Петербурге.

Наиболее значимым результатом является установление стимулирующей роли умеренной пищевой рестрикции на бежевый адипогенез в абдоминальном депо лабораторных мышей. Эффекты пищевой рестрикции не зависели от температурных стимулов и воспроизведены даже в термонеutralных условиях. Показано также, что присутствие бежевых адипоцитов не влияло на энергообмен жировой ткани, но сопровождалось увеличением общей клеточности жирового депо. На основе анализа этих результатов разрабатывается концепция многоуровневости термогенеза, основанного на разобщении окислительного фосфорилирования и дыхания, в жировых тканях[6].

Перспективными направлениями дальнейшей работы лаборатории являются:

выяснение онтогенетической и сезонной динамики численности бежевых адипоцитов в разных жировых депо, сопоставление с динамикой клеточного состава и термогенеза бурого жира у животных из природных и лабораторных популяций;

исследование связи между активностью животных в условиях краткосрочных температурных флуктуаций, бурым и бежевым адипогенезом;

протеомный анализ жировых депо при индукции в них бежевого адипогенеза

разработка концепции многоуровневости системы факультативного термогенеза в жировых тканях.

Современный физиологический эксперимент носит комплексный характер, состоит из многих этапов, включает использование большого числа разных методик. Глубина научного анализа определяется комплексом показателей, характеризующих маркеры клеточного типа, метаболическую, функциональную активность ткани/органа и его связи в функциональной системе. В результате большой объем исследований, их высокая трудоемкость, сложность и технологичность требует слаженной работы целого коллектива, предъявляет особые требования к квалификации, работоспособности, ответственности работников. Главная проблема организации научной работы экспериментального типа в лабораториях периферических вузов – постоянный недостаток квалифицированных работников – решается тем, что студент, приходя в лабораторию, качественно осваивает один метод, в дальнейшем принимая участие в разных экспериментах, где этот метод востребован. Так как студент – временный работник, желательно, чтобы он успел передать свой опыт студентам младших курсов или старшеклассникам, т.е. даже на одном экспериментальном методе желательно формировать небольшой разновозрастной коллектив из двух-трех студентов разных курсов. Кроме инструментальных методов анализов остается еще большой сегмент работы по подготовке экспериментальных животных, соматометрическим определениям, тестированию поведенческих характеристик, по подготовке разнообразных препаратов, буферных растворов. Таким образом, лаборатория всегда нуждается в работниках разной квалификации[9]. Важным моментом в организации экспериментальной работы в ней, учитывая контингент работников – студенты и старшеклассники, является

планирование отдельных этапов работы, отдельных анализов как небольших имеющих самостоятельный научный интерес исследований

### **3.2. Курирование студентами лаборатории исследовательской работы школьников.**

С 2002 года в лаборатории периодически работали школьники, основная нагрузка по организации их деятельности выполнялась преподавателями. Качественные изменения в привлечении школьников, в организации их деятельности в лаборатории произошли в последние годы. С 2016 г. работа с детьми становится регулярной, значительную инициативу в привлечении школьников, в организации их деятельности в лаборатории, в контроле за ней проявляют студенты. Из 7-ми школьников пять детей были приглашены студентами, причем двое из них были приглашены студентами-бакалаврами, проходящими педагогическую практику и интернатуру. Студенты рассказывали школьникам о своей работе, о задачах, которые предстоит решить, учили обращению с животными, работе с тканями, работе на приборах, обсуждали результаты, помогали в подготовке к школьным конференциям. Следует отметить, что в основном в лабораторию приходят и тем более допускаются к работе со школьниками не слабые, успевающие студенты, мотивированные к научно-педагогической работе, желающие попробовать себя в качестве исследователя-экспериментатора. Как правило, школьное исследование является частью исследовательского проекта студента, поэтому, по словам самих же студентов, курирование школьника не только не отрывает их от учебы и исследований, а, наоборот, является фактором, мобилизующим, способствующим эффективному планированию и организации их научной работы студента, лучшему анализу и осознанию полученных результатов.

За три года с 2016 по 2019 г.г. школьниками под руководством студентов выполнено 6 исследований, представленных на школьных, районных, вузовских конференциях. В 2019 г. в рамках вузовской конференции «БиоЭко» была принята к публикации совместная работа

школьницы и курирующей ее студентки. Творческий подход студентов к работе со школьниками проявился в обсуждении проблем организации их деятельности на конференциях по естественнонаучному образованию; всего за этот период было представлено 6 докладов подобной тематики. Следует отметить, что не менее успешно эти же студенты работали над своими исследовательскими проектами, представляя их результаты на престижных молодежных научных конференциях, всего за этот период на вузовской конференции «БиоЭко», на региональном семинаре по биоэкологическим исследованиям Средней Сибири, на международных студенческих и молодежных конференциях Новосибирского и Томского университетов представлено более 10 докладов, включая совместный доклад и статью студентки и школьницы. Было подано 4 заявки на гранты Красноярского краевого фонда науки. В этот же период по проектированию исследовательских работ школьников защищено 3 квалификационных работы.

Таблица 1- Наукометрические показатели коллектива студентов 4-5 курсов бакалавриата и магистратуры при лаборатории в период с 2016 по 2019 г.г.

		Доклады и публикации на одного студента			Количество призовых мест на студента в конкурсах по биологии и методике ее преподавания
		по биологии в сборниках КГПУ	по биологии в сборниках других вузов	по организации НИР в сборниках КГПУ	
Лаборатория,	6	2,5*	0,83*	0,5*	0,83*
факультет	7 2	0,64	0,042	0,25	0,33



*Примечание:* При расчете наукометрических показателей студентов факультета не учитывались студенты профилей «Экология и химия» и «География и иностранный язык». Статистическая значимость различий \* -  $p < 0,001$ .

Сравнительный анализ эффективности научной деятельности студентов лаборатории и других студентов факультета проводили по наукометрическим показателям (табл 1.), представленным в расчете на одного студента. В выборку студентов факультета включены только студенты очного отделения профилей подготовки «Биология и химия» и «География и биология». Требуемую для расчетов информацию о научных достижениях студентов факультета получали в деканате ФБГХ. Статистический анализ проводили с использованием критерия Стьюдента, при низких значениях показателей, приближающихся к нулевым значениям, применялась поправка Ван-дер-Вардена []. По всем показателям имелись статистически значимые различия между сравниваемыми группами. Наукометрические показатели коллектива студентов лаборатории были существенно выше по сравнению с этими же показателями студентов всего факультета.

Таким образом, курирование школьных исследовательских работ дополнительно мотивирует студентов к научно-педагогической деятельности, повышает их исследовательскую компетентность.

### **3.3. Школьники, выполняющие исследовательские работы под руководством студентов лаборатории.**

За период с 2016 по 2019 г.г. в лаборатории под руководством студентов и магистрантов занимались 6 школьников: 5 учеников 10-х классов и одна ученица 8 класса. О лаборатории школьники узнали в основном от учителей и студентов, проходящих педагогическую практику и интернатуру. Все дети имели уровень знаний по биологии и химии выше среднего. Небольшая выборка детей не позволяет провести детальный

анализ мотивов, побудивших их остаться в лаборатории. В устной беседе школьники отмечали повышенный интерес к анатомии и физиологии, медицине, молекулярной биологии, т.е. разделам биологии, связанным с тематикой исследований лаборатории, желание после школы продолжить обучение в вузах биологического профиля. Успешно справились с исследованием, представили результаты на конференциях разного уровня 5 детей. Из них две девушки, закончив школьное обучение в 2018 г., поступили и учатся в КГМУ им. Войно-Ясенецкого, еще два школьника подали заявления в медицинские вузы в этом году. Представляется закономерным, что ушла из лаборатории, не завершив работу по своему проекту, школьница 10 класса, не определившаяся в выборе дальнейшего пути. Кроме приобретения знаний и умений, которые могут понадобиться в дальнейшем обучении, большинство ребят отмечали, что им понравилось неформальное отношение, доброжелательность и доверие окружающих, предоставленная возможность самостоятельного творчества, не организованные спонтанные обсуждения полученных результатов, ощущение значимости своего вклада в общую работу. Из наиболее понравившихся видов деятельности в лаборатории две девочки отметили наблюдения за лабораторными животными, один школьник – препарирование животных тканей, для двоих особенно увлекательным оказалось освоение работы на спектрофотометре. Следует отметить, что, хотя, перейдя в 11 класс, ребята заходили в лабораторию, систематическая исследовательская работа, требующая времени, концентрации на проблеме, ими практически уже не проводилась из-за большой учебной загруженности в выпускном классе. Из нашего опыта именно десятиклассники, у которых возникли устойчивые научные и профессиональные интересы, наиболее восприимчивы к предложению окончательно определиться в выборе профессии, попробовать себя в роли исследователя-экспериментатора в области физиологии.

Подробная информация о тематике работ школьников и их кураторах представлена в табл. Темы исследовательских работ школьников определялись, исходя из исследовательских проектов кураторов, в основном касались изменений ростовых процессов, поведения, энергозапасания и энергорассеяния, метаболических показателей крови и др при пищевых (режимы умеренной пищевой рестрикции, естественного перекорма с помощью кафетерийной диеты), температурных и сезонных адаптациях лабораторных мышей и свободнообитающих грызунов. Отлов осуществлялся зоологами кафедры биологии и экологии.

