

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Бурятский государственный университет  
имени Доржи Банзарова»

Автономная некоммерческая организация  
образовательного сотрудничества «Диалог-Центр»  
при поддержке  
Фонда президентских грантов РФ

# **ОРГАНИЗАЦИЯ ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ШКОЛЕ**

Методический сборник

Улан-Удэ  
Издательство Бурятского госуниверситета имени Доржи Банзарова  
2025

УДК 37.016:502 (075)  
ББК 74.262.0 я72  
О-641

Рекомендовано к печати  
редакционно-издательским советом  
Бурятского государственного университета  
Протокол № 8 от 12 декабря 2025 г.

Ответственный редактор  
**Е. М. Пыжикова**, кандидат биологических наук,  
директор Института естественных наук  
Бурятского государственного университета им. Д. Банзарова

Руководитель проекта «Я люблю науку»  
**О. В. Кургузова**

**Рецензенты**  
**С. А. Холбоева**, кандидат биологических наук, доцент кафедры ботаники,  
Бурятский государственный университет им. Д. Банзарова  
**Н. Д. Базарова**, учитель биологии МАОУ «СОШ № 63» г. Улан-Удэ

**О-641 Организация естественно-научной деятельности в школе:** методический сборник / ответственный редактор Е. М. Пыжикова. — Улан-Удэ: Издательство Бурятского государственного университета им. Д. Банзарова, 2025. — 112 с.  
ISBN 978-5-9793-2080-9

Сборник подготовлен в рамках проекта «Я люблю науку», реализуемого при содействии Фонда президентских грантов, с целью оказания методической поддержки учителей в организации естественно-научной деятельности в школе. Представлены примеры проектных и исследовательских работ, методика их проведения, особенности публичной защиты и т. п. Уделено внимание особенностям разработки проектов и оформления результатов учебно-исследовательских работ по биологии и химии на основе регионального компонента.

Предназначено для широкого круга специалистов в области естественно-научного образования: учителей школ, преподавателей педагогических вузов и колледжей, методистов, работников системы дополнительного образования и повышения квалификации учителей, студентов педагогических направлений.

**УДК 37.016:502 (075)**  
**ББК 74.262.0 я72**

© Бурятский госуниверситет  
им. Д. Банзарова, 2025  
ISBN 978-5-9793-2080-9  
© АНО ОС «Диалог-Центр», 2025

## ПРЕДИСЛОВИЕ

**Н**астоящий сборник подготовлен в рамках проекта «Я люблю науку» при поддержке Фонда президентских грантов с целью оказания методической помощи учителям в организации естественно-научной деятельности в школе. Потребность в помощи актуализировалась в ходе подготовки выездных биолого-химических школ в сельские районы Бурятии, а также многочисленных образовательных мероприятий Института естественных наук БГУ для учащихся и педагогов. Из-за недостатка исследовательских компетенций необходимо повышение качества естественно-научного образования, проведение мотивационной и профориентационной работы с учащимися.

Сборник предназначен для учителей естественно-научного профиля с целью повышения качества преподавания биологии, химии, географии в современной школе. Введение обновленного Федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС ООО) и федеральной образовательной программы основного общего образования (ФОП ООО) поставило перед учителями задачи формирования межпредметных связей, освоения универсальных учебных действий, ранней профориентации и практико-ориентированного обучения. Образовательные стандарты направлены на выявление и поддержку детей, проявляющих интерес к науке, склонных к исследованиям. Они в перспективе смогут пополнить ряды научных и инженерных кадров российской экономики.

Использование проектно-исследовательских методов в школьном обучении является одним из эффективных средств достижения результатов, установленных государственными образовательными стандартами, формирования устойчивой мотивации к изучению естественно-научных дисциплин, профориентации на научную деятельность или получения инженерного образования. Ключевая роль в данном процессе принадлежит учителю, который помогает ребенку сформировать научную картину мира, осознать важность фунда-

ментальных наук и процесса познания, создать основу для преобразования природы в целях решения личностно и социально значимых проблем в ходе учебных проектов и исследований.

При постепенно улучшающемся оснащении школ лабораторным оборудованием и реактивами, оптическими приборами, цифровыми мобильными лабораториями данные мониторинговых исследований все еще показывают невысокий уровень естественно-научной грамотности школьников. Поэтому призываем педагогов активнее проводить учебные исследования с применением эмпирических научных методов (наблюдение, измерение, эксперимент, моделирование, вычисление и др.). Если обучающимися будут усвоены основополагающие понятия, это станет основой для работы с научными фактами, формулировкой гипотез, законов, теорий и т. п.

Надеемся, что проект «Я люблю науку» поможет частично решить данную проблему. В представленных методических материалах учителям предложены возможные подходы к реализации отдельных требований ФГОС ООО, которым в традиционных методиках преподавания естественных дисциплин, на наш взгляд, не уделено еще достаточного внимания. Методический сборник поможет учителю организовать работу по освоению обучающимися фундаментальных естественно-научных понятий и универсальных умений познавательной деятельности.

## **Нормативно-правовые аспекты организации учебно-исследовательской деятельности школьников**

**Пержакова Анастасия Михайловна**

кандидат биологических наук,  
учитель биологии и химии высшей категории,  
МАОУ «СОШ № 22» г. Улан-Удэ

В феврале 2025 г. на заседании Совета при Президенте Российской Федерации по науке и образованию, посвященном острой проблеме обеспечения инженерными кадрами приоритетных направлений научно-технического развития страны, Владимир Путин акцентировал внимание на необходимости достижения Россией ощутимого конкурентного преимущества на мировой арене в ключевых технологических секторах [1]. Для достижения данной цели требуются высококвалифицированные научные, инженерные и рабочие кадры. Их подготовка требует системного подхода и согласованной работы всех уровней образовательной системы.

Президент указал на необходимость повышения уровня преподавания естественно-научных дисциплин по всей стране. Для этого нужно совершенствовать программы обучения, повышать квалификацию педагогических кадров, проводить модернизацию материально-технической базы учебных заведений и создавать стимулирующие среды для молодых талантов. Только обновленная система сможет обеспечить подготовку будущих работников высокотехнологических предприятий и разработчиков новых технологий, грамотных потребителей, экологически мыслящих и действующих граждан, заботящихся о нашей планете.

Школа — ключевое звено в цепочке передачи фундаментальных знаний и компетенций в области естественных наук. Одним из самых эффективных способов формирования естественно-научной грамотности школьников является их активное участие в учебно-исследовательской деятельности (далее — УИД). Она позволяет перевести знания из пассивной формы в активную, изучить научные методы, сформировать важнейшие исследовательские навыки, приобрести компетенции. Наконец, УИД стимулирует креативность и инновационное мышление.

Для организации УИД в школе необходимы: нормативно-правовая основа, кадровое обеспечение, крепкая материально-техническая база (оснащенные помещения, оборудование и доступ к информационным ресурсам — базам данных, специализированным программным продуктам, а также возможности для обмена информацией и сотрудничества с другими исследователями).

В Российской Федерации нормативно-правовая основа организации и проведения учебно-исследовательских работ школьников определяется целым рядом важных документов. В первую очередь, это федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации». Так в статье 5 п. 5 говорится: «В целях реализации права каждого человека на образование ... оказывается содействие лицам, которые проявили выдающиеся способности и к которым в соответствии с настоящим Федеральным законом относятся обучающиеся, показавшие высокий уровень интеллектуального развития и творческих способностей в определенной сфере учебной и научно-исследовательской деятельности...».

Реализация положений Федерального закона на практике осуществляется через федеральные государственные образовательные стандарты (ФГОС) начального, основного и общего образования, утвержденные приказами Минпросвещения России 31.05.2021 г. № 286 и 287 соответственно. Стандарт начального общего образования предписывает школам создавать условия для работы с одаренными детьми, организации интеллектуальных и творческих соревнований, научно-технического творчества и проектно-исследовательской деятельности; выполнения индивидуальных и групповых проектных работ, включая задания межпредметного характера, в том числе с участием в совместной деятельности. ФГОС ООО раскрывает базовые исследовательские действия, которыми должен овладеть учащийся для достижения метапредметных результатов: работу с вопросами как инструментом познания, гипотезой, планирование исследования, оценку достоверности полученной информации, работу с выводами и т. д.

Наконец, ФГОС СОО, утвержденный приказом Минобрнауки России от 17.05.2012 г. № 413 (в ред. Приказа № 732 от 12.08.2022 г.), ориентирован на подготовку к высшему образованию и предполагает высокий уровень самостоятельности в научно-исследовательской деятельности, умение работать с научной лите-

ратурой, формулировать гипотезы, планировать исследования и обобщать результаты.

В дополнение к этим федеральным стандартам существуют примерные основные образовательные программы (ПООП), которые представляют собой более детальные рекомендации по организации образовательного процесса. Они более гибкие и позволяют учитывать специфику конкретных образовательных учреждений и более глубоко и эффективно интегрировать научно-исследовательскую деятельность в образовательный процесс. Таким образом, совокупность всех этих нормативных документов создает полную и системную правовую основу для организации и проведения научно-исследовательской деятельности школьников.

Для корректного использования терминов и понятий при организации УИД в образовательных организациях следует пояснить некоторые из них.

Александр Владимирович Леонтович, кандидат психологических наук, долгие годы развивающий исследовательскую работу в школьной среде, дает следующие определения: *«Проектная деятельность обучающихся — совместная учебно-познавательная, творческая или игровая деятельность обучающихся, имеющая общую цель, согласованные методы, способы деятельности, направленная на достижение общего результата деятельности»*. *«Исследовательская деятельность обучающихся — деятельность, связанная с решением творческой, исследовательской задачи с заранее неизвестным решением и предполагающая наличие основных этапов, характерных для исследования в научной сфере»* [2]. Ключевое различие между ними заключается в том, что проектная — направлена на создание конкретного продукта или услуги, а исследовательская — на получение новых знаний и понимание явлений, процессов или объектов. В отличие от проекта, успех исследования не измеряется наличием конкретного, заранее определенного продукта, а оценивается значимостью полученных результатов, их новизной, вкладом в науку или практическим применением. Таким образом, по убеждению автора определений, неопределенность конечного результата — это фундаментальное отличие исследовательской деятельности от проектной.

Следует также отличать учебно-исследовательскую деятельность от научного исследования. Учебно-исследовательская работа направлена на то, чтобы школьники самостоятельно открывали для

себя новые знания, даже если эти знания уже известны науке. Главное — процесс познания и приобретения навыков исследования. Научное исследование, напротив, обязательно должно принести действительно новые знания, ранее неизвестные научному сообществу. Отсюда, по мнению А. В. Леонтовича, требование научной новизны неприменимо к оценке учебно-исследовательских работ школьников, а их ценность определяется уровнем самостоятельности, глубиной анализа, использованием исследовательских методов и приобретенным опытом исследовательской работы.

Выполнение проектной и учебно-исследовательской работы может пополнить портфолио ученика, если результаты представлены на мероприятиях. Ниже в помощь учителю и юным исследователям приведен перечень таковых по естественно-научному направлению, проводимых в Бурятии: республиканская научно-практическая конференция «Шаг в будущее», региональный турнир Всероссийского конкурса достижения талантов молодежи «Национальное достояние России», региональная конференция Всероссийского конкурса юношеских исследовательских работ им. В. И. Вернадского, республиканский этап Российского национального водного конкурса, финальный отборочный этап регионального трека Всероссийского конкурса научно-технических проектов «Большие вызовы», конференция учебно-исследовательских работ «Земля — наш общий дом», региональный этап Всероссийского конкурса «Моя малая родина: природа, культура, этнос», республиканский конкурс юных исследователей окружающей среды «Открытия-2030», проектная конференция для школьников ««Экологическое мировоззрение и здоровый образ жизни детей и молодежи в XXI веке» и др. Дипломы победителей и призеров, сертификаты участников — это также документы, входящие в правовое регулирование УИД.

Для успешной организации учебно-исследовательской деятельности школьников необходимо учитывать и практические условия, в которых эта деятельность будет осуществляться. Во избежание перегрузок, УИД школьника должна быть интегрирована в учебные планы и программы, индивидуальную образовательную траекторию. Учителям должно выделяться рабочее время на повышение квалификации и оказываться методическая помощь. В образовательных организациях локальными актами могут создаваться общественные объединения обучающихся в форме научных кружков, обществ и т. п. Школе следует заключать договоры о сотрудничестве



ве с учреждениями профессионального образования и науки. Только в комплексе данные правовые условия помогут школе организовать проектную и учебно-исследовательскую деятельность школьников на высоком уровне и достичь результатов, установленных федеральными образовательными стандартами.

### **Информационные ресурсы**

URL: <http://www.kremlin.ru/events/president/news/76222>

Леонтович А. В. Об основных понятиях концепции развития исследовательской и проектной деятельности учащихся // Исследовательская работа школьников. 2013. № 4.

## **Создание, форма и правовое регулирование деятельности научного объединения школьников при вузе**

**Кургузова Ольга Владимировна**  
директор АНО ОС «Диалог-Центр,  
руководитель проекта «Я люблю науку»  
в 2025/26 учеб. г.

В современных реалиях учреждения среднего и высшего профессионального образования поставлены в условия жесткой конкуренции за абитуриентов. Выпускники школ мечтают о высокооплачиваемых специальностях, родители — о стабильности и перспективах, вузы — о наполнении аудиторий новыми студентами и увеличении фонда оплаты труда и развитии материальной базы, государство — о пополнении отдельных отраслей высококвалифицированными рабочими кадрами и специалистами. На деле будущие студенты часто спонтанно принимают решение после школы о том, куда поступать, увидев яркое объявление, заманчивое предложение о бесплатном проезде и т. п. Вместе с этим распределение контрольных цифр приема, количество бюджетных мест на различные специальности неравномерно, требует обоснования, а затем и выполнения. И все это должно соответствовать стратегическим целям вуза и государственной образовательной и экономической политике.

Одним из способов решения столь многообразного количества задач может стать общественное объединение школьников при учреждении высшего или среднего профессионального образования. Для целей настоящей статьи возьмем только вузы, как организации занимающиеся и подготовкой кадров, и научной деятельностью. Одной из форм общественного объединения может быть научное общество школьников (НОШ). Такая форма, с одной стороны, позволяет привлечь внимание потенциальных абитуриентов, установить с ними тесные взаимосвязи в процессе проведения мероприятий, оказать помощь в учебных исследованиях, выявить и продвигать высокомотивированных школьников с задатками исследователей на различных уровнях, помогать им делать первые шаги в науке. С другой стороны, форма НОШ достаточно гибкая и не возлагает на школьников, их семьи или на учителей, а также на сам вуз

особых обязательств, требующих бюджетов. Есть общий интерес и цели — есть активность, взаимодействие и взаимопомощь. Более того, научное общество может стать отличной площадкой для социализации «ботаников», которые часто интровертированы, погружены в себя и свои занятия, мало общаются со сверстниками.

Создавая НОШ при вузе, следует руководствоваться следующими основными правовыми актами: Федеральным законом «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ, Федеральным законом «Об общественных объединениях» от 19.05.1995 г. № 82-ФЗ, Уставом вуза и Положением о НОШ. Ввиду того, что деятельность НОШ связана также с обработкой персональных данных, необходимо уделять особое внимание выполнению требований Федерального закона от 27.07.2006 г. № 152-ФЗ «О персональных данных».

В рамках проекта «Я люблю науку», реализуемого в 2025/26 уч. г. при поддержке Фонда президентских грантов, мы разработали и представляем вниманию читателя положение о НОШ. Научное общество создается при Институте естественных наук ФГБОУ ВО «Бурятский государственный университет имени Доржи Банзарова». В данной статье он представлен как модельный и может дорабатываться с учетом потребностей любого высшего учебного заведения. В ИЕН БГУ она также будет проходить период апробации, так как форма НОШ является в какой-то степени новой, хотя и при богатом опыте вуза по организации профориентационной работы со школьниками. Акцент будет сделан на систематизацию взаимодействия, привлечение ребят в стены вуза не только на краткосрочные мероприятия и рекламные акции, но и для проведения учебных исследований, на социализацию будущих ученых и укрепление связей с ними на профильных кафедрах института.

## ПОЛОЖЕНИЕ

о научном обществе школьников Института естественных наук  
ФГБОУ ВО «Бурятский государственный университет  
имени Доржи Банзарова»

### 1. Общие положения

1.1. Научное общество школьников (далее — НОШ) — добровольное общественное объединение учащихся школ Республики Бурятия, выразивших интерес к углубленному изучению и намерение осуществлять учебные исследования и проекты в области естественно-научных дисциплин.

лин (далее — участники НОШ).

1.2. НОШ создается по инициативе Института естественных наук ФГБОУ ВО «Бурятский государственный университет имени Доржи Банзарова» (далее — ИЕН БГУ) с целью поддержки и ранней научной профориентации участников НОШ со стороны преподавателей, студентов и аспирантов ИЕН БГУ без регистрации юридического лица.

1.3. В своей деятельности НОШ руководствуется федеральными законами: «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ, «Об общественных объединениях» от 19.05.1995 г. № 82-ФЗ, Уставом ФГБОУ ВО БГУ и настоящим Положением. Положение утверждается Ученым советом Института естественных наук.

## **2. Цель и задачи**

2.1. Целью НОШ является создание условий для развития, самореализации и профессионального самоопределения участников НОШ.

2.2. Основные задачи НОШ:

- привлечение внимания школьников к естественно-научной сфере, передовым достижениям российской науки и техники, отечественным ученым, современным направлениям научных исследований, профильным мероприятиям;

- выявление и поддержка учащихся, выразивших интерес к углубленному изучению естественно-научных дисциплин;

- выявление, поддержка и продвижение одаренных детей, делающих первые шаги в научной сфере;

- консультационная и методическая поддержка учащихся и педагогов, осуществляющих учебные исследования и проекты в области естественно-научных дисциплин;

- приглашение участников НОШ на естественно-научные образовательные мероприятия на базе ИЕН БГУ;

- содействие развитию волонтерского движения и социализации школьников в естественно-научном направлении.

## **3. Структура управления**

3.1. Основными структурными подразделениями НОШ являются 5 предметных секций: биологии, химии, наук о Земле (географии, геологии, экологии);

3.2. Руководство НОШ осуществляет Общее собрание членов НОШ и Совет НОШ.

3.3. Общее собрание членов НОШ инициируется ИЕН БГУ один раз в два года, проводится в режиме онлайн. Общее собрание выбирает членов Совета НОШ из числа заявленных кандидатов, утверждает отчет о деятельности Совета НОШ за 2 года.

3.4. Совет НОШ состоит из 13 (тринадцати) членов, в который входят:

– обучающиеся 8–11-х классов, участники НОШ, удостоенные за последние три учебных года побед и (или) призовых мест за проектные или учебные исследовательские работы на конкурсах или олимпиадах, иных образовательных мероприятиях естественно-научного направления не ниже регионального уровня (далее — победители и призеры), являющиеся руководителями предметных секций в количестве 5 (пяти) человек;

– директор и преподаватели ИЕН БГУ в количестве 3 (трех) человек;

– школьные учителя, подготовившие победителей и призеров, в количестве 2 (двух) человек;

– студенты и (или) аспиранты ИЕН БГУ в количестве 2 (двух) человек;

– представитель родительской общественности в лице одного из родителей участника НОШ.

3.5. Кандидаты в члены Совета НОШ могут выдвигаться путем рекомендации от школы, учителей, органов государственно-общественного управления, а также путем самовыдвижения. Подписанные заявления направляются в отсканированном виде на адрес электронной почты ИЕН БГУ [ien@bsu.ru](mailto:ien@bsu.ru) вместе с согласием на обработку персональных данных. Выборы в состав Совета проводятся один раз в два года в первом полугодии на общем собрании участников НОШ либо по инициативе председателя Совета НОШ в связи с выбытием кого-либо члена Совета НОШ. В последнем случае новый член Совета НОШ выбирается из числа ранее заявленных кандидатов простым большинством голосов присутствующих на заседании членов Совета НОШ.

3.6. Состав Совета НОШ утверждается распоряжением директора ИЕН БГУ.

3.7. Оперативное руководство и координацию работы НОШ осуществляет председатель Совета НОШ, избранный на первом заседании Совета НОШ простым большинством голосов.

3.8. Координирует взаимодействие НОШ и ИЕН БГУ председатель студенческого научного общества ИЕН БГУ.

## **4. Содержание и формы работы**

4.1. Основными направлениями деятельности НОШ в естественно-научной сфере являются:

– информирование школьников о передовых достижениях российской науки и техники, исследователях и ученых, образовательных мероприятиях для школьников через общедоступные средства связи и ресурсы — школьные сайты, социальные сети, мессенджеры и т. п. (далее — информационные площадки);

– публикация информации о проведенных школьных и районных мероприятиях, особых достижениях участников НОШ;

– создание и публикация научных статей в печатных и интернет-

изданиях ИЕН БГУ;

- проведение социологических исследований (для профориентации, исследования качества естественно-научного образования, мнений участников образовательного процесса, решения задач учебных исследовательских проектов и т. д.);

- поддержка и проведение межшкольных учебных исследований и проектов;

- привлечение учащихся к участию в НОШ, углубленному изучению естественно-научных дисциплин;

- организация консультаций с преподавателями ИЕН БГУ по трудным темам, учебным исследованиям, проектам, проблемным вопросам, подготовке к ГИА по естественно-научным дисциплинам;

- приглашение школьников и учителей в качестве волонтеров в социальные проекты естественно-научной и экологической направленности;

- осуществление методической поддержки деятельности школьных учителей в части повышения качества преподавания естественно-научных дисциплин, развития научного творчества учащихся со стороны преподавательского состава ИЕН БГУ.

4.2. Основными формами деятельности НОШ являются:

- публикации на информационных площадках и в научных изданиях ИЕН БГУ;

- участие в образовательных мероприятиях и социальных проектах ИЕН БГУ;

- проведение учебных исследований;

- индивидуальные и групповые консультации с преподавателями ИЕН БГУ;

- общее собрание участников НОШ и заседания Совета НОШ;

- ведение делопроизводства и обработка персональных данных участников НОШ;

- участие в приемных кампаниях для абитуриентов ИЕН БГУ;

- ежегодный отчет председателя Совета НОШ на общем собрании НОШ.

4.3. Делопроизводство НОШ включает: учет участников НОШ, сбор согласий на обработку персональных данных участников НОШ, учет результатов выборов членов Совета НОШ, протоколирование решений Совета НОШ, информирование участников НОШ о планах и результатах деятельности НОШ. Ответственным за делопроизводство НОШ является председатель НОШ.

4.4. Обработка персональных данных НОШ ведется в соответствии с локальными актами ФГБОУ ВО БГУ. Ответственным за сбор согласий и передачу персональных данных участников НОШ в БГУ для последующей обработки является председатель научного общества студентов ИЕН БГУ.

## **5. Права и обязанности участников НОШ**

5.1. Участник НОШ вправе бесплатно по предварительной договоренности и с согласия родителей (законных представителей):

- самостоятельно углублять свои знания, формировать навыки и умения, приобретать компетенции по естественно-научным предметам;
- индивидуально получать информацию о мероприятиях НОШ и ИЕН БГУ;
- участвовать в образовательных и социальных мероприятиях ИЕН БГУ, в том числе:
  - посещать открытые занятия (лекции, семинары) в ИЕН БГУ;
  - получать индивидуальные консультации и участвовать в групповых консультациях по проектной и (или) исследовательской деятельности, вопросам ГИА с преподавателями ИЕН БГУ;
  - осуществлять частично проектные и (или) исследовательские работы с применением оборудования ИЕН БГУ;
  - публиковать научные статьи по итогам своей проектной и (или) исследовательской деятельности в изданиях БГУ;
  - получать характеристики и рекомендации от ИЕН БГУ;
  - участвовать в управлении НОШ;
  - добровольно выйти из состава НОШ.

5.2. Участники НОШ обязаны:

- соблюдать законодательство Российской Федерации, Устав БГУ и настоящее положение НОШ, этические нормы;
- поддерживать других участников НОШ в проведении межшкольных проектов и учебных исследований;
- по мере возможности максимально участвовать в образовательных и социальных мероприятиях ИЕН БГУ.

5.3. ИЕН БГУ вправе:

- ежегодно выявлять и поощрять наиболее активных и продуктивных участников НОШ;
- ежегодно проводить образовательные мероприятия для участников НОШ (видеолекции, встречи с учеными, учебные экскурсии и др.);
- включать в научные сборники лучшие статьи участников НОШ.

5.4. ИЕН БГУ обязан:

- поддерживать активную работу НОШ посредством деятельного участия студентов, аспирантов и преподавателей ИЕН БГУ в мероприятиях НОШ;
- давать характеристики и рекомендации участникам НОШ;
- осуществлять обработку персональных данных участников НОШ в соответствии с законодательством Российской Федерации и локальными актами ФГБОУ ВО БГУ;

– оказывать содействие участникам НОШ в поступлении на направления подготовки ИЕН БГУ.

## **6. Заключительные положения**

6.1. Изменения и дополнения в Положение о научном обществе школьников при ИЕН БГУ вносятся по предложению членов Совета НОШ и утверждаются на заседании Совета.

6.2. Реорганизация и ликвидация НОШ производится по решению Совета НОШ.



## **Методическое руководство к проектно-исследовательской работе**

**Доржиева Оюна Дымбрыловна**

методист Дома научной коллаборации  
имени М. П. Хабаева БГУ им. Д. Банзарова

Многолетний опыт сопровождения учебной исследовательской деятельности (УИД) школьников позволяет говорить о важности «начала» и «конца» работы над исследованием. Какой фундамент заложен на старте, так легко или сложно будет производиться работа, либо появится риск зайти в тупик. Окончание процесса важно не только для внешней оценки результатов, но и для внутренней мотивации продолжать исследовательскую деятельность вообще. Поэтому в данной статье мы обратим внимание на ключевые элементы УИД на этапе начала и окончания проекта, дадим определения и рекомендации научным руководителям детских проектов [6].

В сопровождении УИД выделяют 5 основных этапов: I. Определение с кругом исследователей (кто будет делать работу). II. Подготовка к проведению исследования. III. Проведение исследования. IV. Оформление работы. V. Защита результатов исследовательской работы [2, 4, 5, 6]. Рассмотрим более подробно элементы первого и заключительного этапов.

*На первом этапе важно* определить объектную область, объект(ы) и предмет исследования [1, 2, 4]. *Объектная область исследования* — это сфера науки и практики, в которой находится объект исследования. В школьной практике она может соответствовать той или иной учебной дисциплине, например математике, биологии, географии, физике и т. д.

Объект исследования — это определенный процесс или явление, порождающее проблемную ситуацию. Объект — это своеобразный «носитель проблемы», то, на что направлена исследовательская деятельность. С понятием объекта тесно связано понятие «предмет исследования». Это конкретная часть объекта, внутри которой ведется поиск. Предметом исследования могут быть явления в целом, отдельные их стороны, аспекты и отношения между отдельными сторонами и целым (совокупностью элементов, связей, отношений в конкретной области объекта). Именно предмет исследования оп-

ределяет тему работы. Объектом выступает то, что исследуется, а предметом — то, что в этом объекте получает научное объяснение.

Выбор и формулировка темы, определение актуальности. Выбор темы для многих является трудным этапом. По неопытности часто выбирают слишком масштабные или сложные темы, которыми в научном мире занимаются целые институты. Во избежание проблем при выборе темы рекомендуется учитывать:

- образовательные интересы и кругозор ученика, его траекторию вплоть до получения профессионального образования;
- обоюдную мотивацию ученика и педагога;
- реалистичность выполнения работы в сроки и при имеющихся условиях: должны быть доступны оборудование и литература;
- лаконичность и актуальность формулировки.