Таблица 2 - Тематика научно-исследовательских работ школьников и студентов кураторов

Тема проекта школьника	Тема проекта студента куратора
Сравнительная характеристика жировых тканей грызунов из природных популяций и лабораторных мышей	Проектирование научно-исследовательской работы по теме: Сравнительная физиология жировой ткани
Влияние эндогенных и экзогенных факторов на содержание глюкозы в крови лабораторных мышей	Проектирование научно-исследовательской деятельности по теме: Физиология адаптации к пищевым и температурным факторам
Влияние эндогенных и экзогенных факторов на бурую жировую ткань лабораторных мышей	Разработка цикла научно-популярных лекций для старшеклассников «Протеомика-новые горизонты молекулярной биологии»
Сравнительный морфологический и	Разработка проекта для

<p>биохимический анализ жировых тканей красно-серой полевки и лабораторных мышей. Подсказки природы в борьбе за здоровье и долголетие.</p>	<p>старшекласников «Сравнительный морфологический и биохимический анализ жировых тканей красно-серой полевки и лабораторных мышей. Подсказки природы в борьбе за здоровье и долголетие.»</p>
<p>Пищевые предпочтения лабораторных мышей линии ICR на диете кафетерия</p>	<p>Разработка проекта для школьников по теме Пищевые предпочтения лабораторных мышей</p>

Вся текущая работа обучающихся требует постоянного контроля со стороны студента. Таким образом, выступая в роли наставника, составляя методическое сопровождение, находясь в постоянном взаимодействии с обучающимся, обучая правильно работать с лабораторным оборудованием, студент расширяет и углубляет свои предметные знания, обогащает свой педагогический опыт. Работа со школьником способствует личностному и профессиональному росту.

### **3.4. Организация совместной работы школьников и студентов.**

В ходе работы со школьниками определились правила взаимодействия студента куратора и школьника. Основной принцип взаимодействия школьника и студента-куратора – принцип взаимовыгодного сотрудничества в решении актуальной сложной, но увлекательной научной проблемы. Проявлением этого принципа являются взаимоуважение, терпимое отношение к личностным недостаткам друг друга, совместное обсуждение проблемы и этапов ее решения, совместное обсуждение литературы, поощрение инициативы и самостоятельности школьника в сочетании с ненавязчивым контролем.

Анализ трудностей и проблем, с которыми сталкивались учащиеся, позволил определить эффективные пути их коррекции и устранения. Среди трудностей освоения экспериментальной исследовательской работы можно выделить недостатки в планировании своей деятельности, слабую инструментальную память у некоторых детей при работе с приборами. выявились также трудности интеграции знаний из смежных естественнонаучных дисциплин, таких как физика и химия, например, ошибки в расчете концентраций физиологических растворов. На заключительных этапах выполнения исследовательского проекта хотя практически все школьники легко освоили принципы структурирования материала в формате научной статьи (Imrad), при оформлении реферата и доклада некоторые дети в той или иной степени испытывали затруднение в переводе устной речи в письменную, в формулировке выводов.

Таким образом, определились требующиеся для эффективной работы школьника организационно-методические материалы. Большинство современных школьников занимаются спортом, музыкой, художественным творчеством. Сочетание нескольких серьезных увлечений с недостаточной организованностью может стать серьезным тормозом в работе над исследовательским проектом. Эффективным для упорядочения разных видов деятельности является *примерный календарный план работы над проектом*. Школьники сначала составляли его самостоятельно, а затем обсуждали его с куратором, корректируя в соответствие с ходом эксперимента, с загруженностью студента-куратора. План, как правило, продолжает корректироваться уже по ходу работы и эксперимента. Необходимым элементом является и *пояснительная записка* с кратким описанием проблемы, постановкой цели и задач.

Как правило, увлеченные школьники на протяжении всей работы над проектом следят за информацией, значимой для проблемного поля проекта, пользуясь как печатными изданиями, так и научными и особенно научно-популярными сайтами. На начальном этапе работы над проектом ребенку

желательно вместе с пояснительной запиской предоставить *список основной литературы*, проконсультировать - на каких интернет-сайтах эффективнее осуществлять информационный поиск.

Хотя экспериментальная работа проводится школьником под контролем студента, необходимо снабдить его подробной пошаговой *инструкцией* к каждому используемому прибору, методу, а непосредственно перед выполнением того или иного измерения – обсудить детали каждой манипуляции. В этом случае измерения не остановятся, если студент в связи с непредвиденными обстоятельствами ненадолго покинет рабочую комнату.

Таким образом, в предлагаемой и успешно апробированной нами модели исследовательской деятельности школьников в вузе основную нагрузку по сопровождению школьника выполняют студенты-кураторы. Такая форма наставничества углубляет знания, развивает организаторские способности будущего специалиста. Для студента педагогического вуза кураторство предоставляет возможность отработать различные дидактические приемы и методы работы с учащимися, обогащает его педагогический опыт. Контроль и за исследовательской и за кураторской деятельностью студента осуществляет его научный руководитель. В свою очередь школьный учитель, рекомендовавший школьника в лабораторию, контролирует деятельность обучающегося. Желательно, чтобы этот контроль был ненавязчивым и благожелательным. Учитель и научный руководитель при необходимости участвуют в разрешении конфликтных ситуаций. Чтобы такие ситуации предотвратить, перед началом совместной работы школьника и студента учителю желательно информировать студента-куратора и его научного руководителя о состоянии физического и психического здоровья, особенностях темперамента и характера, успеваемости, разнообразных увлечениях и хобби своего подопечного, состоянии в семье и др. Студенту-куратору и школьнику, по крайней мере, начальные этапы совместной работы, составление календарного плана,

сроки проведения эксперимента желательно обсуждать с научным руководителем и школьным учителем.

### **3.5. Организационно-методические документы для сопровождения учащегося при выполнении исследовательской работы в вузе.**

Первый документ, представляемый школьнику сразу экскурсии по лаборатории и вводной беседы – это пояснительная записка к исследовательскому проекту. Она предоставляется школьнику даже, если у него остались сомнения и окончательное решение об участии в исследовании не достигнуто. В пояснительной записке в популярной форме с учетом возраста школьника обосновывается актуальность исследования для решения фундаментальных научных проблем, для практики медицины, сельского хозяйства, дается краткое описание имеющихся в данной области представлений, теорий, гипотез; ставится цель и задачи работы. Иногда, поскольку проект разрабатывается для школьника, в пояснительной записке отмечают - какие новые знания, умения и навыки по биологии получит школьник, работая над проектом; какие знания потребуются ему из других дисциплин, развитию каких качеств характера способствует работа над проектом. Уже на этом первом этапе можно рекомендовать школьнику для лучшего знакомства с проблемой один-два источника, обычно из серии научно-популярной литературы.

Когда достигнуто согласие работать над исследовательским проектом – список рекомендуемой литературы расширяется, при этом желательно в списке сразу выделить источники, необходимые для более глубокого погружения в научную проблему исследования и источники, в которых описаны методы, которые потребуются в работе. В него входят вузовские учебники для более глубокого знакомства с процессами метаболизма и энергообмена, строением и основными механизмами функционирования

термоэффекторов, 2-3 научных обзора по проблеме исследования, научно-популярные источники. Следует обратить серьезное внимание на качество, научную достоверность информации предлагаемых источников. Заслуживают доверия поддерживаемый РАН научно-популярный сайт - [elementy.ru](http://elementy.ru) со статьями из отечественных журналов «Химия и жизнь», «Наука и жизнь», «Природа», с переводами известных зарубежных научных и научно-популярных изданий. Другие надежные источники – сайты научно-популярных лекций [биомолекула.ru](http://биомолекула.ru), научно-популярные лекции на сайте института цитологии и генетики СО РАН и др. Работая над списком литературы – недостаточно указать только адрес научно-популярного сайта, точное указание автора и названия научно-популярной статьи или лекции обязательны для успешной работы школьника по проекту. Некоторые серьезные научные статьи могут быть включены из-за наглядных информативных иллюстраций. На следующей после предоставления расширенного списка литературы встрече обсуждается информация, которую успел проработать школьник. Поскольку работа с литературными источниками не прекращается на протяжении всего исследования, не следует затягивать начало экспериментальной работы.

Перед экспериментальной частью работы необходимо провести для школьника инструктаж по технике безопасности, составить план эксперимента, зафиксировав в плане требуемое оборудование, реактивы, животных. После этого школьнику предоставляется право составить самому календарный план работы, обсудив его с родителями и школьным учителем. Далее календарный план обсуждается и корректируется с куратором. В окончательной форме он представляет таблицу, в столбцах которой отображены этапы работы, примерны сроки их выполнения и планируемые результаты.

Подробные пошаговые инструкции к приборам, с которыми будет работать учащийся, полезно снабдить фотографиями и видеороликами, наглядно показывающими процесс измерения.



Документ, который тщательно заполняет школьник – это тетрадь с протоколами эксперимента. В протокол вносятся все виды выполняемых работ. Все страницы в протоколе должны быть пронумерованы. Записи в протоколе выполняются непосредственно по ходу работы, либо сразу после работы. При описании той или иной работы обязательно указывается дата, а при выполнении манипуляций, процедур с животными указывается и время. Под каждой записью должны стоять фамилии и подписи выполнявших работу студентов. В протокол обязательно вносятся масса или другие критерии, по которым животные были разделены на группы, промежуточные и окончательные замеры показателей у животных, в экспериментах *in vitro*, расчеты навесок при взвешивании растворов, калибровки. Фиксируются в протоколе и возникающие сомнения в состоянии здоровья животного, правильности выполнения процедуры, случайные наблюдения необычных симптомов, проявления поведения животного, неисправности в работе прибора и другое, что может впоследствии объяснить неожиданный итоговый результат.

Инструкции к основным используемым в лаборатории методикам собраны в методическое руководство «Советы и рекомендации начинающему биологу-экспериментатору». В него также вошли разделы по краткой характеристике лабораторных мышей, описанию содержания и ухода за ними, простых манипуляций с животными, раздел с основами статистического анализа полученных данных и раздел с рекомендациями по подготовке доклада и презентации к нему.

### **3.6. Материалы к методическому пособию «Советы и рекомендации начинающему биологу - экспериментатору».**

#### **Введение**

**Физиология** изучает различные проявления жизнедеятельности как целого организма, так и его частей: органов, тканей, клеток. Физиология стремится раскрыть механизмы регуляции, обеспечивающие поддержание гомеостаза, причины их патологических нарушений, взаимодействие организма с окружающей средой.