Например, тема исследования «Особенности мхов и лишайников городской лесопарковой зоны» сформулирована по всем критериям грамотно. В названии работы есть проблемная ситуация, что показывает актуальность работы. Но обратите внимание, что в названии работы нет географической или административной привязки к населенному пункту, что рождает дополнительный вопрос, т. к. условия лесопарковых зон в экосистеме разных городов различны.

Раскрывая актуальность темы, можно отметить наличие проблемы в выбранной области, которая не позволяет решать новые задачи. Работа может описывать новые явления либо объяснять ранее неизвестные факты, выявлять несовершенство прежних способов объяснения, признанных фактов, эмпирических закономерностей и т. п. Обращаясь к той или иной проблеме, исследователю нужно четко представлять, на какие вопросы он может дать ответ, какие результаты работы получит. Для этого необходимо изучить научную литературу по данной теме. Объем текста об актуальности темы не должен превышать 0,5–1 страницы. Излагать необходимо ясно, четко, без лишней «воды». В таблице 1 показаны типичные ошибки в названиях тем исследовательских работ.

Таблица 1

Примеры ошибок в названии тем работ [2, 4]

| Название темы                                                                | Ошибки               |
|------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Культура индейцев майя.<br>Зачем нужна археология?<br>Слово о полку Игореве. | Очень общее название |

|                                                                                                                                                                               |                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| Шариковая ручка: вчера, сегодня, завтра.<br>Типичные ошибки в подготовке презентации.<br>Дорожные знаки в России и Европе.<br>Витамины.                                       | Нет<br>проблематики                                                  |
| Из далека долго течет река Волга.<br>От улыбки станет всем теплей.<br>Давайте говорить друг другу комплименты.<br>Кот Леопольд в современном мире.<br>Ветер, ветер, ты могуч. | Метафорические<br>названия                                           |
| Исторические события в произведениях искусства.<br>Влияние экологии на здоровье человека.<br>Влияние британской культуры на российское общество.                              | Глобальные<br>проблемы                                               |
| Алгоритмы в быту.<br>Типичные ошибки в речи дикторов.<br>Как работает электрический ток.<br>Зачем выключать мобильный телефон в самолете.                                     | Ориентирован-<br>ность на описа-<br>ние, нет научной<br>составляющей |

На начальном этапе формулировка темы работы носит не окончательный, а предварительный характер. Конкретные шаги по формулированию темы представлены в таблице 2.

Таблица 2

Конструктор формулировок тем научной работы [2, 4]

| Направленность                                                                              | Объект исследования | Предмет исследования                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------------------------------|
| Разработка                                                                                  | модели...           | для (чего?)...                              |
| Улучшение                                                                                   | способа...          | от (чего?)...                               |
| Изучение                                                                                    | практики...         | для (чего?)...                              |
| Обоснование                                                                                 | проектирования...   | за счет (чего?)...                          |
| Совершенствование                                                                           | способа...          | с учетом (чего?)                            |
| Исследование зависимости                                                                    |                     | в условиях                                  |
| Влияние фитонцидов лука и чеснока на рост и развитие плесневых грибов.                      |                     | Отражение направленности объекта и предмета |
| Изучение частоты морфологической мутации у мух дрозофилы под влиянием химических мутагенов. |                     |                                             |

В настоящее время выделяют следующие типы исследований: экспериментальный, методический, описательный, экспериментально-аналитический, историко-биографический, смешанный [2, 4].

Изучение научной литературы и уточнение темы. На данном этапе существенна роль педагога, руководителя. Необходимо научиться свободно оперировать различными приемами работы с текстом, с литературой: как правильно цитировать, делать ссылки, проводить выборочное и изучающее чтение и т. д. Ознакомительное (выборочное) чтение поможет в поиске ответов на определенные вопросы по нескольким источникам, для сравнения и сопоставления найденной информации, выработке своей собственной точки зрения. Изучающее чтение позволяет исследователю внимательно читать текст, обдумывать и сопоставлять полученную информацию. Такое изучение литературы формирует умение критически воспринимать информацию [1, 3]. Хотелось бы дать совет: не пытайтесь включить в текст весь найденный материал, не стремитесь к полному заимствованию, проанализируйте и сделайте отклик на работу, ссылаясь на автора [3, 5].

Формулирование гипотезы (при необходимости). *Гипотеза* — основание, предположение, т. е. предположительное знание, еще не доказанное логически и не подтвержденное опытом, требующее обоснования, указывающее на путь исследовательского поиска. Гипотеза должна быть логически непротиворечивой и проверяемой.

Для формулировок можно использовать выражения: «Если..., то....», «Так как ..., то...», «Можно предположить, что ...», «При условии, ...», «Гипотезу составляют следующие предположения...» [2, 4].

Формулирование цели и задач исследования. *Цель исследования* — это конечный результат, его идеальное видение, которое направляет деятельность человека. Приведем примеры: Ц. — определение характеристики явлений, не изученных ранее; Ц. — выявление взаимосвязи неких явлений; Ц. — изучение развития явлений; Ц. — описание нового явления; Ц. — обобщение; Ц. — выявление общих закономерностей; Ц. — создание классификаций [2, 4].

*Задачи исследования* — это выбор путей и средств для достижения цели с выдвинутой гипотезой. Задачи необходимо формулировать в виде утверждения того, что необходимо сделать, чтоб цель была достигнута. Количество задач определяется глубиной исследования. При формулировке задач рекомендуем использовать следующие слова: изучить, разработать, выявить, установить, обосновать, определить, проверить, доказать и т. п. Задачи исследова-

ния — это пошаговый алгоритм достижения цели от простого к сложному, от известного к неизвестному (табл. 3) [2, 4].

Таблица 3

### Способы формулировки задач от типа задач

| Типы задач                                                    | Задаваемый вопрос |
|---------------------------------------------------------------|-------------------|
| Задачи на выявление количества.                               | Сколько?          |
| Количественные задачи на выявление связей.                    | Какова связь?     |
| Качественные задачи на установление зависимости.              | Есть ли?          |
| Функциональные задачи на объяснение.                          | Для чего? Зачем?  |
| Функциональные задачи на установление механизмов зависимости. | Как?              |
| Задачи на выявление причин явлений.                           | Почему?           |

Выбор методов исследования. *Метод* — это способ достижения цели исследования. Различают общие и специальные методы исследования. Общие методы используются в самых различных по предмету науках — от литературы до химии и математики. Специальные методы — в определенных областях.

Среди широко распространенных научных методов выделяют: абстрагирование, моделирование, анализ, синтез, сравнение, измерение, корреляция, статистико-социологический, экспертной оценки, наблюдение, эксперимент.

*Метод наблюдения* — целенаправленное восприятие какого-либо явления, где исследователь получает конкретный фактический материал. Объект находится в естественных условиях и не подвергается воздействию со стороны. Наблюдения должны быть планомерными, целенаправленными, активными, систематичными. Выделяют этапы наблюдения (табл. 5) [2, 4].

Таблица 5

### Этапы наблюдения

| Этап                                            | Задаваемый вопрос                           |
|-------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Определение цели и задач                        | Для чего, с какой целью ведется наблюдение? |
| Выбор объекта, предмета и ситуации              | Что наблюдать?                              |
| Выбор способа наблюдения, сбор информации       | Как, каким образом?                         |
| Выбор способов регистрации наблюдаемого         | Как вести записи?                           |
| Обработка и интерпретация полученной информации | Каков результат?                            |

*Метод эксперимента* — это активное и целенаправленное вмешательство в протекание процесса, изменение объекта или его воспроизведение в специальных условиях (лабораторных).

Различают следующие типы экспериментов:

1. Качественный (наличие или отсутствие гипотезы или теории явления).
2. Количественный (выявляет количественную определенность какого-либо свойства изучаемого явления).
3. Мысленный эксперимент — система мысленных процедур, проводимых над идеализированными объектами.

Можно еще отметить словесные методы: опрос, беседа, интервьюирование, анкетирование и т. п., а также математические методы: статистические, методы и модели теории графиков и сетевого моделирования, методы и модели динамического программирования, методы и модели массового обслуживания, метод визуализации данных (функции и графики).

Завершать исследовательскую работу нужно не менее тщательно, чем начинать ее выполнение. Исследователь должен сделать выводы и заключение, подтвердить или опровергнуть гипотезу, если она была, составить список литературы, подготовиться к презентации результатов работы на мероприятии.

**Выводы** — это утверждение в краткой форме, содержащее итоги исследования, это краткие ответы на поставленные задачи. Обратите внимание на типичную ошибку, когда заключение дословно повторяет выводы. Выводы формируются по результатам исследования, и предлагается конкретная рекомендация. Заключение — это обобщение выводов.

В списке литературы должны быть указаны все источники: книги, журналы, статьи, электронные ресурсы, карты и т. п. На рисунке 1 показаны примеры оформления списка.

Работа может иметь приложения и примечания. *Приложение* — это необязательная часть текста научного исследования, размещенное сразу после списка литературы. Обычно в приложение выносят большие таблицы, карты, рисунки, иллюстрации и графики, которые не входят в общий объем страниц указанный в требованиях к научному мероприятию. Каждое приложение оформляется на отдельном листе и должно иметь заголовок со сквозной нумерацией. *Примечания* содержат разъяснения, уточнения, дополнения, размещенные внутри текста различным образом: в круглых скобках; под-

строчно (сноска); после параграфов или глав. Это могут быть: определения терминов и устаревшие слова; справочная информация о лицах, событиях, произведениях; перевод иностранных слов и предложений; пояснения к основному тексту.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. → Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. М.: МГУ. 1961.
2. → Берлов Э. Я. Жуки-некрофаги Иркутской области // Фауна и экология насекомых Восточной Сибири и Дальнего Востока. - Иркутск, 1987.
3. → Бигон М., Харпер Дж., Таунсенд К. Экология. Особи, популяции и сообщества. В 2-х т. Т. 1. Пер. с англ. — М.: Мир, 1989. — 667 с. [Электронный ресурс]. - режим доступа: URL.: <https://batrachos.com> (дата обращения 04.03.2022).
4. → Виноградова Е.Б. Мясная муха (*Calliphora vicina*) - модельный объект физиологических и экологических исследований. — Л.: «Наука» 1984. — с. 271.
5. → Географическое положение города Улан-Удэ [Электронный ресурс]. - режим доступа: URL.: <http://uu-letopis17> (дата обращения 04.03.2022).
6. → Жизнь насекомых: Рассказы энтомолога. / Жан-Анри Фабр. Сокращ. пер. с фр. и обраб. Н.Н. Плавильщикова. - М.: Армада-пресс, 2001. — 412 с. [Электронный ресурс]. - режим доступа: URL.: <https://search.rsl.ru> (дата обращения 04.03.2022).
7. → Крыжановский О. Л. Сем. *Silphidae* — Мертвоеды // Насекомые и клещи-вредители сельскохозяйственных культур. Л. 1974. Т. 2. С. 15-16

Рис. 1. Оформление списка литературы

Когда все готово, работа выносится на публичную защиту. Докладчик излагает содержание своими словами (а не зачитывает текст на слайде), периодически обращаясь к изображению. Доклад сопровождается компьютерной презентацией, при ее подготовке рекомендуется придерживаться следующих правил: объем 8–15 слайдов, формат .ppt/pptx, время показа / выступления 5–7 минут; текст обычно напечатан прямым шрифтом, соотношение текстовой, графической, табличной и фото информации сравнимо друг с другом; минимум анимации, фрагментов видео и т. п.

### **Примерный состав слайдов презентации:**

Название доклада, ФИО автора, ФИО руководителя, название организации (возможные варианты построения: текст, фото автора, фото организации, фото объекта исследования).

Цели и задачи работы (возможные варианты построения: текст, рисунок объекта исследования).

Блок-схема выполнения работы (возможные варианты построения: гипотеза — методика — эксперимент — массив данных — обработка — анализ — выводы).

Демонстрация хода исследований. Фото автора или коллектива, выполняющего работу. Карта или схема местности.

Демонстрация объектов исследований (фото образцов, информантов и т. д.) с подписью.

Таблица, график, диаграмма полученных данных (или массив данных в иной форме).

Выводы (текст из 3–5 пунктов, зависит от количества поставленных задач).

Благодарности руководителю и помощникам (возможные варианты построения: текст, рисунок, фото).

Докладчик может иметь раздаточный материал в форме буклета. Назначение буклета — дать лаконичную информацию о работе для того, чтобы эксперт «переосмыслил» доклад автора, вернулся к не разрешенным для себя вопросам, запомнил работу. Буклет выполняется на листе А4 как «раскладушка» с цветной или черно-белой печатью с двух сторон. Буклет воспроизводит основные разделы стенда. Часто лучший буклет выявляется в рамках отдельной номинации.

Доклад может быть проиллюстрирован ботаническими, зоологическими или геологическими коллекциями, моделями, авторскими рисунками или атласами и т. п.

В заключение хочется еще раз акцентировать внимание на том, чтобы педагоги направляли, помогали, но не писали исследовательские работы за своих учащихся. Путь исследователя должен пройти сам участник, и тогда мы все вместе будем радоваться полученному результату и его достижениям.

### **Литература**

1. Кузнецов И. Н. Основы научных исследований [Текст]: учебное пособие / И. Н. Кузнецов. Москва: Дашков и К, 2013. 282 с.; 21 см. (Серия «Учебные издания для бакалавров»); ISBN 978-5-394-01947-0.



2. Методические материалы Фонда сохранения наследия Д. И. Менделеева». URL: <https://bfnm.ru/index.php/vserossijskij-konkurs-nauchno-issledovatel'skikh-rabot-obuchayushchikhsya-obrazovatel'nykh-uchrezhdenij/metodicheskie-materialy3> (дата обращения: 29.11.2025).

3. Островская И. Ю. Как избежать типичных ошибок при организации исследовательской деятельности школьников / И. Ю. Островская // Школьные технологии. 2015. № 2. С. 147–155. URL: <https://rucont.ru/efd/392618> (дата обращения: 27.11.2025).

4. Рекомендации по подготовке научно-исследовательской работы. Национальная система развития научной, творческой и инновационной деятельности молодежи России «Интеграция». URL: <https://integraciya.org/konkursy/rekomendatsii-po-podgotovke-nauchno-issledovatel'skoj-raboty.php1> (дата обращения: 29.11.2025).

5. Трифилова Е. А. Трудности в организации и проведении исследовательской работы школьников (результаты констатирующего эксперимента) // Современные научные исследования и инновации. 2016. № 2. URL: <https://web.snauka.ru/issues/2016/02/64390> (дата обращения: 26.11.2025).

6. Об образовании в Российской Федерации: федеральный закон от 29.12.2012 N 273-ФЗ (ред. от 25.12.2023) с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2024). URL: [https://col6tula-r71.gosuslugi.ru/netcat\\_files/30/69/fz\\_n\\_273\\_ot\\_25.12.2023.pdf](https://col6tula-r71.gosuslugi.ru/netcat_files/30/69/fz_n_273_ot_25.12.2023.pdf) (дата обращения : 26.11.2025).

## Статистическая обработка данных в биологии

**Бадмаева Евгения Николаевна**

кандидат биологических наук, доцент,

Бурятский государственный университет имени Доржи Банзарова

Что общего у биологии и математики? Биологи и экологи, изучающие живые системы, часто прибегают к математическому языку чисел и формул для описания условий и результатов многих экспериментов. Это позволяет проанализировать данные, обнаружить закономерности и сделать правильные выводы. И в этом случае исследователю помогает наука **БИОМЕТРИЯ**, связывающая биологию и экологию с математикой. Она изучает и разрабатывает способы применения статистических методов в биологии.

**Основные понятия биометрии.** Так, например, в ходе эксперимента, наблюдений исследователь изучает общие признаки объектов и по этим признакам сравнивает их между собой. Исследователь отбирает несколько особей вида или популяции, составляет **серию** проб воды и т. д., а затем уже исследует полученную **выборку** и делает общее заключение об изучаемом виде, популяции, типе воды в озере. Чтобы как можно точнее охарактеризовать **генеральную совокупность**, исследователь обращается к **математической статистике**.

В качестве признаков могут быть выбраны длина и ширина листьев у растений, высота побегов, количество листьев на одном побеге, количество цветков в соцветии и т. п. Признаками объектов животных одного вида можно выбрать длину тела или усиков, массу тела, ширину, форму, окраску и т. д. Иначе говоря, признак может принимать различные **значения**. В некоторых группах различия между особями очень велики, в других — признак варьирует в меньшей степени. Чем сильнее различаются особи популяции, вида, тем больше должен быть **объем выборки**.

При биометрических исследованиях крайне важна случайность выбора. Тогда можно с большей долей вероятности говорить, что в выборке то или иное значение признака встречается так же часто, как и в генеральной совокупности. Если различия между объектами можно выразить количественно (например, объем, масса, длина,

численность и т. д.), тогда изменчивость исследуемого признака называют количественной. Варьирование качественных признаков объекта (цвета, формы, вкуса, яйценоскости, жирности молока и т. д.) называют качественной изменчивостью.

Для оценивания качественных и количественных признаков используют разные способы статистической обработки данных и разные статистические показатели.

**Оценивание количественных признаков.** Основной статистический показатель каждой выборки объектов — выборочная средняя (среднее значение количественного признака в выборке). Не менее важно оценить изменчивость количественного признака. Для этого подсчитывают, например, такой показатель, как **стандартное отклонение**, отражающее среднее различие между объектами в выборке.

Например, при исследовании влияния новой кормовой добавки для японских перепелов было выявлено, что выборочная средняя в контрольной группе составляет 92,7 г, а стандартное отклонение — 17,3 г. Выборочная средняя в опытной группе — 102,5 г, а стандартное отклонение — 8,1 г. В результате был сделан вывод о том, что кормовая добавка не только положительно влияет на массу перепелов (средняя масса птиц в опытной группе больше), но и делает рост птицы более равномерным (среднее различие между особями в опытной группе меньше). Это очень важно при промышленном разведении перепелов.

Вывод, сделанный на основании выборки, не может быть абсолютно точным, так как не все, а только некоторые объекты генеральной совокупности были обследованы. Поэтому говорят, что показатели, вычисленные по выборке (выборочная средняя, стандартное отклонение и др.), являются **статистическими характеристиками** аналогичных показателей генеральной совокупности и равны им с некоторой **долей вероятности**.

Эти показатели важны при составлении определителей разных групп живых организмов, когда учитываются средние показатели размеров глаз насекомых, размеров тела птиц, диаметр цветка или высота стебля растений и т. п.

**Оценивание качественных признаков.** Какая из представленных на рисунке 1 групп птиц, на ваш взгляд, выглядит более разнородной (пестрой)? Почему вы так считаете?

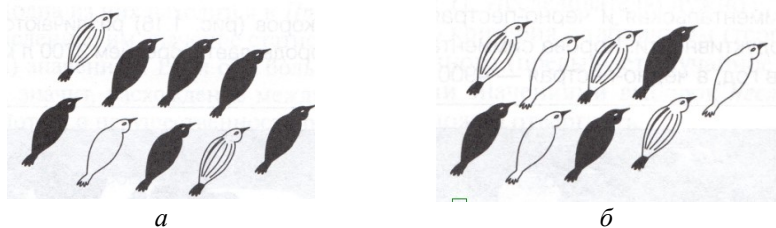


Рис. 1. Соотношение значений качественного признака в выборках:  
 $a — 6 : 2$ ;  $b — 3 : 3 : 3$  [1]

Объекты с разными значениями качественного признака могут быть представлены в выборке в разной пропорции. Качественный признак может принимать, например, три значения (черное, полосатое и белое оперение), но у особей в основном проявляется только одно из этих значений (из девяти птиц шесть имеют черную окраску). Такая совокупность выглядит менее разнородной (пестрой), чем группа, в которой число черных, полосатых и белых особей одинаковое (сравните рисунки 1а и 1б). Изменчивость качественного признака в совокупности объектов считают наибольшей, когда объекты, демонстрирующие разные значения этого признака, представлены в равной пропорции.

Для оценки качественной изменчивости признака исследователь определяет соотношение его значений в выборке, а затем по нему вычисляет статистические показатели изменчивости в природной (генеральной) совокупности.

**Сравнение выборок.** Почти во всех биоэкологических экспериментах исследователю приходится сравнивать разные группы живых объектов, результаты разных вариантов опыта и т. п. Каждый вариант опыта оценивают как одну выборку. Основным показателем различия между выборками является **разность выборочных средних**.

Как вы думаете, почему даже однояйцевые близнецы различаются между собой? Средние значения любых двух выборок почти всегда различаются. Изменчивость — основное свойство живых организмов. Даже у одной пары родителей не бывает абсолютно одинаковых по всем признакам потомков. Выборки же, как правило, состоят из потомства разных родителей. Различие может быть еще большим, если сравниваемые объекты принадлежат разным гене-

ральным совокупностям (например, разным популяциям, породам, сортам, подвидам).

Симментальская и черно-пестрая породы коров различаются по продуктивности. Корова симментальской породы дает в среднем 3700 л молока в год, а черно-пестрая — 4900 л.



Рис. 2. Симментальская и черно-пестрая породы коров [1]

Кроме того, в одной исследуемой выборке могут случайно оказаться особи преимущественно с большими значениями признака, а в другой — с малыми. Возможны и другие причины различий между выборками, например погрешности измерения.

Как определить — обнаруженное различие реальное или мнимое? Нужно соотнести разность выборочных средних с величиной случайных ошибок (их можно оценить количественно). Иначе говоря, нужно проверить статистическую гипотезу о том, что различие между выборками несущественное (возникло в силу случайности) и им можно пренебречь.

Отношение разности выборочных средних к величине случайных ошибок называют статистическим критерием. Чем больше значение статистического критерия, тем меньше вероятность, что разность между выборочными средними — результат случайности. Эта закономерность была установлена на основании теории вероятности и большого количества эмпирических данных.

Известно, что вероятность ошибиться при оценивании генеральной совокупности тем выше, чем меньше объектов в выборке. Поэтому для выборок разного объема ученые составили специальные справочные таблицы, где указаны минимальные значения статистического критерия, при которых различие между выборками можно считать неслучайным. Эти таблицы позволяют проверять статистические гипотезы по результатам данного конкретного исследования

(см. приложение 1 — Значение критерия Стьюдента). Исследователю нужно сравнить вычисленное им значение критерия с табличным (теоретическим) значением. Если оно больше табличного (превышает случайное различие), значит, расхождение между средними значениями выборок неслучайно и гипотезу о несущественности различий можно отвергнуть.

Например, при тестировании лекарственного препарата на дрозофиле ученые использовали три дозы препарата (заложили три опытных варианта и один контрольный) и оценили смертность мух в каждом варианте опыта. Выборочные средние всех вариантов различались. Однако статистическая обработка данных показала, что из трех опытных вариантов только один — с наибольшей дозой препарата — существенно отличается от контроля. В результате исследователи сделали вывод о том, что лекарственный препарат в малых дозах не влияет на гибель мух, но в больших дозах является опасным.

Даже очень большая выборка, как правило, намного меньше генеральной совокупности. Поэтому всегда существует вероятность того, что результат проверки гипотезы является ошибочным. Таким образом, мы можем лишь с некоторой долей вероятности говорить о том, что гипотеза верна (или не верна).

**Математический анализ зависимостей: корреляционный анализ.** Не менее важная задача исследователя — изучение взаимосвязей и зависимостей в группах природных объектов. Любую зависимость между двумя явлениями можно выразить уравнением, в котором имеется переменная  $X$  (аргумент) и переменная  $Y$  (функция аргумента):

$$Y = f(X).$$

Простые зависимости, когда каждому значению аргумента соответствует строго определенное значение функции, таковы:

$$y = x^2, y = 2x + 3 \text{ и т. д.}$$

Если известно значение переменной  $X$ , мы можем с абсолютной точностью определить, какое значение примет переменная  $Y$ . В естественных условиях подобная зависимость проявляется редко, так как на взаимодействие двух объектов всегда оказывают влияние случайные факторы. Поэтому если переменная  $X$  принимает некоторое значение  $x_1$ , переменная  $Y$  принимает одно из возможных значений ( $y_1, y_2, y_3$  и т. д.) и наоборот.

При исследовании среднеазиатской черепахи ученые заметили: чем крупнее самка, тем больше яиц она откладывает (рис. 3). Впрочем, среди исследованных особей некоторые имели одинаковую массу, но различались по плодовитости. Другие откладывали одинаковое число яиц, хотя масса тела у них была разной.

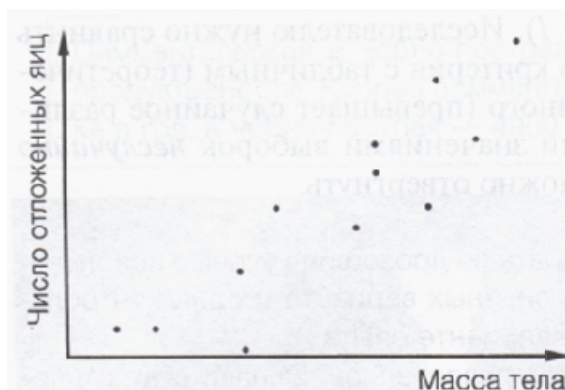


Рис. 3. Зависимость между массой тела и плодовитостью самок среднеазиатской черепахи (точками отмечены значения признаков у обследованных животных) [3]

Такую связь переменных называют статистической (вероятностной) зависимостью.

Формы статистических зависимостей многообразны. Если при изменении какой-либо величины (например, температуры среды) изменяется среднее значение другой величины (например, средней плодовитости животных), такую статистическую зависимость называют корреляционной. О переменных, связанных этой зависимостью, говорят, что они коррелируют. Наиболее простую форму корреляционной зависимости можно выразить уравнением прямой линии:  $\bar{Y} = a + bX$ , где  $\bar{Y}$  — среднее значение переменной  $Y$ .

Исследователи изучали влияние освещенности на прорастание овса. В три чашки они разложили по шесть семян, и каждую облучали с разной интенсивностью (три варианта опыта). Через семь дней экспериментаторы измерили длину главного корня и вычислили среднюю длину в каждом варианте опыта. Оказалось, что чем выше освещенность (переменная  $X$ ), тем больше среднее значение признака «длина главного корня» (переменная  $Y$ ). Причем на каж-

дое из трех значений переменной X приходится по шесть значений переменной, как показано на рисунке 4.



Рис. 4. Результаты опыта по влиянию освещенности на проращивание семян овса

Корреляционную зависимость между переменными (изучаемыми признаками или явлениями) оценивают при помощи статистического показателя, называемого **коэффициентом корреляции**. Его значение может изменяться от нуля (связь отсутствует) до 1 (очень сильная связь между переменными). На основании экспериментальных данных исследователь может с определенной долей вероятности утверждать, что в генеральной совокупности корреляция проявляется в той же мере, что и в выборке.

Выводы по результатам корреляционного анализа необходимо делать осторожно: нельзя принимать поспешное решение, как только удастся *выявить простую (линейную) корреляцию между легко оцениваемыми факторами*. Нужно понимать, что в природе существуют многочисленные сложные зависимости, которые непросто обнаружить, но необходимо учитывать.

**Статистические характеристики количественной изменчивости.** Значения признака называют вариантами признака (единственное число — «варианта»). Если в выборке все объекты разные, тогда вариант признака столько, сколько и объектов. Если некоторые варианты повторяются (какие-то объекты одинаковы по исследуемому признаку), тогда вариант в выборке меньше, чем обследо-



ванных объектов. Варианты признака обозначают латинской буквой  $x$  с индексом:  $x_1, x_2, x_3$  и т. д.

Например, в ходе наблюдений за цветением ветреницы дубравной исследователи подсчитали число лепестков в венчике цветков на 50 растениях (объем выборки  $n = 50$ ).

Варианты изучаемого признака в выборке повторялись: в венчике было 5, 6, 7, 8 или 10 лепестков (всего пять вариантов признака). Общее число лепестков на 50 цветках было равным 367.

При сборе количественных данных составляют рабочую таблицу.

|                 |   |    |   |   |   |   |    |   |   |    |    |       |
|-----------------|---|----|---|---|---|---|----|---|---|----|----|-------|
| № цветка        | 1 | 2  | 3 | 4 | 5 | 6 | 7  | 8 | 9 | 10 | 11 | 12... |
| Число лепестков | 5 | 10 | 7 | 8 | 8 | 6 | 10 | 8 | 5 | 5  | 6  | 7...  |

Данные рабочей таблицы анализируют **статистическими методами**.

1. Выборочная средняя (обозначают  $\bar{x}$ ) является средним арифметическим значением признака у обследованных объектов. Если объекты в выборке разные (варианты не повторяются), то для подсчета выборочной средней нужно *сложить* все измененные значения признака и полученную сумму разделить на общее число объектов (на объем выборки —  $n$ ):

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n}$$

Если варианты признака в выборке повторяются, т. е. их число ( $k$ ) меньше числа объектов ( $n$ ), нужно умножить каждую повторяющуюся варианту на ее *частоту* — на число объектов с данным значением признака (обозначают  $f$ ):

$$\bar{x} = \frac{x_1 f_1 + x_2 f_2 + \dots + x_k f_k}{n}$$

В примере с ветреницей выборочная средняя составляет:

$$\bar{x} = \frac{367}{50} = 7,34.$$

Выборочная средняя — статистическая оценка среднего значения признака в генеральной совокупности (генеральной средней).

2. Чтобы оценить изменчивость признака, можно сравнивать объекты выборки друг с другом. Но сопоставление каждого объекта с каждым — довольно трудоемкое занятие. Поэтому для оценивания изменчивости измеренные значения признака сравнивают с выборочной средней (сопоставляют каждый объект выборки с «усред-

ненным» объектом). Затем вычисляют так называемую **выборочную дисперсию**, которую обозначают  $S^2$ . Если все объекты выборки разные (вариант в выборке столько, сколько и объектов), тогда этот показатель вычисляют по формуле:

$$S^2 = \frac{(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + (x_3 - \bar{x})^2 + \dots + (x_n - \bar{x})^2}{n-1}.$$

Если в выборке варианты повторяются (частоты всех или некоторых вариантов больше единицы), используют следующую формулу:

$$S^2 = \frac{f_1(x_1 - \bar{x})^2 + f_2(x_2 - \bar{x})^2 + (x_3 - \bar{x})^2 + \dots + f_k(x_k - \bar{x})^2}{n-1}.$$

Выборочная дисперсия является статистической оценкой изменчивости в генеральной совокупности (генеральной дисперсии).

3. В выборке цветков ветреницы выборочная дисперсия признака «число лепестков в венчике» составляет 1,94 «квадратных лепестка» (размерность  $S^2$  равна квадрату размерности признака). Полученный результат неудобно использовать при объяснении результатов исследования и составлении научного отчета. Поэтому обычно вычисляют квадратный корень из выборочной дисперсии. Этот показатель изменчивости носит название стандартного, или **среднего квадратического, отклонения** ( $S$ ):

$$S = \sqrt{S^2}.$$

Стандартное отклонение измеряют в тех же единицах, что и исследуемый признак. Для цветущей ветреницы  $S$  равно 1,39. Это означает, что обследованные цветки в среднем различаются на 1,39 лепестка.

4. Для сравнения изменчивости признаков, исчисляемых в разных единицах (например, плодовитости рыб и скорости роста мальков) или измеряемых с разной точностью (в миллиметрах и в сантиметрах), используют относительный показатель изменчивости — **коэффициент вариации** ( $V$ ):

$$V = \frac{S}{\bar{x}} \cdot 100\%.$$

Коэффициент вариации не зависит от абсолютного значения признака и показывает, какой процент от выборочной средней ( $\bar{X}$ ) составляет стандартное отклонение ( $S$ ). Изменчивость признака считают незначительной, если величина коэффициента вариации составляет не более 10 %, умеренной (средней) — если его значение находится в пределах от 10 до 20 %, значительной — если оно пре-

вышает 20 %. Во всяком исследовании не исключены ошибки, искажающие истинную картину. Подсчитанные статистические показатели выборки могут отличаться от истинных показателей генеральной совокупности. Чтобы проверить, годятся ли имеющиеся выборочные данные для того, чтобы судить по ним о генеральной совокупности, вычисляют так называемые ошибки статистических характеристик.

Очень важно оценить величину ошибки выборочной средней, или ошибки выборки (обозначают  $S\bar{x}$ ). Она показывает, на сколько генеральная средняя может быть больше или меньше значения выборочной средней. Величина ошибки выбора зависит от степени изменчивости признака: чем больше изменчивость признака, выраженная через стандартное отклонение ( $S$ ) или дисперсию ( $S^2$ ), тем больше ошибка. Кроме того, величина ошибки выборки обратно пропорциональна объему выборки ( $n$ ):

$$S_{\bar{x}} = \frac{S}{\sqrt{n}} = \sqrt{\frac{S^2}{n}}.$$

При оформлении результатов работы выборочную среднюю указывают с учетом ее ошибки:  $\bar{x} \pm S\bar{x}$ . Например, ошибка выборочной средней цветущей ветреницы равна 0,04, т. е. в исследуемой популяции среднее число лепестков в венчике составляет:  $7,34 \pm 0,04$  лепестка.

Чтобы судить о том, правильно ли выборка отражает свойства генеральной совокупности, нужно подсчитать относительную ошибку выборочной средней ( $S\bar{x}\%$ ), т. е. выразить ошибку выборки ( $S\bar{x}$ ): в процентах от выборочной средней ( $\bar{x}$ ):

$$S_{\bar{x}\%} = \frac{S_{\bar{x}}}{\bar{x}} \cdot 100\%.$$

Как правило, если  $S\bar{x}\%$  не превышает 10 %, результаты опыта (наблюдения) считают удовлетворительными и выборочная средняя (с учетом ее ошибки) действительно соответствует генеральной средней. Если говорят, что выборка не является репрезентативной, исследования не позволяют правильно оценить генеральную совокупность.

В то же время для разных объектов и разных типов исследований существуют свои «нормы» для относительной ошибки. В частности, при учете количества насекомых в почвенных пробах выборку считают репрезентативной и при  $S\bar{x}\%$ , равной 15–40%.

В выборке цветущей ветреницы относительная ошибка выборки составляет:

$$S_{\bar{x}\%} = \frac{0,04}{7,34} \cdot 100\% = 0,5\%.$$

Это означает, что выборка репрезентативна и полученные результаты позволяют сделать справедливый вывод о свойствах оцениваемой генеральной совокупности. Если количество измерений (наблюдений) мало или изменчивость признака высока, описанные выше статистические показатели выборки могут значительно отличаться от оцениваемых показателей генеральной совокупности. В подобных случаях наряду с ними используют более надежное, но менее точное интервальное оценивание. Для этого определяют не единственное возможное значение, а диапазон (интервал) значений, одно из которых с большой долей вероятности соответствует истинному значению генерального показателя.

Такой интервал носит название **доверительного** (назван так, потому что характеризует набор значений, которым можно «доверять» при вычислениях). Нижняя граница доверительного интервала показывает наименьшее возможное значение генерального показателя, верхняя граница — наибольшее. Обычно очень важно оценить среднее значение признака генеральной совокупности (генеральную среднюю).

Например, в исследовании ветреницы дубравной было обнаружено от 5 до 10 лепестков в одном цветке. Обследованная выборка является репрезентативной, поэтому, очевидно, генеральная средняя находится внутри указанного интервала, а не за его границами. Однако такой широкий интервал нельзя считать интервальной оценкой. Среднее число лепестков в венчике  $7,34 \pm 0,04$ . Этот интервал очень узкий, поэтому он может не включать значение генеральной средней. Кроме того, мы не можем определить, насколько вероятно, что значение генеральной средней находится внутри этого интервала.

При интервальном оценивании исследователь имеет возможность задать долю вероятности того, что оцениваемая генеральная средняя находится внутри доверительного интервала. При этом он получает более или менее точную интервальную оценку. Эту долю вероятности называют уровнем доверительной вероятности (Р). Данная величина теоретически может принимать значения от 0 до 1 (или от 0 до 100 %).

Понятно, что при оценивании исследователь рискует ошибиться. Вероятность того, что найденный интервал не включает значение

генерального показателя, называют **уровнем значимости** ( $Q$ ). Уровень значимости (риск ошибиться) тем выше, чем меньше уровень доверительной вероятности. Взаимосвязь упомянутых величин математически выражают так:

$$P = 1 - Q.$$

В большинстве биоэкологических исследований приемлемым считают уровень доверительной вероятности, равный 0,95 (95%), которому соответствует уровень значимости, равный 0,05 (5%), а также 99%-ный уровень вероятности, которому соответствует 1%-ный уровень значимости.

При интервальном оценивании исследователь должен принимать во внимание действие фактора случайности, который может влиять на результаты оценивания генеральной совокупности по выборке. Причем это влияние тем больше, чем меньше объем выборки. Для учета фактора случайности применяют статистический критерий, называемый критерием Стьюдента, или  $t$ -критерием. Его величина не зависит от значения выборочной средней или ошибки выборочной средней, но определяется объемом выборки и заданным уровнем доверительной вероятности (уровнем значимости). Стандартные (теоретические) значения  $t$ -критерия вычислены на основании положений теории вероятности и приведены в справочных таблицах (приложение 1).

Чтобы произвести интервальное оценивание генеральной средней (обозначают  $\bar{X}_r$ ), нужно вычислить выборочную среднюю ( $\bar{X}$ ), ошибку выборочной средней ( $S\bar{X}$ ), найти в таблице то значение критерия Стьюдента ( $t$ ), которое соответствует имеющемуся объему выборки и выбранному уровню значимости, и подставить полученные величины в неравенство для построения доверительного интервала:

$$\bar{x} - tS_{\bar{x}} \leq \bar{x}_r \leq \bar{x} + tS_{\bar{x}},$$

или сокращенно

$$\bar{x}_r = \bar{x} \pm tS_{\bar{x}}.$$

Чтобы по выборке цветущей ветреницы оценить генеральную среднюю при уровне значимости, равном 5 %, необходимо:

1) по имеющейся выборке вычислить выборочную среднюю и ошибку выборки:

$$\bar{X} = 7,34; S\bar{X} = 0,04;$$

2) подсчитать разность объема выборки и единицы (обозначают  $v$ ):

$$v = n - 1 = 50 - 1 = 49;$$

3) по справочной таблице найти значение критерия Стьюдента, которое находится на пересечении строки  $v = 49$  и столбца  $Q = 0,05$ ;

$$t_{05} = 2,01;$$

4) подставить значения  $\bar{X}$ ,  $S\bar{X}$  и  $t_{05}$  в формулу для определения границ доверительного интервала:

$$\bar{X}_r = 7,34 \pm 2,01 \cdot 0,04,$$

$$7,25 \leq \bar{X}_r \leq 7,42.$$

Значит, в популяции ветреницы среднее число лепестков в цветках с вероятностью 95% находится в интервале от 7,25 до 7,42. Вероятность ошибки составляет 5%.

**Статистические характеристики качественной изменчивости.** Изменчивость качественного признака оценивают по соотношению его вариантов в выборке. Число вариантов качественного признака ( $k$ ) обычно меньше числа объектов ( $n$ ), так как значения признака в выборке, как правило, повторяются.

Сначала подсчитывают частоты всех вариантов —  $f_1, f_2, f_3, f_4 \dots f_k$ . Затем находят доли вариантов признака (обозначают  $p$ ). Для этого каждую из частот делят на общее число объектов в выборке:

$$p_1 = \frac{f_1}{n}; p_2 = \frac{f_2}{n}; p_3 = \frac{f_3}{n} \dots p_k = \frac{f_k}{n},$$

где  $p_1$  — доля первой варианты ( $x_1$ ) в выборке,  $p_2$  — доля второй варианты ( $x_2$ ),  $p_3$  — доля третьей варианты ( $x_3$ ) и т. д. (табл. 1).

Таблица 1

Некоторые статистические показатели признака «окраска оперения» в группе, изображенной на рисунке 1. Из девяти птиц шесть — черные, две — полосатые и одна — белая

| Варианта признака                 | $x_1$  | $x_2$     | $x_3$ |
|-----------------------------------|--------|-----------|-------|
| Значение варианты признака        | черная | полосатая | белая |
| Частота варианты признака ( $f$ ) | 6      | 2         | 1     |
| Доля варианты признака ( $p$ )    | 0,67   | 0,22      | 0,11  |

Сумма всех долей в совокупности равна единице (или 100 %, если доли выражать в процентах от целого).

1. Для оценивания изменчивости качественного признака используют так называемый показатель изменчивости качественного признака —  $S_B$ , вычисляя его по формуле:

$$S_B = \sqrt[k]{p_1 \cdot p_2 \cdot p_3 \cdots p_k}.$$

Часто бывает необходимо сравнить признаки, различающиеся по числу вариант ( $k$ ), например окраску венчика и форму листовых пластинок. В таких случаях вычисляют относительный показатель изменчивости — коэффициент вариации качественного признака ( $V_p$ ). Он показывает, какова изменчивость признака в данной выборке ( $S_b$ ) по отношению к его максимальной возможной изменчивости (обозначают  $S_{\max}$ ):

$$V_p = \frac{S_B}{S_{\max}} \cdot 100\%.$$

Если  $S_b$  равно  $S_{\max}$ , то  $V_p$  принимает наибольшее значение — 100%. Значение  $S_{\max}$  зависит от числа возможных вариантов признака ( $k$ ). Так, при альтернативной изменчивости ( $k$  равно 2) значение показателя  $S_{\max}$  составляет:

$$S_{\max} = \sqrt{p_1 \cdot p_2} = \sqrt{\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2}} = 0,5.$$

При атрибутивной изменчивости ( $k$  больше 2) равные доли всегда меньше  $\frac{1}{2}$  и максимальные значения показателя изменчивости всегда ниже, чем при альтернативной изменчивости (табл. 3).

Таблица 3

Максимальные значения показателя изменчивости  
качественного признака

| Число возможных значений признака | $S_{\max}$             |      |
|-----------------------------------|------------------------|------|
|                                   | в абсолютном выражении | в %  |
| 2                                 | 0,5                    | 50   |
| 3                                 | 0,333                  | 33,3 |
| 4                                 | 0,25                   | 25   |
| 5                                 | 0,2                    | 20   |
| 6                                 | 0,167                  | 16,7 |
| 7                                 | 0,143                  | 14,3 |

2. Случайные ошибки могут влиять на соотношение долей признака в выборке, поэтому оно может отличаться от истинного соотношения долей в генеральной совокупности. Ошибку выборочной доли ( $S_p$ ) вычисляют по формуле:

$$S_p = \frac{S_B}{\sqrt{n}},$$

где  $S_B$  — показатель изменчивости качественного признака;  $n$  — объем выборки.

Доли вариант признака в выборке соответствуют его истинным долям (генеральным долям) с учетом ошибки:  $p_1 \pm S_p, p_2 \pm S_p$  и т. д.

3. Если выборка невелика, то для оценки качественной изменчивости в генеральной совокупности, так же как и при изучении количественной изменчивости, применяют интервальное оценивание. Доверительный интервал для генеральной доли признака ( $p_r$ ) имеет вид:

$$p - tS_p \leq p_r \leq p + tS_p, \text{ или сокращенно } p_r = p \pm tS_p.$$

Для определения границ доверительного интервала вычисляют доли вариант признака в выборке ( $p_1, p_2, p_3 \dots p_k$ ) и их ошибку ( $S_p$ ). Влияние случайных факторов учитывают с помощью критерия Стьюдента ( $t$ ). Его значения при уровне значимости, равном 0,01 или 0,05 (обозначают  $t_{01}$  и  $t_{05}$ ), находят по справочной таблице (см. приложение 1), предварительно вычислив разность объема выборки и единицы ( $v$ ).

**Проверка статистической гипотезы о равенстве выборочных средних.** Для того чтобы выяснить, существенно ли обнаруженное различие между двумя выборочными средними ( $\bar{X}_1$  и  $\bar{X}_2$ ), обычно применяют статистический критерий Стьюдента ( $t$ -критерий).

Чтобы проверить статистическую гипотезу о незначимости различий, сначала вычисляют разность выборочных средних ( $d$ ):

$$d = \bar{X}_1 - \bar{X}_2.$$

Находят ошибку разности выборочных средних (обозначают  $S_d$ ):

$$S_d = \sqrt{S_{\bar{x}_1}^2 + S_{\bar{x}_2}^2},$$

где  $S_{x1}$  и  $S_{x2}$  — ошибки выборочных средних  $\bar{X}_1 - \bar{X}_2$ .

Затем полученные значения используют для вычисления выборочного значения  $t$ -критерия ( $t_B$ ):

$$t_B = \frac{d}{S_d}.$$

По справочной таблице находят теоретическое значение критерия Стьюдента ( $t_{01}$  и  $t_{05}$ ). Для этого подсчитывают общее число обследованных объектов (оно равно сумме объемов выборок  $n_x$  и  $n_2$ ) и вычитают из него две единицы:



$$v = n_1 + n_2 - 2.$$

Теоретические значения  $t$ -критерия  $t_{05}$  и  $t_{01}$  расположены на пересечении строки с номером, равным  $v$ , и столбцов  $Q-0,05$  и  $Q-0,01$ .

Если  $t$  меньше  $t_{05}$  ( $t_b$  меньше  $t_{01}$ ), начальную статистическую гипотезу не отвергают: различие между выборочными средними не существенное и обусловлено случайными причинами. Если  $t_b$  больше  $t_{05}$  ( $t_b$  больше  $t_{01}$ ), начальную гипотезу отвергают: различие между выборочными средними существенное, и его нельзя объяснить случайностью.

Каков бы ни был результат проверки гипотезы, он не является абсолютно точным. Вероятность того, что исследователь ошибся, составляет 5 или 1 % в зависимости от выбранного уровня значимости.

**Выявление линейной корреляционной зависимости между двумя величинами.** Основным показателем линейной корреляции — коэффициент корреляции (обозначают  $r_{xy}$ ) — позволяет оценить связь между переменными  $X$  и  $Y$  (двумя признаками, фактором и признаком и т. п.). Для его вычисления используют формулу:

$$r_{xy} = \frac{[(x_1 - \bar{x}) + (x_2 - \bar{x}) + \dots + (x_n - \bar{x})] \cdot [(y_1 - \bar{y}) + (y_2 - \bar{y}) + \dots + (y_n - \bar{y})]}{S_x \cdot S_y},$$

где  $S_x$  и  $S_y$  — стандартные отклонения переменных  $X$  и  $Y$ .

Коэффициент корреляции — безразмерная величина и может изменяться в пределах от  $-1$  до  $1$ . Модуль значения коэффициента корреляции показывает тесноту связи.

При  $r_{xy}$ , равном  $1$ , переменные  $X$  и  $Y$  связаны простой линейной зависимостью: одному значению переменной  $X$  соответствует одно значение переменной  $Y$ .

Если  $r_{xy}$  больше  $0,7$ , связь сильная, при  $r_{xy}$ , равном  $0,3-0,7$  — связь умеренная (средняя), если  $r_{xy}$  меньше  $0,3$ , связь слабая. При  $r_{xy}$ , равном  $0$ , переменные  $X$  и  $Y$  (исследуемые признаки, признак и фактор) не коррелируют.

Знак при значении коэффициента корреляции показывает направление связи. Если  $r_{xy}$  больше  $0$ , корреляция прямая, например, чем выше температура среды (переменная  $X$ ), тем быстрее развиваются насекомые (переменная  $Y$ ). Если  $r_{xy}$  меньше  $0$ , корреляция обратная, например, чем больше численность хищника (переменная  $X$ ), тем меньше численность жертвы (переменная  $Y$ ).

Корреляционная зависимость, обнаруженная в выборке, с определенной долей вероятности отражает направление и тесноту связи в

исследуемой генеральной совокупности. Иначе говоря, коэффициент корреляции, вычисленный по выборке, является статистической оценкой корреляционной зависимости в генеральной совокупности.

Использование статистических методов требует высокой точности и аккуратности проведения исследования. Более подробно с этой темой вы можете познакомиться в предложенном списке литературы.

## Литература

1. Ивантер Э. В. Элементарная биометрия: учебное пособие / Э. В. Ивантер, А. В. Коросов. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2010. 104 с.
2. Лакин Г. Ф. Биометрия: учебное пособие / Г. Ф. Лакин. Москва: Высшая школа, 1990. 352 с.
3. Миркин Б. М., Наумова Л. Г., Суматохин С. В. Экология 10–11 кл.: базовый уровень. Москва: Вентана-Граф, 2013. 383 с.
4. Федорос Е. И., Нечаева Г. А. Экология в экспериментах: учебное пособие для учащихся 10–11-х классов общеобразовательных учреждений. Москва: Вентана-Граф, 2006. С. 44–65.

## Приложение 1

Коэффициенты Стьюдента  $t_{\alpha, n}$

| $\alpha \backslash n$ | 0,2  | 0,4  | 0,5  | 0,6  | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 0,95 | 0,98 | 0,99 | 0,999 |
|-----------------------|------|------|------|------|-----|-----|-----|------|------|------|-------|
| 2                     | 0,33 | 0,73 | 1,00 | 1,38 | 2,0 | 3,1 | 6,3 | 12,7 | 31,8 | 63,7 | 636,6 |
| 3                     | 0,29 | 0,62 | 0,82 | 1,06 | 1,3 | 1,9 | 2,9 | 4,3  | 7,0  | 9,9  | 31,6  |
| 4                     | 0,28 | 0,58 | 0,77 | 0,98 | 1,3 | 1,6 | 2,4 | 3,2  | 4,5  | 5,8  | 12,9  |
| 5                     | 0,27 | 0,57 | 0,74 | 0,94 | 1,2 | 1,5 | 2,1 | 2,8  | 3,7  | 4,6  | 8,6   |
| 6                     | 0,27 | 0,56 | 0,73 | 0,92 | 1,2 | 1,5 | 2,0 | 2,6  | 3,4  | 4,0  | 6,9   |
| 7                     | 0,27 | 0,55 | 0,72 | 0,90 | 1,1 | 1,4 | 1,9 | 2,4  | 3,1  | 3,7  | 6,0   |
| 8                     | 0,26 | 0,55 | 0,71 | 0,90 | 1,1 | 1,4 | 1,9 | 2,4  | 3,0  | 3,5  | 5,4   |
| 9                     | 0,26 | 0,54 | 0,71 | 0,90 | 1,1 | 1,4 | 1,9 | 2,3  | 2,9  | 3,4  | 5,0   |
| 10                    | 0,26 | 0,54 | 0,70 | 0,88 | 1,1 | 1,4 | 1,8 | 2,3  | 2,8  | 3,3  | 4,8   |
| 15                    | 0,26 | 0,54 | 0,69 | 0,87 | 1,1 | 1,3 | 1,8 | 2,1  | 2,6  | 3,0  | 4,1   |
| 20                    | 0,26 | 0,53 | 0,69 | 0,86 | 1,1 | 1,3 | 1,7 | 2,1  | 2,5  | 2,9  | 3,9   |
| 25                    | 0,26 | 0,53 | 0,69 | 0,86 | 1,1 | 1,3 | 1,7 | 2,1  | 2,5  | 2,8  | 3,7   |
| 30                    | 0,26 | 0,53 | 0,68 | 0,85 | 1,1 | 1,3 | 1,7 | 2,0  | 2,5  | 2,8  | 3,7   |
| 40                    | 0,26 | 0,53 | 0,68 | 0,85 | 1,1 | 1,3 | 1,7 | 2,0  | 2,4  | 2,7  | 3,6   |
| 60                    | 0,25 | 0,53 | 0,68 | 0,85 | 1,0 | 1,3 | 1,7 | 2,0  | 2,4  | 2,7  | 3,6   |
| 120                   | 0,25 | 0,53 | 0,68 | 0,85 | 1,0 | 1,3 | 1,7 | 2,0  | 2,4  | 2,6  | 3,4   |
| $\infty$              | 0,25 | 0,52 | 0,67 | 0,84 | 1,0 | 1,3 | 1,6 | 2,0  | 2,3  | 2,6  | 3,3   |

## **Исследовательская работа по химии как ступень освоения учебно-исследовательской деятельности**

**Баторова Галина Николаевна**

кандидат химических наук, доцент,

Бурятский государственный университет имени Доржи Банзарова

В настоящее время особую актуальность приобретает достижение метапредметных результатов в обучении посредством применения проектной и учебно-исследовательской деятельности (УИД). Химия — предмет сложный, но один из самых интересных для освоения научных методов. Важной ступенью перед выполнением самостоятельного исследования выступает лабораторная работа по химии. При ее выполнении ученик может овладеть элементарными навыками, а главное — применить ключевые методы исследования (наблюдение, эксперимент, классификация и др.).

*Учебно-исследовательская деятельность* — это специально организованная познавательная, творческая деятельность учащихся, по своей структуре соответствующая научной деятельности, характеризующаяся целенаправленностью, активностью, предметностью, мотивированностью и сознательностью, результатом которой является формирование познавательных мотивов, исследовательских умений, субъективно новых для учащихся знаний и способов деятельности [3].

Лабораторная работа по химии — это исследование в миниатюре. Его отличие от самостоятельного проекта в том, что учитель заранее готовит все необходимое для его осуществления (от организационных вопросов до используемых материалов и планируемых выводов). В учебно-исследовательской деятельности степень самостоятельности ученика выше. Под руководством учителя он планирует и реализует все этапы.

Важным моментом УИД является выбор темы. В процессе формулирования темы стоит посмотреть, если ли исследовательские работы по теме, подумать о новизне, о доступных научных методах и инструментах.

Интересными направлениями для выбора темы исследования по химии могут быть:

- проверка теоретических положений (экспериментальное подтверждение закона);
- синтез неорганических и органических соединений;
- химический анализ объектов окружающей среды, лекарственных препаратов, продуктов питания, средств бытовой химии и т. п.

Тема работы должна быть связана со школьным курсом химии, а работа — способствовать формированию метапредметных результатов у обучающихся. Также следует отметить, что отличным фактором при выполнении проекта является взаимодействие школы и вуза, так как в лабораториях вуза можно использовать современные физико-химические методы исследования и информационные технологии.

Ниже приведен пример исследовательской деятельности, которая может быть реализована и как лабораторная работа на уроке, и как самостоятельное исследование при расширенном подходе (расширение состава объектов исследования, увеличение охвата целевой аудитории, территориальных границ, командная работа, привлечение сторонних экспертов, использование лабораторной базы или оборудования организаций-партнеров и т. д.).