**Экологическая физиология** изучает влияние на организм различных факторов среды, закономерности адаптации к ним. Самые главные факторы, определившие эволюцию животного мира, это температура среды и ее суточные, сезонные, климатические колебания, а также доступность и состав пищи. Границы адаптации к этим факторам существенно расширились с появлением жировых тканей. Качественный скачок в их развитии произошел у млекопитающих. По сравнению с другими животными у млекопитающих многократно увеличилась масса жировых депо. Это позволило им интенсифицировать энергообмен, повысить температуру тела, скорость всех физиологических процессов, включая восприятие, мышление, мышечные сокращения. Защищает температуру тела от резких температурных колебаний среды собственный термогенератор - бурый жир. В природных условиях животные всегда испытывают дефицит кормов, вынуждены экономить энергию, а при добыче корма используют его целиком для пополнения энергозапасов. Развитие индустрии и сельского хозяйства, строительства комфортных жилищ сделало человека независимым от температурных и пищевых факторов. Но древняя стратегия энергосбережения не изменилась, что привело к стремительному распространению ожирения и связанных с ним болезней. Поэтому выяснение нормального диапазона действия природных факторов для животных и человека – актуальная задача экологической физиологии.

Главное орудие познания в физиологии – **физиологический эксперимент**. Это целенаправленное вмешательство в организм с целью выяснить функцию той или иной его структуры (от клеток, до органов и

функциональных систем) и механизм ее реализации. Физиологический эксперимент — это целенаправленное вмешательство в организм с целью выяснить функцию той или иной его структуры (от клеток, до органов и функциональных систем) и механизм ее реализации.

**Факторный эксперимент на животных** – один из самых широко используемых в современной экологической физиологии, подразумевает наличие не менее двух групп животных: контрольной и экспериментальной; может быть несколько экспериментальных групп. На протяжении эксперимента группы должны находиться в одинаковых условиях за исключением изучаемого воздействия (однофакторный анализ) или нескольких сочетающихся воздействий (двух или многофакторный анализ). Необходимое число животных в группах зависит от требуемой точности, под которой понимается ошибка, обусловленная естественной изменчивостью признака, и от величины различий между контролем и опытом. Обычно эти статистические параметры уже определены в предварительных экспериментах. Если, наоборот, планируется предварительный эксперимент, количество животных в группах ограничивают 6-10-ю особями. Не существует принципиальных ограничений на соотношение численности контрольной и экспериментальной групп.

### **Охрана труда и безопасность в учебном процессе.**

Научно-исследовательская работа в лаборатории должны выполняться в условиях, обеспечивающих высокую производительность учебного труда и исключая возникновение травм, ожогов, ушибов и других повреждений студентов. Занятия по физиологии включают в себя работу с электрическими приборами, режущими инструментами, реактивами, а также лабораторных животных.

Основные правила предупреждения электротравм:

- Перед использованием электроприбора необходимо до включения произвести его внешний осмотр и убедиться в его исправности.
- Все токоведущие части должны иметь неповрежденную изоляцию и плотные контакты.
- В приборах должна быть действующая световая и звуковая сигнализация.
- Приборы следует предохранять от попадания на них воды, паров, растворов кислот и щелочей.

Основные правила работы с реактивами:

- Точность полученных результатов при выполнении лабораторных опытов во многом зависит от чистоты реактивов. Поэтому их нужно предохранять от загрязнения и держать в закрытой посуде.
- Случайно рассыпанный реактив вновь вносить в эту же тару нельзя.
- Реактивы без этикетки и неизвестного состава в работе не используют.
- Растворы реактивов хранят в плотно закрытой посуде, а легко испаряющиеся – в склянках с двойными шлифованными затворами.
- Жидкости с резким запахом содержат и переливают только в вытяжном шкафу.
- Нельзя определять реактивы по запаху из горлышка посуды, а также на вкус.
- Во время работы на стол выставляют реактивы, необходимые только для данного занятия.
- Переливать растворы из одной емкости в другую можно с помощью мерных цилиндров, бюреток и пипеток, не допуская их разбрызгивания.
- Ядовитые жидкости и концентрированные растворы набирают только с помощью резиновой груши или пипетки с баллоном.

- Твердые вещества, бумагу, вату не выбрасывают, остатки кислот, щелочей и другие жидкие реактивы не выливают в раковину, а собирают их в специально отведенную посуду.

Эксперименты объектом исследования которых являются лабораторные животные на данный момент имеют большую популярность и являются одними из ведущих методов познания в современной науке. Проводя исследование очень важно правильно выбрать лабораторное животное, которое будет являться лабораторной моделью изучаемого объекта или процесса. Не правильно выбранные лабораторные животные или условия их содержания до или во время эксперимента могут значительно исказить полученные данные и отправить по ложному пути исследования.

Физиологический эксперимент чаще всего проводится на лабораторных грызунах (крысы, мыши, хомячки). В настоящее время самым распространенным лабораторным животным является мышь. Ее преимущество перед другими млекопитающими – не зависящая от сезона высокая плодовитость, быстрое созревание, терпимое отношение к сородичам, неприхотливость, несложный уход, безопасность для людей. Современные линии лабораторных мышей получены путем длительных близкородственных скрещиваний (инбридинг) обычных домашних мышей. В инбредной линии отдельные животные настолько генетически тождественны, что легко переносят трансплантации органов. В 2009 г. исполнилось 100 лет с тех пор как Кларенс Кук Литл в Гарвардском университете вывел первую инбредную линию мышей DBA. Мыши DBA предрасположены к развитию злокачественных опухолей, поэтому широко используются в онкологических исследованиях. Нормальные и патологические процессы, развитие которых определяется взаимодействием многих генов, такие как развитие, старение, часто

удобнее изучать на лабораторных популяциях аутбредных мышей. Одна из самых часто используемых аутбредных линий – линия ICR.

### **Содержание мышей в виварии.**

Площадь клетки на опытную группу до 20 особей не менее 60 см<sup>2</sup>. Клетка должна быть выполнена из материалов, которые легко будет содержать в чистоте. В качестве подстилки необходимо использовать материалы которые хорошо адсорбируют влагу, такие как: стружка, опилки, мякину. Подстилка не должна создавать много пыли, так как это может привести к заболеваниям дыхательной системы. Перед тем как поместить выбранную подстилку в клетку, ее необходимо стерилизовать при ста градусах. Менять подстилку необходимо по мере загрязнения, перед этим пересадив лабораторных мышей во временную клетку. Посуду для корма и воды необходимо мыть ежедневно. В помещении где находятся лабораторные мыши влажность не должна превышать 65%, и не ниже 45%. Так как мыши это социальные животные, то размещать их по клеткам нужно гармоничными группами. Индивидуальное содержание допустимо лишь в случае проявления сильной агрессии, чаще у самцов. Очень важно стремиться к тому, чтобы лабораторным мышам причинялось минимальное беспокойство, минимизировать стрессирующие факторы такие как: сильный шум, яркий свет, изменение состава группы в клетках. В проведении любого эксперимента нужно максимально применять гуманные методы обращения с животными.

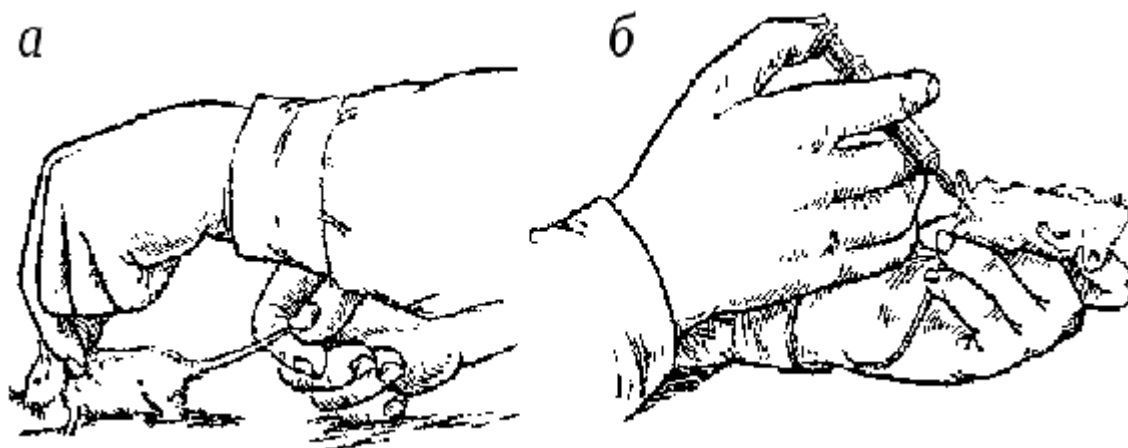


#### Рисунок 4 - Лабораторная мышь линии ICR

Перед началом эксперимента с участием лабораторных животных нельзя забывать про период адаптации, который крайне необходим для того, чтобы лабораторные животные могли привыкнуть к новым условиям среды, уходу и рациону питания.

#### **Простые манипуляции с животными.**

При уборке и смене клетки, при необходимости выполнения манипуляций с мышами животное захватывают за кончик хвоста и достают из клетки. Манипуляции (соматометрические измерения, инъекции) часто выполняются двумя экспериментаторами. Мышь опускают на решетчатую поверхность (крышка пластиковой клетки), предоставляя ей возможность вцепиться в прутья решетки, придерживая ее I и II пальцами правой руки за кончик хвоста. Осторожно натягивая животное за хвост, быстрым движением левой рукой в перчатке или с помощью карнцанга захватывают складку кожи в области затылка, ближе к ушам, чтобы она не могла поворачивать голову (Рисунок 5, а). Подняв мышь над столом, помощник держит ее на весу одной рукой за хвост, другой—за складку кожи на затылке, несколько растягивая в положении, удобном для экспериментатора.



## Рисунок 5 - Фиксация мыши

Работать с мышами можно и без помощника, фиксируя их левой рукой: I и II пальцами левой руки животное захватывают за складку кожи в области затылка, а остальными 3 пальцами, прижав их к запястью, придерживают хвост и кожу в области крестца (Рисунок 5, б ). При таком способе фиксирования правой свободной рукой можно производить различные операции.