*Тема «Определение содержания витамина С в ягодах, произрастающих на территории Республики Бурятия»*

*Подготовительный этап* включает анализ проблемы, постановку цели и задач проекта, выбор средств ее достижения. Также нужно указать в работе актуальность исследования, которая объясняет необходимость рассмотрения данной темы. Далее следует определение объектов и предмета исследования, методов — способов исследования свойств веществ (качественный и количественный анализ, использование современных физико-химических методов исследования и информационных технологий). Тогда для нашей темы можно предложить следующий текст:

*Цель работы* — определение содержания витамина С в ягодах, произрастающих на территории Республики Бурятия.

*Задачи:*

1. Исследовать соответствующую литературу по данному вопросу.
2. Рассмотреть физиологическое значение витамина С и суточную потребность в нем.
3. Методом иодометрии определить содержание витамина С в свежемороженых ягодах.

4. Провести сравнительную характеристику содержания витамина С в ягодах и соках из разных районов республики и привозных.

*Актуальность.* Рациональное питание человека складывается из пищи животного и растительного происхождения, и одним из его условий является присутствие достаточного количества витаминов. Витамины — низкомолекулярные органические соединения различной химической природы, которые необходимы человеку для нормальной жизнедеятельности. Одним из важнейших природных антиоксидантов является витамин С (аскорбиновая кислота), которая принимает участие в целом ряде биохимических процессов. Влияя на состояние нашего иммунитета, витамин не синтезируется в организме человека. Мы можем получать его только с пищей, главным образом растительного происхождения, или в качестве специальных препаратов. Поэтому так важно знать продукты питания с наибольшей концентрацией витамина С, чтобы укреплять свой иммунитет.

*Объекты исследования* — плоды ягодных растений и кустарников дикорастущих и культурных сортов в Республике Бурятия — облепихи, клубники, малины; ягодные соки «Добрый», «Сады Придонья и т. д.» из магазина.

*Предмет исследования* — концентрация витамина С, содержащегося в свежемороженых ягодах из Республики Бурятия и ягодных соках из магазина.

*Гипотеза исследования:* содержание витамина С в ягодах, произрастающих на территории Республики Бурятия, выше, чем в ягодных соках из магазина.

*Методы исследования:* изучение литературных источников, отбор и подготовка проб для проведения химического эксперимента, проведение анализа, получение и интерпретация результатов исследования.

*Технологический этап:* поиск и обработка информации, ее анализ и синтез; оценка полученных результатов и выводов.

Для избранной темы литературный обзор может выглядеть следующим образом:

1. Витамин С (аскорбиновая кислота).
  - 1.1. История открытия витамина С.
  - 1.2. Физиологическая роль витамина С.
  - 1.3. Классификация витаминов.

В работе можно использовать диаграммы, таблицы и рисунки.

## Классификация витаминов

### Жирорастворимые

- А** (ретинол)
- Д** (холекальциферол, эргокальциферол)
- Е** (токоферолы)
- К** (филлохинон, нафтохинон)

### Водорастворимые

- В<sub>1</sub>** (тиамин)
- В<sub>2</sub>** (рибофлавин)
- В<sub>3</sub>** (пантотеновая кислота)
- В<sub>5</sub>** (**РР**, никотиновая кислота, никотинамид)
- В<sub>6</sub>** (пиридоксин)
- В<sub>9</sub>** (**В<sub>с</sub>** фолиевая кислота)
- В<sub>12</sub>** (кобаламин)
- С** (аскорбиновая кислота)

Рис. 1. Классификация витаминов

Для исследования может быть определена целевая аудитория, относительно которой будет рассмотрена польза ягод или соков, например для иммунитета подростков. Здесь пригодится таблица рекомендуемой суточной потребности в витамине С.

Таблица 1

Рекомендуемая суточная потребность в витамине С

| Категория          | Возраст, лет | Витамин С, мг |
|--------------------|--------------|---------------|
| Грудные дети       | 0–0,5        | 30            |
|                    | 0,5–1        | 35            |
| Дети (1)           | 1–3          | 40            |
|                    | 4–6          | 45            |
|                    | 7–10         | 45            |
| Лица мужского пола | 11–14        | 50            |
|                    | 15–18        | 60            |
|                    | 19–24        | 60            |
|                    | 25–50        | 60            |
|                    | 51 и старше  | 60            |
| Лица женского пола | 11–14        | 50            |
|                    | 15–18        | 60            |
|                    | 19–24        | 60            |

|                       |             |    |
|-----------------------|-------------|----|
|                       | 25–50       | 60 |
|                       | 51 и старше | 60 |
| В период беременности |             | 70 |

Для качественного и количественного определения витамина С в объектах исследования предложены формулы для расчета массы ягод, содержащих суточную норму витамина С (аскорбиновой кислоты). Результаты титриметрического определения витамина С и массы ягод, содержащих суточную норму витамина С (аскорбиновой кислоты), представлены в виде таблиц или графиков (табл.2, 3).

Таблица 2

Результаты титриметрического анализа проб

| № | Анализируемая проба | V1,<br>мл | V2,<br>мл | V3,<br>мл | V <sub>ср</sub> ,<br>мл | С (вит. С)<br>моль/л |
|---|---------------------|-----------|-----------|-----------|-------------------------|----------------------|
| 1 | Клубника            | 1,2       | 1,1       | 1,1       | 1,13                    | 0,0113               |
| 2 | Брусника            | 1,4       | 1,4       | 1,4       | 1,4                     | 0,0140               |
| 3 | Смородина красная   | 0,9       | 1,0       | 1,1       | 1,0                     | 0,0100               |
|   | и т. д.             |           |           |           |                         |                      |

Таблица 3

Результаты расчетов массы ягод, содержащих суточную норму  
витамина С (аскорбиновой кислоты)

| № | Наименование<br>исследуемого<br>образца | Содержание<br>витамина С<br>в 100 г пробы<br>ягод, мг,<br>эксперимент | Содержание<br>витамина С<br>в 100 г пробы<br>ягод, мг,<br>литературные<br>данные | Процент<br>суточной<br>потребности, % |
|---|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| 1 | Клубника                                | 19,9                                                                  | 58,8                                                                             | —                                     |
| 2 | Брусника                                | 24,6                                                                  | 15,0                                                                             | 21                                    |
| 3 | Смородина красная                       | 17,6                                                                  | 25,0                                                                             | 36                                    |
|   | и т. д.                                 |                                                                       |                                                                                  |                                       |

Результаты наблюдений можно представить в виде диаграммы (рис. 2).

*Завершающий этап* предполагает обработку полученных результатов, формулировку выводов, написание заключения, составление

списка литературы. Чтобы избежать перегрузки работы, таблицы, диаграммы, графики, рисунки, фотографии и т. п. могут быть вынесены в отдельное приложение. Для социализации начинающего исследователя важна презентация результатов на научно-практических конференциях различного уровня (региональных, всероссийских, международных), предполагающая экспертную оценку деятельности и рекомендации для дальнейшего развития.

Научные руководители УИД должны понимать, что у учащихся могут возникнуть следующие *затруднения*: при формулировании цели и задач; выборе оптимального пути решения проблемы; корректировке деятельности с учетом промежуточных результатов; устной защиты (грамотная структурированная речь, качество ответов на вопросы, умение держаться перед публикой) и др.

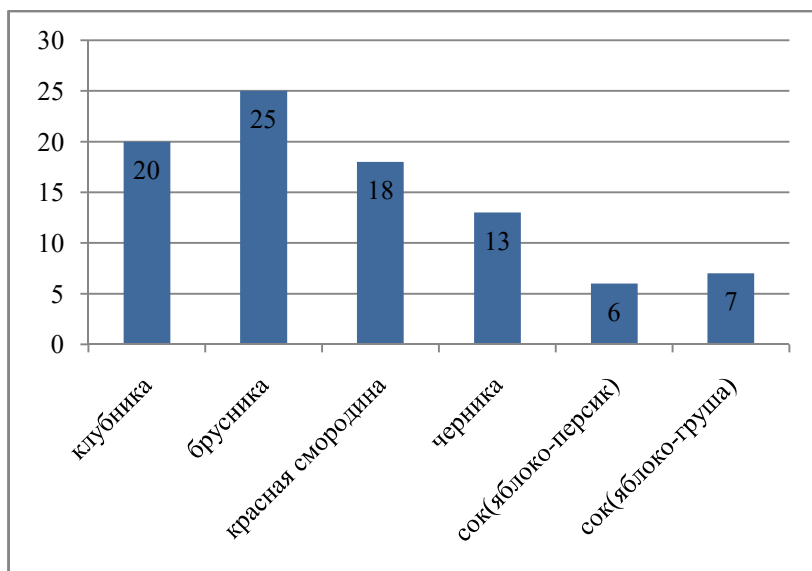


Рис. 2. Содержание витамина С в 100 г пробы ягод, мг

Учебное исследование можно считать успешно выполненным, если достигнуто более глубокое знание и понимание химии; повысился уровень образовательной активности и мотивации к изучению предмета; наблюдается личностное развитие школьника; сформированы умения работать в коллективе, сотрудничать, организовывать



самостоятельную работу; учащиеся овладели исследовательскими и информационными умениями; приняли участие в социально значимой деятельности.

### **Литература**

1. Учебные исследования и проекты в школе: Технологии и стратегии реализации: методическое пособие / под общей редакцией О. Б. Даутовой, О. Н. Крыловой. Санкт-Петербург: КАРО, 2019. 208 с.)

2. Маркачев А. Е. Метод проектов как средство индивидуализации при обучении химии: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата педагогических наук: 13.00.02 / Маркачев Александр Евгеньевич. Москва, 2007. 17 с.

3. Алексеев Н. Г. Развитие исследовательской деятельности учащихся / Н. Г. Алексеев, М. В. Гущина. Москва: Народное образование, 2001. 120 с.

## **Методические рекомендации по сбору зообентоса и оценке экологического состояния водоемов**

**Колпакова Елена Сергеевна**

старший специалист сектора гидробиологии Байкальского филиала  
ГНЦ РФ ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский  
институт рыбного хозяйства и океанографии»

Вода — наиважнейший ресурс человечества, заключенный в природе в таких естественных резервуарах, как ручьи, реки, озера. Она дарует нам жизнь и возможности реализовывать самые важные хозяйственные потребности. С ростом хозяйственной деятельности водные ресурсы претерпевают ряд изменений не всегда в положительную сторону, и чтобы сохранить это хрупкое богатство, существует ряд профессий, связанных с охраной и мониторингом водной среды, и одна из них — гидробиолог.

Гидробиология — комплексная наука о жизни и биологических процессах в воде; одна из биологических дисциплин. В этом комплексе выделяется профессия “гидробиолог-бентосник”. Название этой профессии происходит от объекта исследования — бентос (зообентос).

Бентос (зообентос, от греч. bentos — глубина) — это совокупность беспозвоночных животных, которые населяют дно водоемов (или бенталь), водную растительность (или фиталь), а также другие субстраты.

Гидробиолог-бентосник — это специалист в области изучения донных организмов водоемов, с помощью которых можно оценить состояние водного объекта и качество воды.

Макрозообентос — это беспозвоночные животные длиной 2 мм и больше (в пресных водах до 15–20 см), которых можно увидеть глазом, схватить пинцетом или пальцами и разглядеть в бинокляр при увеличении 8–30х. В макрозообентос входят личинки насекомых (хирономиды, гелеиды, поденки, веснянки, ручейники, стрекозы и др.), моллюски (брюхоногие, двустворчатые), ракообразные (амфиподы), черви (олигохеты, пиявки, нематоды) и др. С макробентоса рекомендуется начинать познавать удивительный мир водных беспозвоночных [1, 2, 3].

**Что такое биоиндикация и биомониторинг по показателям макрозообентоса.** Человек издревле селился рядом с водоемами, чтобы быть ближе к источнику чистой питьевой воды, или по берегам озер, чтобы обеспечить себя пропитанием, занимаясь рыбалкой. У каждого из нас есть своя «река детства», где мы учились плавать, или озеро, где отдыхали. Но как узнать, чисты ли воды водоема, не «болеют» ли они сейчас? Как определить, пригодна ли его вода для употребления?

Для этого существует множество методов — химический, физический, биологический. В нашем случае мы будем рассматривать один из биологических методов, метод анализа гидробионтов, точнее бентоса (зообентоса). Эти гидробионты по-разному относятся к загрязнению. Их можно разделить на три группы:

- очень чувствительные к загрязнению (индикаторы чистой воды);
- умеренно чувствительные (которые могут существовать в средние загрязненных водоемах);
- толерантные (которые могут существовать в очень загрязненных водоемах).

Для тестирования водоемов организмы зообентоса имеют одно из главных преимуществ: их легко собирать, многие из них достаточно крупны и хорошо различимы даже без увеличительных приборов. В зависимости от цели исследования методы отбора проб зообентоса делятся на:

– *количественные* (определяется численность ( $N$  экз./м<sup>2</sup>) и биомасса ( $B$  г/м<sup>2</sup>) организмов). Этот метод отвечает на вопрос: «Сколько животных зообентоса и какой их вес приходится на один квадратный метр исследуемого водоема?». При количественных методах учета пробы отбираются различными приборами: скребки, рамки, дночерпатели, бентометры (у которых известна их площадь захвата);

– *условно количественные* методы учитывают только численность организмов в пробе (в этом случае численность обычно выражается в процентах);

– *качественные* (определяется таксономический состав, т. е. биоразнообразие организмов). Этот метод отвечает на вопрос: «Кто обитает на исследуемом участке водоема?». Сравнив качественный состав и количественную структуру сообществ донных организмов, можно делать выводы о здоровье водоема. Если в воде преобладают

чувствительные к загрязнению организмы и они разнообразны, водоем здоров, и наоборот, присутствие большого числа толерантных организмов свидетельствует о неблагоприятной экологической обстановке.

**Биоиндикация пресных вод** — система оценки состояния и изменений качества вод, основанная на изучении качественного и количественного состава чувствительных и толерантных к загрязнениям гидробионтов.

**Биомониторинг пресных вод** — система повторных, целенаправленных наблюдений, оценки и прогноза экологического состояния водных объектов с использованием методов биоиндикации. В процессе биомониторинга накапливаются данные о состоянии водных объектов, анализируется состояние водных объектов, выясняются причины и источники изменений экологического состояния объектов [4].

**Выбор станции отбора гидробиологических проб макрозообентоса на водоеме.** Количество и распределение станций на водоеме устанавливается в зависимости от конкретных задач обследования, но число количественных проб бентоса на станции в каждый срок отбора не должно быть менее двух.

Для целей учебно-исследовательского мониторинга и биоиндикации водоема рекомендуется выбирать участки субстрата, располагающиеся: в стоячих водоемах (озера, пруды, карьеры) в литоральной или прибрежной зоне, а на реках — в прибрежной зоне и на перекатах (плес-перекат). В горных и предгорных реках наилучшим субстратом для отбора проб являются каменисто-галечниковые грунты. При их отсутствии, а также на равнинных реках пробы необходимо отбирать с макрофитов — высшей водной растительности.

При поднятии уровня воды или отсутствии перечисленных субстратов пробы следует отбирать с затопленной сухопутной и полупогруженной растительности. Если такая растительность отсутствует, пробы отбирают с мягких грунтов — глины и ила. Менее всего подходят песчаные грунты.

Перед проведением работ по выяснению экологического состояния водотоков необходимо определить возможные источники загрязнений в районе исследований. Это может быть завод, сбросы животноводческих ферм, бензозаправочная станция или что-либо другое. После определения источника загрязнений рекомендуется

установить три станции отбора проб — несколько выше источника загрязнений (такая станция называется фоновой), в зоне сброса (станция загрязнения) и ниже источника (50–100 м, тестируемая станция). Вы должны быть уверены, что выше фоновой станции существенные источники загрязнений отсутствуют, и она на самом деле явится контрольной точкой при сравнении результатов.

Для мониторинга пробы следует отбирать в течение трех временных периодов — весной, летом и осенью, тогда ваши сборы будут более полными, в них попадут организмы, меняющиеся в течение сезонов года.

Для качественных проб и создания коллекций зообентоса количество станций и, соответственно, проб может быть увеличено в зависимости от степени неоднородности водотока. Пробы отбираются с таким учетом, чтобы были охвачены все типы грунтов (см. этап 2). При длительном исследовании зообентоса в течение вегетационного сезона, года или ряда лет, проводимом с целью выяснения видового разнообразия, выявлении микробиотопов, изучении жизненных циклов и продуктивности массовых видов необходимо выбрать постоянные станции, на которых будут проводиться периодические сборы, примерно наметив по 1–2 станции на каждом биотопе.

**Оборудование для сбора макрозообентоса в поле:** сачок, скребок, «промывалка» (конусообразный промывочный мешок из газсита № 21–23), ведро (таз), пакеты (зиппакеты), баночки или контейнер (для транспортировки пакетов с пробой), маркер (этикетировать пробы), карандаш (записывать в полевой журнал), фиксирующая жидкость — 4–5%-ный раствор формалина или 70%-ный этиловый спирт, градусник (для измерения температуры воды), рулетка (для измерения глубины и скорости течения), телефон (фото- и видеосъемка, отметка координат).

**Техники отбора и анализа гидробиологических проб по этапам.**

**Этап 1 (отбор).** Для проведения общественного мониторинга на реках и ручьях, а также по побережью озер для учащихся рекомендуются несколько простых методов отбора проб.

**Метод визуального осмотра** заключается в тщательном визуальном осмотре и сборе гидробионтов с разных участков грунта (валунов, гальки, песчаных полей) и других субстратов (опавшей листвы, веток деревьев, водной растительности) на выбранном участке. Гидробионтов собирают вручную или смывают с камней и

других субстратов в таз или ведро, а затем исследуют их таксономический состав. Данный метод можно использовать для качественных проб. Собранные организмы бережно осматривают в кювете, стараясь не повредить, определяют группы организмов и данные заносят в полевые карточки (см. этап 2). Затем организмы вместе с водой вновь возвращают в ручей или фиксируют в подписанную банку для коллекции.

**Отбор скребком.** Для целей учебно-исследовательского гидробиологического мониторинга на реках наиболее удобным и универсальным орудием лова является скребок, представляющий собой надетую на палку металлическую рамку с режущей кромкой, к которой пришито сито мельничного газа (рис.1). Применение скребка позволяет отбирать как качественные, так и количественные пробы со всех видов субстратов. Техника отбора проб с помощью скребка имеет ряд особенностей.

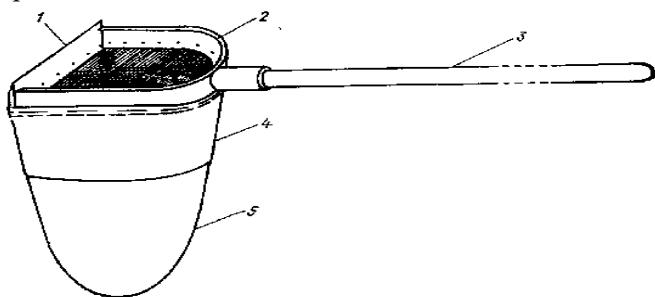


Рис. 1. Скребок.

1 — режущая кромка; 2 — рамка; 3 — шест; 4 — бязевая часть промывочного сита; 5 — часть сита из мельничного газа № 23

Работу необходимо выполнять в высоких (болотных) сапогах. При отборе проб на реках скребок устанавливается ниже по течению относительно субстрата, с которого ведется отбор, чтобы организмы вместе со взмученными частицами грунта или фрагментами субстрата с течением попадали внутрь сита. Стоя в воде в сапогах, следует ворошить грунт ногой, продвигаясь в нем боком и располагая скребок ниже по течению.

На каменистых субстратах необходимо сначала глядящим движением руки смыть организмы с поверхности камня внутрь сита, затем перевернуть его и огладить нижнюю поверхность. При попадании в скребок крупных пучков водорослей или макрофитов сле-

дует потрясти их в воде, не вынимая из сита, и удалить. Крупную гальку, попавшую в сито, — удалить, предварительно осмотрев и сняв с нее организмы с помощью пинцета. При отборе проб с мягких глинистых грунтов и илов скребок погружается в грунт на глубину до 10 см и скребущим движением режущей кромки срезает поверхностный слой грунта (следует измерить длину протяга скрепка). Движение скребка при этом должно быть направлено против течения.

После того как пробы были взяты с грунта скребком, они помещаются в промывочный мешок (шьется из сита № 21–23, конусообразной формы), который прополаскивают в воде. После чего из мешка проба помещается в zip-пакет, на котором предварительно написаны данные (см. этап второй), в пакет заливается фиксатор и кладется либо в контейнер, либо в банку и транспортируется в лабораторию.

Даем совет: лучше всего залить пробу фиксатором сразу после рывки в промывочном мешке прямо в пакет или банку, так как крупные и активные хищники (клопы, жуки и пиявки, личинки стрекоз) едят и повреждают друг друга, а мертвые организмы постепенно разлагаются. Хуже всего хранятся в живых пробах личинки поденок и равнокрылых стрекоз (у них отрываются жабры, черки, конечности).

**Отбор с макрофитов.** При отборе проб с отдельных экземпляров или разреженных зарослей крупных растений и нитчатых водорослей необходимо потрясти их в сито скребка, расположив его ниже по течению, а затем просмотреть растения для сбора прикрепленных организмов. При отборе проб с густых зарослей макрофитов следует погрузить скребок в их гущу и резкими, энергичными движениями «прокосить» заросли. Указанным способом отбирают только качественные пробы.

**Метод ловли сачком.** Сачок должен быть прочным и надежным. Мешок делают из крупноячеистого газа, мелкой сетки с ячейкой 1–1,5 мм, обруч — из проволоки толщиной 4–5 мм. При любом назначении сачка не следует пришивать мешок непосредственно к обручу. На обруч нашивается сначала неширокая полоса прочной ткани (например, капрона), к которой затем пришивается мешок. Через некоторое время полоса в месте соприкосновения с обручем протрется и достаточно будет заменить ее, пришив основной мешок сачка к новой полосе. Сачок можно сшить из нейлонового тюля на

раме из толстой проволоки. Сачком черпают и промывают мягкие грунты (ил, песок, детрит, опавшие листья) и водные растения. Далее животных пинцетом выбирают из сачка, помещая в банку (пробирку) с фиксатором. Камни и коряги вытаскивают из воды любым удобным способом (сачком или руками), потом с них собирают животных в водный сачок. Мешок нужно шить в виде цилиндра со срезанными и закругленными углами. Глубина мешка водного сачка должна быть в 1,15–1,25 раза больше диаметра обруча. Длина палки для сачка зависит от его назначения. При кошении палка берется недлинная — 1–1,25 м, а для ловли в воде она может быть длиннее.

**Отбор проб с песчаных грунтов** следует проводить методом отмучивания (для песчаных берегов озер и на перекатах рек). Для этого скребок погружается в песок на 10 см и его сито горизонтальными движениями наполняется песком примерно на две трети, после чего, не промывая, следует перенести грунт в ведро или таз и вращательным движением, а также с помощью руки несколько раз взмутить песок. Легкие фракции с организмами после каждого отмучивания сливаются в промывочный мешок. Учитывая слабую заселенность песчаных грунтов, операцию следует повторить 2–3 раза. Во избежание травмирования и перетирания организмов грубыми частицами песка отмучивание следует проводить осторожно, плавными движениями.

Отбору проб бентоса предшествует обследование прибрежной зоны, для чего нужно осмотреть грунты примерно на 50 м как вверх, так и вниз по течению реки (это же относится к береговой зоне озер и водохранилищ).

**Этап 2 (что записываем в полевой журнал).** Непосредственно в месте отбора пробы производятся визуальные наблюдения, стандартные для любых гидробиологических исследований, которые заносятся в полевой журнал. В описание входят номер пробы, дата и время наблюдений, название водного объекта (водоема), местонахождение отбора пробы. Приводятся также сведения о температуре воды и воздуха в момент отбора пробы, о погодных условиях в день отбора. В журнале должно быть также дано визуальное описание гидрологических параметров:

- скорости течения (по шкале: отсутствует, очень медленное, медленное, спокойное, не очень быстрое, очень быстрое);



- прозрачности воды (по шкале: прозрачная, слабомутная, мутноватая, мутная, сильномутная);

- характеристики взвеси с перечислением возможных ее видов (частицы глины, песка, иловые частицы, растительный детрит, дрефт водорослей);

- степени наполнения русла (межень, половодье).

Информация, касающаяся собственно бентоса, должна содержать следующие сведения: субстрат, с которого отобрана проба (камни, галька, песок, ил, заиленный песок); расстояние от берега; глубина места отбора пробы; количество скребков (за один скребок принимается некоторая условная единица облавливаемой площади, выраженная в расстоянии, которое скребок прошел в грунте). К примеру, за один скребок принять прохождение режущей кромки 50 см в мягком грунте.

Описание зообентоса содержит также примечания, куда записываются наблюдения за жизнедеятельностью биоценоза — такие, как вылет насекомых, обилие пустых раковин моллюсков и прочее.

Если место отличается чем-то экзотическим (например, имеет горячий источник) или служит водоем коров — это тоже нужно указать. Всю эту информацию лучше держать в полевом журнале.

Пробу (баночку) пометить конкретным номером, по которому ее можно будет легко опознать. Можно написать номер на самой банке или крышке, если она пластиковая; написать его несмываемым маркером; вложить внутрь банки краткую этикетку на плотной бумаге, заполненную простым карандашом (графит карандаша, в отличие от чернил шариковой ручки, не смывается ни водой, ни спиртом).

Каждая бентосная проба снабжается этикеткой:

|                       |                    |
|-----------------------|--------------------|
| Номер станции _____   | Номер пробы _____  |
| Водоем _____          |                    |
| Глубина _____         | Субстрат _____     |
| Орудие лова _____     |                    |
| Кол-во скребков _____ |                    |
| Примечание _____      |                    |
| Дата отбора _____     | Время отбора _____ |
| Фамилия _____         |                    |

**Пример этикетки:**

**Номер станции** — 1

**Водоем** — руч. Березовый

**Глубина** — 0,5 м

**Субстрат (грунт)** каменисто-галечный

**Орудие лова** — скребок (16x50)

**Кол-во скребков** — 2

**Примечание:** 300 м от моста

**Дата отбора** — 11 июля 2025 г.

**Время отбора** — 14.10

**Фамилия** Иванова И. И.

**Этап 3 (работа в лаборатории).** Оборудование для обработки пробы зообентоса в лаборатории: кювета (миска), чашки Петри, пинцеты (для выборки организмов), бинокляр МБС-10, лампа (для лучшего видения организмов в поле чашки Петри), пробирка для хранения организмов, весы точностью до 1 г.

Подготовка бентосной пробы к анализу включает в себя выборку организмов из грунта (разборку пробы) и их сортировку. Разборку пробы желательно производить сразу же после ее отбора на берегу водоема, поскольку выборка из грунта живых организмов происходит в среднем в 2–3 раза быстрее, чем фиксированных. Благодаря активным движениям даже такие мелкие объекты, как черви олигохеты, личинки мокрецов, ранние возрастные стадии насекомых, хорошо видны в белой кювете невооруженным глазом (иногда применяют черный фон).

При невозможности немедленной разборки пробы ее заливают 4%-ным забуференным раствором формалина. Нейтрализацию формалина проводят для предотвращения растворения помещенных в него известковых раковин моллюсков. В качестве консерванта можно применять также 75 %-ный этанол (этиловый спирт).

После фиксации пробу перевозят в лабораторию, где ее разбирают под бинокляром, поскольку мелкие неподвижные, частично обесцвеченные организмы плохо заметны на фоне растительных остатков и других частиц.

**Основные этапы по разбору фиксированной пробы в лаборатории:**

1) отмыть пробу от формалина под краном с помощью «промывалки» (промывочный мешок из газа сита № 21–23), стараясь по

возможности меньше перемешивать грунт во избежание повреждения организмов, так как после фиксации они становятся более хрупкими и ломкими;

2) поместить отмытый грунт в банку и, вращательными движениями взмучивая верхний слой, слить небольшое количество взвеси вместе с организмами в чашку Петри № 1;

3) просмотреть всю площадь чашки при 8-кратном увеличении бинокля, выбрать организмы с помощью пинцета в другую чашку Петри № 2 и так небольшими сливами просмотреть всю банку с грунтом;

4) выбранные организмы из чашки Петри № 2 распределить по систематическим группам с помощью определителя [1, 2, 3] в кассету для сортировки организмов бентоса (рис. 2);

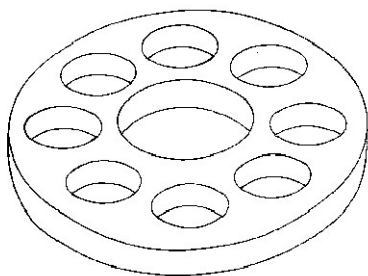


Рис. 2. Кассета для сортировки организмов бентоса

5) каждую группу посчитать (например, пиявки — 5 экз.; бокоплав — 20 экз.; двустворчатые моллюски — 12 экз.; поденки — 7 экз.), записать в карточку и взвесить, вес также записать в карточку;

### **Гидробиологическая карточка (зообентос)**

Дата 11.07.2025 Водоем руч. Березовый

Станция 1 № пробы 1

Глубина 0,5 Температура воды \_\_\_\_\_

Тип донных отложений (субстрат) каменисто-галечный

Орудие сбора сачок (16x50) GPS координаты \_\_\_\_\_

| №<br>п/п | Наименование форм<br>и групп зообентоса | В пробе |     | Численность<br>и биомасса на м <sup>2</sup> |        |
|----------|-----------------------------------------|---------|-----|---------------------------------------------|--------|
|          |                                         | экз.    | мг  | экз.                                        | г      |
| 1        | Пиявки                                  | 5       | 53  | 65                                          | 0,689  |
| 2        | Бокоплавы                               | 20      | 250 | 260                                         | 3,25   |
| 3        | Двустворчатые моллюски                  | 12      | 305 | 156                                         | 3,96   |
| 4        | Поденки                                 | 7       | 48  | 91                                          | 0,624  |
| 5        | Олигохеты                               | 55      | 275 | 715                                         | 3,57   |
|          | Итого                                   | 99      | 931 | 1287                                        | 12,093 |

б) подсчитанные и взвешенные организмы поместить в пробирку или пенициллиновую склянку с 4 %-ным раствором формалина, снабдить такой же этикеткой, как только что отобранная. Пробу хранить в коллекции.

**Этап 4 (пересчет и анализ).** При пересчете численности и биомассы организмов в пробе на 1 м<sup>2</sup> необходимо пользоваться коэффициентами пересчета. При отборе проб скребком удобно за 1 количественную пробу, или 1 скребок, принять (как уже было указано выше) прохождение режущей кромки в поверхностном слое грунта полосы в 50 см. При ширине режущей кромки 16 см (стандарт) облавливаемая площадь составит 800 см (т.е. 50\*16).

Пример: При сборе проб скребком площадь пробы рассчитывается как длина ножа скребка, умноженная на длину протяга скребка. Если длина ножа скребка 16 см и длина протяга 50 см, то  $S_{пробы} = 16 \cdot 50 = 800 \text{ см}^2$ . Тогда коэффициенты перевода численности и биомассы составят:

**К численность** =  $10000 \cdot 800 = 12,5$  (округляем до 13), значит, если в пробе 5 пиявок, то умножаем на полученный коэффициент  $5 \cdot 13 = 65$ , получаем 65 экз. на 1 м<sup>2</sup>.

**К биомасса** =  $800 \cdot 1000 = 800000$  и  $10000 \cdot 800000 = 0,0125$  (округляем до 0,013), значит, если в пробе 5 пиявок весили 53 мг, то умножаем на полученный коэффициент  $53 \cdot 0,013 =$ , получаем 0,689 г на 1 м<sup>2</sup>, где 10000 — площадь дна в 1 м<sup>2</sup>, выраженная в см<sup>2</sup>, S пробы — площадь пробы (см<sup>2</sup>), 1000 — коэффициент перевода миллиграммов в граммы.

## Таксономические группы бентоса (зообентоса) как индикаторы качества воды.

В российской системе мониторинга окружающей среды — системе Росгидромета — для оценки качества вод по показателям зообентоса существует множество индексов. Для знакомства учащихся с мониторингом водоемов по организмам бентоса наиболее подходит распространенный и легкий в использовании метод биотического индекса Вудивисса (БИ). А также индекс ЕРТ (аббревиатура из названий трех отрядов: Ephemeroptera — поденки, Plecoptera — веснянки, Trichoptera — ручейники).

Беспозвоночные в водоемах представлены большим количеством разнообразных групп организмов. Простой ключ к определению основных групп беспозвоночных [1,2,3] поможет разобраться, кто есть кто, при первом знакомстве с пресноводными обитателями.

**Метод определения качества воды по индексу ЕРТ.** Для биоиндикации вод важны личинки амфибиотических насекомых. Амфибиотические насекомые — это те личинки, которых живут в воде, а взрослые насекомые (имаго) — имеют крылья и живут на суше, летая вблизи водоемов. Среди насекомых самые важные — поденки (Ephemeroptera), веснянки (Plecoptera) и ручейники (Trichoptera), потому что они самые чувствительные к загрязнению организмы бентоса, они — показатели чистой воды (табл. 1). Очень важно научиться определять именно эти отряды, потому что если они присутствуют в речке и разнообразны — значит, речка здорова!

Таблица 1.

Представители «комплекса ЕРТ» — личинки



Поденки  
(Ephemeroptera)



Веснянки  
(Plecoptera)



Ручейники  
(Trichoptera)

Качество воды оценивают по 4 категориям:

I — очень чистая вода (превосходное качество),

II — относительно чистая вода (удовлетворительное качество),  
III — загрязненная вода, непригодная для питья (неудовлетворительное качество),

IV — грязная вода (очень плохое качество).

Изучив состав водных беспозвоночных и относительное разнообразие и обилие комплекса ЕРТ, можно определить качество воды на исследуемом участке.

Качество воды I категории — «очень чистая вода». В речке присутствуют все три отряда ЕРТ (поденки, веснянки и ручейники), представители их очень разнообразны (в сумме вы можете выявить более 20 морфотипов ЕРТ); численность организмов ЕРТ очень высока; кроме того в бентосе присутствуют и разнообразны другие группы беспозвоночных, такие как ракообразные гаммариды (многочисленны), высшие раки, двусторчатые моллюски и другие группы.

Качество воды II категории — «относительно чистая вода». Присутствуют все три отряда ЕРТ, но их разнообразие относительно невысоко, особенно мало веснянок (не более 1–2 морфотипов) и поденок (4–5 морфотипов), общее число морфотипов ЕРТ может достигать 10–14; численность ЕРТ невысокая, как и численность ракообразных — гаммарид, однако численность олигохет, хирономид, брюхоногих моллюсков относительно увеличивается.

Качество воды III категории — «загрязненная вода». Веснянки (Plecoptera) отсутствуют, Ephemeroptera редки (не более 1–2 морфотипов), Trichoptera представлены 1–2 морфотипами, численность их невысока; ракообразные гаммариды редки или отсутствуют; отмечается увеличение численности пиявок, стрекоз, водных клопов; общая численность олигохет и хирономид (олигохетно-хирономидный комплекс) может быть более 50% от общей численности беспозвоночных.

Качество воды IV категории — «очень грязная вода». Полное отсутствие комплекса ЕРТ, присутствие других отрядов насекомых, толерантных к умеренным загрязнениям — стрекоз, клопов при небольшой их численности; наблюдается резкое повышение относительной численности олигохетно-хирономидного комплекса (более 50%; в острых случаях доходит до 90% и более); развиваются толерантные к загрязнениям двукрылые (хирономиды рода *Chironomus*, личинки кровососущих комаров, мухи-сирфиды и другие двукрылые).

## Метод определения качества воды по индексу Вудивисса.

Индекс Вудивисса можно применить для оценки загрязнения самых разных водоемов. Для его определения требуется сбор качественных проб и определение макрозообентоса до отрядов и семейств. Методика Вудивисса не требует определить всех пойманных животных с точностью до вида (это бывает трудно сделать даже профессионалу). Достаточно определить количество обнаруженных в пробах «групп» бентосных организмов. За «группу» принимается любой представитель из представленных в таблице 1 беспозвоночных.

Таблица 1

### Группы Вудивисса

| Группы Вудивисса                                         | Что считать за группу?               |
|----------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Тип плоские черви (планарии)                             | данный тип как 1 группа              |
| Класс олигохет                                           | данный класс как 1 группа            |
| Класс пиявок                                             | данный класс как 1 группа            |
| Тип моллюски                                             | данный тип как 1 группа              |
| Ракообразные, отряд бокоплав                             | данный отряд как 1 группа            |
| Отряд веснянки                                           | каждое семейство отряда как 1 группа |
| Отряд поленки                                            | каждое семейство отряда как 1 группа |
| Отряд ручейники                                          | каждое семейство отряда как 1 группа |
| Любые личинки отряда двукрылые (кроме хирономид и мошек) | данный отряд как 1 группа            |
| Семейство хирономиды                                     | данное семейство как 1 группа        |
| Вид <i>Chironomus</i> sp.                                | данный вид как 1 группа              |
| Семейство мошки                                          | данное семейство как 1 группа        |
| Отряд жуки                                               | данный отряд как 1 группа            |
| Отряд вислокрылки                                        | данный отряд как 1 группа            |
| Отряд клопы                                              | данный отряд как 1 группа            |
| Группа водяные клещи                                     | данная групп как 1 группа            |
| Отряд вислокрылки                                        | данный отряд как 1 группа            |

Путь определения индекса Вудивисса на примере пробы с реки Неизвестная

1. Сначала определяем число групп Вудивисса в пробе (используем таблицу 1). Например, в составе взятой в реке пробы обнаружены: олигохеты (все олигохеты — 1 группа), пиявки (1 группа), моллюски (1 группа), бокоплав (1 группа), два семейства поленок (2 группы), клопы (1 группа), личинки двукрылых (1 группа), два семейства ручейников (2 группы), мошки (1 группа).

Подсчитываем число групп Вудивисса, в данном случае оно равняется 11.

2. Далее нужно определить наличие в пробе одного или большего числа семейств из индикаторных таксонов, это — веснянки, поденки или ручейники, и отыскать соответствующую строку в графе "Видовое разнообразие" (используем таблицу 2). Смотрим, что у нас нет веснянок (спускаемся ниже), но есть два семейства поденок — это больше одного, значит выбираем третью строку таблицы.

Зная число групп Вудивисса — 11, движемся по третьей строке к столбцу с указанием групп, это — 11–15, в пересечении строки и столбца мы выясняем биотический индекс реки — 8.

Таблица 2

Рабочая шкала биотического индекса

| Показательные организмы                          | Видовое разнообразие | Число групп Вудивисса в пробе |     |      |       |        |
|--------------------------------------------------|----------------------|-------------------------------|-----|------|-------|--------|
|                                                  |                      | 0–1                           | 2–5 | 6–10 | 11–15 | 16 и > |
| Личинки веснянок (Plecoptera)                    | Больше 1 семейства   | -                             | 7   | 8    | 9     | 10     |
|                                                  | Только 1 семейство   | -                             | 6   | 7    | 8     | 9      |
| Личинки поденок (Ephemeroptera)                  | Больше 1 семейства   | -                             | 6   | 7    | 8     | 9      |
|                                                  | Только 1 семейство   | -                             | 5   | 6    | 7     | 8      |
| Личинки ручейников (Trichoptera)                 | Больше 1 семейства   | -                             | 5   | 6    | 7     | 8      |
|                                                  | Только 1 семейство   | -                             | 4   | 5    | 6     | 7      |
| Гаммарусы (Gammarus)                             |                      | 3                             | 4   | 5    | 6     | 7      |
| Олигохеты или личинки хирономусов (Chironomidae) |                      | 1                             | 2   | 3    | 4     | -      |
| Отсутствуют все вышеназванные группы             |                      | 0                             | 1   | 2    | -     | -      |

3. Зная биотический индекс реки — 8, определяем класс качества воды и степень ее загрязнения в реке (используем табл. 3). Смотрим



графу «Биотический индекс», наша цифра соответствует 8–9, вторая строка, что соотносит воду из нашей реки Неизвестная ко 2-му классу — чистая.

Чем выше показатель биотического индекса, тем относительно чище вода. Показатель биотического индекса является относительным показателем и изменяется от 0 (очень грязная вода) до 10 (очень чистая вода).

Таблица 3

Классификация качества воды по биологическим показателям

| Класс качества | Степень загрязнения   | Биотический индекс |
|----------------|-----------------------|--------------------|
| 1              | Очень чистая          | 10                 |
| 2              | Чистая                | 8–9                |
| 3              | Умеренно загрязненная | 6–7                |
| 4              | Загрязненная          | 5                  |
| 5              | Грязная               | 3–4                |
| 6              | Очень грязная         | 0–2                |

## Литература

1. Козлов М., Олигер И. Школьный атлас-определитель беспозвоночных. Москва: Просвещение, 1991. 208 с.
2. Ласуков Р. Полевые справочники-определители. Обитатели водоемов. Карманный определитель водных животных средней полосы европейской части России. Москва: Экосистема, 2018. Изд. 5-е, изм. 128 с.
3. Чертопруд Е. С. Краткий определитель беспозвоночных пресных вод центра Европейской России. Московский гос. ун-т им. М. В. Ломоносова. 4-е изд., испр. и доп. Москва: КМК, 2011. 219 с.
4. Шевцова Ю. И. Методы оценки экологического состояния пресных вод. Санкт-Петербург: Луга, 2020.

## Экологический паспорт водоема

### ***I. Общие сведения о реке***

1. Название.
2. Речная система (к какому водосбору принадлежит водный объект).
3. Главная река или приток (какого порядка).
4. Откуда начинается река (исток).
5. Куда впадает (устье).
6. Длина реки.
7. Протекает по территориям (районы, близлежащие населенные пункты).
8. Какие притоки принимает: правые, левые.
9. Есть ли плотины, запруды, где находятся.
10. Для искусственных водотоков (каналы, канавы): характер водотока (копанный, бетонные берега и др.). Когда он был создан? Зачем он был создан?

### ***II. Характеристика реки и ее долины в месте исследования***

1. Описание местоположения исследуемого участка реки (в верхнем течении/ближе к истоку, среднем, нижнем/ближе к устью).
2. Местоположение станции отбора пробы наблюдений.
3. Особенности речной долины: ширина и форма. Растительность по берегам реки и на склонах речной долины. Пойма реки: ширина, растительность.
4. Родники в долине реки (количество, расположение).
5. Русло реки: ширина, глубина: максимальная, средняя. Наличие островов, бродов, проток, перекатов и их расположение. Особенности грунта, дна. Скорость течения.
6. Оценка качества воды: мутность, цвет, осадок, прозрачность, запах, температура.

### ***III. Жизнь в реке и у реки***

1. Прибрежная растительность (указать преобладающие и редкие виды)
2. Водная и донная растительность (преобладающие и редкие виды), степень зарастания русла (% площади).
3. Рыба: обычные виды, редкие виды.
4. Донные организмы.
5. Звери, птицы, их следы.

6. Беспозвоночные животные на берегах реки.

#### ***IV. Использование реки и ее долины и его экологические последствия***

1. Какие населенные пункты находятся в долине реки и по берегам, на каком расстоянии от реки?

2. Промышленные и сельскохозяйственные предприятия, их расположение по отношению к реке.

3. Сельскохозяйственные угодья (засеянные поля, луга для выпаса скота)? Какую площадь они занимают?

4. Как используются река и ее долина для отдыха (дома отдыха, детские лагеря, пляжи и т. п.)?

5. Используется ли река для судоходства или сплава леса?

6. Используется ли река для рыболовства? Какими способами ловят рыбу?

7. Используется ли река для водоснабжения и других хозяйственно-бытовых нужд?

#### ***V. Источники загрязнения реки и другие водоохранные мероприятия***

1. Природные источники и причины изменения качества воды

2. Антропогенные источники загрязнения реки?

3. Где находятся места сброса неочищенных вод?

4. Где находятся места сброса очищенных сточных вод? Какие мероприятия проводятся по их очистке?

5. Какова ширина природоохранной зоны реки?

6. Ваши предложения по охране и рациональному использованию реки и ее долины. Каково ее состояние?

7. Что сделано вами по очистке реки и ее берегов? Кто составил паспорт (фамилия, имя, отчество, возраст, род занятий).

Дата заполнения

## Методы исследования ногохвосток

Гулгенова Аюна Баясхалановна

кандидат биологических наук,  
старший преподаватель

Коллемболы, или ногохвостки, одна из самых древних групп наземных членистоногих, известные с девона (их находят в окаменелостях, возраст которых свыше 400 млн лет). Размеры у большинства ногохвосток — около 1 мм. Это первичнобескрылые насекомые, тело которых состоит из трех отделов: головы, груди и брюшка. На голове у них имеются четырехчлениковые усики-антенны и простые глазки, количество глазков у разных видов варьирует от 0 до 8 с каждой стороны. Брюшко состоит из 6 сегментов и отличается наличием особых брюшных придатков: прыгательной вилки (фурки), вентральной трубки и зацепки (рис. 1) (Определитель коллембол фауны СССР, 1988).

В спокойном состоянии прыгательная вилка прижата к телу и удерживается с помощью зацепки. При опасности фурка распрямляется, ногохвостки с ее помощью отталкиваются и совершают прыжок на расстояние в десятки раз превышающее длину их тела. Прыгательная вилка у поверхностнообитающих видов длинная, у полупочвенных форм — укорачивается и может полностью отсутствовать у почвенных форм. В зависимости от адаптации к обитанию на поверхности почвы — в подстилке или в минеральных горизонтах (поверхностные и верхнеподстилочные формы, гемиздафические, или полупочвенные, формы и эуздафические, или почвенные, формы соответственно) — выделяют жизненные формы ногохвосток. Кроме длины прыгательной вилки разные жизненные формы отличаются размерами, длиной усиков и ног, окраской, количеством глазков, развитием щетинок и т. д. (Стебаева, 1970).

Благодаря высокой численности (десятки и сотни тысяч экземпляров на 1 м<sup>2</sup>) и разнообразию, ногохвостки вносят значительный вклад в функционирование экосистем. Они питаются преимущественно грибным мицелием, разлагающимися растительными остатками, микроскопическими водорослями и бактериями, остатками животного происхождения, поэтому являются важным звеном в

процессах разложения органики и почвообразования, а также являются пищей для многих других обитателей почвы (Определитель коллембол фауны СССР, 1988; Норкин, 1997). Кроме этого коллемболы могут быть хорошими биоиндикаторами состояния почв (Норкин, 1997; Кузнецова, 2005 и др.).

Из-за мелких размеров (в районе 1 мм) для сбора ногохвосток необходимы специальные методы. Более подробно о приведенных ниже методах сбора микроартропод, а также о камеральной и статистической обработке данных можно прочитать в пособии М. Б. Потапова и Н. А. Кузнецовой (2011).

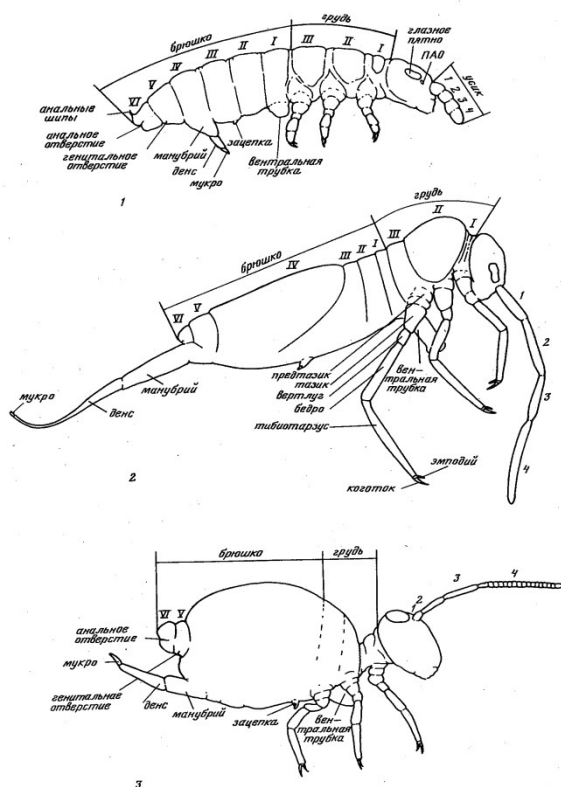


Рис. 1. Общий вид коллембол: 1 — Poduromorpha (*Hypogastrura*), 2 — Entomobryomorpha (*Entomobrya*), 3 — Symphypleona (*Sminthurus*) (Определитель коллембол фауны СССР, 1988, с. 6)

**Ручной сбор с помощью эксгаустера.** Для ловли ногохвосток с коры деревьев, пней, покрытых лишайником камней, на берегу водоемов с поверхности воды и т. д. удобно использовать эксгаустер (рис. 2).

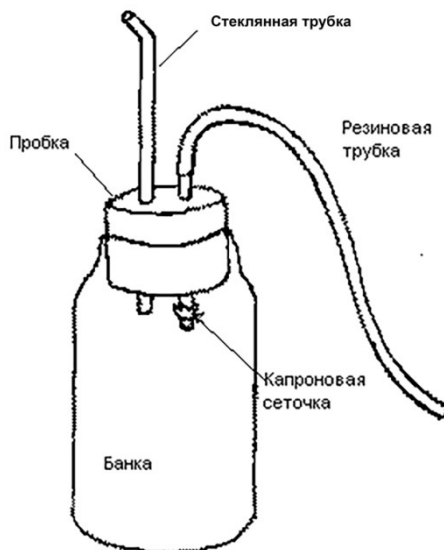


Рис. 2. Эксгаустер

Эксгаустер можно изготовить самостоятельно: для этого нужна стеклянная или пластиковая емкость, две трубочки (стеклянная, резиновая или пластиковая), пробка и сеточка, которая прикрепляется к концу резиновой трубочки в банке. Сеточка нужна, чтобы случайно не всосать насекомых. Суть сбора заключается в том, что, увидев ногохвосток на какой-то поверхности, мы аккуратно направляем на них стеклянную трубочку, второй конец резиновой трубочки при этом держим во рту и затем всасываем воздух с ногохвостками. Они должны оказаться внутри банки. При этом нужно стараться всосать как можно меньше мусора (частиц коры, почвы и т. д.). Ногохвостки из баночки переносятся в заранее приготовленный пенициллиновый флакон или эппендорф (маленькая пластиковая пробирка с крышкой) с 70–75%-ным спиртом. Для этого нужна небольшая воронка, которая устанавливается над пенициллиновым флаконом или эппендорфом. Перед тем как переворачивать, нужно легонько постучать по стенкам эксгаустера, чтобы ногохвостки оказались на

дне, затем открыть его и аккуратно перевернуть на воронку, чтобы ногохвостки попали во флакон со спиртом. Из-за того, что коллемболы обладают тонкими покровами, долго их держать в эксгаустере не нужно, т.е. во время сбора периодически переносим их во флакон со спиртом. Флакон обязательно снабжаем этикеткой, их лучше подготовить заранее. На этикетке подробно указываем сведения о месте, времени сбора и сборщике (например, Бурятия, Витимское плоскогорье, 15 км на юго-запад от с. Сосново-Озерское, сосняк рододендроновый, 28.08.2025, ручной сбор, сб. С. Бадмаев). Этикетки желательно заранее распечатать и вкладывать во флаконы. Можно пользоваться шифрами (например, сосняк-1), а расшифровку написать в блокноте, но в ближайшее время все-таки добавить во флакон полную этикетку. Если вы не сделаете это вовремя, расшифровки могут потеряться.

**Флотация песка.** Для сбора ногохвосток из песка довольно удобен метод флотации. Для этого собранный песок (например, с берега водоема) нужно положить в любую небольшую емкость, залить водой, аккуратно перемешать. Ногохвостки в пузырьках воздуха всплывают на поверхность воды. Их можно собрать с помощью препаровальной иглы или эксгаустера, затем поместить во флаконы со спиртом и снабдить этикеткой. Во время флотации периодически песок с водой нужно аккуратно перемешивать.

**Почвенные сборы ногохвосток.** Сборы ногохвосток из почвы могут быть качественными и количественными. Качественные сборы позволяют получить сведения о видовом составе в определенном биотопе и о соотношении видов (много, мало). Количественные сборы выявляют не только видовой состав, но и численность на квадратный метр.

Для взятия качественных проб берут образцы подстилки и почвы на глубину около 20–25 см в нескольких местах одного биотопа. Пробы объемом 1–2 л складывают в пакетики и снабжают этикеткой, в блокноте обязательно нужно написать дату, место сбора, название биотопа, тип почвы. Складывая образцы почвы друг на друга, нужно избегать их сильного сминания. При перевозке проб очень важно не допускать их перегрева. Пробы нужно периодически проверять, проветривать, пакеты с пробами можно закрыть влажной тканью. Если нет возможности сразу поставить пробы на выгонку, их лучше хранить в холодильнике.

Количественные же пробы позволяют оценить численность ногохвосток на 1 м<sup>2</sup>. Для этого из одного биотопа берут обычно 10–15 проб буром диаметром 5 см или рамкой 5х5 см. Для взятия проб нужно использовать разъемный бур, который позволяет избежать сминания почвы. Его можно изготовить самостоятельно из трубы соответствующего диаметра. При взятии проб берут полностью опад, подстилку и почву на глубину 20–25 см. В лесу рекомендуется брать пробы по линейкам (у ствола первого дерева, в проекции кроны, в окне, в проекции кроны второго дерева, у ствола второго дерева). Получается — если брать 15 проб в одном лесном биотопе, нужно взять три такие линейки.

**Эклекторная выгонка.** Для выгонки ногохвосток из почвы чаще всего используются воронки Тулльгрена (Гиляров, 1975). Метод основан на том, что ногохвостки в естественных условиях при высыхании почвы перемещаются вглубь нее. Эклектор состоит из сита, воронки и флакона со спиртом. Сито можно изготовить из картона и оконной сетки, воронку — из картона.

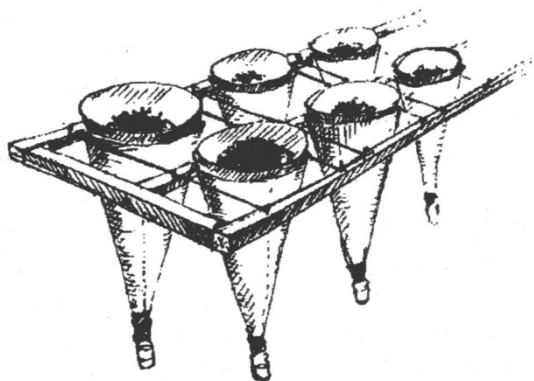


Рис. 3. Общий вид эклекторной установки  
(Потапов М. Б., Кузнецова Н. А. Методы ..., с. 26.