Для точного определения массы мыши, на включенные электронные весы необходимо поставить емкость, затем нажать кнопку ТАРА, для того чтобы обнулить вес емкости. После этого мышь опускается в емкость и фиксируется ее вес.



Рисунок 6 - Измерение массы лабораторной мыши



Нередко в ходе эксперимента требуется извлечение тканей и органов и их умерщвление. Такие манипуляции противоречат человеческой нравственности и оправданы только острой необходимостью развития биологических знаний, разработки новых совершенных средств охраны здоровья, лечения заболеваний людей, обучения специалистов. Европейским советом по научным медицинским исследованиям и Консультативным комитетом ВОЗ по медицинским научным исследованиям разработаны Международные рекомендации по проведению медико-биологических исследований с использованием животных. В соответствии с этим документом персонал лаборатории должен свести к минимуму причиняемые животным неудобства и страдания. Процедура умерщвления должна быть мгновенной и безболезненной и выполняется только специально обученным специалистом.

**Приборы без которых не обходится ни одна физиологическая лаборатория.**

Для точности любого эксперимента проводимого в лаборатории, очень важно уметь правильно определять какое оборудование необходимо на данном этапе эксперимента, но и уметь правильно им пользоваться и считывать полученные данные.

### **1.Препаровальный набор инструментов**

Предназначен для проведения практических работ по биологии, связанных с внутренним строением организма. В состав препаровального набора входят такие инструменты как: пинцет, ножницы, скальпель, препаровальная игла. Перед использованием препаровальные приборы необходимо продезинфицировать.



Рисунок 7 - Препаровальные набор

## **2. Гомогенизатор Поттера.**

Гомогенизатор- это аппарат для измельчения тканей и превращения их в гомогенат. Данный аппарат состоит из двух частей: толстостенной пробирки и пестика. В гомогенизатор помещается кусочек свежей ткани с необходимым значением рН среды и составом буферного раствора. При сдвиговом усилии возникающем за счет продавливания содержимого между пестиком и стенкой пробирки происходит разрушение клеток тканей.

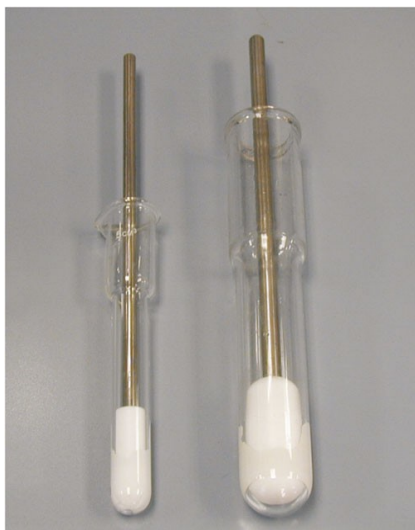


Рисунок 8 - Внешний вид гомогенизаторов Поттера.

### 3. Центрифуга

Центрифуга-это устройство принцип работы которого основан на центробежной силе. Данный аппарат представляет собой устройство, обеспечивающее вращение объекта.

В лаборатории центрифуга применяется для разделения жидких сред разной плотности или для разделения жидкости и твердых частиц.



## Рисунок 9 - Лабораторная центрифуга

### Порядок работы:

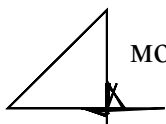
1. Открыть крышку и установить наполненные пробирки в гнезда ротора располагая их строго друг на против друга.
2. Закрывать крышку и подключить шнур к сети переменного тока.
3. Установить требуемое число оборотов.
4. Включить устройство. После истечения требуемого времени, нужно отключить аппарат от сети питания.
5. Дождаться полной остановки ротора, открыть крышку и извлечь пробирки.

**Для безопасной работы с центрифугой необходимо соблюдать ряд правил:**

- запрещается открывать крышку центрифуги до момента полной остановки ротора.
- запрещается работать с открытой крышкой центрифуги во время вращения ротора.
- запрещается вставлять и вынимать пробирки во время вращения ротора.
- запрещается работать с разностью масс диаметрально противоположных (расположенных друг напротив друга) пробирок.

### 4. Спектрофотометр

Распространенный способ идентификации метаболитов - изучение их спектральных характеристик. Если известны длины волн, при которых вещество имеет максимумы поглощения, с помощью спектрофотометрии можно оценивать содержание вещества в растворе.



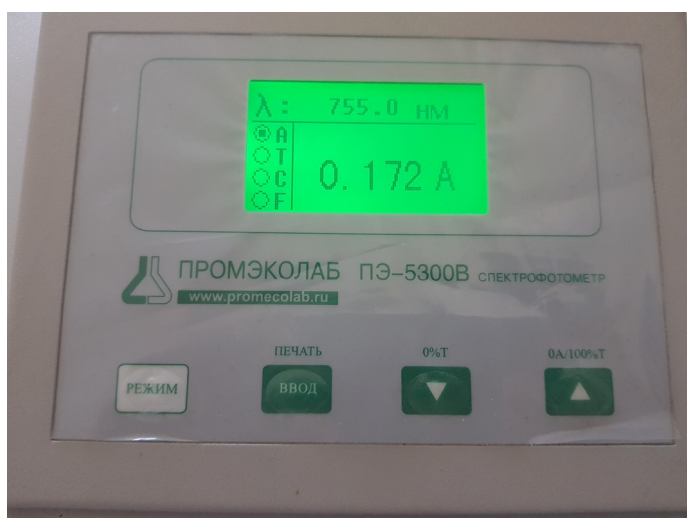
Спектрофотометр - прибор используемый для измерения отношения двух потоков оптического излучения. Один поток проходит через кювету с исследуемым веществом, второй поток проходит через кювету с контрольным раствором (без измеряемого вещества).



Рисунок 10 - Спектрофотометр

### Правила работы со спектрофотометром:

- Кюветы используемые для измерения, которые имеют одинаковую рабочую длину, должны также иметь одинаковое пропускание при заполнении одинаковым раствором.
- перед каждым измерением проверить чистоту рабочей поверхности кюветы. любые загрязнения попадающие на рабочую поверхность кюветы, могут привести к искажению получаемых результатов.
- в момент установки кюветы в кюветодержатель, запрещено касаться пальцами рабочей поверхности кюветы, через которую проходит световой поток



## Рисунок 11 - Электронная панель спектрофотометра

### **Порядок работы:**

1. Вращая регулировочную ручку на передней панели прибора, выставить требуемую длину волны

2. Кювету наполнить исследуемым раствором, поставить в кюветное отделение напротив окошка, закрыть кюветное отделение, нажать кнопку обнуления («0А»). Эта процедура позволяет вычесть из результата поглощение света раствором, на котором готовились пробы

3. Заменить раствор в кювете на опытную пробу

4. Зарегистрировать на экране (передняя панель) значение оптической плотности, занести его в рабочую тетрадь.

### **Основы биометрии (статистический анализ данных эксперимента) с использованием программы Microsoft Excel 2003**

После выполнения всех требуемых замеров и определений экспериментатор получает большие массивы численных данных для опытной и контрольной групп мышей. Простой взгляд на них, однако не дает еще никакой информации об изучаемых животных. Чтобы зафиксировать различие или его отсутствие между группами животных, установить закономерности влияния тех или иных факторов на животных необходим кропотливый статистический анализ. В последние годы его проведение существенно облегчено благодаря специальным компьютерным программам, простейшей из которых является Microsoft excel.

Перед проведением статистического анализа внесите свои данные в электронную таблицу (рис.). Для этого численные значения каждого

изученного показателя внесите в отдельный столбик, положение числа в столбике определяется его принадлежностью определенному животному. После заполнения такой таблицы каждому животному соответствует строка с изученными показателями. Не забудьте подписать столбики, чтобы не путать измеренные показатели. Такая электронная таблица заполняется отдельно для контрольной и для опытной групп животных.

	А	В	С
1	Испытуемые	Экспер. гр.	Контр. гр.
2		1	35
3		2	40
4		3	28
5		4	32
6		5	30
7		6	25
8		7	43
9		8	44

Рисунок 12 - Результаты исследуемых групп

Для характеристики этих групп в каждом столбике определяют две важных статистических характеристики: *среднее и стандартное отклонение*. Средние величины, рассчитываемые как средние арифметические уравнивают индивидуальные отклонения показателя в группе.

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

где  $\Sigma$  - знак суммирования;  $X_i$  - значение отдельного измерения;  $n$  - общее число измерений в группе.

Средние величины обобщают представление о признаках совокупности, но не дают полного представления об индивидуальной вариабельности признака. Для этой цели используется такая статистическая характеристика как *стандартное отклонение*, рассчитываемое как корень из суммы квад-

ратов разностей между индивидуальными значениями признака и средним, деленной на  $n-1$ , где  $n$  – количество животных.

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Где  $x$  - значение признака у каждого объекта в группе,  $\bar{x}$  - средняя арифметическая признака и  $n$  - число вариант выборки.

В Excel расчеты этих характеристик выполняются с помощью встроенных статистических функций, которые можно обнаружить в виде значка  $f$  на передней панели, либо во вкладке «Вставка». Для этого поставьте курсор в ячейку под первым столбиком со значениями показателя, вызовите функцию «среднее», выделите интересующий столбик и во всплывающем окне нажмите «Ок», в результате в ячейке появится вычисленное среднее значение показателя. Из угла ячейки потяните курсор в направлении других столбиков, программа автоматически вычислит и их средние. Прodelайте аналогичные операции для расчета стандартных отклонений. В естественных науках и в физиологии в том числе принято представлять данные по какому-либо показателю в виде *среднее  $\pm$  стандартное отклонение*.