Воронки устанавливаются на деревянный каркас, сверху кладем сито, внизу к воронке прикрепляем флаконы со спиртом (для этого разрезаем кончик резиновой детской соски и натягиваем на воронку, на другой конец прикрепляем пенициллиновый флакон со спиртом (рис. 3). Образцы почвы кладем на сито, затем аккуратно устанавливаем его на воронку (диаметр воронки должен быть больше диаметра сита). Важно не задевать установку, чтобы почва не попа-



дала во флаконы, это значительно затруднит дальнейшую работу. Сито и почву можно слегка увлажнить с помощью пульверизатора, чтобы уменьшить просыпание почвы. Если образцы почвы очень сухие, рекомендуется также немного увлажнить их заранее. Выгонка осуществляется до полного высыхания субстрата, время зависит от типа почвы, ее плотности, влажности. Обычно субстрат сохнет от нескольких дней до двух недель. Высыхание почвы проверяют, сняв сито с образцом почвы на бумагу и тщательно прощупав, не остались ли влажные участки. Флаконы со спиртом также снабжают этикеткой.

**Разбор проб и изготовление микропрепаратов.** Флаконы с пробами в дальнейшем фильтруют на целлюлозных фильтрах. Фильтры просматривают под бинокулярным микроскопом и с помощью препаровальной иглы переносят ногохвосток в заранее подготовленную на предметном стекле каплю жидкости Фора. Каплю с ногохвостками аккуратно накрывают покровным стеклом. К предметным стеклам клеят этикетки. Готовые препараты нужно высушить в термостате при температуре  $+50$  —  $+55^{\circ}\text{C}$  в течение 2–4 недель. В дальнейшем под микроскопом проводят определение ногохвосток.

#### **Примерные темы исследований:**

1. Видовой состав ногохвосток района исследования.
2. Биотопическое распределение ногохвосток.
3. Сезонная динамика сообществ ногохвосток в биотопах района исследования.
4. Структура населения ногохвосток района исследования (сравнения данных по видовому составу, доминантам, численности и т. д.).
5. Вертикальное распределение ногохвосток в почве в разных биотопах.
6. Сравнение видового состава, численности, состава доминантов и др. показателей в естественных и нарушенных местообитаниях.
7. Кортикоцикольные виды ногохвосток (встречающиеся на коре деревьев).
8. Околоводные виды ногохвосток (в песке или камнях на берегу водоемов).
9. Видовой состав ногохвосток на накипных лишайниках.

10. Сукцессии сообществ ногохвосток в разлагающихся растительных остатках и т. д.
11. Видовой состав ногохвосток в цветочных горшках.
12. Лабораторные наблюдения за поведением ногохвосток и другие темы.

### **Литература**

1. Гиляров М. С. Учет мелких членистоногих (микрофауны) и нематод / М.С. Гиляров // Методы почвенно-зоологических исследований. Москва: Наука, 1975. С. 30–43.
2. Кузнецова Н. А. Организация сообществ почвообитающих коллембол / Н. А. Кузнецова. Москва: Прометей, МПГУ, 2005. 244 с.
3. Определитель коллембол фауны СССР. Москва: Наука, 1988. 214 с.
4. Потапов М. Б., Кузнецова Н. А. Методы исследования сообществ микроартропод: пособие для студентов и аспирантов. Москва: Т-во научных изданий КМК, 2011. 84 с.
5. Стебаева С. К. Жизненные формы ногохвосток (Collembola) // Зоологический журнал. 1970. Т. 49, вып. 10. С. 1437–1454.
6. Hopkin S. P. Biology of Springtails (Insecta: Collembola). Oxford University Press, Oxford, 1997. 330 p.

## Методы исследования грибов. Сбор и сушка грибов

**Басхаева Татьяна Георгиевна**

кандидат биологических наук, доцент кафедры ботаники  
Бурятский государственный университет имени Доржи Банзарова

Грибы — интересный и доступный объект для учебных биологических исследований при соблюдении мер предосторожности. Для успешного определения агарикоидных грибов необходимо правильно их собрать, сделать детальное описание макропризнаков, получить отпечаток спор и высушить плодовые тела. Лучше всего собирать и описывать грибы разного возраста.

При сборе грибов необходимо следующее: 1) иметь базидиомы (плодовые тела) на разных стадиях развития; 2) у грибов обязательно сохранять целиком ножку, аккуратно извлекая ее из субстрата (почвы, древесины и т. д.); 3) если грибы растут на древесине, пнях, надо взять часть субстрата вместе с плодовыми телами; 4) мелкие базидиомы следует складывать отдельно от крупных — в коробочки, пакеты, чтобы хрупкие плодовые тела не ломались при транспортировке и не потерялись в общей массе грибов.

**Описание плодовых тел грибов.** Успех определения грибов во многом зависит от тщательности описания свежих плодовых тел (желательно на разных стадиях развития). Для начинающих микологов нами был составлен перечень признаков, на которые надо обратить внимание при описании базидиом. Практика показала, что использование (см. 79 с.) бланка для описания грибов значительно повышает качество описания и облегчает последующее определение грибов. После описания грибов необходимо взять экземпляры для получения отпечатка спор, а остальные высушить.

Зарисовка и фотография свежего плодового тела желательны, но за неимением времени можно ограничиться лишь зарисовкой контуров гриба и его продольного разреза. Цветовую гамму базидиомы можно изложить в виде текста при описании. Для этого следует использовать стандартную шкалу цветов либо изготовить ее самостоятельно из кусочков цветной бумаги.

Отпечаток спор крайне необходим для последующей идентификации, особенно грибов, относящихся к сем. Russulaceae (Сыроеж-

ковые). Для этого отрезают шляпку от ножки, оставляя часть ножки около 1 см. Затем кладут шляпку вниз гименофором на белую бумагу, так темные споры в массе будут лучше заметны на белом фоне. Светлые споры в массе дают отпечаток разных оттенков, что важно для последующего определения. Использование контрастной черной бумаги для получения отпечатка светлоспоровых грибов возможно лишь при изготовлении демонстрационного материала для выставок, музеев, так как на таком фоне не будут видны оттенки. Затем шляпку закрывают банкой, коробкой, чтобы она преждевременно не высохла, и ставят в прохладное место примерно на 12 ч. Можно ножку гриба не отрезать от шляпки, а продеть через листочек бумаги и поставить в стакан с водой. Впоследствии шляпку снимают с бумаги, на которой остается отпечаток (рис. 1). Листочек бумаги с отпечатком спор можно просто свернуть и затем положить в пакет. Отпечаток спор можно зафиксировать лаком для волос. Для этого отпечаток обрызгивают лаком с обратной стороны, лак пропитывает бумагу, и споры приклеиваются к ней.

Сушка грибов — очень ответственный момент, так как при высокой температуре грибы чернеют и теряют внешний облик. Поэтому сушить грибы надо на открытом воздухе, на солнце, но лучше всего сохраняются признаки базидиом при сушке их в потоке теплого воздуха. Грибы раскладываются на металлической сетке, марле или подвешиваются на нитках над источником тепла. После сушки и описания грибы кладут в бумажный пакет (рис. 2), на который приклеивается черновая этикетка. В пакет также помещают свернутый отпечаток спор, рисунок и описание грибов. Пакеты ставят на ребро (как картотеку) и хранят в коробках. На черновой этикетке отмечают следующее:

1. Географический пункт (область, район, окрестности села, поселка).
2. Название вида гриба (если удалось определить сразу).
3. Местообитание (тип растительности, гарь, дорога, высота над уровнем моря в горах).
4. Субстрат: древесина — разрушенная или не разрушенная; дерево живое или мертвое; хвойное или лиственное; подстилка, ее состав; почва, экскременты животных и т. д.
5. Число, месяц, год сбора и фамилия, имя, отчество коллектора.

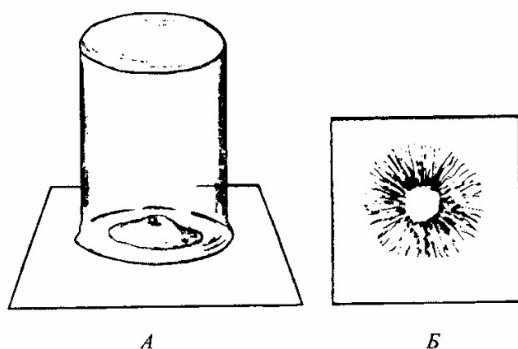


Рис. 1. Получение отпечатка спор: А — шляпка гриба под стаканом;  
Б — готовый отпечаток спор после 12 (24)-часовой экспозиции

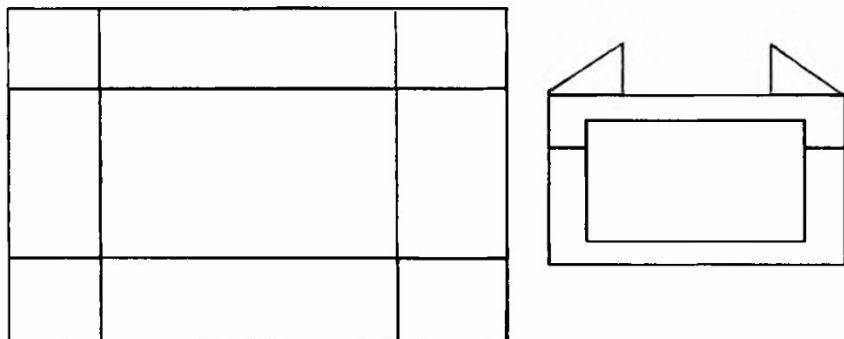


Рис. 2. Изготовление бумажного пакета для хранения образцов грибов

Коллекцию высушенных грибов пересыпают нафталином, так как сушка не уничтожает насекомых, повреждающих плодовые тела во время хранения. С целью дезинсекции пакеты с грибами регулярно промораживают или прожаривают некоторое время при температуре 60°C.

**Изготовление коллекции грибов для выставок.** Коллекцию грибов можно изготовить другим способом — в виде наклеенных на бумагу и высушенных срезов плодовых тел. Этот метод очень трудоемкий, требует больших затрат времени, используются уже определенные виды грибов. Такая коллекция применяется для выставок, в качестве музейных экспонатов и демонстрационного материала. Плодовое тело гриба разрезают вдоль и делают тонкий срез, кото-

рый приклеивают на белую бумагу, например, клеем ПВА. Из второй половинки выскабливают максимально всю мякоть, отдельно из шляпки и ножки. Остаются тонкие покровы шляпки и ножки, которые порознь тоже наклеивают на бумагу. Далее лист кладут в газетную бумагу, прокладывают еще газетами и сушат в гербарных сетках как образцы растений. После сушки части грибов вырезают вместе с бумагой по контуру и приклеивают на плотный лист бумаги, соединяя шляпку с ножкой и придавая облик, соответствующий виду гриба (рис.3). Дополнительно можно поместить отпечаток спор гриба, рисунок, фотографию, отпечаток спор. Чтобы споры не осыпались, сверху отпечаток спор заклеивается. В правом нижнем углу помещают этикетку размером обычно 7х10 см.

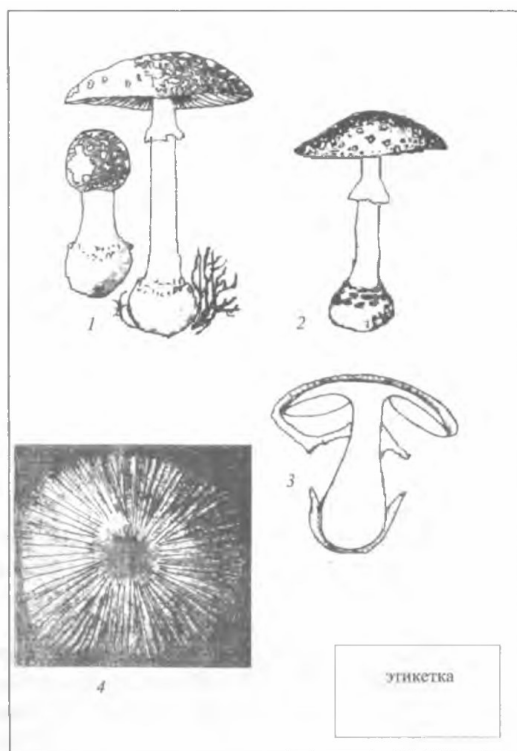


Рис. 3. Гербарный лист со срезами гриба: 1 — рисунок; 2 — срезы покровов шляпки и ножки; 3 — продольный срез; 4 — отпечаток спор, заклеенных целлофаном или скотчем

## Бланк для описания шляпочных грибов

1. Дата, место сбора.

2. Субстрат (валежник, сухостойное дерево, погребенная древесина хвойных или лиственных деревьев, подстилка, почва и т. д.).

3. Описание шляпки: • размеры (колебания высоты, диаметра у взрослых небольших и крупных экземпляров); • форма (подушковидная, воронковидная и др., рис. 2); • характер поверхности (слизистая, сухая, гладкая, с чешуйками, морщинистая, складчатая и т. д.); • наличие и вид остатков общего и частного покрывала; • край шляпки (закрученный, загнутый, просвечивающий, ребристый, с остатками частного покрывала в виде лоскутков — необходимый признак при определении грибов рода панел — *Panaeolus*, рис. 3); • гигрофанность (напитанность водой) шляпки; • цвет кутикулы, (важный признак — наличие фиолетового оттенка у грибов рода паутинник — *Cortinarius*), цвет мякоти и изменение его от давления или соприкосновения с воздухом; • цвет млечного сока в момент вытекания и после окисления на воздухе (можно каплю сока поместить на белую бумагу и подсушить; необходимый показатель для грибов рода млечник — *Lactarius*); • запах (чеснока, сероводорода, хлора, аниса и т. д.); • вкус (обязательно указать для сыроежек — острый, пресный, замедленно-острый, жгучий, горький).

4. Описание гименофора: • тип гименофора, ширина пластинок, размеры или характер пор (изодиаметрические, вытянутые и т. д.); • прикрепление пластинок к ножке (свободные, приросшие и т. д., рис. 4); • густота и толщина пластинок (редкие, частые, тонкие, толстые); • цвет и особенности края пластинок (волнистый, ровный, пушистый, одноцветный со всей пластинкой или окрашен по-другому; эти признаки важны впоследствии при определении грибов рода мицена — *Muscipula*, плютей — *Pluteus*); • цвет пластинок (у грибов рода паутинник — *Cortinarius* отметить наличие фиолетового оттенка) и трубочек у молодых базидиом, изменение цвета пластинок или трубочек от давления.

5. Цвет спорового порошка.

6. Описание ножки: • размеры (длина и диаметр в верхней и нижней части); • характер срастания с другими особями (образует пучки или не срастается; если срастается, то каким образом: по всей длине, в основании и т. д. — важный признак для грибов рода Гуппорус) форма ножки (цилиндрическая, булабовидная и т. д.

(рис. 5); • цвет ножки около гименофора и внизу, цвет мякоти (для грибов рода *Cortinarius* указать наличие фиолетового оттенка); • поверхность (слизистая, с чешуйками, волокнистая; особое внимание следует обратить на мучнистую поверхность — важный показатель для грибов рода *Conocybe*, *Inocybe*); • наличие и вид остатков общего и частного покрывала (рис. 6).



## **Методы исследования водорослей. Методы сбора проб фитопланктона**

**Басхаева Татьяна Георгиевна**

кандидат биологических наук, доцент кафедры ботаники,  
Бурятский государственный университет имени Доржи Банзарова

Выбор метода отбора проб фитопланктона зависит от типа водоема, степени развития водорослей, задач исследования, имеющихся в наличии приборов, оборудования и т. п. В большинстве случаев применяют различные методы предварительного концентрирования.

**Метод фильтрования воды через планктонные сети различной конструкции.** Планктонная сеть состоит из латунного кольца и пришитого к нему конического мешка из мельничного шелковистого или капронового сита № 77, имеющего 5 929 ячеек на 1 см<sup>2</sup>. Узкое выходное отверстие конусовидного мешка плотно прикрепляется к стаканчику, имеющему выводную трубку, закрытую краном или зажимом Мора. При сборе планктона поверхностных слоев воды планктонную сеть опускают в воду так, чтобы верхнее отверстие сети находилось на расстоянии 5–10 см над ее поверхностью. Литровой кружкой черпают воду из поверхностного слоя (до 15–20 см глубины) и выливают ее в сеть, отфильтровывая таким образом 50–100 л воды.

На крупных водоемах планктонные пробы отбирают с лодки. При этом рекомендуется тянуть планктонную сеть на тонкой веревке за движущейся лодкой в течение 5–10 минут.

Закончив сбор планктона, планктонную сеть прополаскивают, опуская ее несколько раз в воду до верхнего кольца, чтобы отмылись водоросли, задержавшиеся на внутренней поверхности сети.

Сконцентрированную таким образом пробу планктона, находящуюся в стаканчике планктонной сети, сливают через выводковую трубку в заранее приготовленную чистую баночку или бутылку. Сеть перед началом работ и после промывают, сушат и хранят в специальном чехле. Сетяные пробы планктона можно изучать в живом или фиксированном состоянии.

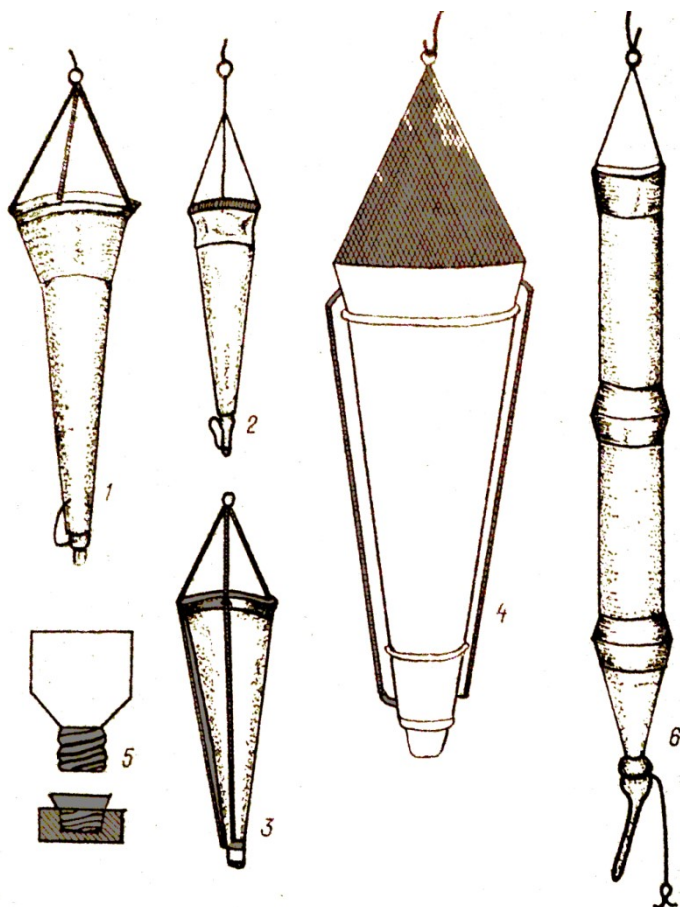


Рис. 1. Планктонные сети: 1–3 — сети Апштейна; 4 — сеть Берджа; 5 — стаканчик к ней; 6 — цилиндрическая сеть «цепелин»

**Количественный учет фитопланктона.** Отбор проб производится при условии обязательного учета количества отфильтрованной воды через сеть и объем собранной пробы. Существуют специальные приборы — *батометры* разнообразной конструкции.

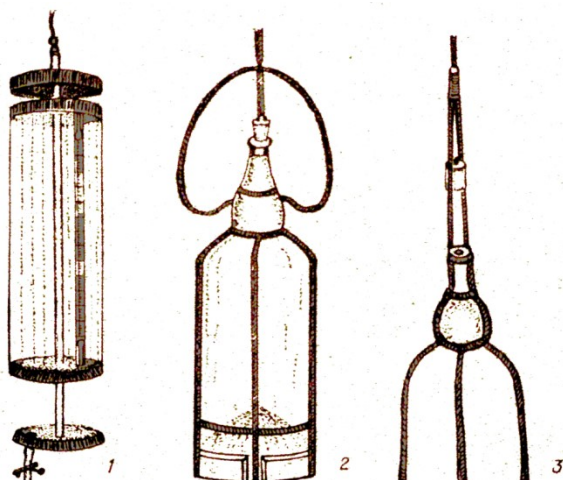


Рис. 2. Приборы для сбора количественных проб фитопланктона: 1 — батометр Рутнера; 2, 3 — сосуд Мейера (опускается в воду в закрытом виде — 2; при достижении определенной глубины открывается рывком за трос, прикрепленный к пробке, и после заполнения водой поднимается в открытом состоянии — 3)

**Батометр системы Рутнера.** Основная часть — цилиндр емкостью 1–5 л. Прибор снабжен верхней и нижней крышками, плотно закрывающими цилиндр. Под воду батометр опускается с открытыми крышками. При достижении требуемой глубины в результате сильного встряхивания веревки крышки закрывают отверстия цилиндра, который в закрытом виде извлекают на поверхность. Заключенную в цилиндре воду через боковой патрубок, снабженный краном, сливают в приготовленный сосуд.

При изучении фитопланктона поверхностных слоев воды пробы отбирают, зачерпывая воду в сосуд определенного объема. В водоемах с бедным фитопланктоном отбирают пробы не менее 1 л параллельно с сетевыми сборами, позволяющими улавливать малочисленные, сравнительно крупные объекты. В водоемах с богатым фитопланктоном объем количественной пробы 0,25–0,5 л (при «цветении воды»).

**Методы сбора проб фитобентоса.** Существующие методы отбора проб фитобентоса предусматривают сбор водорослей, оби-

тающих на поверхности донных грунтов и отложений, в их толще (глубиной до 1 см) и в специфическом придонном слое толщиной 2–3 см. При этом необходимо извлечь некоторое количество грунта с отложениями. На мелководье (до 0,5–1,0 м) это достигается с помощью опущенного на дно пробирки или сифона резинового шланга со стеклянными трубками на концах, в который засасывается наилок.

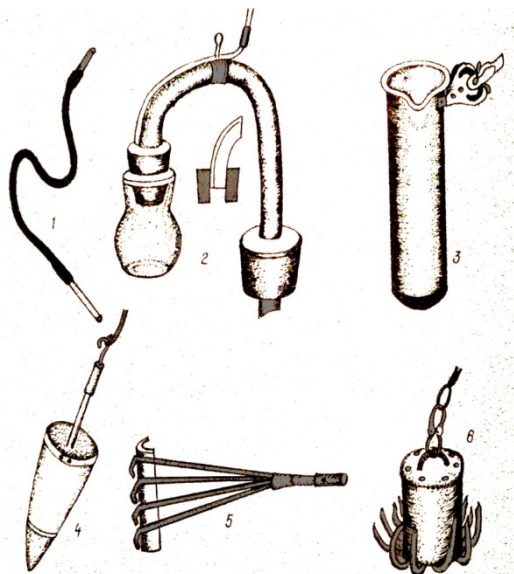


Рис. 3. Приборы для фиксации фитобентоса: 1 — сифон; 2 — илосос Перфильева; 3 — стакан для ила; 4 — ведро для ила; 5 — грабельки; 6 — «кошка»

**Методы сбора проб перифитона.** Для изучения видового состава перифитона налет на поверхности разнообразных подводных предметов (галки, щебня, камней, стеблей и листьев высших водных растений, раковин моллюсков, деревянных и бетонированных частей гидротехнических сооружений и др.) снимают с помощью обычного ножа или специальных скребков и ложек.

Водоросли помещают вместе с субстратом (или его фрагментом) в приготовленную посуду, заливают водой из этого же водоема в живом состоянии либо фиксируют 4%-ным раствором формальдегида.

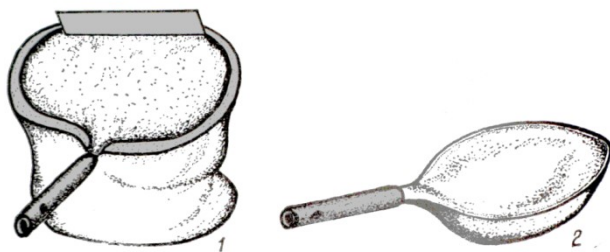


Рис. 4. Приспособления для отбора проб перифитона  
1 — сачок со скребком; 2 — ложка

**Методы сбора наземных и почвенных водорослей.** Наземные водоросли, образующие различно окрашенные налеты и пленки на деревьях, скалах, камнях, сырой земле, крышах и стенах домов и т. п., собирают по возможности вместе с субстратом в стерильные бумажные пакеты или в стеклянные сосуды с 4%-ным раствором формальдегида. Весь собранный материал делят на две части в живом и фиксированном состоянии. Живой материал помещают в стерильные стеклянные сосуды, пробирки и пр., закрытые ватными пробками, не заполняя их доверху, или стерильные бумажные пакеты. Материал, подлежащий фиксации, помещают в чисто вымытую и высушенную нестерильную стеклянную посуду (пробирки, баночки, бутылки), плотно закрытую резиновыми или корковыми пробками. Водные пробы фиксируют 40%-ным формальдегидом, который добавляют к пробе в соотношении 1:10. Водоросли, находящиеся на твердом субстрате (на бумажных фильтрах, гальке, пустых раковинах моллюсков и т. п.), заливают 4%-ным раствором формальдегида. Хорошую сохранность обеспечивает раствор формальдегида и хромовых квасцов (5 мл 4%-ного формальдегида и 10 г  $K_2SO_4 \cdot Cr_2(SO_4)_3 \cdot 24H_2O$  в 500 мл воды).

**Этикетирование и фиксация проб, ведение полевого дневника.** В полевых условиях можно использовать раствор йода с йодидом калия (10 г KI растворяют в 100 мл воды, добавляют 3 г кристаллического йода и еще 100 мл воды, встряхивают до полного растворения кристаллов, хранят в темной посуде в течение нескольких месяцев), который добавляют к пробе в соотношении 1:5. Герметически закупоренные фиксированные пробы можно хранить в темном месте в течение длительного времени.

Все собранные пробы тщательно этикетировываются. На этикетках, заполняемых простым карандашом, указывают номер пробы, время и место сбора, фамилию сборщика. Эти же данные вносятся в полевой дневник, в который также заносят результаты измерений pH, температуры воды и воздуха, схематический рисунок, подробное описание водоема, развивающейся в нем высшей водной растительности и другие наблюдения.

### **Литература**

1. Барсукова Т. Н. Малый практикум по ботанике. Водоросли и грибы: учеб. пособие / Т. Н. Барсукова, Г. А. Белякова, В. П. Прохоров, К. Л. Тарасов. Москва, 2005. 240 с.
2. Белякова Г. А. Ботаника: в 4 томах. Водоросли и грибы: учебник / Г. А. Белякова, Ю. Т. Дьяков, К. Л. Тарасов. Москва, 2006. Т. 1. 320 с.
3. Голлербах М. М., Косинская Е. К., Полянский В. И. Сине-зеленые водоросли // Определитель пресноводных водорослей СССР. Общая часть. Москва: Советская наука, 1953. Вып. 2. 652 с.
4. Зуева Г. А. Систематика низших растений. Елабуга: Изд-во Елабужского гос. пед. ин-та, 2001. 85 с.
5. Садчиков А. П. Методы изучения пресноводного фитопланктона. Москва, 2003. 153 с.
6. Судакова Е. А., Чата Е. Н. Водоросли Прибайкалья (краткий определитель). Иркутск, 2003. 73 с.