После расчета основных статистических характеристик можно оценить статистическую достоверность различий между средними значениями групп животных. Для этого используются специальные статистические критерии значимости. Наиболее популярным у биологов является  $t$  - критерий Стьюдента.

$$t = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}}$$

$m$  — статистическая ошибка средней величины, которая вычисляется по формуле



$$m = \pm \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

Критерий позволяет найти вероятность того, что оба средних достоверно отличаются. Если эта вероятность ( $p$ ) ниже 5% ( $p < 0,05$ ), то принято считать, что группы животных различаются по изучаемому показателю.

### *Анализ с использованием $t$ -критерия Стьюдента в MS Excel 2003*

Запускаем программу с помощью команды: **Пуск - Программы - Microsoft Office - Excel 2003**. Далее необходимо установить курсор на свободной ячейке, куда вставить функцию  $fx$ , через меню **Вставка - fx.Функция**. После этого появляется диалоговое окно **Мастер функций**, в которой необходимо выбрать **Статистические**.

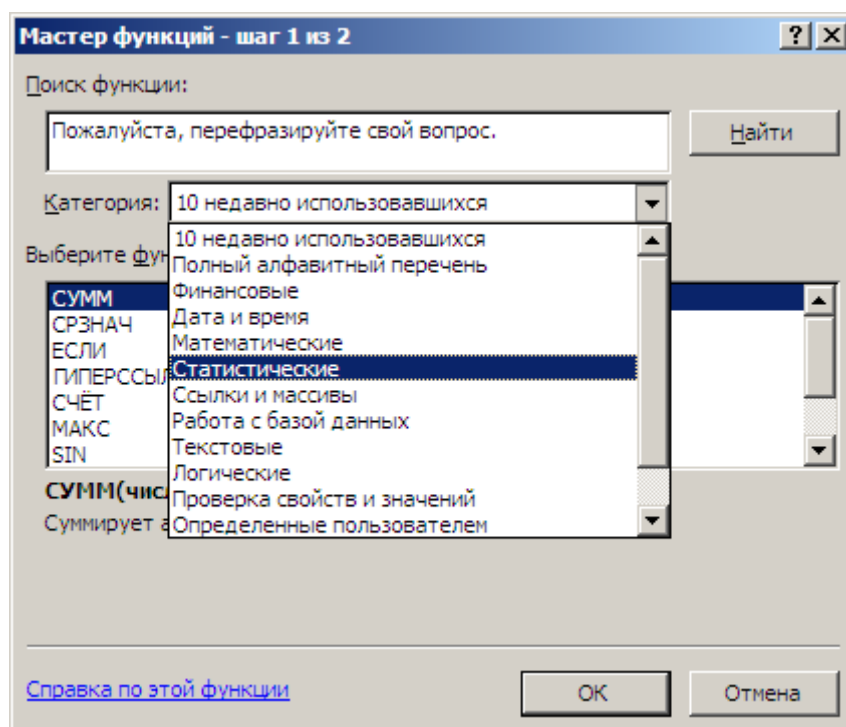


Рисунок 13 - Выбор категории *Статистические*

После этого выбираем функцию **ТТЕСТ**.

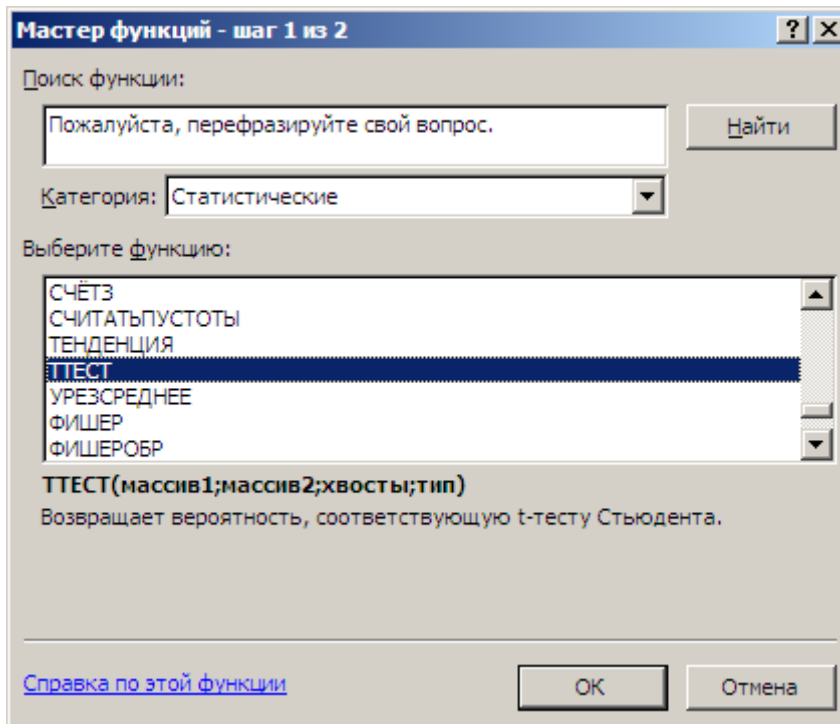


Рисунок 14 - Выбор функции *TTEST*

После нажатия на кнопку **OK** появляется диалоговое окно для заполнения данных.

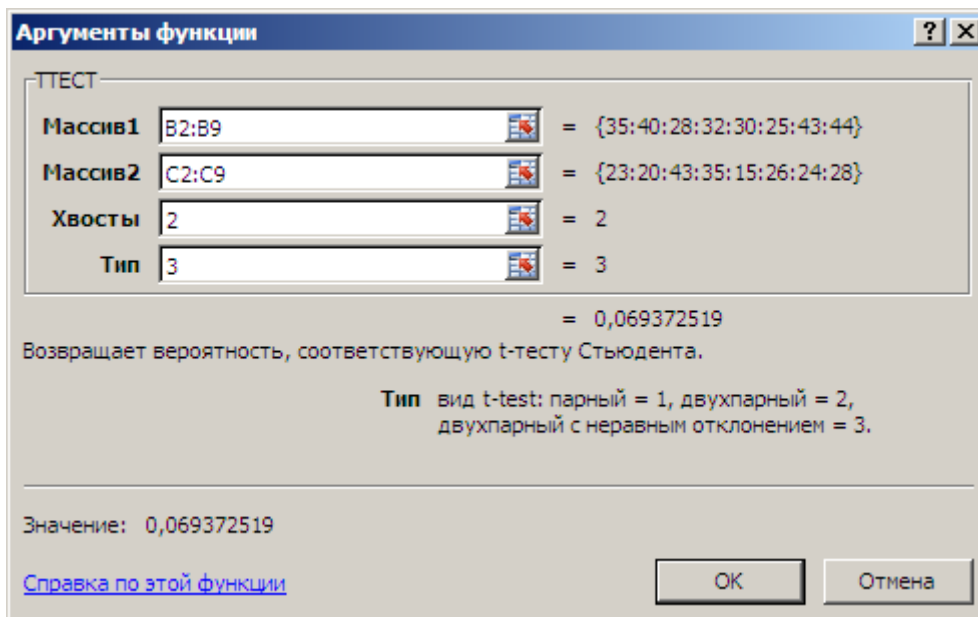


Рисунок 15 - Диалоговое окно для заполнения аргументов функции

Указателем мыши ввести диапазон данных для экспериментальной группы в первое окно сверху, а во второе результаты контрольной группы. В третье окно в ручную с клавиатуры вносим цифру -2, а в четвертое окно цифру- 3. После это нажимаем **OK**.

**Внимание!** Использование критерия Стьюдента, как и других критериев значимости имеет ограничения. Перед проведением статистического анализа необходимо проконсультироваться с куратором!

Завершающим этапом становится подготовка доклада или реферата, оформление которого должно полностью соответствовать требованиям. Ниже приведены примерные требования к оформлению и структуре реферата.

### **Требования к оформлению письменной работы**

Реферат выполняется на листах бумаги формата А-4 в Microsoft Word; объем: 5-10 страниц текста для доклада, 10-15 страниц текста для реферата (приложения к работе не входят в ее объем). Размер шрифта – 14; интервал – 1,5; абзацный отступ на расстоянии 2,25 см от левой границы поля. В тексте обязательны ссылки на первоисточники. Количество источников: не менее 5-8 различных источников для доклада, не менее 8-10 для реферата. При оформлении работы соблюдаются поля: левое – 25 мм; правое – 10 мм; нижнее и верхнее по 20 мм.

### **Структура письменной работы**

1. Титульный лист.

2. План (оглавление, содержание). В нем последовательно излагаются названия пунктов реферата (простой план). Реферат может структурироваться по главам и параграфам (сложный план). Здесь необходимо указать номера страниц, с которых начинается каждый пункт плана.

3. Введение. Отражается актуальность доклада, определяется место рассматриваемой проблематики среди других научных проблем и подходов. Дается краткий обзор источников, на основе которых раскрывается тема.

Далее раскрывают цель и задачи.

4. Основная часть. Основным материалом излагается в форме связного, последовательного, доказательного повествования, отображение автором основных положений. Подбор материала в основной части реферата должен быть направлен на рассмотрение и раскрытие основных положений выбранной темы; выявление собственного мнения обучающегося, сформированного на основе работы с источниками и литературой. Обязательными являются ссылки на авторов, чьи позиции, мнения, информация использованы в реферате. Оформляются ссылки и цитаты в соответствии с правилами.

5. Заключение. Подводятся итоги выполненной работы, краткое и четкое изложение выводов. Подтверждается актуальность проблемы и перспективность, предлагаются рекомендации. Заключение должно быть кратким, вытекающим из поставленных задач.

6. Список литературы. Указывается не менее 5-8 различных источников для доклада, 8-10 источников для реферата. Расположение источников следует по алфавиту: фамилии авторов и заглавий документов. В список вносится перечень всех изученных обучающимся монографий, статей, учебников, справочников в процессе научно-исследовательской работы.

Пример:

Боголюбов А.С. Методы учётов лесных и изучения экологии лесных, зимующих птиц по программе «*Parus*» // Современная орнитология / Под ред. Курочкина Е.Н. М: Наука, 1992. С. 44 — 52.

На базе лаборатории биохимии, физиологии энергообмена КГПУ им. В.П. Астафьева обучающиеся выполняют работы по экологической физиологии животных. В основном эти работы посвящены участию бурой, бежевой и белой жировых тканей в адаптациях лабораторных и свободнообитающих животных к разнообразным экологическим факторам. Для оценки адаптации определяются такие физиологические

показатели, как масса тканей, содержание в тканях белка, воды, липидов, активность ферментов. Для оценки успешности адаптации оценивается содержание в крови гемоглобина, глюкозы других важных метаболитов.

### **Примерные тематики научно-исследовательских работ в лаборатории**

#### **Научно-исследовательская работа : «Сравнительная характеристика жировых тканей грызунов из природных популяций и лабораторных мышей»**

#### **Пояснительная записка к исследовательской работе учащегося «Сравнительная характеристика жировых тканей грызунов из природных популяций и лабораторных мышей»**

В последние годы жировые ткани – объект пристального внимания со стороны физиологии, молекулярной и клеточной биологии, медицины. Их содержание, распределение, их гормоны определяют темпы роста, развития, старения, возможности адаптации к экстремальным факторам. Распространенная в наши дни дисфункция жировой ткани сопровождается тяжелыми нарушениями обменных процессов, таких как сахарный диабет 2 типа, атеросклероз, жировая инфильтрация в другие ткани, такие как миокард, печень, скелетные мышцы.

У млекопитающих и человека выделяют две основные разновидности жировой ткани – белая (БелЖТ), основная функция которой является энергозапасание в форме триглицеридов и бурая (БЖТ) – отвечающая за «факультативный» термогенез для поддержания температурного гомеостаза.

Не так давно был обнаружен еще один тип адипоцитов – бежевые. Подобно бурым адипоцитам они содержат митохондрии с разобщающим белком, т.е. потенциально способны генерировать тепло, но их термогенные ответы очень слабые. Анатомическая локализация,

происхождение сближает их с белыми адипоцитами. Применение этих клеток в медицине сдерживается из-за отсутствия точных сведений о функциях этих клеток. Одним из подходов к изучению эволюционно закрепленных функций жировых тканей и полезным дополнением к лабораторному эксперименту может быть изучение их свойств у животных из природных популяций.

**Целью работы было анатомо-морфологическая характеристика жировых тканей свободнообитающих грызунов в сравнении с лабораторными мышами.**

**Задачи:**

- Подготовка аналитического обзора литературы по теме проекта
- Освоение методов выделения и анатомо-морфологической характеристики БЖТ и БелЖТ

Проведенное морфо-анатомическое исследование свидетельствует о повышенной термогенной активности бурого жира и, вероятно, пахового жира у свободнообитающих грызунов по сравнению с лабораторными животными. Причина этого – в контрастных по температуре условиях естественной среды, когда ночные температуры могут даже летом быть существенно ниже дневных. В этих условиях малоинерционный быстровключающийся термогенный механизм жировых тканей не менее важен чем зимой МБЖТ подогревает мышцы спины, бежевые адипоциты пахового белого жира подогревают мышцы нижних конечностей и живота, поддерживая высокую активность этих животных в прохладные ночные часы.

**Календарный план работы ученика**

Сроки	Характеристика деятельности	Ожидаемые результаты
-------	-----------------------------	----------------------

Сентябрь	Обсуждение и корректировка темы, формулировка гипотезы, постановка цели и задач	Тема исследования
Октябрь	Определение основных этапов работы, изучение научно-популярной литературы по теме работы, работа с терминами; выбор методов исследования	План исследования
Ноябрь	Подготовка и проведение экспериментов: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Освоение методов, необходимых для проведения эксперимента</li> <li>2. Уход за экспериментальными животными</li> <li>3. Сравнительная характеристика жировых тканей</li> </ol>	Готовый список литературы
Декабрь	<p>Физиологический эксперимент – это целенаправленное вмешательство в организм с целью выяснить функцию той или иной его структуры и механизм ее реализации. Неотъемлемым атрибутом данной исследовательской работы является препаровальный набор инструментов, включающий: пинцет, ножницы, препаровальные дощечки, иглы для фиксации тушки и т.д.</p> <p>Прежде, чем начать непосредственно препарирование необходимо произвести основные замеры, которые в дальнейшем будут необходимы, при подготовке выводов. Это оценка таких параметров как : длина тела (замер производится от</p>	Составление инструкции выполнения эксперимента

	<p>кончика носа, до анального отверстия), длина хвоста (замер производится от анального отверстия до кончика хвоста), вес мыши.</p> <p>Методика препарирования. С помощью ножниц производят разрез кожного покрова со стороны спины мыши, от шейного отдела позвоночника до хвоста. Затем с помощью пинцета растягивают кожу в стороны и аккуратно подрезают ножницами, удаляя при этом соединительную ткань, для того, чтобы добраться до межлопаточного скопления бурой жировой ткани и произвести ее визуальную оценку. Затем, необходимо перевернуть тело мыши на спину и произвести надрез от области шеи до паховой области включительно. Также необходимо воспользоваться пинцетом для того, чтобы сделать необходимую жировую ткань более доступной для визуальной оценки. В данном случае это будет белая паховая жировая ткань и окологонадное скопление белой жировой ткани.</p>	
Январь-февраль	Обсуждение полученных результатов учащимся по проекту с руководителем	Статистическая обработка результатов
Март-апрель	Оформление полученных результатов	Формулировка выводов по работе



### **Рекомендуемая для учащегося литература:**

1. Елсукова Е.И., Мизонова О.В., Медведев Л.Н. Влияние длительного ограничения питания в термонеutralных условиях на бурую жировую ткань лабораторных мышей // Бюл. Эксп. Биол. и Мед. – 2015. - №5. – С.553-556.
2. Елсукова Е. И., Медведев Л. Н., Кудрявцева Н. А. // Бюл. exper. биол. и мед. 2001. Т. 132, № 12. С. 621-623
3. Мизонова О. В., Елсукова Е. И., Медведев Л. Н. // Бюл. exper. биол. и мед. 2013. Т.155, № 6. С.706-709.
4. Панков, Ю. А. Жировая ткань как эндокринный орган, регулирующий рост, половое созревание и другие физиологические функции / Ю. А. Панков. //Биохимия.–1999.–т. 64.–с. 725–734

### **Основные этапы эксперимента**

- Подготовка вивария на базе ФБГХ КГПУ им. В.П. Астафьева и создание всех необходимых условий для содержания лабораторных мышей, а также отлов свободнообитающих грызунов.
- Освоение методики проведения лабораторного эксперимента
- Подготовка оборудования, затем препарирование и последующее извлечение необходимых жировых скоплений для оценки морфо – функционального состояния ткани и дальнейших потенциальных исследований.
- Подведение итогов и формирование конечных выводов

### **Инструкция**

- 1) Кусочки тканей гомогенизировать в 0,5 мл буфера ТрисНСl 10 ммоль/л , ЭДТА 1 ммоль/л , рН = 7,2.

- 2) Для определения общего тканевого белка по методу Lowry тканевой гомогенат солюбилизовать раствором 1,5% ДСNa и 0,66 н NaOH, центрифугировать 15 минут при 2000 g, после соответствующей обработки пробы спектрофотометрировать при 750нм.
- 3) Содержание ДНК рассчитывать по результатам спектрофотометрии при 270 и 290 нм тканевого гидролизата. Гидролиз ДНК проводить в 0,5 М растворе HClO<sub>4</sub> после предварительной экстракции и удаления свободных нуклеотидов 0,2 М HClO<sub>4</sub>, щелочного гидролиза и удаления рибонуклеотидов.
- 4) Интенсивность энергообмена тканей оценивать по скорости поглощения O<sub>2</sub> суспензией стандартно измельченных образцов при 37 °С с помощью биохимического анализатора «Эксперт-001-МТХ» (Россия).
- 5) Анализ данных проводить с использованием программы «Статистика 6» фирмы StatSoft. Различия между средними значениями показателей оценивать с помощью непараметрического критерия U Манна-Уитни.

**Научно-исследовательская работа : «Влияние некоторых  
эндогенных и экзогенных факторов на содержание глюкозы в крови  
лабораторных мышей ICR»**

**Пояснительная записка к научно-исследовательской работе  
учащегося «Влияние некоторых эндогенных и экзогенных факторов  
на содержание глюкозы в крови лабораторных мышей ICR»**

Гомеостаз – универсальное свойство организма животных и человека. Особую значимость для нормального протекания обменных процессов имеет гомеостаз глюкозы важнейшего для наших клеток энергетического и пластического субстрата. При ее недостатке особенно страдают клетки мозга, эритроциты, скелетные мышцы. Повышенное содержание глюкозы не менее опасно, так как она легко вступает в побочные реакции с белками

крови и сосудистой стенки. Основным механизмом поддержания гомеостаза глюкозы – система гормонов инсулин – глюкагон. При повышении концентрации глюкозы инсулин направляет ее избытки на депонирование в печень, мышцы, жировую ткань, где из них синтезируется гликоген и триглицериды. Недостаточная секреция инсулина или сниженная чувствительность клеток к инсулину (инсулинорезистентность) приводят к гипергликемии, постепенно перерастающей в тяжелое нарушение обмена веществ - сахарный диабет. Гипергликемия, вызванная резистентностью к инсулину, часто диагностируется в пожилом возрасте. В последние годы в разных человеческих популяциях отмечают относительно ранний старт и стабильный рост частоты повышенного содержания глюкозы крови. Выяснение природы раннего снижения чувствительности к инсулину, разнообразных факторов, которые влияют на гомеостаз глюкозы, имеет поэтому не только фундаментальное, но и прикладное значение для медицины. В исследованиях метаболических нарушений аутбредные мыши ICR рассматриваются как перспективная лабораторная модель человека.

**Целью работы** - выяснение влияния некоторых эндогенных и экзогенных факторов на содержание глюкозы в крови лабораторных мышей линии ICR репродуктивного возраста.