## **Методические рекомендации по анатомическим исследованиям высших растений**

**Пыжикова Евгения Михайловна**

кандидат биологических наук, доцент,

Бурятский государственный университет имени Доржи Банзарова

Исследовательские работы по анатомии растений среди школьников встречаются нечасто. Это объясняется высокой трудоемкостью проекта, отсутствием оптического и лабораторного оборудования в образовательных учреждениях, пробелами в базовых знаниях по строению растительных тканей и рядом других причин. Но внутреннее строение растений на разных стадиях их развития, особенности морфоструктуры поверхностей, изучаемые при большом увеличении, открывают неиссякаемый источник информации. В чем приспособительное значение тех признаков, которые мы наблюдаем, и всегда ли наблюдаемые детали строения связаны с выполнением каких-то определенных функций? Как сложный организм растения возникает в процессе индивидуального развития, и можем ли мы наблюдать эту дифференцировку? Эти вопросы имеют не только теоретическое значение. В них можно найти актуальность, практическое применение и дальнейшее научное развитие.

В связи с этим мы решили дать методические рекомендации для учебных исследовательских проектов по анатомии высших растений. В анатомических исследованиях необходимо четко определиться с объектами, используемой ботанической микротехникой, оптическими приборами, фиксаторами или красителями материалов.

**Выбор объектов исследования.** Для исследования подойдут комнатные растения кабинета биологии или выращенные вами гидропонные растения, пророщенные семена, зеленые черенки растений. А может быть, вегетативные органы растений, лежащие на полках супермаркетов или выращенные на личных грядках. Если вы начинаете свои исследования весной — осенью, то можно использовать дикорастущие растения местной флоры (луговые, лесные, степные, водные, болотные, сорные, культурные и т. п.). По растительным объектам местной флоры Бурятии не так много доступной

анатомической информации, поэтому с какими-то видами вы можете стать первооткрывателями.

**Методика изготовления временного микропрепарата** (рис.1). На лабораторное стекло положить чистое сухое предметное стекло. Нанести на середину предметного стекла каплю воды и поместить в нее препарат (мазок, срез, эпидерму листа, радиальный или тангентальные срезы и др.).

Объект, подлежащий микроскопическому исследованию, должен быть очень тонок и прозрачен. При изучении анатомического строения органов чаще всего делают тонкие срезы лезвием (бритвой). Лезвие должно быть новым и очень острым. Срезы с органов делают в зависимости от цели исследования в разных направлениях. С осевых органов чаще всего делают поперечные срезы — бритва должна быть направлена строго перпендикулярно к продольной оси органа. Иногда необходимо сделать тангентальный срез (параллельно поверхности органа) или радиальный срез по радиусу осевого органа (рис. 2).

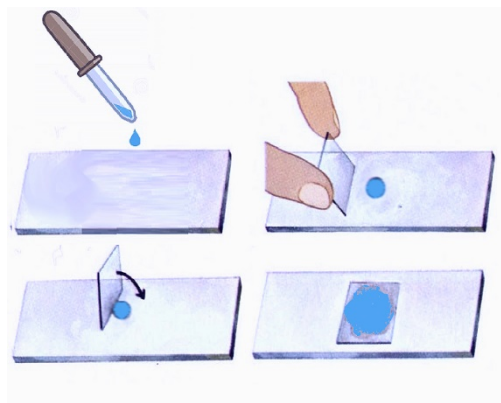


Рис. 1. Методика приготовления анатомического среза

Исследуемую часть растения держат указательным и большим пальцами левой руки, зажав в кусочках пенопласта («ручной микротом»). Чтобы не порезать большой палец, им придерживают объект на более низком уровне, так чтобы объект выступал над пенопластом. Перед изготовлением среза поверхность объекта, с которой предполагается делать срез, должна быть выровнена. Бритву держат правой рукой так, чтобы плоскость лезвия находилась меж-



ду указательным и большим пальцами. Лезвие смачивают в воде и, слегка надавливая на приготовленную поверхность, ведут ее вкось слева направо по направлению к себе. Не нужно стремиться получить срез сразу со всей поверхности, так как в этом случае пришлось бы прикладывать лезвие бритвы ниже приготовленной поверхности объекта: в таком случае срез всегда будет толстым. Для получения тонких срезов лезвие бритвы кладут на выровненную поверхность. При приготовлении поперечного среза надо захватить и центральную часть осевого органа. Рекомендуется сразу делать несколько срезов и сбрасывать их в чашку Петри с водой. Тонкие и ровные срезы будут плавать горизонтально, а скошенные под углом косо. Самые тонкие и ровные срезы переносят на предметное стекло и в случае необходимости обрабатывают реактивами.

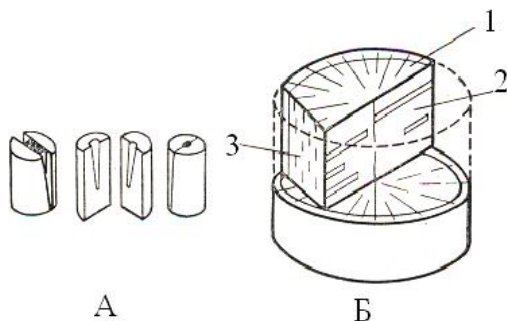


Рис. 2. Закладка объекта в сердцевину бузины (А) и сечения цилиндрического органа (Б): 1 — поперечное, 2 — продольное радиальное, 3 — продольное тангентальное

Реактивы, содержащие кислоту, во избежание порчи микроскопа после прокрашивания среза снимают ленточкой фильтровальной бумаги и помещают препарат в каплю воды. Накрывают препарат покровным стеклом, для чего необходимо взять чистое, сухое покровное стекло, поставить его под острым углом на предметное стекло у капли воды с препаратом и медленно опускать на каплю воды, поддерживая свободный край стекла препаровальной иглой. Посмотрите, имеется ли под покровным стеклом воздух, и где он находится. Под микроскопом пузырьки воздуха выглядят черными окружностями и ухудшают видимость препарата. Если пузырьки попали на объект, то не следует нажимать на стекло сверху, а необходимо приподнять покровное стекло и вновь опустить его, добива-

ясь, чтобы на объекте не было пузырьков воздуха. При достижении хороших результатов надо снять фильтровальной бумагой лишнюю воду, вышедшую из-под стекла, проверить, не попала ли вода сверху покровного стекла и не затекла ли под предметное стекло. Если под покровным стеклом не все пространство занято водой, то ее необходимо осторожно добавить пипеткой, не снимая покровного стекла. Препарат готов, его можно рассматривать под микроскопом.

Если с препаратом предполагается работа в течение нескольких дней, вместо воды под покровное стекло наносят глицерин (он не высыхает).

**Окрашивание временных микропрепаратов.** В исследовательских работах для определения тканей и клеточных структур можно применять различные реактивы. Для определения содержания крахмала используют слабый раствор йода в йодистом калии. Он окрашивает зерна крахмала в сине-фиолетовый цвет. Реактивом на жиры и жироподобные вещества является судан-III, он поглощается жирами и окрашивает их в оранжевый цвет. Характерные реакции на белок: биуретовая — под воздействием водного раствора медного купороса и едкой щелочи белки окрашиваются в фиолетовый цвет, и ксантопротеиновая реакция — под воздействием крепкой азотной кислоты белок желтеет, пожелтение усиливается до оранжевого цвета при добавлении капли аммиака. Хлор-цинк-йод — реактив на клетчатку. Хлор-цинк окрахмаливает клетчатку, йод окрашивает крахмал в сине-фиолетовый цвет. Реактивом на лигнин является флороглюцин и концентрированная соляная кислота. Одревесневшие (пропитанные лигнином) клеточные стенки окрашиваются препаратом в малиново-красный цвет. При нанесении этого реактива необходимо предварительно убрать фильтровальной бумагой воду с препарата, а после прокрашивания так же удалить реактивы, нанести каплю воды и накрыть покровным стеклом.

**Оформление результатов.** Полученные микропрепараты надо зарисовать в альбом, учитывая правила оформления графической работы (биологического рисунка).

1. Весь текст аккуратно пишется ручкой, все рисунки и линии выполняются только в карандаше.

2. Вверху страницы крупно запишите полное название препарата и не забудьте поставить дату выполнения рисунка. Необходимо указать рабочее увеличение микроскопа, дать характеристику отличительных признаков микропрепарата.

3. Перед началом рисования тщательно настройте микроскоп, чтобы изображение препарата было наиболее четким (пользуйтесь настройкой резкости: на малом увеличении — макровинт, а на большом (с массивными объективами) — микровинт).

4. Если на препарате несколько одинаковых объектов, выберите из них те, которые имеют наиболее «правильную» форму и у которых наиболее ясно различимы все основные детали. Зарисуйте 1–2 из таких лучших объектов.

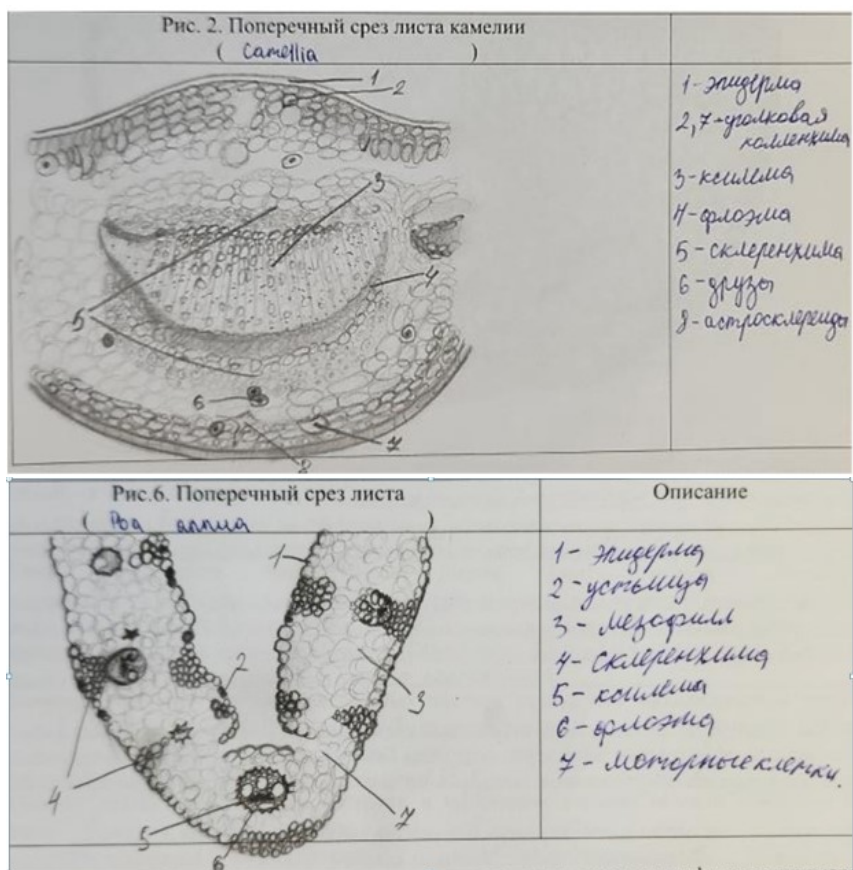


Рис. 3. Примеры оформления графических работ с микроскопа  
(автор Тапхарова Дагима, студентка 2-го курса гр. 02540)

5. Крупное изображение объекта микропрепарата выполните четко, без «грязи». Рисунок делается карандашами. Отобразите все видимые и опознаваемые части объекта. Не рисуйте того, чего не видите на препарате, даже если это есть на схемах в литературе.

6. Сделайте обозначения частей: от каждой опознанной части препарата на рисунке проведите указательную линию и подпишите цифру-указатель. При указании частей сверьтесь с рисунками и схемами из научной или учебной литературы.

7. После завершения рисунка справа ручкой запишите обозначения на соответствующем месте. Обязательно укажите систематическое положение объекта. В этом вам поможет справочная литература, определители. Рекомендуем использовать для определения видов растений сайты <https://www.inaturalist/>, <https://www.plantarium.ru/>

8. После рисунка дайте краткую характеристику зарисованного объекта: а) где находится данный объект исследования (расположение); б) его функции; в) отличительный признак препарата (особенность формы, строения, расположения тканей, цвета и т. д.) данного объекта, позволяющий вам отличить его от других; г) наибольшее используемое в работе увеличение микроскопа (произведение кратности окуляра и объектива); д) описание в произвольной форме (что, на ваш взгляд, самое важное и интересное у этого объекта помимо отличительного признака). Используйте для этого литературные данные.

10. После завершения работы самостоятельно проверьте точность выполнения всех вышеперечисленных правил и исправьте все обнаруженные ошибки.

Кроме классического биологического рисунка в оформлении работы можно использовать мобильный телефон. Камеру прикладываем к окуляру для получения фотографий срезов, создавая свою фототеку микропрепаратов. Такие «микропрепараты» станут прекрасными иллюстрациями вашего будущего проекта.

Еще одним хорошим наглядным эффектом может стать создание «анатомического портфолио». Для этого необходимо фиксировать объекты в глицерине, размещать их в специальной папке с отсеками для предметных стекол. Рядом распечатать анатомическую характеристику полученного среза. Это будет прекрасная наглядность на защите проекта.

**Рекомендуемые темы для учебных исследований.** Очень интересными с точки зрения исследовательских проектов могут стать работы по экологической анатомии растений. Разнообразие экологических групп по факторам окружающей среды поражает: сциофиты, ксерофиты, суккуленты, гидатофиты, психрофиты, петрофиты, кальцефилы, галофиты и многие другие.

Приведем несколько примеров с анатомическими срезами разных экологических групп растений флоры Республики Бурятия.

**Рдест пронзеннолистный** (*Potamogeton perfoliatus* L.) — растение-гидрофит, обитает в умеренном климате в стоячих или медленно текущих водах. Особенности водного обитания отражаются в анатомическом строении объекта (рис. 4). При малом увеличении на поперечном срезе стебля хорошо видна эпидерма, широкая первичная кора, пронизанная правильно расположенными схизогенными воздухоносными камерами, эндодерма с лигнифицированными клеточными стенками, перицикл, проводящие пучки с ксилемной полостью. При большом увеличении можно рассмотреть особенности строения воздухоносных камер (стенки и диафрагмы), клеток эндодермы и проводящего пучка.

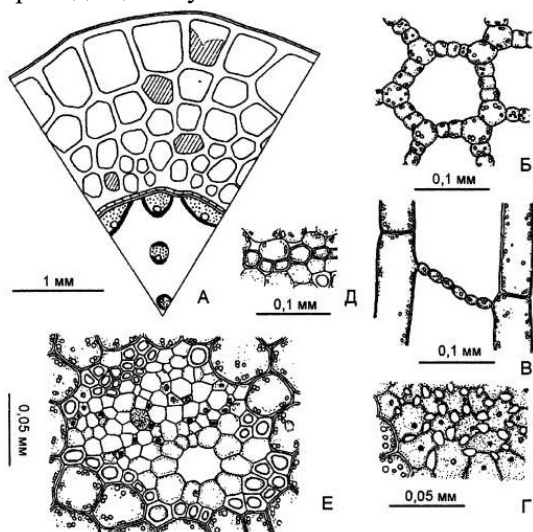


Рис. 4. Рдест пронзеннолистный. Схема поперечного среза стебля (А) и детализированные рисунки: схизогенных полостей (Б, В), диафрагмы (Г), одревесневшей эндодермы (Д) стебля, участка его стелы (Е) [4]

**Шикша (водяника черная)** (*Empetrum nigrum* L.) — вечнозеленый кустарник-психрофит, встречающийся в увлажненных лесах, на болотах, в высокогорьях. Для шикши характерен особый игло-видный лист эрикоидного типа с завернутыми краями. На анатомическом срезе (рис.5) обратите внимание на завернутость краев листа и соединение их пучком волосков, отметьте положение устьиц, толстую кутикулу на верхней эпидерме, особенности строения эпидермальных клеток, многослойную палисадную ткань, губчатую хлоренхиму с крупными воздухоносными полостями, железистые волоски в нижней эпидерме, проводящие пучки.

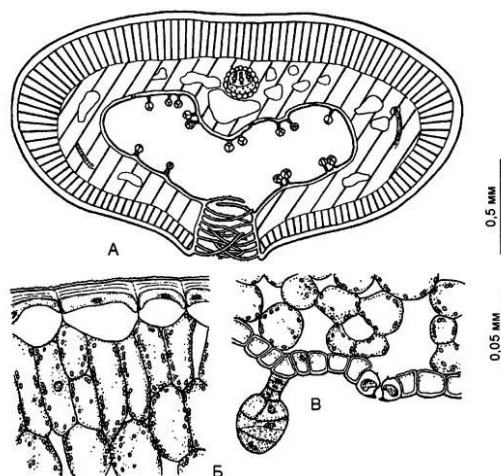


Рис. 5. Шикша (водяника черная). Схема поперечного среза листа (А) и детализированные рисунки верхней (Б) и нижней (В) эпидермы [4]

**Багульник болотный** (*Ledum palustre* L.) — сильно пахучий оксифитный кустарничек с узкими листьями, покрытыми густым ржавым войлоком. На территории Бурятии встречается повсеместно в составе таежных лесов. Анатомически обратите внимание на небольшую толщину пластинки, завернутость ее краев (рис. 6). Отметьте на рисунке толстую кутикулу на верхней эпидерме, обилие простых и железистых волосков на нижней стороне листа, 2–3-слойную столбчатую хлоренхиму и рыхлую губчатую с крупными воздухоносными полостями, умеренное развитие водопроводящей ткани и очень слабое — механических, поверхностные устьица.

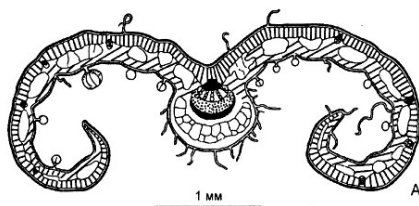


Рис. 6. Багульник болотный. Схема поперечного среза листа (А) [4]

В качестве примера особой экологической группы приведем растения засоленных почв — галофиты. Они образуют монодоминантные разреженные сообщества, приспособленные в условиях Бурятии к высокой концентрации солей, сильному освещению, высоким температурам и засухе. Адаптации этой экологической группы проявляются на клеточном, физиологическом и анатомо-морфологическом уровне. Характерной чертой в строении листьев является суккулентность (мясистость), связанная с развитием водо-запасающей паренхимы.

**Млечник приморский** (*Glaux maritima* L.) — травянистый корневищный галомезофит с простертыми облиственными побегами. Толстоватые листья с обеих сторон имеют точечные ямки. Встречается на солончаках, по солонцеватым берегам рек и озер. На анатомическом срезе (рис. 7) можно отметить толстостенную эпидерму, мощную первичную кору с системой схизогенных межклетников, эндодерму с одревесневшими подковообразно утолщенными клеточными оболочками, склеренхимный перицикл, сближенные проводящие пучки, рыхлую сердцевину.

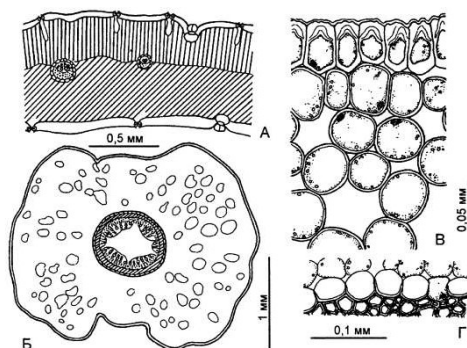


Рис. 7. Млечник приморский. Схемы строения листовой пластинки (А) и стебля (Б); детализированные рисунки периферической зоны первичной коры (В) и эндодермы (Г) [4]

В заключение еще раз подчеркнем, что анатомические исследовательские работы требуют аккуратности, наблюдательности, хорошего владения оптическими приборами, знаний по ботанической микротехнике, но полученные качественные результаты оправдают все ваши трудозатраты. Дерзайте и будете первооткрывателями в мире анатомии растений Бурятии.

### **Литература**

1. Андреева И. И. и др. Практикум по анатомии и морфологии растений. Москва: Колосс, Агрус, 2005. 156 с.
2. Бавтуто Г. А. Атлас по анатомии растений. Минск: Ураджай, 2001. 146 с.
3. Барабанов Е. И., Зайчикова С. Г. Атлас по ботанике. Анатомия, морфология и систематика высших растений. Москва: МИА. 2013. 168 с.
4. Барыкина Р. П. Справочник по ботанической микротехнике. Основы и методы. Москва: Изд-во МГУ. 2004. 312 с.
5. Барыкина Р. П., Чубатова Н. В. Большой практикум по ботанике. Экологическая анатомия цветковых растений. Москва: Т-во научных изданий. КМК, 2005. 77 с.
6. Пыжикова Е. М., Банаева С. Ч. Рабочая тетрадь по ботанике (анатомия и морфология растений). Улан-Удэ: Изд-во БГУ, 2020. 106 с.
7. Пыжикова Е. М., Цыренова М. Г. Анатомия и морфология растений: практикум. Улан-Удэ: Изд-во БГУ, 2020. 178 с.



## Лабораторные работы по физиологии растений

**Цыренова Марина Гармажабовна**

кандидат биологических наук, доцент,

Бурятский государственный университет имени Доржи Базарова

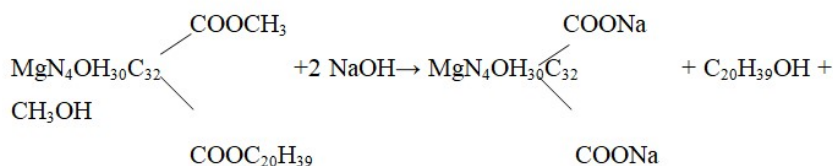
Лабораторные работы по физиологии растений позволяют обучающимся освоить на практике все физиологические и биохимические процессы, происходящие в растениях. В данном разделе мы предлагаем три лабораторные работы: химические свойства фотосинтеза, определение степени активности каталазы в листьях растений разных экологических групп, выделение пероксидазы. Приведены краткие сведения об изучаемых процессах, помещен перечень необходимого оборудования, реактивов, материалов и объектов, даны разъяснения по их выполнению. При выполнении лабораторных работ обучающиеся знакомятся и осваивают классические и современные методы исследования физиологии растений.

### Работа № 1. Химические свойства хлорофилла

**Цель работы:** изучить химические свойства хлорофилла как сложного эфира.

**Материалы и оборудование:** вытяжка хлорофилла, бензин, штатив с пробирками, этиловый спирт, NaOH или KOH в кристаллах, этанол,  $\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ , 10 % HCl, стеклянная палочка.

**Объяснение:** Пигменты фотосинтеза находятся в мембранах тилакоидов. У высших растений это хлорофиллы а и b, каротин, ксантофилл, феофитин. Хлорофилл а — главная функциональная часть пигментной системы растений. Он способен, поглотив квант света, передавать его энергию на компоненты электронно-транспортной цепи. Хлорофилл является сложным эфиром дикарбоновой хлорофиллиновой кислоты и двух спиртов: метанола и фитола. Поэтому для него характерна при обработке щелочами реакция омыления эфирных связей, т. е. отщепления остатков метилового спирта и фитола:



Образующаяся при этом соль хлорофиллиновой кислоты сохраняет зеленую окраску, но отличается от хлорофилла большей гидрофильностью.

Зеленый цвет хлорофилла, исходя из его химического строения, объясняется наличием двойных конъюгированных связей и образованной магнием металлорганической связи в порфириновой части молекулы. Наличие магния в хлорофилле легко обнаружить путем замещения его водородом кислоты; вытяжка принимает коричневый цвет — образуется феофитин. Феофитин присутствует в растениях в незначительных количествах, но выполняет важную функцию в цепи переноса электронов. Зеленую окраску можно восстановить, получив металлзамещенный хлорофилл, если в раствор феофитина добавить соль любого металла и нагреть. В результате водород в феофитине замещается на металл, восстанавливается металлорганическая связь в молекуле.

### Ход работы

#### Задача 1. Омыление хлорофилла щелочью

1. В пробирку с 2 мл спиртовой вытяжки пигментов добавляют такой же объем бензина и 1–2 капли воды.

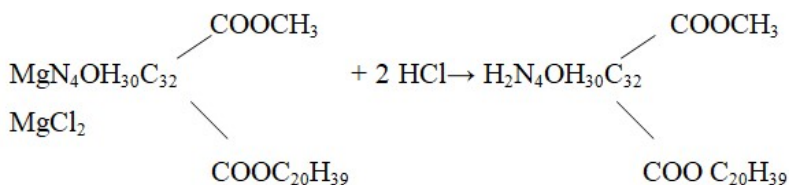
2. Закрывают пробкой и сильно встряхивают содержимое в течение 15–20 с, после чего пробирку ставят в штатив до начала разделения слоев бензина и спирта. Хлорофилл вместе с каротином находится в верхнем бензиновом слое, вследствие чего этот слой окрашен в зеленый цвет, нижний спиртовой слой — желтый, так как там остается ксантофилл.

3. Затем в пробирку бросают кусочек кристаллической щелочи (KOH или NaOH) и снова сильно встряхивают содержимое до ее растворения. Дают смеси жидкостей расслоиться, и полученная соль хлорофиллиновой кислоты переходит в нижний спиртовой слой, так как спиртовой слой стал зеленым. В верхнем бензиновом слое остается желтый пигмент каротин.

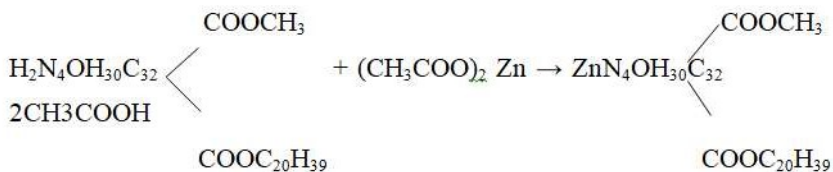
## Задача 2. Получение феофитина и обратное замещение в нем водорода атомом металла

1. В три пробирки отливают по 2 мл спиртовой вытяжки пигментов. Одну пробирку оставляют для контроля.

2. В двух других готовят феофитин. Для этого в пробирки добавляют по 2–3 капли 10%-ной соляной кислоты или в пробирки с растворами пигментов погружают стеклянные палочки, смоченные в концентрированной соляной кислоте. При этом окраска вытяжки становится бурой, так как хлорофилл превращается в феофитин:



3. Одну пробирку с феофитином оставляют для сравнения, а в другой феофитин переводят в металлозамещенный хлорофилл, добавляя в нее 2–3 кристаллика ацетата цинка или ацетата меди, затем нагревают до кипения. Зеленый цвет пигмента восстанавливается:



**Задание:** Сравнить по цвету пробирки с растворами хлорофилла и металлозамещенного хлорофилла, закрыть их пробками, снабдить этикетками и оставить в штативе на свету. Через неделю сделать выводы о стойкости хлорофилла и металлозамещенного хлорофилла, отмечая изменения цвета раствора.

## Работа № 2. Определение степени активности каталазы в листьях растений разных экологических групп

**Цель работы:** определить степень активности фермента каталазы в листьях разных экологических групп.

**Материалы и оборудование:** листья растений разных экологических групп, 3%-ный раствор  $\text{H}_2\text{O}_2$ , штатив с пробирками, ступка с

пестиком, мерная пробирка, пипетка на 2 мл, воронка, фильтровальная бумага, карандаш по стеклу, стаканчик с водой.