#### **Задачи:**

- Сопоставить содержание глюкозы в крови мышей разного возраста
- Определить содержание глюкозы в крови мышей осенью и весной

Оценить влияние умеренной пищевой рестрикции и регулярных холодовых экспозиций на содержание глюкозы

#### **Гипотеза:**

Продолжительное 3-8-нед умеренное 40% ограничение питания, а также регулярные холодовые экспозиции могут уменьшить частоту случаев

гипергликемии, а также приведет к снижению среднего уровня глюкозы у лабораторных мышей.

### Календарный план работы ученика

Сроки	Характеристика деятельности	Ожидаемые результаты
Сентябрь	Обсуждение и корректировка темы, формулировка гипотезы, постановка цели и задач	Выбрана тема, составлено резюме проекта
Октябрь	Определение основных этапов работы, изучение научно-популярной литературы по теме работы, работа с терминами; выбор методов исследования	Обсуждение литературы по теме проекта и составление плана эксперимента
Ноябрь- Декабрь- Февраль	Подготовка и проведение экспериментов: 1. Освоение методов, необходимых для проведения эксперимента 2. Уход за экспериментальными животными 3.определение количества глюкозы в плазме крови	Приобретение навыков экспериментальной работы, протоколирование данных, получение результатов
Март	Обсуждение полученных результатов учащимся по проекту с руководителем	Статистическая обработка результатов, подтверждение гипотезы
Апрель	Оформление полученных результатов	Формулировка выводов по работе; Подготовка

		презентации, материалов: иллюстраций и рисунков
Май	Подготовка к конференции	Написание и предварительное заслушивание доклада

### Рекомендуемая для учащегося литература:

1. Марри, Греннер, Мейес, Родуэлл. Биохимия человека. В 2-х томах. 1993 год. 385+418 стр. djvu. 10.5 и 12.0 Мб.
2. Лаптева М.И. Бурая жировая ткань, рукопись
3. Башмакова В. Регуляцией термогенеза занимается не только нервная, но и иммунная система, статья // <http://elementy.ru/news/431716/> / ст.
4. Бурый жир. Бурая жировая ткань // <http://exam-ans.ru/fizika/8621/index.html?page=60> / ст.
5. Бутрова С.А., Дзгоева Ф.Х. Журнал «Ожирение и метаболизм», № 1 2004. Висцеральное ожирение – ключевое звено метаболического синдрома.
6. Дедов И.И., Мельниченко Г.А., Бутрова С.А. Жировая ткань как эндокринный орган. Журнал «Ожирение и метаболизм», №1 2006.
7. Медведев Л.Н., Елсукова Е.И. Бурая жировая ткань человека // Успехи физиологических наук. 2002. Т. 33. С. 17-29.
8. Меньщикова Е.Б., Зенков Н.К., Ланкин В.З. Окислительный стресс. Патологические состояния и заболевания. (2008) Новосибирск: АРТА, 284 с.

### Основные этапы эксперимента :

1. Получение плазмы крови с помощью центрифугирования при 100g (3000 об/мин)
2. Энзиматическая обработка проб плазмы с получением продукта, поглощающего свет 540 нм, в реакции, где окислителем является глюкоза. Использован диагностический набор VitalDiagnostic (Санкт-Петербург)
3. Спектрофотометрия проб при 540 нм

### **Инструкция**

1. Взять пронумерованные пробирки с кровью , поместить их в центрифугу друг напротив друга и в течении 15 минут центрифугировать при 3000 об/мин.
2. Достать пробирки и произвести забор при помощи пипетки прозрачной плазмы (0,01мл) и перелить в заранее подготовленные и пронумерованные эпиндорфы, добавить буферно-ферментативный раствор (2 мл).
3. Взять дополнительный эпиндорф для приготовления калибровочного раствора. В него прилить 2 мл буферно-ферментативного раствора и 0,01 мл раствора с известным количеством глюкозы.
4. Пробы в эпиндорфах инкубируются в течении 10 минут при комнатной температуре
5. Вращая регулировочную ручку на передней панели прибора, выставить длину волны 540 нм
6. Кювету наполнить буферно-ферментным раствором, поставить в кюветное отделение напротив окошка, закрыть кюветное отделение, нажать кнопку обнуления («0А»). Эта процедура позволяет вычесть из результата поглощение света раствором, на котором готовились пробы

7. Заменить буферно-ферментный раствор в кювете на опытную пробу 1. Зарегистрировать на экране (передняя панель) значение оптической плотности, занести его в рабочую тетрадь.

8. Повторить эти манипуляции с остальными опытными пробами и с калибровочной пробой

9. Расчет концентрации глюкозы (С)

$$C = A_{оп} / A_{кал} \times 10 \text{ [ммоль/л]}$$

$A_{оп}$  - адсорбция опытной пробы

$A_{кал}$  - адсорбция калибровочной пробы

10 ммоль/л – концентрация глюкозы в калибраторе

### **Научно-исследовательская работа :«Пищевые предпочтения лабораторных мышей линии ICR»**

#### **Пояснительная записка к научно-исследовательской работе учащегося «Пищевые предпочтения лабораторных мышей линии ICR»**

Мышь – лабораторная модель человека. Эксперименты на мышах помогают понять, как работает в разных условиях здоровый и больной организм, разобраться в причинах заболеваний. В современной медицине большое внимание уделяют метаболическому синдрому, объединившему несколько тяжелых заболеваний, зачастую развивающихся параллельно. К ним относятся алиментарное ожирение, сахарный диабет 2-го типа, дистрофические изменения печени, атеросклероз, гипертензия [Медведев, Елсукова, 2002, С. 17-29 ]. По мнению ученых, быстрое распространение метаболического синдрома даже среди молодых людей связано с интенсивным развитием пищевой индустрии, доступностью и высокими вкусовыми качествами пищи и переизбытком. [Резник, 2018 ]. Мыши, получающие вместе с сбалансированным кормом продукты рациона современного человека с высоким содержанием жиров и углеводов (диета кафетерия), быстро набирают вес и демонстрируют нарушения обмена

веществ. Причем недавно было показано, что нарушения обмена веществ неодинаковы у самок и самцов мышей. В связи с этим возникло предположение, что выбор пищевых продуктов из предлагаемого животным рациона кафетерия может отличаться у самок и самцов [Федосеева, 2018].

Целью работы был анализ пищевых предпочтений самок и самцов лабораторных мышей линии ICR.

Задачи:

- Анализ современного состояния проблемы ожирения, углеводного и липидного обмена, влияния пищевого предпочтения на соматические показатели лабораторных мышей.
- Экспериментальное исследование пищевых предпочтений самок и самцов и их влияние на соматические показатели.

### Календарный план работы ученика

Сроки	Характеристика деятельности	Ожидаемые результаты
Сентябрь	Обсуждение и корректировка темы, формулировка гипотезы, постановка цели и задач	Выбрана тема, составлено резюме проекта
Октябрь	Определение основных этапов работы, изучение научно-популярной литературы по теме работы, работа с терминами; выбор методов исследования	Обсуждение литературы по теме проекта и составление плана эксперимента
Ноябрь- Декабрь- Февраль	Подготовка и проведение экспериментов: 1. Освоение методов, необходимых для проведения	Приобретение навыков экспериментальной работы, протоколирование данных, получение результатов



	эксперимента 2. Уход за экспериментальными животными 3. Определение вкусовых предпочтений лабораторных мышей и их влияния на соматические показатели.	
Март	Обсуждение полученных результатов учащимся по проекту с руководителем	Статистическая обработка результатов, подтверждение гипотезы
Апрель	Оформление полученных результатов	Формулировка выводов по работе; Подготовка презентации, материалов: иллюстраций и рисунков

### Рекомендуемая для учащегося литература:

1. Медведев Л.Н., Елсукова Е.И. Бурая жировая ткань человека // Успехи физиологических наук. 2002. Т. 33. С. 17-29.
2. Резник Н.Л., Большой плюс или жирный минус // Химия и жизнь. 2018 №1: сайт. URL: [https://elementy.ru/nauchnoporulyarnaya\\_biblioteka/433961/Khimiya\\_i\\_zhizn\\_1\\_2018](https://elementy.ru/nauchnoporulyarnaya_biblioteka/433961/Khimiya_i_zhizn_1_2018).
3. Федосеева А. Ученые установили, что лечение ожирения у женщин и мужчин будет отличаться: сайт. URL: <http://www.sib-science.info/ru/institutes/uchenye-vuyasnili-chto-lechenie-ozhireniya-u-muzhchin-05122018>

### Основные этапы эксперимента

- 1) Подготовка вивария на базе ФБГХ КГПУ им. В.П. Астафьева и создание всех необходимых условий для содержания лабораторных мышей
- 2) Освоение методики проведения лабораторного эксперимента
- 3) Оценка и сравнение самотометрических показателей лабораторных мышей
- 4) Подведение итогов и формирование конечных выводов

### **Инструкция**

- 1) Произвести замеры соматических показателей лабораторных мышей ( вес, длинна тела .)
- 2) Распределить самцов и самок лабораторных мышей по 6 особей в клетки со свободным доступом к воде и стандартному корму.
- 3) На 4 день эксперимента после трех дневной адаптации, переводим опытные группы лабораторных мышей на высококалорийную диету. К стандартному корму добавляем сало, печенье и шоколад. Контрольная группа питается только стандартным кормом.
- 4) Ежедневно взвешиваем количество съедаемых ингредиентов в каждой клетке ( не менее 20 дней).
- 5) Произвести повторные замеры соматических показателей лабораторных мышей ( вес, длинна тела .)
- 6) Произвести сравнительный анализ результатов.

## ВЫВОДЫ

1. В современном образовании четко прослеживается сильное повышение интереса к научно-исследовательской деятельности. В ученической среде оно успешно реализуется в формате научного общества учащихся. Перспективным направлением является прикрепление наиболее способных и заинтересованных наукой учащихся к студенческому научному коллективу при вузовских лабораториях.

2. На основе анализа совместной исследовательской деятельности школьников и студентов в лаборатории биохимии и физиологии энергообмена КГПУ им. В.П. Астафьева выделены 3 основных принципа организации совместного коллектива студентов и школьников: взаимовыгодного партнерства, трехстороннего контроля, методическое сопровождение работы школьника. Определены необходимые организационно-методические документы и участие студента в их составлении.

3. Для успешной адаптации школьника в научной лаборатории разработано методическое пособие «Советы и рекомендации начинающему экспериментатору», включающее описание экспериментальных животных и приемов работы с ними, принципов работы приборов и техники работы на них, основы протоколирования эксперимента и статистического анализа

полученных данных, правила подготовки и оформления научной публикации, представления научного доклада.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1) Ачекулова Л.И., Прохорчук Е.Н. Учебное проектирование по биологии в школе. Лабораторный практикум для студентов биологических специальностей педагогических вузов. – // Краснояр. гос. пед. Ун-т им В.П. Астафьева – Красноярск, 2007. 76 с.
- 2) Вединеева Н.А. Развитие научно-исследовательской деятельности учителя и учащегося в школьной практике // Оренбург, 2004. №3. С.6-7.
- 3) Выготский Л.С. Проблема обучения и творческого развития в школьном возрасте // Избран, психол. исследования. М., 1982. Т.1. С.24
- 4) Елсукова, Е.И. Новый тип термогенных адипоцитов: происхождение, свойства, функции // В мире научных открытий. 2016. №8. С.97-126.
- 5) Елсукова Е. И., Медведев Л. Н., Мизонова О. В. Физиологические особенности окологонадного жира, содержащего разобщающий белок UCP1, у мышей линии ICR // БЭБиМ. 2016. Т. 161, №3. С. 321-324.
- 6) Елсукова Е.И., Мизонова О.В., Медведев Л.Н. Влияние длительного ограничения питания в термонейтральных условиях на бурую жировую ткань // БЭБиМ. 2015. Т. 159, №5. С. 553-557.

- 7) Елсукова Е. И., Медведев Л. Н. Новый тип термогенных адипоцитов: происхождение, свойства, функции // В мире научных открытий. 2016. Т. 80. № 8. С. 97-127.
- 8) Елсукова Е.И. Двухуровневая организация термогенеза жировых тканей. Морфофункциональная гипотеза // ЖЭБФ. 2019. Т.55, №4 – в печати
- 9) Концепция развития исследовательской и инновационной деятельности в российских вузах // <http://cnp.miptic.ru/index.html> / Инновационный Центр МФТИ, Долгопрудный, 2009-2011 статья
- 10) Красноярская летняя школа.- Режим доступа: <https://klsh.ru/>
- 11) Леонтович. А.В. Учебно-исследовательская деятельность школьника как модель педагогической технологии// Народное образование. 1999. № 10.
- 12) Мазяркина Т.В., Первак С.В Исследовательская деятельность школьников// Современные наукоемкие технологии. 2011. №1. С.121.
- 13) Медведев Л.Н., Елсукова Е.И. Бурая жировая ткань. Молекулярно-клеточные основы регулируемого термогенеза. Красноярск: Изд-во Амальгама. 2002.528с.
- 14) Мизонова О. В., Елсукова Е. И., Медведев Л. Н. Энергообмен и биохимические особенности жировых тканей мышечной линии ICR в условиях продолжительного ограничения питания // БЭБиМ. 2013. Т. 155, №6. С. 706-709.
- 15) Научное общество учащихся. - Режим доступа : <https://chel-dpsh.ru/index.php/otkrytaya-entsiklopediya-dvortsa/item/1764-nauchnoe-obshchestvo-uchashchikhsya>
- 16) Новости Сибирской науки. - Режим доступа: <http://www.sib-science.info/ru/sbras/shkolniki-31052019>
- 17) Организация и содержание работы научного общества учащихся.-Режим

доступа :<https://urok.1sept.ru/%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D0%B8/556795/>

18) Савенков А.И. Исследовательское обучение и проектирование в современном образовании // Школьные технологии. 2004. №4. С. 83-84.

19) Савенков А.И. Содержание и организация исследовательского обучения школьников// Директор школы. 2003. № 3. С.1-10.

20) Ступницкая М.А. Проектная деятельность как средство повышения учебного мотива и развития информационных и коммуникативных навыков учащихся// Материалы городской научно-практической конференции "Комплексный подход к сохранению и укреплению здоровья школьников", М. 2004. С. 6-9.

21) Татарина Л. Как в режиме экспериментальной деятельности составить индивидуальный план исследования// Школьное планирование. М. 2005. С. 39-41.

22) Федеральный государственный образовательный стандарт. Основное общее образование. // <http://standart.edu.ru> / Сайт Министерства образования и науки РФ.

23) Федотова Т.С. Исследовательская работа школьников// Опыт развития исследовательской деятельности лицеистов. М. 2007. С. 102-107.

24) Хохлов А.Р. Об участии РАН в совершенствовании школьного образования в интересах формирования научного кадрового потенциала страны – Заседание президиума РАН от 26.02.2019 - <http://www.ras.ru/news/shownews.aspx?id=9cba43ac-1181-4dcf-992b-7de364d6c5df>

25) Якуненок А.В. Абдоминальная жировая ткань аутобредных лабораторных мышей при адаптации к разным температурным режимам // Перспективы развития фундаментальных наук (Сборник научных трудов XV Международной конференции молодых ученых, Томск, 24-27.04.2018). Т. 4. С. 185-187.

26)

27) Cinti, S. The adipose organ at a glance. // *Disease Models Mechanisms*. – 2012. - Vol. 5. - P. 588-594.

28) Elsukova, E.I. Physiological features of perigonadal adipose tissue containing uncoupling protein UCP1 in ICR mice. / E.I. Elsukova, L.N. Medvedev, O.V. Mizonova // *Bull. Exp. Bio. Med.* - 2016. - Vol. 161. - P. 347-350.

29) Federal Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education: 5-Year Strategic Plan (National Science and Technology Council, 2013).

30) Jastroch M., Oelkrug R., Keipert S. Insights into brown adipose tissue evolution and function from non-model organisms // *J. Exp. Biol.* 2018. V. 221. doi: 10.1242/jeb.169425.

31) Son'kin V., Akimov E., Andreev R., Kalenov Yu, Kozlov A., Yakushkin A. Brown adipose tissue in humans: presence and activity. // *Вестник МГУ*. 2014, №3. С. 135-145.

32) Hatch J. Better teachers are needed to improve science education. // *Nature*. 2018. Vol. 562. P. S2-S4. doi: 10.1038/d41586-018-06830-2

33) Keipert, S. Brite/beige fat and UCP1 – is it thermogenesis? /S. Keipert, M. Jastroch // *Biochim. Biophys. Acta.* - 2014. - Vol. 1837. - P. 1075-1082.

34) Kim S., Moustaid-Moussa N. Secretory, Endocrine and Autocrine/Paracrine Function of the Adipocyte // *J. Nutrition* 2000;130: 3110S-3115S

35) Lihn A., Pedersen S., Richelsen B. Adiponectin: action, regulation and association to insulin sensitivity // *Obes. Rev.* 2005;6: 13-22

36) Medvedev L. N., Elsukova E. I. Can thermogenic adipocytes protect from obesity // *J. Physiol. Biochem.* 2015. V. 71. P. 847-853.

37) Nedergaard, J. The browning of white adipose tissue: some burning issues. / J. Nedergaard, B. Cannon // *Cell Metab.* - 2014. - Vol. 20. - P. 396-407.

38) Oelkrug, R. Brown fat in a protoendothermic mammal fuels eutherian evolution. / R. Oelkrug, N. Goetze, C. Exner, Y. Lee, G.K. Ganjam, M. Kutschke, S. Muller, S. Stohr, M.H. Tscho, P.G. Crichton, G. Heldmaier, M. Jastroch, C. Meyer // *Nat. Commun.* - 2013. - Vol. 4. - doi: 10.1038/ncomms3140

39) Perrot-Sinal, T.S. Plasma testosterone levels are related to various aspects of locomotor activity in wild-caught male meadow voles (*Microtus pennsylvanicus*). / T.S. Perrot-Sinal, D. Innes, M. Kavaliers, K.P. Ossenkopp // *Physiol. Behav.* - 1998. - Vol. 64. - P. 31-36.

40) Rajala M., Scherer E. The Adipocyte - at the Crossroads of Energy Homeostasis, Inflammation. and Atherosclerosis // *Endocrinology* 2003; 144: 3765-3773.

Ravussin Y., Xiao C., Gavrilova O., Reitman M. Effect of intermittent cold exposure on brown fat activation, obesity, and energy homeostasis in mice // *Plos One*

41) Rosen, E.D., What we talk about when we talk about fat? / E.D. Rosen, B.M. Spiegelman B.M. // *Cell* – 2014 - Vol. 156. - P. 20-44.

42) Wang, J. Seasonal regulations of energetics, serum concentrations of leptin, and uncoupling protein content of brown adipose tissue in root voles (*Microtus oeconomus*) from the Qinghai-Tibetan plateau / J. Wang, Y. Zhang, D. Wang // *J. Comp. Physiol. B.* – 2006. – Vol. 6. – P.240-249.

43) Wickler S.J., Horwitz B.A., Flaim S.F. Thermogenic capacity and brown fat in rats exercise-trained by running // *Metabolism.* – 1998.- P.76-83.

44) Wu, J. Adaptive thermogenesis in adipocytes: is beige the new brown. / J. Wu, P. Cohen, B. M. Spiegelman // *Genes Dev.* - 2013. - Vol. 27. - P. 234-250.

45) Yu Y.-H., Ginsberg H. Adipocyte Signaling and Lipid Homeostasis: Sequelae of Insulin-Resistant Adipose Tissue // *Circ. Res.* 2005; 96: 1042-1052.