**Объяснение.** Каталаза в листьях растений выполняет ключевую защитную функцию, катализируя расщепление токсичного пероксида водорода. Этот фермент содержится в тканях растений, особенно в тех, которые активно подвергаются окислительным процессам. Разлагает пероксид водорода, который образуется в ходе различных метаболических процессов в растении, защищая клетки от повреждений.

### Ход работы

1. Пронумеровать четыре пробирки.
2. Из листа объекта при помощи пробочного сверла сделать пять высечек.
3. Высечки поместить в ступку, добавить 6 мл воды и растереть до однородной массы. Перемешать и отфильтровать через бумажный фильтр в пробирку № 1. Ступку с пестиком тщательно вымыть.
4. Аналогичным способом получить вытяжки из листьев других растений (пробирки № 2, 3 и 4). Количество фильтрата во всех пробирках должно быть одинаковым!!!
5. В каждую пробирку добавить по 2 мл 3%-ного раствора  $\text{H}_2\text{O}_2$ .
6. Активность фермента оценить визуально в баллах, например, 1–2 балла. Результаты занести в таблицу.

| № пробирки | Объект исследования | Активность фермента |
|------------|---------------------|---------------------|
| 1          |                     |                     |
| 2          |                     |                     |
| 3          |                     |                     |
| 4          |                     |                     |

#### Активность фермента:

- интенсивное образование пены — 4 балла
  - умеренное образование пены — 3 балла
  - слабое образование пены — 2 балла
  - очень слабое образование пены — 1 балл
  - отсутствие пены — 0 баллов.
7. Обсуждение результатов.

### Работа № 3. Пероксидаза

**Цель работы:** выделить пероксидазу из клубня картофеля и обнаружить ее каталитическое действие.

**Материалы и оборудование:** клубень картофеля, чашка Петри, марля, терка, штатив с пробирками, 1%-ный раствор гидрохинона, 3%-ный раствор  $H_2O_2$ , мерные цилиндры на 5 мл, цветные карандаши.

**Объяснение.** Пероксидаза в листьях растений — это фермент, который играет важную роль в защите от стресса и участвует в окислительно-восстановительных реакциях. В растениях она помогает нейтрализовать активные формы кислорода, которые образуются при стрессовых ситуациях.

#### Ход работы

1. Натереть (терка ставится на разостланную в чашке Петри марлю) очищенный клубень картофеля и отжать через марлю сок (носителя пероксидазы).

2. Приготовить три пробирки и внести в них:

– в первую: 5 мл раствора гидрохинона, 1 мл раствора  $H_2O_2$  и 1 мл картофельного сока;

– во вторую: 5 мл раствора гидрохинона, 1 мл раствора  $H_2O_2$ ;

– в третью: 5 мл раствора гидрохинона и 1 мл сока клубня картофеля.

3. Оформление результатов (цветными карандашами).

| Вариант | Состав смеси в пробирках                |                            |            | Окраска растворов |
|---------|-----------------------------------------|----------------------------|------------|-------------------|
|         | картофельный сок (носитель пероксидазы) | пероксид водорода $H_2O_2$ | гидрохинон |                   |
| 1       | +                                       | +                          | +          |                   |
| 2       | -                                       | +                          | +          |                   |
| 3       | +                                       | -                          | +          |                   |

*Примечание:* + и — обозначено наличие реактива.

#### Литература

1. Бухольцев А. Н. Физиология растений: познавательные задачи. Улан-Удэ, 1993. 124 с.

2. Васильева Е. М. и др. Эксперимент по физиологии растений в средней школе: пособие для учителей. Москва: Просвещение, 1978. 112 с.

3. Томпсон Р. Б., Томпсон Б. Ф. Иллюстрированная энциклопедия: биологические эксперименты. Москва: Пресс, 2019. 442 с.

## **Оценка состояния здоровья и физического развития по антропометрическим данным**

**Налетова Лариса Александровна**

кандидат биологических наук, доцент,

Бурятский государственный университет имени Доржи Банзарова

Физиология изучает функции организма человека во взаимодействии с окружающей средой. Физиология является экспериментальной наукой, следовательно, ее изучение должно обязательно сопровождаться выполнением лабораторных работ. Основная их цель — помочь обучающимся самостоятельно проводить эксперименты, осмысливать их результаты, а также приобретать жизненно важные навыки в современном мире.

К сожалению, люди часто обладают достаточно скудными знаниями о возможностях своего организма, способах поддержания здоровья, и наша задача — через проектную деятельность скорректировать поведение, не соответствующее принципам здорового образа жизни, и найти причины низкого уровня здоровья с учетом «факторов риска». Создание «Паспорта здоровья школьника» — это новая форма организации здоровьесберегающей деятельности, основанная на личной мотивации. Паспорт обеспечивает единую систему включения взрослых и детей в совместную деятельность по здоровьесбережению.

Предлагаемый практикум поможет читателю оценить состояние здоровья и физического развития по полученным антропометрическим данным. Актуальность заключается в исследовании своего организма, что облегчает восприятие сложного материала по теме «Человек».

**Работа 1. Определение гармонического физического развития по антропометрическим данным [6].** *Гармоническое (всестороннее) физическое развитие* — это сбалансированное и комплексное совершенствование основных физических качеств, которые необходимы для полноценной жизнедеятельности, адаптации к разнообразным условиям и достижения личных целей [2].

**Материалы и оборудование:** ростомер, напольные весы, сантиметровая лента.

### **Ход работы**

*Измерение роста.* Проводится с помощью ростомера. Испытуемый должен встать на платформу ростомера, касаясь вертикальной стойки пятками, ягодицами, межлопаточной областью и затылком. Экспериментатор измеряет рост испытуемого. Полученный результат фиксируется.

*Измерение окружности грудной клетки.* Экспериментатор с помощью сантиметровой ленты измеряет окружность грудной клетки. Для этого испытуемый поднимает руки, экспериментатор накладывает ленту так, чтобы она проходила по нижним углам лопаток. Спереди лента должна проходить по среднегрудной точке и плотно прилегать к телу. Затем испытуемый опускает руки. Окружность груди измеряется в трех фазах: во время обычного спокойного дыхания (в паузе), при максимальном вдохе и максимальном выдохе.

Определите экскурсию грудной клетки. Экскурсия грудной клетки — это разница между величинами окружностей на вдохе и выдохе. Полученный результат зафиксируйте.

*Определение массы тела.* Измерение проводится с помощью медицинских весов. Полученный результат зафиксируйте в таблицу 1.

Таблица 1

Антропометрические показатели

| Испытуемый | Показатели роста | Показатели окружности грудной клетки |                |                 | Показатели массы тела |
|------------|------------------|--------------------------------------|----------------|-----------------|-----------------------|
|            |                  | в паузе                              | макс. на вдохе | макс. на выдохе |                       |
|            |                  |                                      |                |                 |                       |

2. Сравните полученные вами данные со среднестатистическими данными таблиц.

3. Используя данные таблиц 2, 3, 4, найдите соответствующий «коридор» для каждого из ваших показателей (на пересечении возраста и величины показателя). «Коридор» процентных величин характеризует встречаемость показателя данного признака в различ-

ных половых и возрастных группах. Чем больше значение «коридора», тем ближе ваши показатели к среднестатистическим данным.

*Примеры:*

1. Ваш возраст — 15 лет, длина тела — 160 см. «Коридор» № 4 (для мальчиков).

2. Ваш возраст — 14 лет, масса тела — 40 кг. «Коридор» № 3.

Таблица 2

Процентные величины длины тела, см

| Возраст,<br>лет | Пол | «Коридор» и соответствующие ему показатели |       |       |       |       |       |   |
|-----------------|-----|--------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|---|
|                 |     | 1                                          | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7 |
| 13              | м   | 140,2                                      | 143,6 | 147,4 | 160,4 | 165,8 | 169,3 |   |
|                 | д   | 139,5                                      | 143,1 | 148,0 | 160,3 | 164,3 | 168,0 |   |
| 14              | м   | 144,9                                      | 148,3 | 152,4 | 166,4 | 172,2 | 176,0 |   |
|                 | д   | 144,0                                      | 147,4 | 152,4 | 164,2 | 168,0 | 170,5 |   |
| 15              | м   | 149,3                                      | 153,2 | 158,0 | 172,0 | 178,0 | 181,0 |   |
|                 | д   | 148,1                                      | 151,6 | 156,3 | 167,0 | 170,3 | 172,6 |   |
| 16              | м   | 154,0                                      | 158,0 | 162,2 | 177,4 | 182,0 | 185,0 |   |
|                 | д   | 151,7                                      | 155,0 | 158,3 | 169,0 | 172,0 | 174,1 |   |
| 17              | м   | 159,3                                      | 163,0 | 168,1 | 181,2 | 185,1 | 187,9 |   |
|                 | д   | 154,1                                      | 157,3 | 161,2 | 170,0 | 173,1 | 175,5 |   |

Таблица 3

Процентные величины массы тела, кг

| Возраст,<br>лет | Пол | «Коридор» и соответствующие ему показатели |      |      |      |      |      |   |
|-----------------|-----|--------------------------------------------|------|------|------|------|------|---|
|                 |     | 1                                          | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7 |
| 13              | м   | 31,0                                       | 33,4 | 39,8 | 49,0 | 56,2 | 63,6 |   |
|                 | д   | 32,0                                       | 35,3 | 40,0 | 51,8 | 56,8 | 62,4 |   |
| 14              | м   | 34,0                                       | 35,2 | 42,2 | 54,6 | 62,6 | 70,6 |   |
|                 | д   | 36,1                                       | 39,9 | 44,0 | 55,0 | 60,9 | 70,0 |   |
| 15              | м   | 37,8                                       | 40,8 | 46,9 | 60,2 | 65,1 | 76,5 |   |
|                 | д   | 39,4                                       | 43,7 | 47,6 | 58,0 | 63,9 | 73,6 |   |
| 16              | м   | 41,2                                       | 45,4 | 51,8 | 65,9 | 73,0 | 82,5 |   |
|                 | д   | 42,4                                       | 46,8 | 51,0 | 61,0 | 66,2 | 76,1 |   |
| 17              | м   | 46,4                                       | 50,5 | 56,8 | 70,6 | 78,0 | 86,2 |   |
|                 | д   | 45,2                                       | 48,4 | 52,4 | 62,0 | 68,0 | 79,0 |   |



Таблица 4

Процентные величины окружности груди, см

| Возраст, лет | Пол | «Коридор» и соответствующие ему показатели |      |      |      |      |      |   |
|--------------|-----|--------------------------------------------|------|------|------|------|------|---|
|              |     | 1                                          | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7 |
| 13           | м   | 64,7                                       | 66,9 | 70,2 | 78,2 | 87,2 | 87,0 |   |
|              | д   | 64,3                                       | 66,8 | 70,0 | 80,9 | 85,0 | 88,0 |   |
| 14           | м   | 67,0                                       | 68,6 | 73,1 | 81,8 | 86,2 | 91,0 |   |
|              | д   | 67,0                                       | 69,6 | 73,0 | 83,5 | 87,6 | 91,0 |   |
| 15           | м   | 70,0                                       | 72,6 | 76,3 | 85,7 | 90,1 | 94,2 |   |
|              | д   | 70,0                                       | 72,9 | 76,2 | 85,5 | 89,3 | 92,6 |   |
| 16           | м   | 73,3                                       | 76,1 | 80,0 | 89,9 | 93,6 | 97,0 |   |
|              | д   | 73,3                                       | 75,9 | 78,8 | 87,1 | 90,6 | 93,9 |   |
| 17           | м   | 77,0                                       | 80,1 | 82,9 | 92,2 | 95,5 | 98,4 |   |
|              | д   | 75,4                                       | 78,0 | 80,7 | 88,8 | 91,1 | 94,6 |   |

**Работа 2. Оценка показателей физического развития с помощью расчетных формул [6].** Оценка показателей физического развития — это анализ комплекса морфологических и функциональных признаков организма, который определяет физическую работоспособность человека на определенном этапе жизни [1, 2].

#### Ход работы

1. Рассчитайте собственный рост, используя для этого предложенную формулу.

Теоретический расчет среднего роста для людей  
в возрасте от 3 до 14–16 лет

|                                          |                         |
|------------------------------------------|-------------------------|
| Для девочек среднего типа телосложения   | Рост = 6 х Возраст + 76 |
| Для мальчиков среднего типа телосложения | Рост = 6 х Возраст + 77 |

Отклонения от средних физических величин не должны превышать  $\pm 2,5$  см для мальчиков и  $\pm 3,5$  см — для девочек [6]. Если полученный при расчете рост на 20% больше или меньше среднего, это может указывать на нарушения обмена веществ.

2. Определите индекс тучности (с помощью индекса тучности можно установить степень лишнего веса, что позволяет оценить угрозу возникновения болезней, ассоциированных с ожирением) [6]. Для этого воспользуйтесь результатами предыдущих заданий.

### Формула расчета индекса тучности (ИТ)

$$\text{ИТ} = \frac{\text{МАССА ТЕЛА, КГ}}{\text{РОСТ, М}}$$

Индекс тучности от 19 до 24 единиц измерения соответствует нормальному телосложению. Если величина индекса тучности составляет 25–27 единиц, это свидетельствует о тучности организма, а если индекс тучности больше 27 — это показатель ожирения.

3. Определите крепость телосложения. Зная величины своего роста, массы тела и окружности груди, можно рассчитать по формуле Пиньи показатель крепости телосложения.

### Формула Пиньи (показатель крепости телосложения)

$$\text{Крепость телосложения (показатель Пиньи)} = \\ = \text{рост, см} - \text{масса тела, кг} + \text{ОГ в фазе выдоха, см}$$

Полученные величины показателя Пиньи (у взрослых) оцениваются по следующей шкале: меньше 10 — крепкое телосложение; 10–20 — хорошее телосложение; 21–25 — среднее телосложение; 26–35 — слабое телосложение; 36 и более — очень слабое телосложение.

**Работа 3. Пропорции телосложения.** *Телосложение* — пропорции и особенности частей человеческого тела, а также особенности развития костной, жировой и мышечной тканей [3].

**Материалы и оборудование:** сантиметровая лента.

#### Ход работы

У испытуемого определяют рост в положении стоя и сидя. Для оценки пропорциональности телосложения определите его показатели по формуле:

### Формула расчета процентного отношения длины ног к длине туловища, или пропорциональности телосложения (А)

$$A = \frac{(\text{Рост стоя} - \text{Рост сидя})}{\text{Рост сидя}} \times 100$$

Сравните полученные вами результаты с среднестатистическими.

*Окружность грудной клетки в паузе* — это показатель, который измеряют во время обычного, спокойного дыхания. У испытуемого определяют окружность грудной клетки и рост. При величине этого

показателя в пределах 87–92% физическое развитие оценивается как пропорциональное; если показатель пропорциональности меньше 87%, это указывает на относительно малую длину ног; при величине показателя 92% и более — на большую длину ног. Для оценки гармоничности телосложения воспользуйтесь формулой:

$$\frac{\text{Формула расчета гармоничности телосложения}}{\text{Окружность грудной клетки в паузе} \times 100} \times 100\% \\ \text{Рост}$$

При нормальном телосложении значение гармоничности телосложения составляет 50–55%. Если это соотношение меньше 50%, телосложение называют слабым, а если более 55% — нормальным.

#### **Работа 4. Определение силы мышц и силовой выносливости.**

Под мышечной силой понимают способность преодолевать внешнее сопротивление или противодействовать ему [4,5].

**Материалы и оборудование:** сантиметровая лента.

**Ход работы:** У испытуемого измеряют окружность плеча, когда его рука:

- а) свободно свисает вниз;
- б) горизонтально поднята и напряжена;
- в) согнута в локтевом суставе.

Измерения проводят на обеих руках, измеряя наибольшую окружность. Определите по формуле степень развития мускулатуры плеча.

$$\text{Формула расчета мускулатуры плеча (А)} \\ A = \frac{\text{разность обеих окружностей плеча}}{\text{окружность при выпрямленной руке}}$$

Сделайте вывод о степени развития своей мускулатуры.

Если величина степени развития мускулатуры плеча окажется менее 5%, это будет указывать на недостаточное развитие мускулатуры плеча, ее ожирение. Если значение измерений находится в пределах 5–12, то мускулатура развита нормально. Если значение измерений выше 12, это указывает на сильное развитие мускулатуры плеча.

**Работа 5. Жизненная емкость легких.** Жизненная *емкость легких (ЖЕЛ)* — это максимальный объем воздуха, который человек может набрать в легкие после максимально полного выдоха. У здорового взрослого человека этот показатель равен 3000–5000 мл [8, 9].

### Ход работы

Рассчитайте жизненную емкость своих легких. Расчет проводится по специальным формулам. Для подростков можно использовать одну из следующих:

| Формулы расчета жизненной емкости легких, л |                                                                                             |
|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| Для юношей<br>13–16 лет                     | $\text{ЖЕЛ} = [\text{рост (см)} \times 0,052] - [\text{возраст (лет)} \times 0,022] - 4,2$  |
| Для девушек<br>8–16 лет                     | $\text{ЖЕЛ} = [\text{рост (см)} \times 0,041] - [\text{возраст (лет)} \times 0,018] - 3,7$  |
| Для женщин<br>по формуле<br>Людвига         | $\text{ЖЕЛ} = [\text{рост (см)} \times 0,041] - [\text{возраст (лет)} \times 0,018] - 2,68$ |
| Для мужчин<br>по формуле<br>Людвига         | $\text{ЖЕЛ} = [\text{рост (см)} \times 0,052] - [\text{возраст (лет)} \times 0,022] - 3,60$ |

1. Сравните полученные результаты с таблицами 5, 6. Сделайте выводы, запишите результат.

Таблица 5

Жизненная емкость легких для мужчин

| Длина тела, см | Масса тела, кг |      |      |      |      |      |      |
|----------------|----------------|------|------|------|------|------|------|
|                | 60             | 65   | 70   | 75   | 80   | 85   | 90   |
| 165            | 4000           | 4150 | 4300 | 4450 | 4600 | 4750 | 4900 |
| 170            | 4200           | 4350 | 4500 | 4650 | 4800 | 4950 | 5100 |
| 175            | 4400           | 4550 | 4700 | 4850 | 5000 | 5150 | 5300 |
| 180            | 4600           | 4750 | 4900 | 5050 | 5200 | 5350 | 5500 |
| 185            | 4800           | 4950 | 5100 | 5250 | 5400 | 5550 | 5700 |

Таблица 6

Жизненная емкость легких для женщин

| Длина тела, см | Масса тела, кг |      |      |      |      |      |      |
|----------------|----------------|------|------|------|------|------|------|
|                | 50             | 55   | 60   | 65   | 70   | 75   | 80   |
| 155            | 2900           | 2950 | 3000 | 3050 | 3100 | 3150 | 3200 |
| 160            | 3100           | 3150 | 3200 | 3250 | 3300 | 3350 | 3400 |
| 165            | 3300           | 3350 | 3400 | 3450 | 3500 | 3550 | 3600 |
| 170            | 3500           | 3550 | 3600 | 3650 | 3700 | 3750 | 3800 |
| 175            | 3700           | 3750 | 3800 | 3850 | 3900 | 3950 | 4000 |
| 180            | 3900           | 3950 | 4000 | 4050 | 4100 | 4150 | 4200 |

В норме у здоровых людей ЖЕЛ может отклоняться от нормативной в пределах  $\pm 15$ мл.

2. Рассчитайте величину отклонения фактической жизненной емкости легких от нормативной.

**Формула расчета отклонения жизненной емкости легких**

$$\frac{\text{ЖЕЛ факт} \times 100\%}{\text{ЖЕЛ норм}}$$

3. Определите свой жизненный индекс.

**Формула расчета жизненного индекса человека**

$$\frac{\text{ЖЕЛ (мл)}}{\text{масса (кг)}}$$

В норме для мужчин он равен 60 мл/кг, а для женщин 50 мл/кг. Если при расчете вы получите меньшую величину, это будет свидетельствовать о недостаточности ЖЕЛ или об избыточной массе.

**Работа 6. Составление паспорта здоровья.** Сделать вывод о текущем состоянии своего здоровья, изучить основные интегральные факторы риска и факторы здоровья, составив паспорт здоровья.

**Оборудование:** весы, ростомер, секундомер, тонометр.

### Ход работы

1. Измерьте частоту сердечных сокращений (ЧСС) в позе сидя, свой рост, массу тела, артериальное давление.
2. По приведенным формулам рассчитайте необходимые индексы.
3. Внесите данные в паспорт здоровья.

### Паспорт здоровья

| Показатель, характеризующий физическое состояние                                                                                                                                                                                                                                                          | Норматив                                                                                                                                                        | Заключение |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <p>Уровень физического состояния (УФС)</p> $\text{УФС} = 700 - 3 \times \text{ЧСС} - 2,5 \times \text{АДср} - 2,7 \times \text{возраст} + 0,28 \times \text{масса тела} / 350 - 2,6 \times \text{возраст} + 0,21 \times \text{рост}$ $\text{АДср} = \frac{\text{АДсист} - \text{АДдиаст} + \text{АД}}{3}$ | <p>Менее 0,375 — низкий.</p> <p>0,376–0,525 — ниже среднего.</p> <p>0,526–0,675 — средний.</p> <p>0,675–0,825 — выше среднего.</p> <p>0,826 и более высокий</p> |            |
| <p>Жизненный индекс=</p> $\frac{\text{ЖЕЛ}}{\text{Масса тела}}$ <p>ЖЕЛ</p> <p>Муж.=4000 см<sup>3</sup></p> <p>Жен.=3500 см<sup>3</sup></p>                                                                                                                                                                | <p>Мужчины:</p> <p>65–70 мл/кг</p> <p>Женщины:</p> <p>55–60 мл/кг</p>                                                                                           |            |
| ЧСС в покое                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 60–80 в 1 мин                                                                                                                                                   |            |
| АД сист., мм рт. ст                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Оптимальное 120                                                                                                                                                 |            |
| АД диаст., мм рт. ст                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Оптимальное 80                                                                                                                                                  |            |
| <p>Вегетативный индекс Кердо (ВИК)</p> $\text{ВИК} = 1 - \text{АД диаст} / \text{АД п}$                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                 |            |
| Частота дыхания в покое                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 10–16 в 1 мин                                                                                                                                                   |            |
| <p>Проба Штанге</p> <p>(время задержки дыхания после спокойного вдоха)</p>                                                                                                                                                                                                                                | 40–50 с                                                                                                                                                         |            |
| <p>Проба Генге (время задержки дыхания после спокойного выдоха)</p>                                                                                                                                                                                                                                       | 20–30 с                                                                                                                                                         |            |
| <p>Индекс массы тела:</p> <p>окружность талии/ окружность бедер</p>                                                                                                                                                                                                                                       | 0,8 и менее                                                                                                                                                     |            |
| <p>Отклонение основного обмена от нормы по формуле Рида, % отклонения=</p> $= 0,75 \times (\text{ЧСС} + \text{АДп} - 0,74) - 72$                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                 |            |

## **Оценка результатов**

1. В паспорт здоровья, в графу «Заключение», вписать индивидуальные показатели.
2. Сравнить с приведенными нормативами, написать заключение.
3. Охарактеризовать состояние здоровья: удовлетворительное, неудовлетворительное, хорошее, отличное; отметить имеющиеся устранимые и неустраимые (наследственность) факторы риска и факторы здоровья; наметить на ближайшее время программу устранения факторов риска и включения/усиления факторов здоровья.

## **Литература**

1. Безруких М. М. Возрастная физиология (физиология развития ребенка) [Текст] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальностям «Дошкольная педагогика и психология»; «Педагогика и методика дошкольного образования» / М. М. Безруких. 4-е изд., стереотип. Москва: Академия, 2009. 416 с.
2. Билич Г. Л. Атлас анатомии человека: учебное пособие: в трех томах / Г. Л. Билич. Ростов-на-Дону: Феникс, [б. г.]. Т. 1. 2014. 488 с. // Электронно-библиотечная система «Лань»: [сайт]. URL: <https://e.lanbook.com/book/74282> (дата обращения: 17.02.2023).
3. Брыксина З. Г. Анатомия человека [Текст]: учебник для медицинских училищ и колледжей по дисциплине «Анатомия человека» и обучающихся по специальностям 060500 «Сестринское дело» и 060101 «Лечебное дело» / З. Г. Брыксина, М. Р. Сапин, С. В. Чава. Москва: ГЭОТАР Медиа, 2016. 422 с. : рис.
4. Гончарова Ю. А. Возрастная анатомия, физиология и гигиена: учебно-методическое пособие. Единое окно доступа к информационным ресурсам. URL: <http://window.edu.ru/window/library?p rid=40358>
5. Дробинская А. О. Анатомия и возрастная физиология [Текст] : учебник для бакалавров, обуч. по напр. подгот. 050400 Психолого-педагогическое образование / 15 А. О. Дробинская ; рецензенты Т. А. Басилова, И. М. Савин ; Московский городской психолого-педагогический ун-т. Москва: Юрайт, 2014. 527 с.
6. Рохлов В. С. Практикум по анатомии и физиологии человека: учебное пособие, для студентов средних педагогических учебных заведений / В. С. Рохлов, В. И. Сивоглазов. Москва: Academia, 1999. 157, [2]; 20. (Педагогическое образование).

## Содержание

|                                                                                                                             |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Предисловие .....                                                                                                           | 3   |
| <b>Пержакова А. М.</b> Нормативно-правовые аспекты организации учебно-исследовательской деятельности школьников .....       | 5   |
| <b>Кургузова О. В.</b> Создание, форма и правовое регулирование деятельности научного объединения школьников при вузе ..... | 10  |
| <b>Доржиева О. Д.</b> Методическое руководство к проектно-исследовательской работе .....                                    | 17  |
| <b>Бадмаева Е. Н.</b> Статистическая обработка данных биологии .....                                                        | 26  |
| <b>Баторова Г. Н.</b> Исследовательская работа по химии как ступень освоения учебно-исследовательской деятельности .....    | 43  |
| <b>Колпакова Е. С.</b> Методические рекомендации по сбору зообентоса и оценке экологического состояния водоемов.....        | 50  |
| <b>Гулгенова А. Б.</b> Методы исследования ногохвосток .....                                                                | 68  |
| <b>Басхаева Т. Г.</b> Методы исследования грибов. Сбор и сушка грибов .....                                                 | 75  |
| <b>Басхаева Т. Г.</b> Методы исследования водорослей. Методы сбора проб фитопланктона .....                                 | 81  |
| <b>Пыжикова Е. М.</b> Методические рекомендации по анатомическим исследованиям высших растений .....                        | 87  |
| <b>Цыренова М. Г.</b> Лабораторные работы по физиологии растений .....                                                      | 97  |
| <b>Налетова Л. А.</b> Оценка состояния здоровья и физического развития по антропометрическим данным .....                   | 102 |

---

Научное издание

ОРГАНИЗАЦИЯ ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ШКОЛЕ

Методический сборник

Дизайн обложки Э. Б. Дашиевой

Редактор Е. И. Борисова

Компьютерная верстка Н. Ц. Тахинаевой

Свидетельство о государственной аккредитации

№ 2670 от 11 августа 2017 г.

Подписано в печать 23.12.2025. Формат 60 х 84 1/16.

Усл. печ. л. 6,51. Уч.-изд. л. 4,42. Тираж 235. Заказ 175.

Цена свободная.

Издательство Бурятского госуниверситета им. Д. Банзарова

670000, г. Улан-Удэ, ул. Ранжурова, 4

rio@bsu.ru

Отпечатано в типографии БГУ

670000, г. Улан-Удэ, ул. Сухэ-Батора, 3а